

Rancang Bangun Sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) dan Display Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis IoT (*Internet of Things*)

Bimantara Sakti¹, Yulianto², Supriatna Adhisuwigno²

[Submission: XX-XX-2019, Accepted: XX-XX-2019]

Abstract— Micro hydro power plants produce output in the form of voltage values, current values, velocity values, and water levels. Performing the monitoring and recording of the output, the operator must directly see the *display* on the *plant*, so that *monitoring* is not efficient. In order for more efficient *monitoring* and data recording, a *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) system is needed that can be done remotely and in real time, this *Supervisory Control And Data Acquisition* system uses the *internet* as a medium for sending data from reading and recording data from current sensors, voltage sensors, and speed sensors. , as well as the water level sensor, the reading value from the sensor will be displayed in the form of a *Human Machine Interface*, the main controller of this system uses NodeMCU lolin version 3 which is a device of the ESP8266. The *Human Machine Interface* uses Visual Studio to visualize data on the *Firestore database*. The experimental results of the *Supervisory Control And Data Acquisition* system at the output of a micro-hydro power plant based on IoT (*Internet of Things*) show that the system is able to read data and record data well when compared with the value of reading data with measuring instruments, the accuracy level is 95%.

Intisari – Pembangkit listrik tenaga mikrohidro menghasilkan keluaran berupa nilai tegangan, nilai arus, nilai kecepatan, dan level air. Melakukan kegiatan pemantauan dan pencatatan keluaran tersebut operator harus melihat langsung tampilan *display* yang terdapat pada *plant*, sehingga pemantauan tidak efisien. Agar pemantauan dan pencatatan data lebih efisien dibutuhkan sistem *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) yang dapat dilakukan dari jarak jauh dan dapat dilakukan secara tepat waktu, sistem *Supervisory Control And Data Acquisition* ini menggunakan *internet* sebagai media pengiriman data hasil pembacaan dan pencatatan data dari sensor arus, sensor tegangan, dan sensor kecepatan, serta sensor level air nilai pembacaan dari sensor akan ditampilkan dalam bentuk *Human Machine Interface*, kontroller utama dari sistem ini menggunakan NodeMCU lolin versi 3 yang merupakan device dari ESP8266. Tampilan *Human Machine Interface*

menggunakan Visual Studio untuk memvisualisasikan data pada *database firestore console*. Hasil percobaan dari sistem *Supervisory Control And Data Acquisition* pada keluaran pembangkit listrik tenaga mikrohidro berbasis IoT (*Internet Of Things*) menunjukkan sistem mampu melakukan pembacaan data dan pencatatan data yang baik bila di bandingkan dengan nilai hasil pembacaan data dengan alat ukur, tingkat keakurasian sebesar 95 %.

Kata Kunci : HMI, IoT, Mikrohidro, pemantau, SCADA,

I. PENDAHULUAN

Pada tempat wisata Sumber Air Krabyakan, desa Sumber Ngepoh, kecamatan Lawang, kabupaten Malang terdapat sumber air yang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Pemanfaatan adanya pembangkit listrik tenaga mikrohidro di wisata Sumber Air Krabyakan yaitu memberikan penerangan yang cukup, karena penerangan yang minim merupakan salah satu alasan tempat wisata tersebut hanya buka setengah hari saja. Selain itu, pemanfaatan lainnya yaitu memberikan wawasan atau edukasi tentang pembangkit listrik mikro hidro yang dimana dapat memanfaatkan tenaga air untuk menjadi energi listrik kepada pengelola maupun pengunjung wisata Sumber Air Krabyakan

Berdasarkan penelitian pembangkit listrik mikrohidro yang sudah ada sebelumnya menggunakan metode *monitoring* data secara *realtime* berbasis IoT (*Internet of Things*) memiliki kekurangan dan perlu adanya pengembangan agar dapat berfungsi secara optimal. Kekurangan dari sistem yaitu pada sistem *monitoring* hanya menampilkan data secara *realtime* tanpa terintegrasi atau tersimpan dalam server. Data yang tampil hanya berupa angka tanpa adanya grafik dan tabel. Sehingga pengambilan data untuk dianalisa harus dilakukan secara manual. Variabel data juga terbatas hanya pada hasil

¹Mahasiswa, Bimantara sakti, Jl. RA. Kartini 20/33, Kab. gresik, Kode Pos: 61122; e-mail: tarasakti95@gmail.com

² Dosen Jurusan Teknik Elektro, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang , Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang. e-mail: yulianto_poltek@yahoo.com, supriatna_s@yahoo.com



keluaran dari pembangkit listrik sehingga pengecekan *trouble* atau masalah harus dilakukan berkala secara manual dari *input* sampai *output* [1]

Pada penelitian ini bertujuan agar data pada pembangkit listrik dapat dibaca lebih detail dan terintegrasi agar mempermudah analisa ketika terjadi masalah pada sistem. Sehingga diharapkan *user* atau pengguna dapat bekerja lebih efisien karena data lebih terperinci dari *input* sampai *output* serta terintegrasi oleh server.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Generator

Generator adalah alat untuk mengubah energi kinetic menjadi energi listrik. Perubahan energi tersebut dikonversikan melalui medium medan magnet.

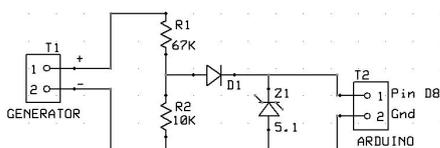
Generator sinkron adalah mesin listrik yang dapat mengkonversi energi kinetik menjadi listrik dengan memanfaatkan induksi magnet. Disebut generator sinkron dikarenakan jumlah putaran rotornya memiliki jumlah yang sama dengan total putaran dari medan magnet stator. Kecepatan sinkron ini berasal dari medan putar magnet stator yang sama dengan jumlah kecepatan putar magnet dari rotor. [2]



Gambar 1: Generator Magnet Permanent [2]

B. Sensor Frekuensi

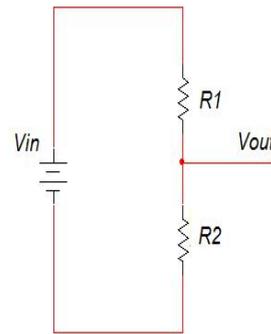
Sensor frekuensi berfungsi untuk mendeteksi frekuensi pada generator, cara kerja dari sensor ini yaitu dengan menghitung jumlah periode pulse dalam satu detik dari generator setelah disearahkan kemudian dikali dengan 60 untuk dikonversi menjadi kecepatan (Rpm). [2]



Gambar 2.: Gambar rangkaian sensor frekuensi [2]

C. Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang digunakan pada alat penelitian dan pengembangan ini adalah sensor tegangan dengan konsep rangkaian pembagi tegangan. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi nilai tegangan dari suatu rangkaian. Keluaran dari rangkaian pembagi tegangan berupa sinyal analog tegangan yang akan dibaca oleh mikrokontroller, lalu hasil baca tersebut akan dikonversikan menjadi besaran tegangan.



Gambar 3: Rangkaian Pembagi Tegangan [3]

Prinsip kerja dari rangkaian pembagi tegangan adalah membuat pembagian tegangan dengan menggunakan resistor yang disusun seri [3]

D. Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik adalah sensor yang merubah besaran fisis berupa bunyi atau suara menjadi besaran listrik dan sebaliknya. prinsip kerja dari sensor ini yaitu dengan cara memantulkan suara berfrekuensi tertentu yang kemudian ditangkap kembali, lalu hasil akumulasi pantul dan tangkap menjadi acuan untuk mendeteksi jarak suatu objek.

Gelombang ultrasonik adalah gelombang suara yang frekuensinya lebih dari 20 KHz. Manusia tidak dapat mendengar bunyi atau suara ultrasonik. Ultrasonik didengar oleh hewan tertentu seperti kelelawar. Pantulan suara / bunyi ultrasonik memiliki refleksi pantul yang sama pada benda padat dan cair. tetapi, pada bahan busa bunyi ultrasonik akan diredam. [4]





Gambar 4: Gambar sensor ultrasonik HC-SR04 [4]

E. NodeMCU lolin V3

NodeMCU ESP8266 adalah sebuah platform IoT (*Internet of Thing*) yang banyak digunakan sebagai media pengembangan *Internet of Things*. NODEMCU ESP8266 dapat diprogram dengan Bahasa lua scrip atau Arduino IDE



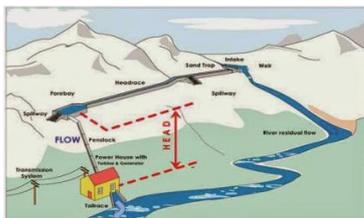
Gambar 5: NodeMCU lolin V3 [5]

NodeMCU pada dasarnya adalah pengembangan dari ESP 8266 dengan firmware berbasis e-Lua. Pada NodeMcu dilengkapi dengan micro usb port yang berfungsi untuk pemorgaman maupun *power supply* [5].

F. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah pembangkit listrik menggunakan energi alternatif yang bersumber dari aliran air bersekala kecil. PLTMH merupakan pembangkit listrik yang cukup sederhana dan praktis

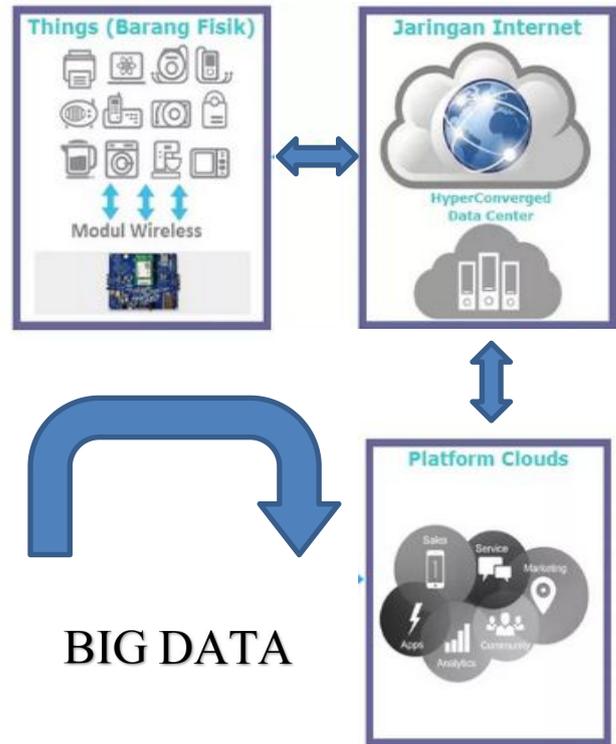
Air terjun, sungai, dan irigasi dapat digunakan sebagai media pemanfaatan untuk membuat pembangkit mikrohidro karena pada prinsipnya PLTMH memanfaatkan aliran air untuk menggerakkan turbin. Dari aliran air ini turbin akan bergerak sehingga memutar generator dan listrik tercipta [6].



Gambar 6: Sistem Kerja Mikrohidro [6]

G. IoT (*Internet Of Thing*)

Internet of things (IoT) diartikan sebagai sebuah jaringan yang masing-masing benda yang teranam dengan sensor dan controller yang terhubung kedalam jaringan internet. Konsep *internet of things* memiliki 3 elemen utama IoT yaitu: benda nyata yang telah terintegrasi dengan sensor, kontroler, visual interface, dan server untuk penyimpanan data dan informasi dari aplikasi [7].



Gambar 7: Tiga elemen dasar IOT [7]

Dalam penelitian ini *internet* berperan sebagai sarana komunikasi antar *plant* dan *user*. Dengan adanya komunikasi dengan internet dan database, user dapat memantau pembacaan sensor pada plant dari jarak jauh.

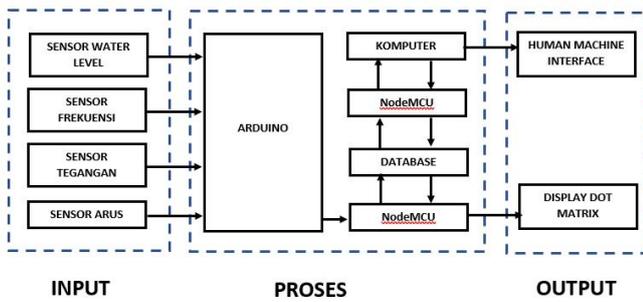
III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Blok Sistem

¹Mahasiswa, *Bimantara sakti, Jl. RA. Kartini 20/33, Kab. gresik, Kode Pos: 61122; e-mail: tarasakti95@gmail.com*

² *Dosen Jurusan Teknik Elektro, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang. e-mail: yulianto_poltek@yahoo.com, supriatna_s@yahoo.com*





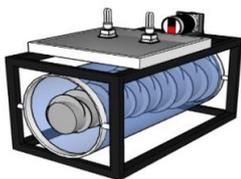
Gambar 8: Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja dari sistem SCADA pada pembangkit listrik mikrohidro berbasis IOT (*internet of things*) adalah Sistem *monitoring* dan akuisisi data menggunakan web dan aplikasi visual untuk melihat nilai keluaran dari PLTMH, sistem ini dapat melakukan *monitoring* dimanapun berada (jarak jauh) selama masih bisa melakukan akses *internet*, data dari sensor juga dapat diakses secara real time sehingga data yang didapat sangat akurat.

Sistem ini diawali dengan pembacaan nilai kecepatan oleh sensor, untuk nilai kecepatan (rpm) generator akan dibaca oleh sensor kecepatan, lalu nilai pulse akan di baca, dan nilai level air akan dibaca oleh sensor ultrasonic, Kemudian hasil data yang di dapat dari pembacaan sensor akan diproses oleh NodeMCU sebagai kontrol, Selanjutnya kontroller akan mengirimkan data hasil pembacaan dari sensor kecepatan dan sensor level air ke web Firebase Console dan aplikasi visual dengan cara menyamakan kode auth dan kode *hostnya*, data hasil pembacaan sensor bisa ditampilkan dalam bentuk web dan juga dapat diakses melalui aplikasi visual pada layer *human machine interface*.

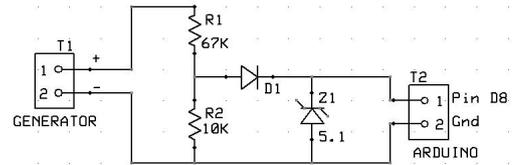
B. Desain Mekanik

Pada perencanaan mekanik dilakukan berdasarkan sistem yang akan dibuat seperti ditunjukkan dalam gambar 10. Mekanik yang diperlukan adalah kerangka PLTMH, turbin air, box yang berisi rangkaian elektronik, dan penempatan untuk tiap sensor dengan dimensi 140x60x50 cm dan kotak panel 64x16x32 cm



Gambar 9: Desain Mekanik

C. Perancangan Rangkaian Sensor Frekuensi



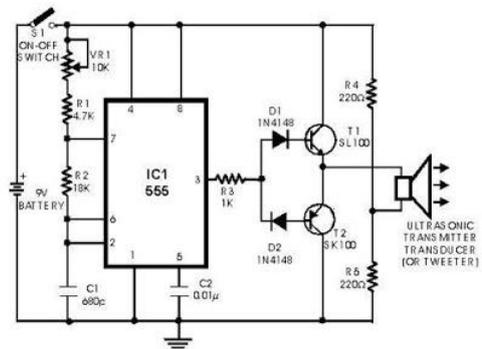
Gambar 10: Rangkaian Sensor Frekuensi

Rangkaian sensor frekuensi berfungsi untuk mendeteksi nilai frekuensi keluaran pada generator. Setelah itu keluaran dari sensor frekuensi akan diumpungkan pada pin digital mikrokontroller untuk mendeteksi pulse keluaran generator. Tegangan referensi pin digital pada mikrokontroller adalah 5V.

D. Perancangan Rangkaian Sensor Ultrasonik

Sensor frekuensi berfungsi untuk mendeteksi level ketinggian air, cara kerja dari sensor ini yaitu dengan cara menghitung lamanya pantulan suara yang pada permukaan datar. untuk menghitung selisih waktu antara memancarkan dan menerima gelombang dihitung dengan rumus kecepatan = jarak/waktu

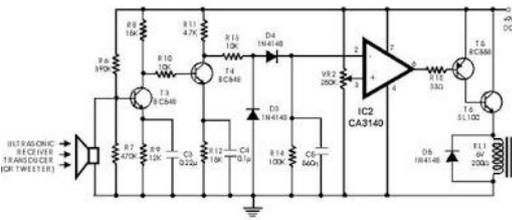
Transmitter adalah pemancar gelombang yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Dibutuhkan penguat sinyal dan osilator untuk menghasilkan frekuensi dengan hasil 40.000 Hz.



Gambar 11: Gambar Rangkaian Dasar Dari *Transmitter* Ultrasonic

Penerima gelombang pantulan dari *transmitter* dinamakan *receiver*. Terbuat dari beberapa transduser ultrasonik yang menggunakan bahan piezoelektrik. Piezoelektrik adalah bahan yang mudah atau sensitif terhadap getaran yang mana getaran tersebut dapat diubah menjadi sinyal tertentu.

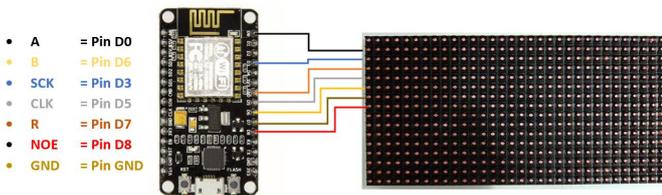




Gambar 12: Gambar rangkaian dasar receiver sensor ultrasonic

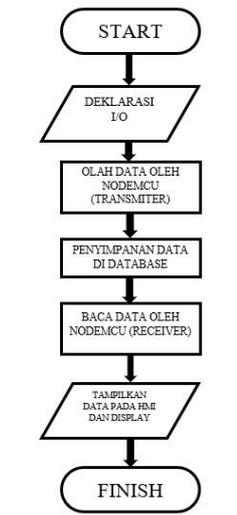
E. Perancangan Rangkaian Display

NODEMCU akan dikomunikasikan dengan arduino uno sebagai pengkondisi / pengelola data sensor karena keterbatasan pin yang dimiliki oleh NODEMCU. Maka untuk mengatasinya hasil pengolahan sensor akan dikirimkan ke NODEMCU melalui komunikasi serial



Gambar 13: Gambar Rangkaian Wiring Modul Dot Matrix

F. Perencanaan Perangkat Lunak



Gambar 14: Diagram Perencanaan Perangkat Lunak

Pada perencanaan perangkat lunak dilakukan pembuatan diagram alir program yang terdapat sistem monitoring keluaran system. Aplikasi yang digubakan untuk memprogram controller transmitter dan receiver adalah arduino IDE. Pada tampilan HMI aplikasi yang digunakan adalah visual studio. Data pada setiap sensor akan dikelola oleh NodeMCU yang berfungsi sebagai transmmiter untuk

kemudian data dikirim dan disimpan di server database. Data pada server dibaca oleh NodeMCU yang berfungsi sebagai receiver. Data yang telah dibaca dan dikelola receiver akan ditampilkan pada HMI dan display dalam bentuk grafik, tabel, dan teks.

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Pengujian NodeMCU

NodeMCU ESP8266 yang digunakan mempunyai 9 pin yang memiliki fungsi sebagai digital input, output, komunikasi serial, dll. Pengujian dilakukan dengan memasukkann program digital output berlogika high (1) pada setiap pinnya

Tabel I. Hasil Pengujian Pin NodeMCU

PIN	PORT (Tegangan)
D0	3.28
D1	3.28
D2	3.28
D3	3.28
D4	3.28
D5	3.28
D6	3.28
D7	3.28
D8	3.28
A0	3.28

Berdasarkan tabel I dapat disimpulkan bahwa masing-masing pin pada setiap port pada NodeMCU lolin versi 3 berfungsi dengan baik.

B. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian sensor frekuensi dilakukan dengan cara memberi input tegangan AC tertentu yang kemudian disearahkan menggunakan rangkaian setengah gelombang lalu dibatasi dengan diode zener $v_z = 5.1$. R yang digunakan adalah $R_1 = 68K$ Ohm dan $R_2 = 10K$ Ohm agar input dapat dibagi menjadi $1/8$ tegangan input.

Tabel II. Hasil Pengujian sensor frekuensi

No	Tegangan Masukan (V)	Tegangan Setelah pembagi tegangan(V)	Keluaran pada Zener(V)	Hasil pembacaan controller (Hz)
1.	70V	9.2V	5.4V	50.21 Hz
2.	52V	7V	5V	50.31 Hz
3.	40V	5.2V	4.4V	50.14 Hz

¹Mahasiswa, *Bimantara sakti, Jl. RA. Kartini 20/33, Kab. gresik, Kode Pos: 61122; e-mail: tarasakti95@gmail.com*

² Dosen Jurusan Teknik Elektro, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang , Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang. e-mail:²yulianto_poltek@yahoo.com,² supriatna_s@yahoo.com



Pada tabel II menunjukkan hasil keluaran setelah pembagi tegangan kurang lebih sesuai dengan perhitungan. Dapat disimpulkan bahwa sensor frekuensi berfungsi dengan cukup baik. Maka dari itu Sensor frekuensi ini dapat digunakan pada penelitian ini karena memiliki tegangan keluaran dan dapat bekerja sesuai dengan fungsi sehingga dapat digunakan untuk mengambil data

C. Pengujian Sistem *Monitoring*

Pengujian sensor level air dilakukan dengan cara menambahkan debit air pada suatu aquarium kemudian dibandingkan dengan alat ukur penggaris / mistar. Ketika debit air mulai bertambah maka dapat dilihat hasil perbandingan pengukuran menggunakan sensor dengan alat ukur penggaris / mistar

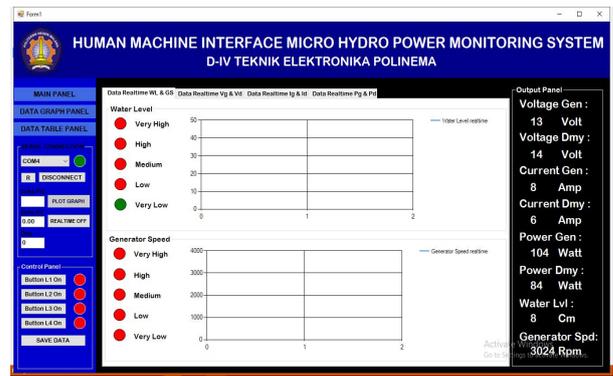
Tabel III. Tabel hasil pengecekan data sensor ultrasonic

No	Pengukuran Sensor	Pengukuran Mistar	Nilai Error Sensor
1.	4cm	3.8cm	$(3.8 - 4 / 3.8) \times 100\% = 5.2\%$
2.	4cm	4.5cm	$(4.5 - 4 / 4.5) \times 100\% = 11\%$
3.	5cm	5 cm	$(5 - 5 / 5) \times 100\% = 0\%$
4.	5 cm	5.7 cm	$(5.7 - 5 / 5.7) \times 100\% = 12\%$
5.	6 cm	5.9 cm	$(5.9 - 6 / 5.9) \times 100\% = 1.6\%$
6.	7 cm	7 cm	$(7 - 7 / 7) \times 100\% = 0\%$
7.	7 cm	7.8 cm	$(7.8 - 7 / 7.8) \times 100\% = 10\%$
8.	8 cm	8.1 cm	$(8.1 - 8 / 8.1) \times 100\% = 1.2\%$
9.	8 cm	8.7 cm	$(8.7 - 8 / 8.7) \times 100\% = 8\%$
Rata - rata error			$49 / 9 = 5.4\%$

Pada tabel III menunjukkan hasil pengukuran ketinggian rata rata air cukup akurat dengan rata rata eror sebesar 5.4%. Namun kadang kurang baik atau datanya tidak sesuai ketika permukaan air sangat bergelombang. Sehingga harus dipastikan sensor bekerja pada bidang yang rata agar data yang diperoleh jauh lebih akurat

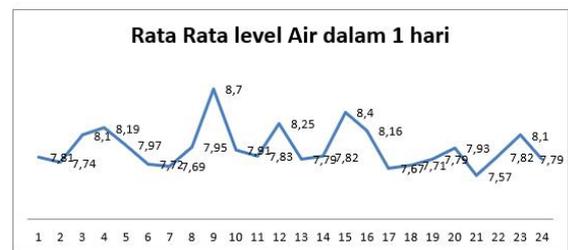
D. Pengujian Pengambilan Data HMI

Pengujian HMI ini dilakukan untuk menguji pembacaan data pada sistem dengan data pada *database*.



Gambar 15: Tampilan visual HMI

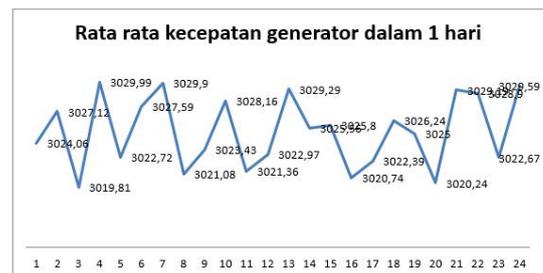
Gambar 17 adalah bentuk grafik dari pengambilan data level air dalam 24 jam, data dari hasil realtime yang diambil per menit kemudian dirata-rata setiap jamnya hingga 24 jam.



Gambar 16: Grafik rata rata air dalam satu hari

Pada gambar 17 grafik data level air dalam 24 jam dapat disimpulkan bahwa setiap jam level rata rata air dapat berubah ubah. Percobaan dilakukan dengan cara menambah dan mengurangi air pada aquarium secara berkala sehingga terjadilah perubahan rata rata disetiap jamnya.

Gambar 18 adalah bentuk grafik dari pengambilan data Kecepatan generator dalam 24 jam, data dari hasil realtime yang disampling per menit lalu dirata-rata per jamnya hingga 24 jam.



Gambar 17: Rata rata kecepatan generator dalam satu hari

Pada gambar 18 Grafik kecepatan generator dalam 24 jam dapat disimpulkan bahwa setiap jam rata rata kecepatan generator dapat berubah ubah. Percobaan dilakukan dengan



cara memberi sumber tegangan trafo 50 Hz saja tanpa dilakukan penambahan rangkaian untuk memodifikasi frekuensi

E. Pengujian *Display Dot Matrix*

Pengujian *display* ini dilakukan untuk menguji pembacaan data pada sistem dengan data pada *database* secara realtime.



Gambar 18: Tampilan data *display dot matrix*

Dapat disimpulkan bahwa NODEMCU dapat membaca data sekaligus menampilkannya pada *display dot matrix*. Namun terdapat beberapa gangguan seperti beberapa LED berkedip sesat pada *pixel* yang acak

V. PENUTUP

Dari hasil perancangan dan pengujian dapat diambil kesimpulan :

1. Penggunaan NODEMCU untuk akuisisi data pada *database* tidak bekerja terlalu baik karena kecepatan unggah dan unduh data yang terbilang lambat sehingga mempengaruhi banyak hal seperti sampling data dan penyimpanan data sementara

2. Penggunaan sensor ultrasonic untuk pendeteksi ketinggian rata rata air cukup baik bila air yang dideteksi tidak terlalu bergelombang

3. Penggunaan sensor frekuensi berfungsi baik namun tegangan inputnya tidak boleh lebih dari 70V dan tidak kurang dari 20V.

4. Aplikasi HMI berfungsi akan tetapi kurang optimal.

5. *Display dot matrix* berfungsi akan tetapi belum bisa melakukan pergeseran karakter per pixel sehingga pergeseran karakter masih terlihat kasar.

Perlu adanya perbaikan dan penyempurnaan agar sistem SCADA dapat bekerja secara optimal. Saran berdasarkan hasil percobaan:

1. Sebaiknya menggunakan kontroller dengan spesifikasi lebih bagus dengan memori penyimpanan berkapasitas besar yang sudah termasuk juga modul wifi agar dapat lebih efisien dalam pengolahan data maupun pengolahan input/output

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hilmi Fauzi. 2019. Sistem Monitoring Keluaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Iot (Internet Of Things). JURNAL ELKOLIND, JULI 2019, Politeknik Negeri Malang
- [2] PARASTIWI, Andriani. Pengaturan Tegangan Dan Frekuensi Pada Motor Induksi Sebagai Generator. JURNAL ELTEK, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 16-29, oct. 2017. ISSN 2355-0740. Available at: <https://skkm.polinema.ac.id/index.php/eltek/article/view/41>.
- [3] Ardi Setyo Hermawan, Kunto Eko Susil, MONITORING RPM ENGINE DAN TEMPERATURE MINYAK PELUMAS PADA GENSET BERBASIS IOT. Jurnal Teknik elektro dan computer, Vol 10, No 1 (2021). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/31128>
- [4] A. Soni, A. Aman, "Distance Measurement of an Object by using Ultrasonic Sensors with Arduino and GSM Module", International Journal of Science Technology & Engineering, vol.4, no. 11, pp.23-28, 2018
- [5] Zulfikri, A. A., Perdana, D., & Bisono, G. (2018). Design and Analysis of Trash Monitoring System Prototype Based On Internet of Things (IoT) Using MQTT Protocol. Jurnal Infotel. <https://doi.org/https://doi.org/10.20895/infotel.vol.issue.page>
- [6] Purnama, A. (2018, March 25). STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO Studi Kasus: PLTMH Minggir pada saluran irigasi Minggir di Padukuhan Klagaran Desa Sendangrejo Kecamatan Minggir Kabupaten Sleman. <https://doi.org/10.31227/osf.io/9nkym>
- [7] Periyaldi, P., Putra, A., & Wajiansyah, A. (2018). Implementasi Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Satnetcom Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Protokol Komunikasi Message Queue Telemetry Transport (Mqtt). JTT (Jurnal Teknologi Terpadu) (Vol. 6). <https://doi.org/10.32487/jtt.v6i1.435>
- [8] Elsi ,Zulhipni RS. 2016. "Perancangan Monitoring Suhu Ruangan Menggunakan Arduino Berbasis Android di PT.Tunggal Idaman Abdi Cabang Palembang". JTI, Vol 8 No 2, Desember
- [9] Rezka Bunaiya Prayudha, M. A. (2015, Agustus). DESAIN DAN IMPLEMENTASI SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION) PADA SISTEM BOILER DRUM MENGGUNAKAN PLC OMRON. e-Proceeding of Engineering, Vol.2(No.2)
- [10] Al Rikabi, H. T. S., Nasser, K. W., & Alaidi, A. H. M. (2020). The application of wireless communication in IOT for saving electrical energy. International Journal of Interactive Mobile Technologies, 14(1), 152–160. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i01.11538>
- [11] Y., Priyadi, B., F. & Sucipto, H. (2019). Design and Testing of Screw Turbines for Flat Flow with Uneven Blade Distances. American Journal of Engineering and Applied Sciences,12(1),10-.<https://doi.org/10.3844/ajeassp.2019.10.19>

¹Mahasiswa, Bimantara sakti, Jl. RA. Kartini 20/33, Kab. Gresik, Kode Pos: 61122; e-mail: tarasakti95@gmail.com

² Dosen Jurusan Teknik Elektro, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang. e-mail: yulianto_poltek@yahoo.com, supriatna_s@yahoo.com

