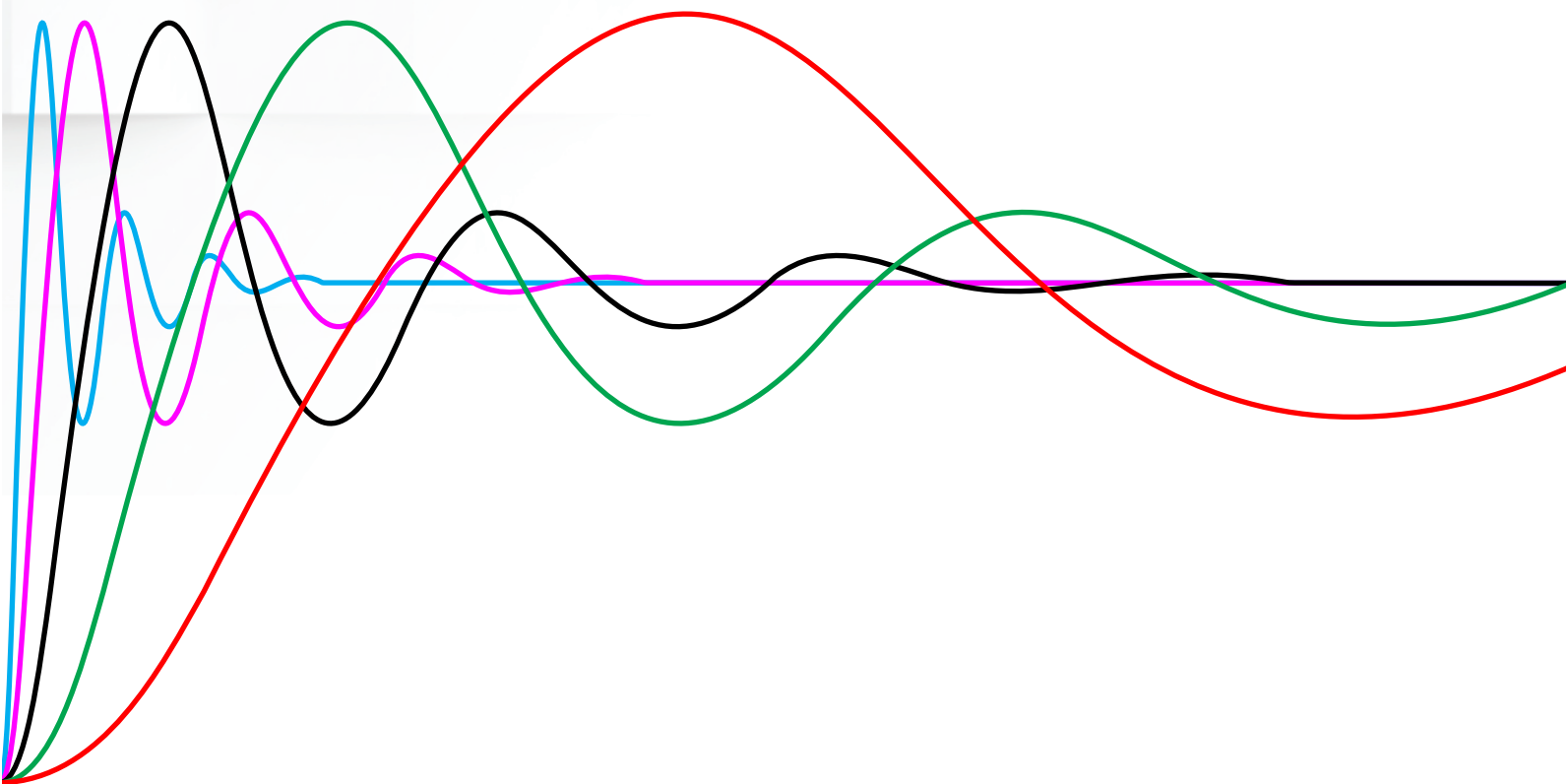


P-ISSN : 2685 - 4341
E-ISSN : 2685 - 5313

Vol. 3, No. 2, Desember 2021

Jurnal Riset Rekayasa Elektro



Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto



Jurnal Riset Rekayasa Elektro

Terbit pertama kali tahun 2019

p-ISSN : 2685-4341

Penanggung Jawab/Publisher

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Pemimpin Redaksi/Editor-in-Chief

Arif Johar Taufiq, S.T., M.T

Dewan Redaksi/Editors

Muhamad Taufiq Tamam, S.T., M.T (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)
Wakhyu Dwiono, ST, MT (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)

Sekretaris Redaksi/Secretary of Editor

Bayu Aji Kurniawan, A.Md.T (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)

Alamat Redaksi/Address

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. KH Ahmad Dahlan PO Box 202, Purwokerto 53182
<http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE/index>
email: jurnaljrre@ump.ac.id

Jurnal Riset Rekayasa Elektro (JRRE) adalah terbitan berkala ilmiah yang diterbitkan oleh Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto. JRRE menyajikan artikel hasil pemikiran dan penelitian serta perkembangan terkini dari Teknik Elektro. Redaksi mengundang para peneliti, dosen, dan praktisi untuk bertukar pikiran dan memajukan keilmuan di bidang teknik elektro

(JRRE) Electrical Engineering Research Journal is a periodical scientific publication published by Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Science, Muhammadiyah University of Purwokerto. JRRE presents articles of thought and research as well as the latest developments from Electrical Engineering. Editors invite researchers, lecturers, and practitioners to exchange ideas and advance knowledge in the field of electrical engineering

Jurnal Riset Rekayasa Elektro

Volume 3 No 2 Desember 2021

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
Rancang Bangun Prototype Flyweel Untuk Meningkatkan Kinerja Generator Lutfi Arba Diantoro, Winarso, Arif Johar Taufiq	(73 - 82)
Perancangan Permanent Magnet Synchronous Generator Kapasitas 22 KVA Menggunakan Metode Finite Element Metho Aziz Ramadhan, Muhamad Taufiq Tamam	(83 - 90)
Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Dan Suhu Tanah Untuk Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Brebes Sigit Rizky Pratama, Dian Nova Kusuma Hardani	(91 – 100)
Sistem Peringatan Dini Bahaya Banjir Pada Daerah Aliran Irigasi Ahmad Fauzan, Latiful Hayat	(101 – 110)
Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Tunanetra Dan Penentu Lokasi Menggunakan Global Positioning System Tracking Berbasis Internet Of Things Rifqi Prima Anggara, Arif Johar Taufiq	(111 – 118)
Deteksi Suhu Tubuh Dan Masker Otomatis Dengan Metode Haar Cascade Sebagai Solusi Pencegahan Penularan Covid-19 Miftachul Ulum, Moh. Imaduddin, Hanifudin Sukri	(119 – 126)
Implementasi Internet Of Things Untuk Monitoring Kualitas Air Secara Realtime Pada Utilities PT.Kilang Pertamina Internasional Cilacap Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp 32 Rudi Khaerudin, Itmi Hidayat Kurniawan	(127 – 140)

PETUNJUK PENULISAN	ii
---------------------------	----

Rancang Bangun *Prototype Flywheel* Untuk Meningkatkan Kinerja Generator

Lutfi Arba Diantoro¹, Winarso², Arif Johar Taufiq³

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 17 Juli 2021
Direvisi, 30 November 2021
Diterima, 2 Desember 2021

Kata Kunci:

Flywheel, energi listrik, torsi, energi kinetik

Keyword:

Flywheel, Electrical energy, torque, energy kinetik

INTISARI

Kebutuhan energi listrik setiap tahun semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi di negara kita, energi listrik saat ini masih banyak memanfaatkan energi fosil sebagai energi utama. Untuk mencari energi listrik alternatif maka dapat memanfaatkan energi kinetik yang tersimpan pada *flywheel*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar energi kinetik yang terkandung dalam *Flywheel*, dengan cara mengetahui berapa lama waktu yang dihasilkan oleh *flywheel* berputar sampai berhenti saat motor listrik di putuskan sumber energinya. Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan besarnya energi *Flywheel* dengan berat 4,9 kg diameter 20 cm menghasilkan energi listrik 2,86 joule (watt-detik), berat 7,1 kg diameter 20 cm menghasilkan energi listrik 3,98 joule (watt-detik) dan berat 25 kg diameter 30 cm menghasilkan energi listrik 16,33 joule (watt-detik). Jadi semakin berat dan besar diameter *flywheel* maka energi listrik yang dihasilkan semakin besar.

ABSTRACT

The need for electrical energy is increasing every year in line with the economic growth in our country, electrical energy currently still uses fossil energy as the main energy. To find alternative electrical energy, it can utilize the kinetic energy stored in the *flywheel*. This study aims to determine how much kinetic energy is contained in the *flywheel*, by knowing how long the time produced by the *flywheel* rotates until it stops when the electric motor is disconnected from its energy source. Based on research that has been carried out the amount of energy *Flywheel* with a weight of 4.9 kg with a diameter of 20 cm produces electrical energy of 2.86 joules (watt-seconds), a weight of 7.1 kg with a diameter of 20 cm produces electrical energy of 3.98 joules (watt-seconds). and a weight of 25 kg with a diameter of 30 cm produces 16.33 joules of electrical energy (watt-seconds). So the heavier and larger the diameter of the *flywheel*, the greater the electrical energy produced.

Korespondensi Penulis:

Lutfi Arba Diantoro
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. Raya Dukuhwaluh, Purwokerto, 53182
Email:lutfiarba17@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Proses produksi pada sebuah pabrik *manufactur* adalah kegiatan yang selalu membutuhkan berbagai macam jenis mesin listrik seperti motor induksi, motor dc, motor sinkron dan juga generator. Mesin-mesin listrik tersebut merupakan pengkonversi energi dan selalu digunakan pada proses produksi, dimana pada mesin-mesin tersebut sumber energi digunakan dan dikonversikan menjadi kerja yang berguna, [1]. Pada beberapa jenis mesin listrik, saat proses kerja berlangsung, fluktuasi daya listrik sering terjadi dan mempengaruhi kecepatan motor listrik menjadi tidak stabil serta akan menghambat proses produksi pada industri *manufacture* tersebut. [2]

Ketidakstabilan kecepatan putar pada mesin listrik merupakan kejadian yang selalu timbul diakibatkan oleh perubahan beban pada motor atau perubahan daya aktif masuk ke generator. Ketidakstabilan kecepatan menunjukkan adanya daya berlebih atau kurang pada mesin listrik dan menunjukkan adanya daya kinetik yang ada pada sistem tersebut. Energi kinetik yang terdapat pada sistem produksi mesin listrik dapat disimpan keberadaannya. *Flywheel*, atau dalam bahasa Indonesia sering disebut sebagai roda gila, digunakan dengan tujuan sebagai penyimpanan energi kinetik, sistem ini akan menyimpan energi saat suplai melebihi kebutuhan dan melepaskannya saat suplai lebih kecil dari kebutuhan. [3]

Penyimpan energi *flywheel* memperoleh energi kinetik dalam bentuk inersia putar dan memanfaatkan torsi dari *flywheel*, dan menyimpannya dalam bentuk energi putaran cukup besar, kemudian melepaskannya ketika sistem energi kinetik tersebut membutuhkannya secara langsung dengan sangat cepat dan mudah [4].

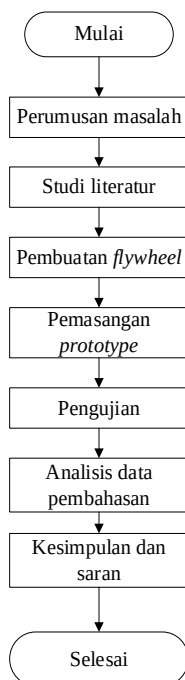
Beberapa faktor yang bisa mempengaruhi kinerja penyimpanan energi *flywheel* antara lain material, geometri, panjang dari *flywheel*. *Flywheel* atau sering juga disebut roda gila seperti yang kita ketahui adalah sebuah komponen yang merupakan sebuah lempengan logam cor yang berbentuk lingkaran yang karena beratnya dapat menahan perubahan kecepatan yang drastis sehingga gerak putaran poros mesin menjadi lebih halus dan lebih stabil [5]. *Flywheel* dengan konstruksi berbentuk lingkaran padat memiliki kerapatan energi hingga ratusan kali lebih banyak dibandingkan dengan alat penyimpanan energi lain seperti baterai atau kapasitor dan kelebihan dari *flywheel* dapat menyimpan dan melepaskan energi dengan lebih cepat dari alat penyimpanan lainnya [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Razali yaitu Uji fungsi pada rancang bangun mesin pembangkit listrik tanpa bahan bakar minyak yang meliputi uji mekanisme dan uji sistem *flywheel* serta generator dan menyimpulkan bahwa alat uji daya ini mudah digunakan dan dipelajari tetapi tetap memberikan hasil belum optimal. [7]. Berdasarkan beberapa penelitian diatas, maka pada penelitian ini akan dirancang sistem penyimpanan energi kinetik dengan menggunakan beberapa dimensi dan masa *flywheel* yang berbeda untuk menggerakkan generator dc berbeban.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Flowchart Sistem

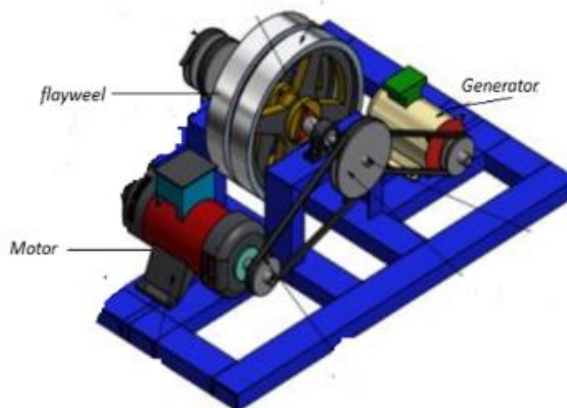
Penelitian sistem penyimpanan energi kinetik *flywheel* dilaksanakan di Laboratorium Mesin Listrik, Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto dimulai dengan studi literatur dilanjutkan dengan perancangan dimensi dan masa *flywheel*. Perakitan sistem dari mesin *prime mover*, generator dan *flywheel* di letakan dalam konstruksi besi dan dihubungkan dengan roda *pully*. Pengujian dilakukan dengan memberikan energi putar dari *prime mover* kepada sistem. Langkah berikutnya adalah mencatat data pengujian berupa besaran listrik seperti tegangan, arus dan lama *flywheel* menyimpan energinya. Berikut diagram alir penelitian seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Prototype Sistem Penyimpan Energi Kinetik Flywheel

Sistem penyimpanan energi kinetik flywheel terdiri dari mesin penggerak berupa motor induksi tiga fasa, generator dc dan sistem Flywheel. Unit penyimpan energi kinetik ini di tempatkan pada kanal besi dengan terhubung dengan roda pully antar komponennya, sistem ini ditunjukan seperti gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. *Prototype Penguji Flywheel*

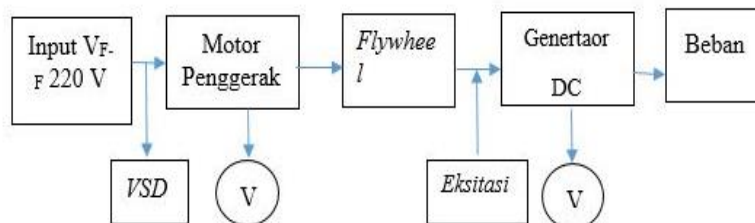
Berikut adalah komponen-komponen pada prototipe sistem penguji *flywheel* :

- Motor listrik 1 HP 3 fasa / 1420 RPM
- Generator DC 12 volt
- Dimensi krangka *Prototype Flywheel* (10 cm, 15 cm dan 30 cm)
- Diameter *Pully flywheel* = 3 in
- Diameter *Pully motor* = 5 in
- Diameter *Pully generator* = 4 in
- Panjang V- Belt Motor listrik – Poros *Flywheel* = 34 Cm tipe B
- Panjang V-Belt Generator – Poros *Flywheel* = 32 Cm tipe B

2.3. Alur Pengujian Flywheel

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian *flywheel* seperti pada gambar 3. berikut ini :

- Sistem tegangan 220 Vac di ubah oleh *variabel speed drive* (VSD) menjadi tegangan tiga fase 380 vac dan berfungsi sebagai pengatur kecepatan untuk motor tiga fasa.
- VSD akan mengatur kecepatan yang di inginkan.
- Motor penggerak akan memutar *Flywheel* dan mengkopel generator dc serta mensuplai beban listrik.
- Flywheel* akan memberikan tenaga yang tersimpannya saat energi yang diberikan ke motor dikurangi atau dihilangkan
- Energi yang diberikan ke generator adalah energi dari motor listrik dan energi kinetik yang tersimpan di *flywheel*.
- Energi kinetik yang tersimpan di *flywheel* tersebut digunakan untuk mensuplai lampu.

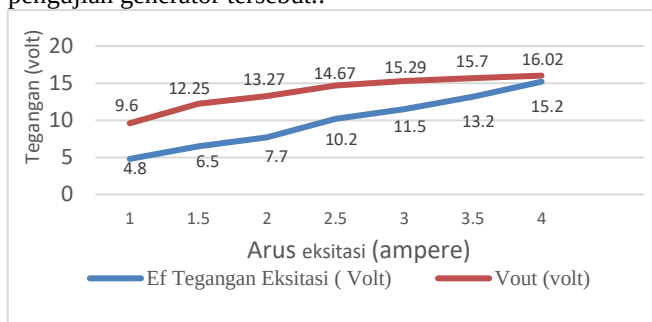


Gambar 3. *Alur Pengujian Flywheel*

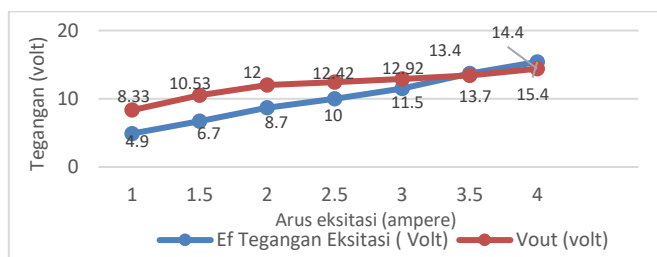
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian *Flywheel* - generator tanpa beban

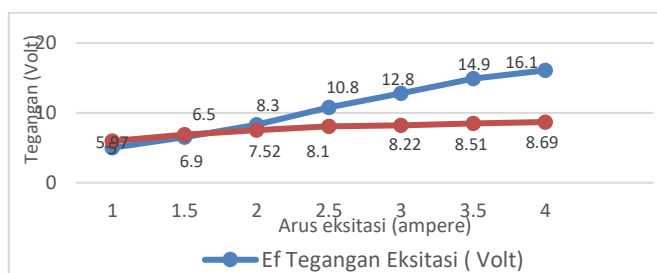
Melakukan uji tegangan pada generator dc dengan bervariasi arus eksitasi dan kecepatan, berikut adalah gambar pengujian generator tersebut..



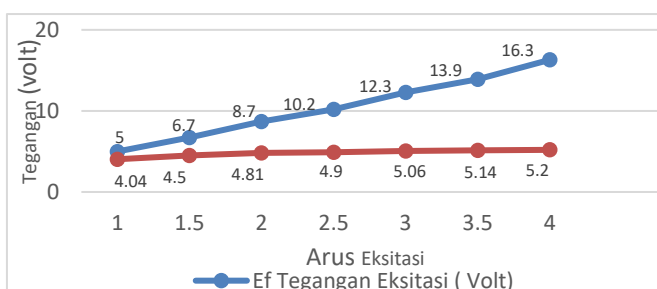
Gambar 4. Pengujian tegangan pada kecepatan 1035 rpm



Gambar 5. Pengujian tegangan pada kecepatan 850 rpm



Gambar 6. Pengujian tegangan pada kecepatan 500 rpm

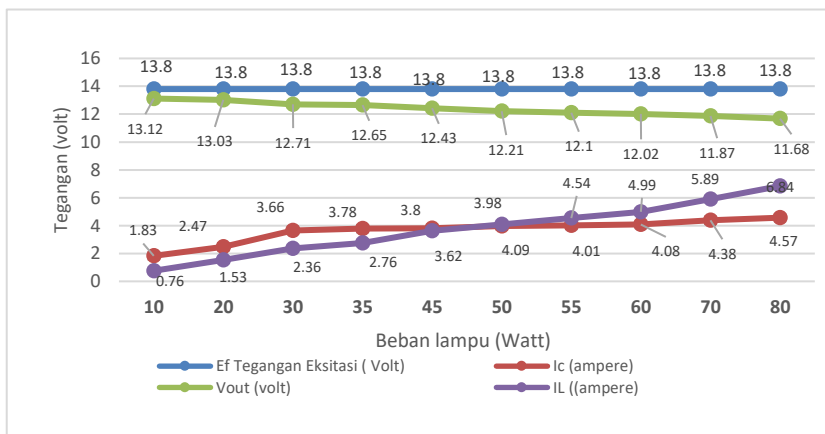


Gambar 7. Pengujian tegangan pada kecepatan 250 Rpm

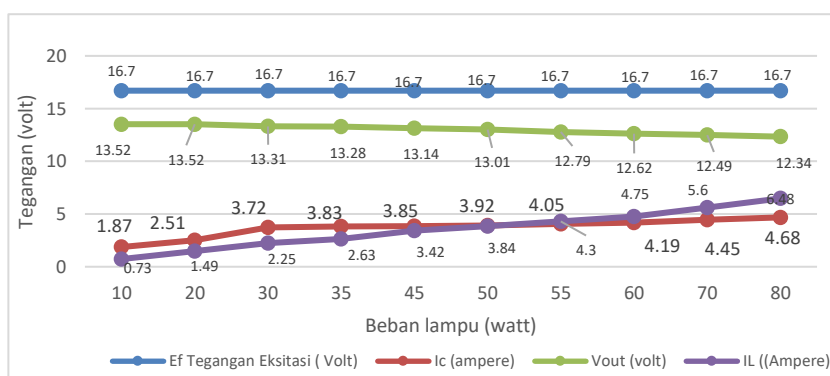
Pengujian tegangan keluaran generator dilakukan dengan mengubah kecepatan (rpm) dan mengubah arus eksitasi I_f , dari gambar 4,5,6 dan 7 terlihat bahwa tegangan keluaran generator tanpa beban terhubung *flywheel* mengalami kenaikan saat tegangan eksitasi dan kecepatan dinaikkan. Demikian juga tegangan keluaran juga turun saat eksitasi dan kecepatan juga diturunkan.

3.2. Pengujian *Flywheel* Generator Berbeban

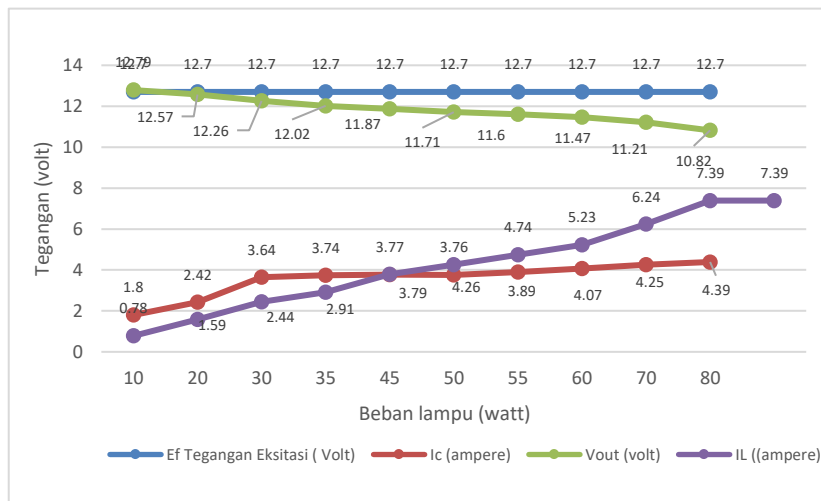
Pengujian tegangan output generator dalam kondisi berbeban dengan bervariasi arus eksitasi I_f 3.5 dan 4 ampere pada kecepatan 1503 rpm, lihat gambar 8, 9 dan 10. berikut ini :



Gambar 8. Pengujian pembebanan generator ,arus eksitasi 4 A, kecepatan 1035 Rpm



Gambar 9. Pengujian pembebanan generator ,arus eksitasi 3.5 A, kecepatan 1035 Rpm

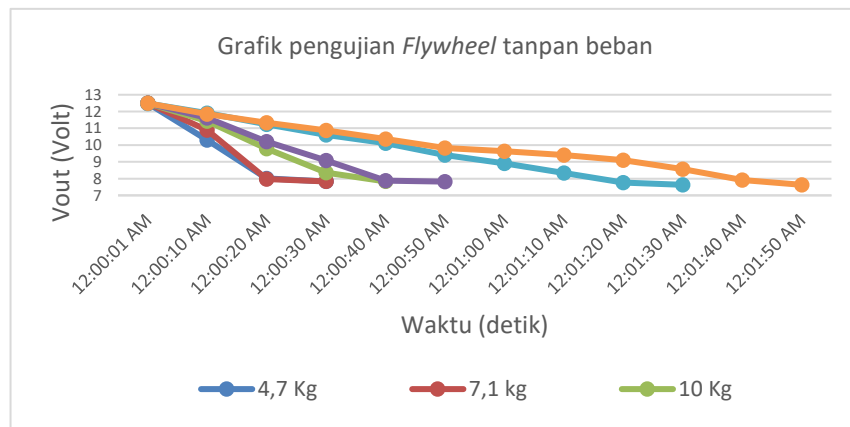


Gambar 10. Pengujian pembebanan generator ,arus eksitasi 3 A, kecepatan 1035 Rpm

Pengujian generator berbeban lampu pijar dengan kecepatan 1503 rpm, pada pembebanan maksimum 80 watt, arus ekistasi 3, 3,5 dan 4 amper maka tegangan output generator adalah 10.82 V; 12.34 dan 11.68 volt dan arus bebannya adalah 7.39 A; 6.48 A dan 6.84 A. Dari hasil tersebut bahwa tegangan keluaran generator terpengaruh oleh besarnya beban lampu pijar dan terpengaruh oleh arus eksitasi.

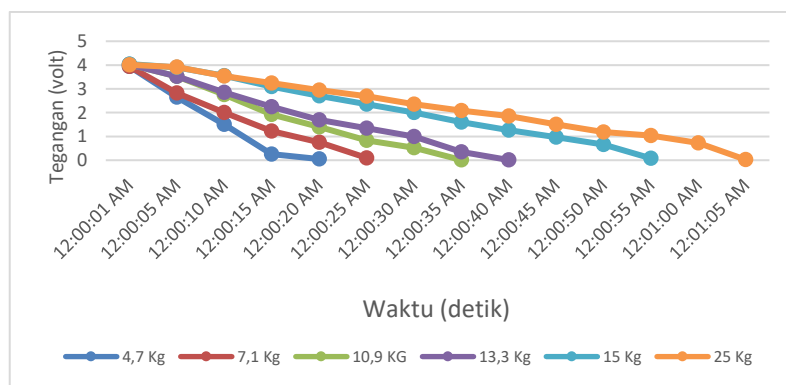
3.3. Pengujian Dimensi Dan Masa *Flywheel* Tanpa Beban

Pengujian energi kinetik *flywheel* dilakukan dengan tanpa beban, yaitu mengukur waktu *flywheel* berputar sesaat motor di offkan sampai *flywheel* berhenti, lihat gambar 11. berikut ini :

Gambar 12. Grafik pengujian *flywheel* tanpa beban

Pada pengujian *flywheel* berputar dengan lamanya waktu yang dihasilkan dari energi *Flywheel* itu sendiri, terlihat berat 4,7 Kg memiliki waktu yang paling singkat dan *flywheel* dengan berat 25 Kg memiliki waktu paling lama yaitu 1 menit 48 detik. Karena semakin berat dan besar diameter *flywheel*, maka torsi yang dimiliki *flywheel* akan semakin besar.

3.4. Pengujian *Flywheel* Menggunakan Beban Lampu 5 Watt 12 Volt

Gambar 13. Grafik pengujian *flywheel* menggunakan beban lampu 5 watt 12 volt

Pengujian *flywheel* terbebani lampu 5 watt dengan variasi masa dan dimensi menunjukan bahwa energi yang tersimpan pada *flywheel* lebih banyak pada masa 25 kg dengan waktu 68 detik dan pada *flywheel* dengan berat 4,7 kg hanya dapat berputar dengan waktu 20 detik, ditunjukan pada gambar 13. Dari pengujian berbebani lampu 5 watt dapat menghitung energi yang dihasilkan dari *flywheel* sebagai berikut :

- a. Perhitungan Energi berat 4,7 Kg dan diameter *flywheel* 20 cm berbebani lampu 5 watt 12 volt .

$$V_{rata-rata} = \frac{V_{total}}{t} =$$

$$V_{rata-rata} = \frac{28,65}{18} = 1,59 \text{ Volt}$$

$$I_{rata-rata} = \frac{I_{total}}{t} =$$

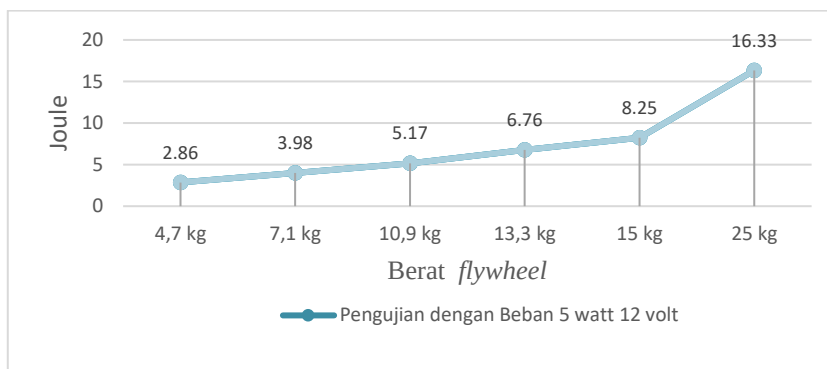
$$I_{rata-rata} = \frac{1,84}{18} = 0,1 \text{ Ampere}$$

Menghitung Energi yang di hasilkan

$$W = V \times i \times t$$

$$= 1,59 \times 0,1 \times 18$$

$$= 2,86 \text{ watt - detik}$$



Gambar 14. Energi yang di hasilkan oleh beberapa *flywheel*

Dari gambar 14 dapat dijelaskan bahwa pengujian energi *flywheel* dilakukan dengan cara mematikan sumber motor listrik dan menghitung lamanya *flywheel* berputar sampai berhenti, dapat dilihat bahwa *Flywheel* dengan berat 4,7 kg memiliki energi 2.86 joule sedangkan *flywheel* dengan berat terbesar 25 kg memiliki energi 16,33 joule menunjukkan, semakin berat dan besar diameter *flywheel* maka memiliki energi yang besar, karena semakin berat dan besar *flywheel* semakin besar pula torsiya.

3.5. Perhitungan Moment Inersia Dan Torsi

Untuk mengetahui energi yang tersimpan pada *flywheel* dengan variasi masa dan dimensi maka dapat dihitung dengan rumus moment inersia, kecepatan, percepatan, torsi dan daya yang di hasilkan *flywheel*, yaitu:

A. Masa *flywheel* 4,7 kg, dan diameter *flywheel* 20 cm :

Moment inersia :

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1}{2} \times M \times R^2 \\
 &= \frac{1}{2} \times 4,7 \times 0,01 \\
 &= 0,0235 \text{ kg m}^2
 \end{aligned}$$

Kecepatan sudut *flywheel* :

$$\begin{aligned}
 \Delta\omega &= \frac{n \times 2\pi}{60} \\
 &= \frac{1503 \times 2 \times 3,14}{60} \\
 &= 157,314 \text{ rad / s}
 \end{aligned}$$

Percepatan sudut :

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \\
 &= \frac{157,314}{60} \\
 &= 2,621 \text{ rad / s}^2
 \end{aligned}$$

Torsi *flywheel* :

$$\begin{aligned}
 T &= I \times \alpha \\
 &= 0,0235 \times 2,613 \\
 &= 0,0614 \text{ N m}
 \end{aligned}$$

Daya yang dihasilkan *flywheel* :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{T \times 2\pi \times n}{60000} \\
 P &= \frac{0,0614 \times 2 \times 3,14 \times 1503}{60000} \\
 &= 0,0097 \text{ kw} \\
 &= 9,7 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

B. Masa *flywheel* 7,1 kg dan diameter *flywheel* 20 cm

Moment inersia :

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{2} \times M \times R^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 7,1 \times 0,01 \\ &= 0,0355 \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan sudut *flywheel* :

$$\begin{aligned} \Delta\omega &= \frac{n \times 2\pi}{60} \\ &= \frac{1503 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= 157,314 \text{ rad / s} \end{aligned}$$

Percepatan sudut :

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \\ &= \frac{157,314}{60} \\ &= 2,621 \text{ rad / s}^2 \end{aligned}$$

Torsi *flywheel* :

$$\begin{aligned} T &= I \times \alpha \\ &= 0,0355 \times 2,621 \\ &= 0,093 \text{ N m} \end{aligned}$$

Daya yang dihasilkan *flywheel* :

$$\begin{aligned} P &= \frac{T \times 2\pi \times n}{60000} \\ &= \frac{0,093 \times 2 \times 3,14 \times 1503}{60000} \\ &= 0,014 \text{ kw} \\ &= 14 \text{ watt} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui moment inersia, torsi dan daya yang dihasilkan oleh variasi *flywheel*, maka dapat dilihat pada tabel 1. berikut ini :

Tabel . 1 Hasil Perhitungan Moment Inersia Dan Torsi

Masa <i>Flywheel</i>	4,7 kg	7,1 kg	13,9 kg	15 kg	25 kg
Moment inersia	0,0235 <i>kg m</i> ²	0,0355 <i>kg m</i> ²	0,0545 <i>kg m</i> ²	0,15 <i>kg m</i> ²	0,25 <i>kg m</i> ²
Kecepatan	157,314 <i>rad / s</i>	157,314 <i>rad / s</i>	157,314 <i>rad / s</i>	157,314 <i>rad / s</i>	157,314 <i>rad / s</i>
percepatan	2,621 <i>rad / s</i> ²	2,621 <i>rad / s</i> ²	2,621 <i>rad / s</i> ²	2,621 <i>rad / s</i> ²	2,621 <i>rad / s</i> ²
Torsi	0,0614 N m	0,093 N m	0,142 N m	0,391 Nm	0,65 N m
Daya yang dihasilkan <i>flywheel</i>	9,7 watt	14 watt	27 w	60 watt	100 watt

Tabel 1. menunjukkan bahwa berat dan besar diameter *flywheel* memiliki pengaruh terhadap besarnya torsi dan daya yaitu pada berat *flywheel* 4,7 kg memiliki torsi 0,0614 Nm sedangkan pada *flywheel* dengan berat 25 kg memiliki torsi 0,65 Nm, dari perbedaan torsi yang cukup besar berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh *flywheel* yaitu *flywheel* dengan berat 4,7 kg memiliki daya 9,7 watt, sedangkan 25 kg memiliki daya 100 watt.

4. KESIMPULAN

Flywheel merupakan salah satu penyimpan energi yang dapat digunakan untuk menyimpan energi kinetik dan dapat diubah ke energi lain. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pengujian *flywheel* maka diperoleh kesimpulan bahwa *flywheel* dengan masa 4,7 kg dapat menghasilkan torsi sebesar 0,0614 Nm dan daya listrik sebesar 9,7 watt. Besarnya energi ini berbanding lurus dengan dimensi dan masa yang dikandungnya yaitu pada flywheel dengan masa 15 kg dan 25 kg besarnya daya yang dihasilkan adalah 60 watt dan 100 watt. Dari hasil penelitian tersebut maka flywheel dapat diterapkan pada beberapa sistem konversi energi misalnya flywheel di terapkan pada sistem pembangkit listrik pikohidro, flywheel akan menyimpan kelebihan energi sementara yang dihasilkan oleh turbin air dan akan dikeluarkan saat putaran energi masuk turbin berkurang dan diharapkan akan menstabilkan putaran dan tegangan keluaran pembangkit pikohidro.

Untuk meningkatkan daya simpan pada flywheel maka untuk penelitian selanjutnya dalam merancang dimensi flywheel harus memperhitungkan jarak ukuran pully agar kecepatan dapat lebih tinggi sehingga energi yang tersimpan lebih lama, melakukan uji getaran dan memperhitungkan kekuatan rangka konstruksi flywheel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djiteng Marsudi, Ir (2005)., "Pembangkitan Energi Listrik", Ciracas Jakarta, Penerbit Erlangga.
- [2] Razali, R., & Stephan, S. (2017). Rancang Bangun Mesin Pembangkit Listrik Tanpa Bbm Berkapasitas 3000 Watt Dengan Memanfaatkan Putaran Flywheel. Jurnal Media Elektro, 45–48.
- [3] British Electricity International (1991). *Modern Power Station Practice: incorporating*.
- [4] Fakhrunnisa, R. (2015). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Alternatif Dengan Menggunakan Roda Gila (*Flywheel*). Jurnal Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [5] Rachmawan, A. P., Ariana, I. M., & Gerianto, I. (2014). Analisa Pengaruh Flywheel Daan FiringOrder Terhadap Proses Kerja Mesin Diesel. 1(1), 1–6.
- [6] Sitepu, A., Sinaga, J., & Sugiri, A. (2014). Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (*Pltmh*). Jurnal Ilmiah Teknik Mesin FEMA, 2(2), 98597.
- [7] Rokhim, M. A., & Alfi, I. (2019). Rancang Bangun Generator Listrik Overunity Dengan Memanfaatkan Energi Yang Tersimpan Pada Flywheel (Roda Gila).Teknosains. <http://eprints.uty.ac.id/3353/>.

Perancangan *Permanent Magnet Synchronous* Generator Kapasitas 22 KVA Menggunakan Metode *Finite Element Method*

Aziz Ramadhan¹, Muhamad Taufiq Tamam²

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 20 Agustus 2021
Direvisi, 1 Desember 2021
Diterima, 2 Desember 2021

Kata Kunci:

Finite Element Method (FEM),
Permanent Magnet
Synchronous Generator
(PMSG), *MagNet Infolytica* 7.5

Keyword:

Finite Element Method (FEM),
Permanent Magnet
Synchronous Generator
(PMSG), *MagNet Infolytica* 7.5

INTISARI

Software berbasis *Finite Element Method* (FEM) dapat digunakan untuk perancangan generator dikarenakan mampu membuat suatu model generator dengan menampilkan bentuk, cara kerja dan medan magnet pada generator. Kelebihan lainnya yaitu dapat menampilkan energi listrik yang dihasilkan oleh generator dalam bentuk kurva karakteristik tegangan, arus, daya masukan, daya keluaran, torsi dan efisiensi generator. Rancangan dibuat dengan menggunakan kombinasi pemodelan 12 slot 8 pole (12S8P). Tujuan penelitian ini adalah menganalisa hasil perbandingan pengujian rancangan generator sinkron magnet permanent dengan dilakukan pengujian simulasi variasi beban pada generator. Hasil uji simulasi berbeban dilakukan analisa dengan melihat grafik besaran tegangan, arus, torsi, daya masukan, daya keluaran dan efisiensi pada generator. Generator dengan output efisiensi terbesar pada perancangan 12 slot 8 Pole sebesar 94 % dengan tegangan output sebesar 445,01 V, arus sebesar 63,58 A torsi sebesar 232,88 Nm, daya masukan sebesar 21948,29 Watt, daya keluaran sebesar 20525,16 Watt. Oleh karena itu variasi beban pada perancangan generator mempengaruhi nilai dari hasil keluaran generator tersebut.

ABSTRACT

Finite Element Method (FEM) based software can be used to design generators because it can create a generator model by displaying the shape, workings, and magnetic field of the generator. Another advantage is that it can display the electrical energy produced by the generator in the form of a characteristic curve of voltage, current, input, output power, torque and generator efficiency. The design is made using a combination of 12 slot 8 pole (12S8P) modeling. The purpose of this study was to analyze the results of testing the design of a permanent magnet synchronous generator by testing variations on the generator simulation. The results of the load simulation test were analyzed by looking at the graph of the magnitude of the voltage, torque, input power, output power and efficiency of the generator. The generator with the largest efficiency output in the 12 slot 8 Pole design is 94% with an output voltage of 445.01 V, a current of 63.58 A, a torque of 232.88 Nm, an input power of 21948.29 Watts, an output power of 20525.16 Watts. Therefore, variations in the load on the generator design affect the value of the generator output.

Korespondensi Penulis:

Aziz Ramadhan
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. Raya Dukuwaluh, Purwokerto, 53182
Email: azizbakrie46@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi generator dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan mulai dari bentuk, desain, ukuran, material yang digunakan serta mengalami peningkatan efisiensi daya output dari generator tersebut. Perkembangan teknologi generator ini tidak lepas dengan adanya *software* untuk mendesain mesin-mesin listrik. Sebelum melakukan perancangan dan implementasi pembuatan mesin-mesin listrik khususnya generator, diharapkan mengetahui bahan apa saja yang dibutuhkan dalam perancangan generator tersebut.

Dalam melakukan perancangan generator menggunakan *software* MagNet 7.5 banyak aspek yang perlu diperhatikan, baik sebelum melakukan perancangan ataupun ketika melakukan perancangan. Karena banyak parameter yang menggunakan persamaan dan perlu dilakukan perhitungan saat mendesain generator. Lebar *airgap* merupakan salah satu parameter yang menggunakan persamaan karena *airgap* kedepannya akan mempengaruhi output dan kinerja dari generator tersebut [1].

Dalam perancangan generator menggunakan *software* MagNet 7.5 ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan, baik sebelum melakukan perancangan ataupun ketika melakukan perancangan. Karena banyak parameter menggunakan persamaan dan dilakukan perhitungan saat mendesain generator. Lebar *airgap* merupakan salah satu parameter yang menggunakan persamaan karena *airgap* kedepannya akan mempengaruhi *output* dan kinerja dari generator tersebut. [1] Penelitian tentang perancangan generator menggunakan *software* untuk mendapatkan hasil keluaran generator yang baik sudah mulai banyak dilakukan, di antaranya adalah penelitian studi bentuk rotor magnet permanen pada generator sinkron magnet permanen *fluks aksial* tanpa inti stator menggunakan metode variasi bentuk magnet, variasi kecepatan putaran, dan variasi lebar celah udara [2].

Software berbasis *Finite Element Method* (FEM) dapat digunakan untuk perancangan generator dikarenakan mampu membuat suatu model generator dengan menampilkan bentuk, cara kerja dan medan magnet pada generator. Kelebihan lainnya yaitu dapat menampilkan energi listrik yang dihasilkan oleh generator dalam bentuk kurva karakteristik tegangan, arus, daya masukan, daya keluaran, torsi dan efisiensi generator. Untuk mendapatkan rancangan generator yang dapat menghasilkan energi listrik sesuai dengan keinginan maka dapat memvariasikan geometri pada generator. [2] Perancangan generator dapat dilakukan dengan menggunakan *software* berbasis *Finite Element Method* (FEM), *software* FEM mampu untuk membuat suatu model generator dengan menampilkan bentuk generator, cara kerja generator, medan magnet pada generator, energi listrik yang dihasilkan dari generator berupa kurva karakteristik tegangan, arus, daya dan lain-lain. Untuk mendapatkan rancangan generator yang dapat menghasilkan energi listrik sesuai dengan keinginan maka dapat memvariasikan geometri pada generator, seperti perbedaan antara generator rangkaian dengan penyearah dan tanpa penyearah dan mencari nilai *Back EMF* [3].

Pengembangan generator pastinya perlu menggunakan sebuah *software* aplikasi yang akan memudahkan perancangan generator dengan mensimulasikan terlebih dahulu, kemudian menganalisa dari hasil yang akan didapatkan. Sehingga rancangan generator bisa dilihat sesuai dengan keinginan tanpa harus membuatnya terlebih dahulu. Salah satu *software* untuk merancang generator adalah *software* MagNet Infolytica. *Software* ini mampu untuk membuat dan mengeluarkan hasil dari rancangan generator yang akan dibuat. Paper ini akan membahas rancangan generator menggunakan *software* MagNet infolytica dan kemudian menganalisa dari hasil simulasinya [4].

Pada pembangkit listrik tenaga angin penggunaan *permanent magnet synchronous generator* merupakan salah satu opsi terbaik. Dengan memanfaatkan *permanent magnet generator* tidak memerlukan eksitasi awal untuk pembangkitan. Medan magnet akan bergerak ketika poros mendapatkan putaran sehingga timbul induksi yang menghasilkan *back emf* atau gaya gerak listrik induksi. Energi angin yang memutar turbin angin bersifat *fluktuatif* yang mengakibatkan kecepatan putar pada poros menjadi *fluktuatif* pula. Hal ini mempengaruhi pembangkitan *back emf*. Penelitian ini membahas bagaimana kecepatan putar mempengaruhi nilai dari gerak gaya listrik/*back emf* pada kecepatan yang berbeda. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan simulasi dengan menggunakan *software* Infolytica Magnet. Kesimpulan dari penelitian ini adalah hubungan antara kecepatan putar dengan *back emf* pada *permanent magnet synchronous generator* adalah berbanding lurus [5].

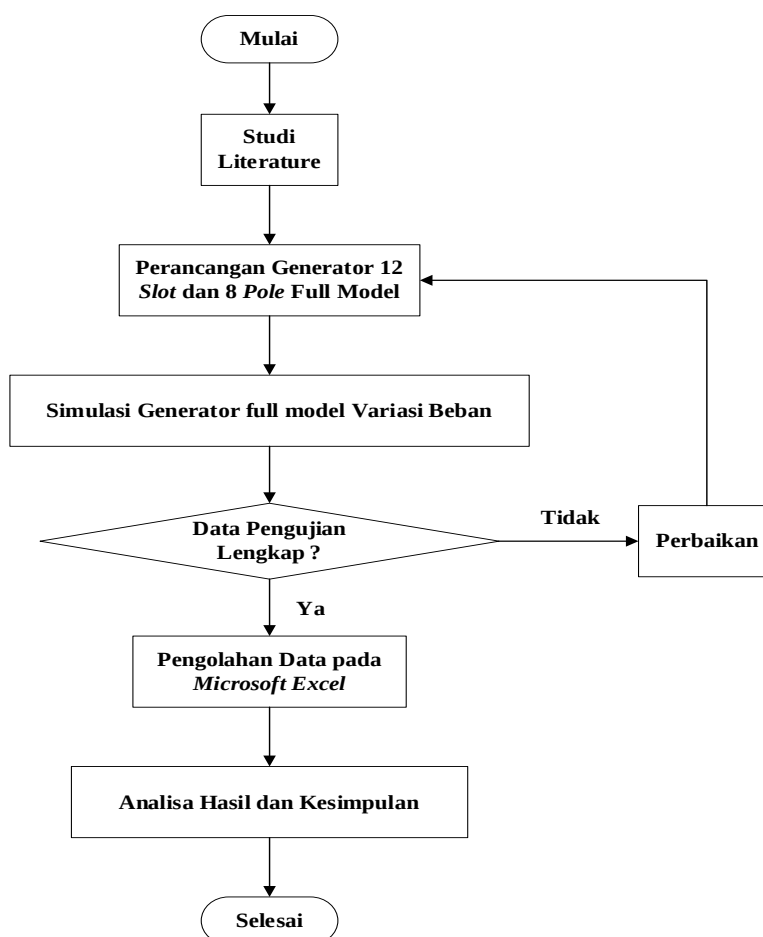
Desain permanen magnet generator sinkron 12 slot 8 pole dengan variasi pada turbin angin skala mikro. Manfaatnya dapat mendesain generator sendiri sesuai kebutuhan dan bisa menjadi sebuah pengabdian masyarakat. Metode yang dipakai adalah metode *Winding* dan *Finite Element Method*. Dalam hasil data simulasi perbandingan nilai DC Voltage ketiga variasi yang terbesar adalah variasi *teeth* yang bernilai 21,19695 V, 21,0974 V, dan 22,51375 V dan dalam hasil data simulasi perbandingan nilai *Ke* (*Konstanta Buck EMF*) ketiga variasi yang terbesar adalah variasi *teeth* yang bernilai 0,202519, 0,201568 dan 0,2151 [6].

Perancangan dan simulasi *Electrical Permanent Magnet Generator* (EPMG) untuk pembangkitan listrik tenaga angin di pedesaan. Pada proyek ini dirancang generator *fluks radial* yang memiliki putaran kecepatan rendah menggunakan magnet permanen tipe *Neodymium Iron Boron* (NdFeb). Perangkat lunak yang

digunakan untuk perancangan adalah perangkat lunak *Finite Element Method (FEM) Magnet*. Model juga diperiksa dengan lingkungan *Simulink/Matlab*. Modifikasi ekstensif diterapkan untuk mendapatkan hasil optimal dengan mengubah diameter generator, jumlah kumparan, diameter kawat tembaga, jumlah kutub, dan slot yang digunakan. Hasil simulasi didapatkan kecepatan generator 500 rpm, tegangan seri rata-rata 52,76 Vrms, generator membutuhkan diameter 18 cm, jumlah lilitan setiap kumparan 55, diameter kawat tembaga yang digunakan 0,6 mm, jumlah kutub 8 pasang, dan 12 slot unit [7].

2. METODE PENELITIAN

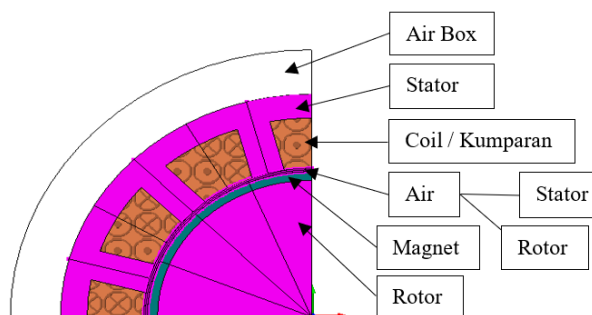
Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang akan dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur untuk mencari referensi dari penelitian-penelitian terdahulu yang sejenis. Dari informasi tersebut dilanjutkan dengan melakukan perancangan. Hasil perancangan kemudian disimulasikan dan diuji dengan beberapa beban. Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian selanjutnya dianalisis untuk menghasilkan kesimpulan.

Perancangan generator dilakukan dengan memperhitungkan segala sisi aspek mulai dari rotor, stator, magnet dan lain-lain. Dalam perancangan generator nantinya akan dibuat simulasi pada *software MagNet Infolytica 7.5* berbasis *Finite Element Method*, berikut adalah gambar perancangan PMSG $\frac{1}{4}$ model dan komponen utamanya.



Gambar 2. Seperempat model generator

Gambar 2 merupakan sebuah perancangan seperempat model generator magnet permanent 12 slot 8 pole yang disimulasikan dengan *software*. Parameter tetap untuk perancangan generator magnet permanen 12 slot 8 pole dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter awal generator permanen magnet

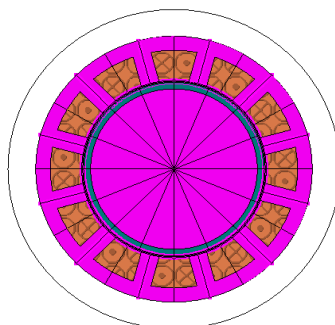
Parameter Awal Generator Permanen Magnet				
Variabel	Simbol	Nilai	Unit	
Air Box	AB	180	mm	
Stator	ST	50	mm	
Coil	Coil	35	mm	
Stator Air Gap	ST.AG	1	mm	
Rotor Air Gap	RT.AG	1	mm	
Magnet	MG	8	mm	
Rotor	RT-Core	56	mm	

Adapun jenis bahan yang digunakan dalam perancangan generator permanen magnet 12 slot 8 pole dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Material komponen generator

No	Komponen	Material
1	Stator	Carpenter: Silicon steel
2	Rotor	Carpenter: Silicon steel
3	Coil	Copper: 5.77e7 Siemens/meter
4	Magnet	PM12: Br 1.2 mur 1.0
5	Air Box	AIR

Hasil perancangan generator permanen magnet 12 slot 8 pole dengan menggunakan data dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan full model generator

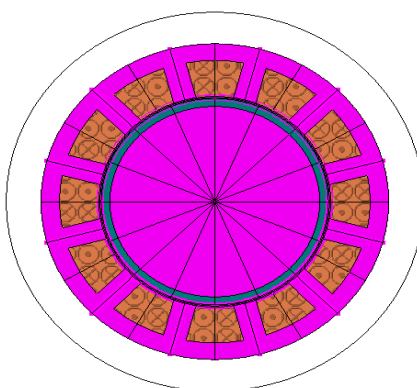
Gambar 3 merupakan hasil perancangan generator full model 12 slot 8 pole dari tabel 3 dan 4. Pada rancangan penelitian ini juga dilakukan uji simulasi dengan menggunakan variasi beban. Dalam simulasi ini generator akan diputar dengan kecepatan 900 RPM, kecepatan tersebut merupakan kecepatan berdasarkan perhitungan rumus teoritis. Berikut tabel mengenai uji simulasi yang akan dibuat.

Tabel 3. Variabel uji simulasi generator dengan variasi beban

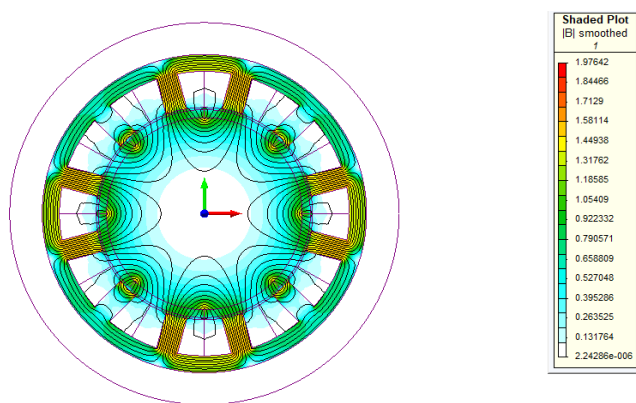
Simulasi	RPM	Beban (Ω)
Berbeban	900	2
		4
		6
		8
		10

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan generator yang dirancang yaitu model generator 12 slot 8 pole 3 fasa dengan menggunakan magnet permanen. *Slot* yang dimaksud disini adalah *coil* tempat untuk melilitkan kawat pada stator dengan jumlah lilitan sebanyak 12 *slot*. Jumlah lilitan/kumparan mempengaruhi tegangan, dimana semakin banyak lilitan maka semakin besar tegangan yang dihasilkan. *Pole* yang dimaksud disini kutub magnet pada generator. Minimal satu pasang kutub utara dan selatan. Perancangan generator magnet permanen ini digunakan untuk memperoleh daya keluaran dan masukan, torsi, arus, tegangan dan efisiensi generator pada kecepatan 900 RPM dengan variasi beban 2 Ohm, 4 Ohm, 6 Ohm, 8 Ohm, dan 10 Ohm. Pergerakan generator terjadi setiap 360° per 6°.



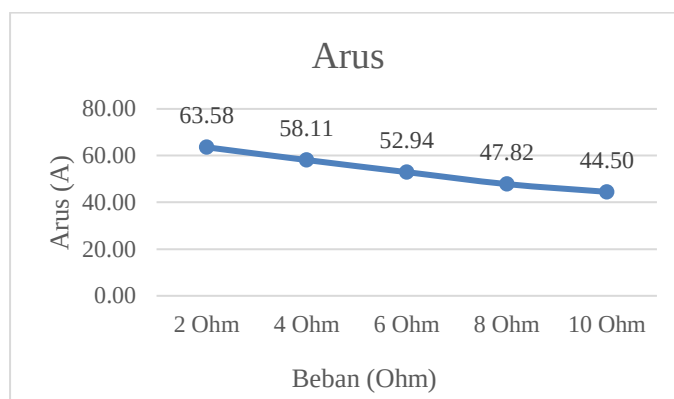
Gambar 4. Model generator magnet permanen 12 slot 8 kutub



Gambar 5. Aliran fluks magnet pada generator

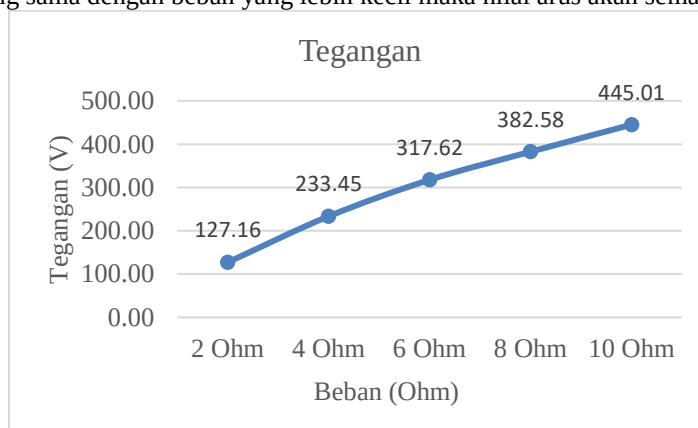
Gambar 4 merupakan hasil perancangan full model generator magnet permanen 12 slot 8 pole, sedangkan Gambar 5 merupakan gambaran aliran *fluks* yang menunjukkan bahwa semakin berwarna merah maka kerapatan *fluks*nya semakin tinggi.

Berdasarkan simulasi pemodelan generator permanen magnet 12 slot 8 kutub, dilakukan variasi beban resistif mulai dari 2 Ohm, 4 Ohm, 6 Ohm, 8 Ohm, dan 10 Ohm. Hasil simulasi variasi beban R dengan kecepatan putar 900 (RPM). Berikut adalah hasil dari uji simulasi dengan perubahan variasi parameter beban.



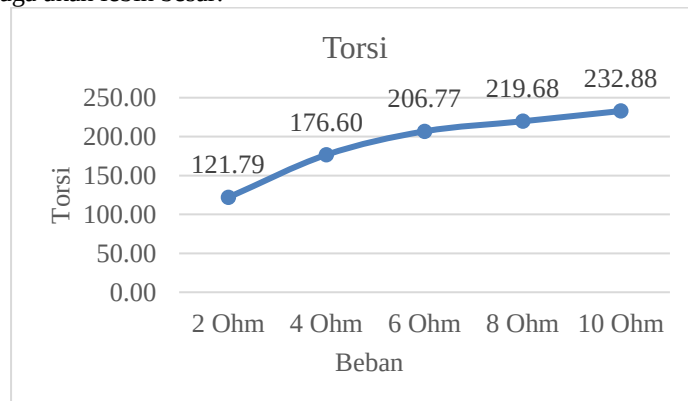
Gambar 6. Grafik hasil nilai arus dengan variasi beban

Gambar 6 menggambarkan pengaruh perubahan nilai arus dengan berbagai variasi beban generator. Dapat dilihat bahwa jika semakin tinggi beban yang digunakan maka nilai arus akan turun. Pada tiap kecepatan putar yang sama, dapat dilihat nilai arus akan semakin kecil pada beban yang lebih tinggi. Sebaliknya tiap kecepatan putar yang sama dengan beban yang lebih kecil maka nilai arus akan semakin tinggi.



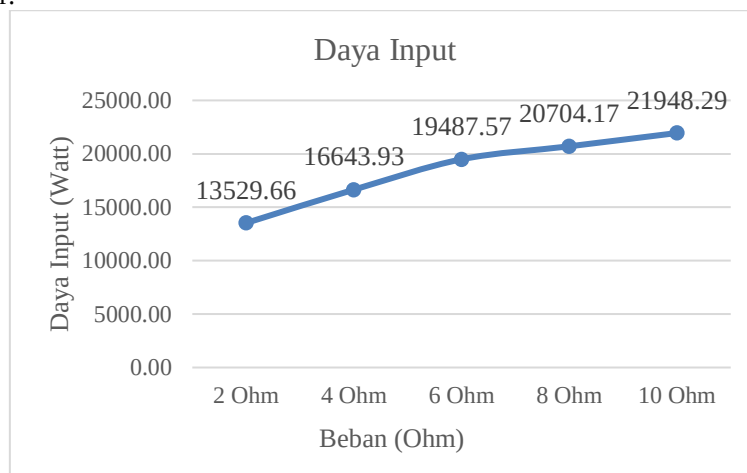
Gambar 7. Grafik hasil nilai tegangan dengan variasi beban

Gambar 7 menggambarkan pengaruh perubahan tegangan dengan berbagai variasi beban generator. Terlihat bahwa semakin tinggi beban maka akan menaikkan besar tegangan *output*. Pada tiap kecepatan putar yang sama, terlihat nilai tegangan akan semakin tinggi pada beban yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan kecepatan putar dengan cara menyesuaikan *P input*. Putaran yang cepat akan membutuhkan *P input* lebih besar, sehingga tegangan juga akan lebih besar.



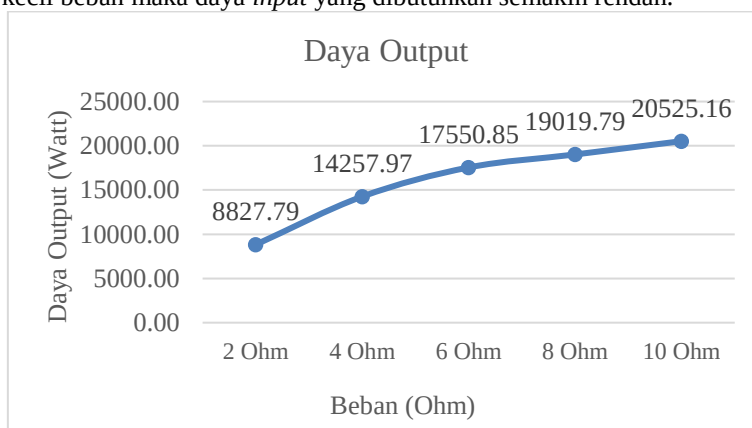
Gambar 8. Grafik hasil nilai torsi dengan variasi beban

Gambar 8 menggambarkan pengaruh perubahan nilai torsi dengan beban. Semakin tinggi beban maka nilai torsi akan semakin tinggi. Terlihat tiap kecepatan putar yang sama, nilai torsi akan semakin kecil pada beban yang lebih kecil. Sebaliknya tiap kecepatan putar yang sama dan semakin kecil beban maka nilai torsi akan semakin besar.



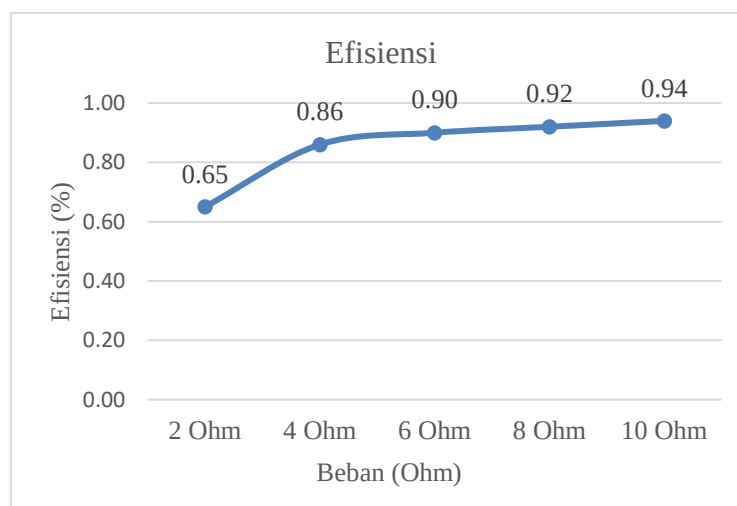
Gambar 9. Grafik hasil nilai daya masukan dengan variasi beban

Gambar 9 menggambarkan pengaruh nilai daya *input* dengan beban. Semakin kecil beban yang digunakan maka daya *input* yang dibutuhkan semakin kecil. Terlihat tiap kecepatan putar yang sama, dapat dilihat nilai daya input semakin besar pada beban yang lebih tinggi. Sebaiknya tiap kecepatan putar yang sama dan semakin kecil beban maka daya *input* yang dibutuhkan semakin rendah.



Gambar 10. Grafik hasil nilai daya keluaran dengan variasi beban

Gambar 10 menggambarkan pengaruh nilai daya *output* dengan beban. Semakin besar beban maka daya *output* yang dihasilkan semakin besar. Terlihat tiap kecepatan putar yang sama, nilai daya *output* semakin besar pada beban yang tinggi. Sebaliknya ketika kecepatan putar yang sama dan semakin kecil beban maka nilai daya *output* semakin rendah. Hasil dari nilai daya masukan dan daya keluaran digunakan untuk mendapatkan nilai efisiensi dari generator dengan cara membandingkan nilai tersebut.



Gambar 11. Grafik hasil nilai efisiensi dengan variasi beban

Gambar 11 menggambarkan pengaruh nilai efisiensi pada berbagai variasi beban. Ini diperoleh dari selisih daya input terhadap daya output. Nilai efisiensi tertinggi ada pada kecepatan putar 900 RPM dengan beban 10 Ohm dan dari grafik di tersebut menunjukkan bahwa besaran nilai efisiensi dari generator sebesar 94% dan nilai efisiensi terkecil ada pada kecepatan putar 900 RPM dengan beban 2 Ohm dari grafik menunjukkan besaran nilai efisiensi generator sebenar 65%.

4. KESIMPULAN

Perancangan generator sinkron dengan magnet permanen kapasitas 22 KVA telah berhasil dilakukan. Berdasarkan hasil perancangan dan simulasi serta pengujian terhadap beban resistif yang bervariasi diperoleh nilai efisiensi sebesar 94%, tegangan keluaran 445,01 Volt, arus keluaran 63,58 Ampere, torsi 232,88 Nm, daya masukan 21948,29 Watt, daya keluaran 20525,16 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anam. (2017). *Perancangan Generator 100 Watt Menggunakan Software Elektromagnetik Infolytica*. KINETIK, Vol. 2, No. 1, Februari 2017, Hal. 27-36, ISSN : 2503-2259, E-ISSN : 2503-2267, 1-10.
- [2] Sumantri. (2018). *Analisis Pengaruh Variasi Slot Dan Pole Terhadap Tegangan Dan Efisiensi Daya Pada Perancangan Generator Magnet Permanen Menggunakan Software Magnet*. 1-8.
- [3] Naufal. (2019). *Pengaruh Material Inti Besi Terhadap Nilai Back Emf pada Permanent Magnet Synchronous Generator 12 Slot 8 Pole*. Jakarta: Lentera Bumi Nusantara.
- [4] Indrawan. (2018). *Analisa Efisiensi dan Rancang Generator Permanent Magnet 12 Slot 8 Pole Menggunakan Software Magnet 7.5*. Seminar Nasional Microwave, Antena dan Propagasi (SMAP) 2018 Unpak, ID #11, 1-6.
- [5] Ahmad. (2019). *Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Back emf Pada Permanent Magnet Synchronous Generator*. Available online at <http://semnas.mesin.pnj.ac.id> ISSN 2085-2762, 1-6.
- [6] Muhamad. (2018). *Variasi Geometri Pemodelan PM Generator Sinkron 12 Slot*. Seminar Nasional Microwave, Antena dan Propagasi (SMAP) 2018 Unpak, ID #12, 1-5.
- [7] Irfan. (2018). *A Design of Electrical Permanent Magnet Generator for Rural Area*. International Journal of Power Electronics and Drive System (IJPEDS) (IISSN: 2088-8694, DOI: 10.11591/ijpeds.v9.i1.pp269-275, 269-275.

Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Dan Suhu Tanah Untuk Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Brebes

Sigit Rizky Pratama¹, Dian Nova Kusuma Hardani²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 21 Agustus 2021
Direvisi, 29 November 2021
Diterima, 30 November 2021

Kata Kunci:

Bawang Merah
Mikrokontroler Arduino Nano
Kelembaban Tanah
DS18B20

Keyword:

Shallots
Arduino Nano Microcontroller
Soil Moisture
DS18B20

INTISARI

Tanaman bawang merah merupakan salah satu kebutuhan pokok. Benih bawang merah yang baik adalah yang tumbuh secara optimal yang dipengaruhi beberapa faktor, antara lain presentase kelembaban dan suhu tanah. Syarat tumbuh optimal benih bawang merah harus ditanam pada tempat yang kelembaban dan suhu tanahnya sesuai dengan yang dibutuhkan benih bawang merah. Berkembangnya teknologi saat ini memungkinkan membuat sebuah teknologi dibidang pertanian. Pada penelitian ini dikembangkan sistem monitoring kelembaban dan suhu tanah dengan media penyiraman. Alat ini berfungsi untuk mengukur dan menormalkan kelembaban dan suhu tanah untuk tanaman bawang merah. Pengukuran kelembaban tanah menggunakan sensor kelembaban tanah, pengukuran suhu tanah menggunakan sensor DS18B20. Sistem ini menggunakan Arduino Nano sebagai penggerak utama. Cara kerja alat ini adalah saat sensor kelembaban tanah mendeteksi kelembaban di bawah 50% maka mikrokontroler akan mengaktifkan water pump, saat sensor mengukur kelembaban tanah diatas 70% maka mikrokontroler akan memberi perintah water pump off. Seluruh informasi menghidupkan dan mematikan water pump akan ditampilkan pada LCD. Hasil penelitian menunjukkan apabila kelembaban yang dibaca oleh sensor soil moisture di bawah 50% maka *water pump* akan menyala, dan jika data pengukuran sudah mencapai 70% maka *water pump* akan berhenti. Jenis tanah yang cocok untuk tanaman bawang merah adalah tanah aluvial yang tidak mudah kering sehingga nilai kelembaban tanah lebih stabil.

ABSTRACT

Shallot plants are one of the basic needs. A good shallot seed grows optimally, which is influenced by several factors, including the percentage of moisture and soil temperature. The conditions for optimal growth of shallot seeds must be planted in a place where the humidity and temperature of the soil follow the requirements of the shallot seeds. The development of technology is currently possible to make technology in agriculture. In this study, a monitoring system for soil moisture and temperature was developed using water media. This tool serves to measure and normalize soil moisture and temperature for shallot plants. Measurement of soil moisture using a soil moisture sensor, soil temperature measurement using a DS18B20 sensor. This system uses Arduino Nano as the prime mover. This tool works when the soil moisture sensor detects humidity below 50%, and the microcontroller will activate the water pump. The microcontroller will give the water pump off command when the sensor measures soil moisture above 70%. All information on and off the water pump will be displayed on the LCD. The results show that if the humidity read by the soil moisture sensor is below 50%, the water pump will turn on, and if the measurement data has reached 70%, the water pump will stop. The type of soil suitable for onion plants is alluvial soil that is not easy to dry so that the soil moisture value is more stable.

Korespondensi Penulis:

Sigit Rizky Pratama
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. Raya Dukuhwaluh, Purwokerto, 53182
Email: sigitrizky98@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan bahan pokok, namun konsumen rumah tangga juga dapat menggunakan bawang merah sebagai bumbu tambahan dalam masakan sehari-hari. Penggunaan bawang merah telah ditemukan dalam pengobatan tradisional dan manfaatnya telah diterima oleh masyarakat luas. Pertumbuhan industri pangan akhir-akhir ini juga mendorong permintaan bawang merah yang sangat besar di dalam negeri [1].

Saat ini terjadi pertumbuhan teknologi di bidang pertanian yang sangat pesat. Salah satu contohnya adalah sistem pemantauan dan pengontrolan budidaya bawang merah. Sistem ini digunakan untuk meningkatkan hasil pertanian. Tingkat hasil dapat menurun karena banyak faktor, salah satunya adalah rigasi yang tidak teratur atau irigasi yang berlebihan merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan penurunan hasil. Jadi sistem pemantauan yang dikembangkan terutama berfokus pada prediksi kelembaban tanah serta sekitarnya suhu yang sesuai untuk tanaman. Sistem yang di kembangkan hampir memprediksi awal perubahan kelembaban tanah dan suhu [2].

Perbedaan hasil setiap variates/kultivar tidak hanya tergantung pada sifatnya, tetapi juga sangat tergantung pada lingkungan dan kondisi daerah. Iklim, pemupukan, pengairan, kelembaban dan suhu tanah merupakan penentu hasil dan kualitas bawang merah [3].

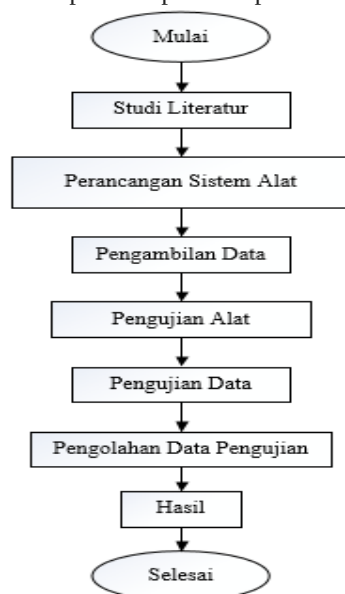
Di Indonesia bawang merah dapat ditanam di dataran rendah sampai ketinggian 1000 m di atas permukaan laut. Ketinggian tempat yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan bawang merah adalah 0-450 m di atas permukaan laut [4].

Seiring berkembangnya zaman pengukuran yang terintegrasi termasuk salah satu dari perkembangan teknologi dan elektronika saat ini. Pengukuran merupakan hal yang sangat penting dalam dunia ilmu pengetahuan khususnya di dalam ilmu teknik. Pengukuran dalam ilmu teknik digunakan sebagai sistem proteksi atau sistem kendali suatu proses. Pengukuran berperan penting dalam membantu pekerjaan manusia dan memberikan manfaat kemudahan bagi para teknisi dalam menentukan nilai besaran suatu kuantitas atau variable [5].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alur Penelitian

Dalam melakukan kegiatan penelitian ini, ada beberapa tahapan yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dan tahapan-tahapan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Langkah awal dalam memulai penelitian yaitu mempelajari literatur yang berkaitan dengan perancangan sistem yang dibuat. Tahapan kedua adalah perancangan sistem alat yaitu merancang bagian-bagian komponen yang membentuk sistem. Perancangan ini dimulai perbagian dari pemrograman mikrokontroler, sensor kelembaban, dan sensor suhu tanah, dan menampilkan hasil yang diproses oleh system melalui layar LCD. Pengambilan data kelembaban dan suhu tanah dilakukan pada jenis tanah yang berbeda. Kemudian, data dari masing-masing setiap jenis tanah akan tertampilkan pada layar LCD dengan

ketentuan batas kelembaban tanah 50 – 70 % dan batas suhu tanah 25°C -32°C. Sistem diuji cobakan langsung pada berbagai jenis tanah agar diperoleh jenis tanah yang sesuai serta untuk mengetahui apakah alat ini mampu mengukur kelembaban dan suhu tanah untuk tanaman bawang merah. Setelah sitem dirancang dan diuji coba, maka langkah selanjutnya adalah pengujian data. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui seberapa akurat sensor kelembaban dan sensor suhu tanah yang digunakan. Data hasil pengujian tersebut diolah sesuai dengan literatur dan teori-teori yang telah ada pada penelitian sebelumnya. Pada tahapan ini data yang telah didapat juga dianalisis dengan membandingkan data dari kelembaban dan suhu dari dua jenis tanah yaitu tanah aluvial dan tanah latosol. Data hasil yang ditampilkan pada layar LCD menentukan cocok atau tidak tanah tersebut untuk ditanam tanaman bawang merah.

2.2. Alat dan Bahan

1. Peralatan *hardware* yang digunakan :

- Kabel USB
- Multimeter
- Solder
- PC atau Laptop.

2. Peralatan *software* yang digunakan :

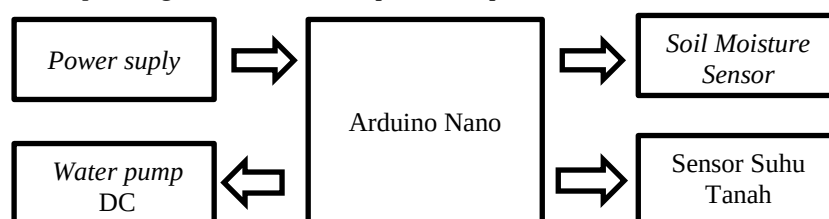
- Arduino IDE
- Fritzing*.

3. Bahan yang digunakan :

- Arduino nano
- Sensor Suhu Tanah DS18B20
- Soil Moisture Sensor*
- LCD (*Liquid Crystal Display*)
- Tinol
- Box komponen
- Power Supply* 12V
- Resistor 10k Ohm
- Mosfet Module*
- Project Circuit Board*
- Push Button*
- Kabel Jumper
- Springkel mini
- Tabung Air mini.

2.3. Diagram Blok Sistem

Dalam melakukan kegiatan penelitian ini, ada beberapa dalam perancangan sistem yang diinginkan dan tahapan-tahapan diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Arduino Nano adalah pusat kendali dari semua sistem perangkat yang ada. Sensor yang digunakan adalah sensor kelembaban, sensor suhu DS18B20. *Power supply* digunakan untuk mensuplai arus listrik yang digunakan untuk menjalankan semua sistem dan *water pump* dc digunakan untuk media penyiram saat nilai kandungan air bersifat kering.

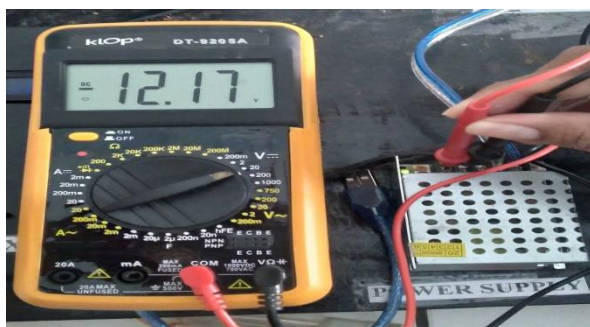
Gambar 2 pada diagram blok sistem menyatakan bahwa setelah sistem diaktifkan maka dilakukan setpoint kelembaban tanah dan suhu tanah yang dibutuhkan oleh tanaman bawang merah. Sensor kelembaban akan langsung bekerja mendeteksi kelembaban pada lingkungan sekitar. Hasil dari pembacaan sensor tersebut akan diolah oleh mikrokontroler dan langsung di tampilkan di LCD.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Sistem

3.1.1 Pengujian Power Supply

Pengujian *power supply* dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan listrik DC yang dihasilkan *power supply* sebagai sumber tegangan semua komponen yang terpasang pada alat ini, dari hasil pengujian didapatkan tegangan sebesar 12,17v seperti pada Gambar 3 nantinya dapat mensuplai modul mosfet sebagai *driver water pump* setelah itu tegangan diturunkan dengan *buck* konverter dan akan diturunkan tegangan semula 12,17v menjadi 5,1v setelah tegangan diturunkan maka sudah dapat untuk mensuplai beberapa komponen seperti arduino nano, sensor kelembaban, sensor DS18B20.



Gambar 3. Pengujian *power supply*

3.1.2 Pengujian Board Arduino Nano

Pada Tabel 1 hasil menunjukkan pengukuran pada tegangan input maupun output pin Arduino Nano, penggunaan pin analog A4, A5, A7 menghasilkan tegangan 4,94 Volt dan pin digital D5 dan D6 menghasilkan tegangan 4,99 Volt. Pin tersebut adalah pin output yang dibutuhkan pada Arduino Nano maka menghasilkan nilai tegangan yang lebih tinggi, dengan menghasilkan tegangan yang sesuai maka sistem pada output Arduino Nano bekerja stabil.

Tabel 1 Pengujian tegangan input pin Arduino Nano

No	Tegangan <i>Power supply</i> (Volt)	Input Pin Analog dan Digital	Hasil Pengukuran VDC (Volt)
1	12	A4	4,94
2	12	A5	4,94
3	12	A7	4,94
4	12	D5	4,99
5	12	D6	4,99

3.1.3 Pengujian Sensor Kelembaban

Hasil pengukuran tegangan keluaran sensor kelembaban tanah dapat dilihat pada Tabel 2. Pada saat terjadi perubahan nilai kelembaban tanah, tegangan sensor cenderung stabil. Oleh karena itu, hal ini dapat dikatakan bahwa sensor kelembaban tanah bekerja stabil.

Tabel 2. Pengujian tegangan sensor kelembaban tanah

No	Kelembaban (%)	Output Tegangan (Volt)	Keterangan
1	42	2,24	Terkoneksi
2	48	2,15	Terkoneksi
3	66	1,99	Terkoneksi
4	77	1,85	Terkoneksi
5	89	1,61	Terkoneksi

3.1.4 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Perbandingan nilai suhu pada sensor DS18B20 dan Thermometer dilihat pada Tabel 3. Pengukuran tegangan sensor suhu dilakukan sebanyak 5 kali dengan nilai suhu yang berbeda. Hasil menunjukkan bahwa nilai tegangan sensor tetap, sehingga sensor suhu bekerja stabil.

Tabel 3. Hasil pengujian tegangan sensor suhu DS18B20

No	Suhu (°C)	Output Tegangan (Volt)	Keterangan
1	27,87	4,98	Terkoneksi
2	29,75	4,99	Terkoneksi
3	30,62	4,99	Terkoneksi
4	31,31	4,98	Terkoneksi
5	32,56	4,99	Terkoneksi

3.1.5 Pengujian Tampilan LCD

Rangkaian LCD dihubungkan dari kaki pin SDA LCD dengan A4 Arduino nano, kaki pin SCL LCD dihubungkan dengan A5 Arduino nano, kaki pin VCC LCD dihubungkan dengan 5V Arduino nano, dan Ground LCD dihubungkan dengan Ground Arduino nano, yang merupakan pin I/O fungsi khusus, sebagai pengirim data secara serial. Sehingga nilai yang tampil pada LCD display akan dapat dikendalikan oleh Mikrokontroler Arduino nano. Pada bagian ini mikrokontroler akan memberi data langsung ke LCD. Pada LCD I2C sudah terdapat driver untuk mengubah data ASCII output pada mikrokontroler menjadi tampilan karakter. Pengujian rangkaian LCD dilakukan dengan memberikan program pada mikrokontroler untuk menampilkan karakter pada display LCD. Pengujian tampilan LCD dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Pengujian tampilan LCD

3.2 Analisis Hasil Pengukuran

Pengukuran dibuat langsung dengan membandingkan nilai pada 2 jenis tanah yang berbeda dengan nilai alat yang dibuat, pengukuran dilakukan dengan mengukur kelembaban tanah dan suhu tanah pada pembibitan tanaman bawang merah dengan menggunakan sensor soil moisture dan sensor DS18B20.

3.2.1 Hasil pengukuran tanah aluvial

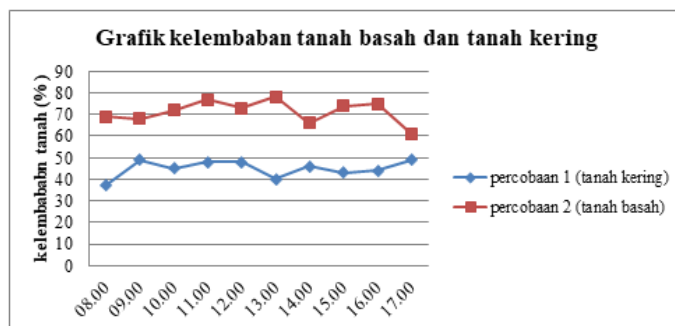
Hasil pengukuran dari jenis tanah aluvial dapat dilihat pada Tabel 4. Saat alat hidup, sistem akan meminta *input* kelembaban tanah dan suhu tanah pada tanaman bawang merah yang dideteksi oleh kedua sensor tersebut dikirimkan ke system. Perintah pada mikrokontroler untuk mengaktifkan pompa air, dimana output yaitu pompa air hidup atau mati. Jika kelembaban tanah <50%, maka sistem akan melakukan penyiraman pada tanaman bawang merah. Jika kelembaban tanah >50%, maka sistem tidak akan melakukan penyiraman pada tanaman bawang merah.

Tabel 4. Hasil pengukuran tanah aluvial

No	Waktu Percobaan	Kelembaban Tanah (%)	Suhu Tanah (°C)	Pompa
1	08.00 WIB	Percobaan 1 = 37%	Percobaan 1 = 28,12°C	ON
		Percobaan 2 = 69%	Percobaan 2 = 28,12°C	OFF
2	09.00 WIB	Percobaan 1 = 49%	Percobaan 1 = 31,94°C	ON
		Percobaan 2 = 68%	Percobaan 2 = 31,50 C	OFF
3	10.00 WIB	Percobaan 1 = 47%	Percobaan 1 = 30,33°C	ON
		Percobaan 2 = 72%	Percobaan 2 = 30,00°C	OFF
4	11.00 WIB	Percobaan 1 = 48%	Percobaan 1 = 33,67°C	ON
		Percobaan 2 = 77%	Percobaan 2 = 33,56°C	OFF
5	12.00 WIB	Percobaan 1 = 48%	Percobaan 1 = 35,00°C	ON
		Percobaan 2 = 73%	Percobaan 2 = 34,94°C	OFF
No	Waktu Percobaan	Kelembaban Tanah (%)	Suhu Tanah (°C)	Pompa
6	13.00 WIB	Percobaan 1 = 40%	Percobaan 1 = 31,81°C	ON
		Percobaan 2 = 78%	Percobaan 2 = 31,62°C	OFF
7	14.00 WIB	Percobaan 1 = 46%	Percobaan 1 = 29,37°C	ON

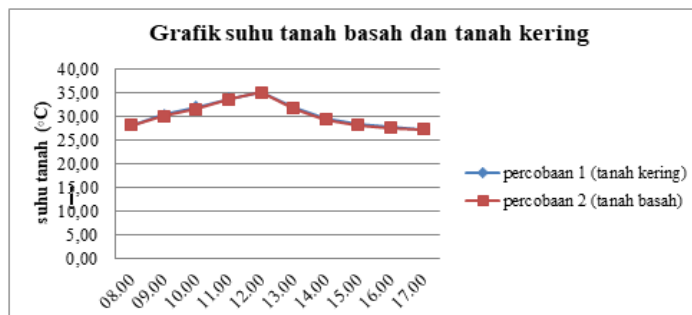
		Percobaan 2 = 66%	Percobaan 2 = 29,31°C	OFF
8	15.00 WIB	Percobaan 1 = 48%	Percobaan 1 = 28,19°C	ON
		Percobaan 2 = 74%	Percobaan 2 = 28,12°C	OFF
9	16.00 WIB	Percobaan 1 = 47%	Percobaan 1 = 27,69°C	ON
		Percobaan 2 = 75%	Percobaan 2 = 27,50°C	OFF
10	17.00 WIB	Percobaan 1 = 49%	Percobaan 1 = 27,25°C	ON
		Percobaan 2 = 61%	Percobaan 2 = 27,20°C	OFF

Perbandingan hasil presentase kelembaban tanah dapat ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil pengujian untuk kelembaban jenis tanah Aluvial menurun dengan bertambahnya waktu. Dengan dilakukan penyiraman, nilai kelembaban tanah akan naik sesuai kebutuhan tanaman.



Gambar 5. Grafik kelembaban tanah basah dan tanah kering

Perbandingan hasil presentase suhu tanah dapat ditunjukkan pada Gambar 6. Hasil pengukuran untuk perubahan suhu yang terkandung pada tanah mengalami perbedaan. Pada saat percobaan 1 (tanah bersifat kering) suhu lebih besar nilainya dibandingkan saat percobaan 2 (tanah bersifat basah) maka suhu yang terkandung pada tanah turun.



Gambar 6. Grafik suhu tanah basah dan tanah kering

3.2.2 Hasil pengukuran tanah latosol

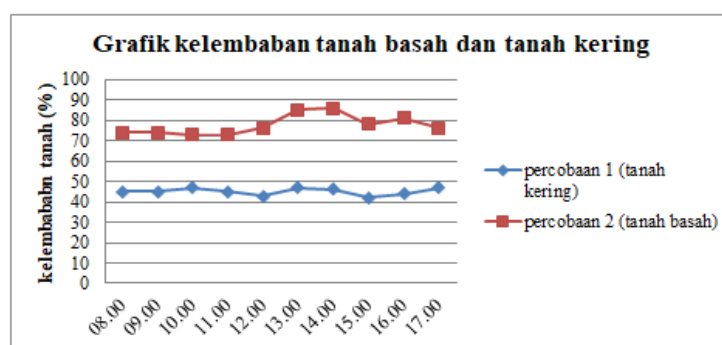
Langkah pengukuran pada tanah latosol juga sama dengan pengukuran pada tanah aluvial. Dengan melakukan pengaturan pada mikrokontroller. Jika kelembaban tanah <50%, maka sistem akan melakukan penyiraman pada tanaman bawang merah. Jika kelembaban tanah >50%, maka sistem tidak akan melakukan penyiraman. Hasil pengukuran dari jenis tanah latosol dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 4. Hasil pengukuran tanah latosol

No	Waktu Percobaan	Kelembaban Tanah (%)	Suhu Tanah (°C)	Pompa
1	08.00 WIB	Percobaan 1 = 45 %	Percobaan 1 = 27,00°C	ON
		Percobaan 2 = 74%	Percobaan 2 = 27,00°C	OFF
2	09.00 WIB	Percobaan 1 = 45%	Percobaan 1 = 29,80°C	ON
		Percobaan 2 = 74%	Percobaan 2 = 29,05°C	OFF
3	10.00 WIB	Percobaan 1 = 45%	Percobaan 1 = 30,90°C	ON
		Percobaan 2 = 73 %	Percobaan 2 = 30,00°C	OFF
No	Waktu Percobaan	Kelembaban Tanah (%)	Suhu Tanah (°C)	Pompa
4	11.00 WIB	Percobaan 1 = 45%	Percobaan 1 = 33,44°C	ON
		Percobaan 2 = 73%	Percobaan 2 = 33,00°C	OFF
5	12.00 WIB	Percobaan 1 = 43%	Percobaan 1 = 33,88°C	ON

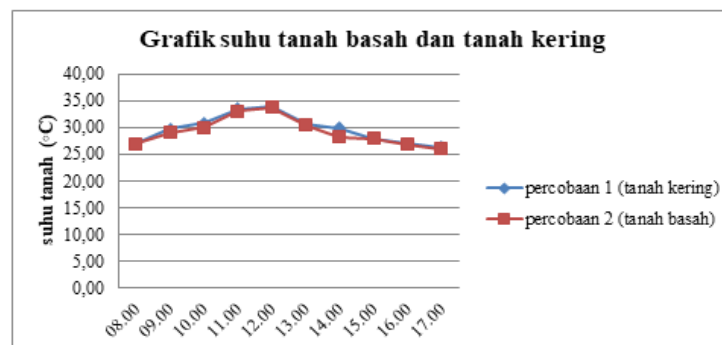
		Percobaan 2 = 76%	Percobaan 2 = 33,69°C	OFF
6	13.00 WIB	Percobaan 1 = 47%	Percobaan 1 = 30,50°C	ON
		Percobaan 2 = 85%	Percobaan 2 = 30,44°C	OFF
7	14.00 WIB	Percobaan 1 = 42%	Percobaan 1 = 29,81°C	ON
		Percobaan 2 = 86%	Percobaan 2 = 28,19°C	OFF
8	15.00 WIB	Percobaan 1 = 42%	Percobaan 1 = 28,00°C	ON
		Percobaan 2 = 78%	Percobaan 2 = 27,94°C	OFF
9	16.00 WIB	Percobaan 1 = 44%	Percobaan 1 = 26,94°C	ON
		Percobaan 2 = 81%	Percobaan 2 = 26,87°C	OFF
10	17.00 WIB	Percobaan 1 = 47%	Percobaan 1 = 26,25°C	ON
		Percobaan 2 = 76%	Percobaan 2 = 26,00°C	OFF

Grafik perbandingan hasil variabel tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil pengujian kelembaban pada tanah latosol menurun dengan bertambahnya waktu. Saat nilai kelembaban yang terbaca berkurang, maka sistem melakukan penyiraman sehingga nilai kelembaban akan naik sesuai kebutuhan tanaman.



Gambar 7. Grafik kelembaban tanah basah dan tanah kering

Grafik perbandingan suhu tanah basah dan tanah kering dapat ditunjukkan pada Gambar 8. Perubahan suhu yang terkandung pada tanah mengalami kenaikan pada saat pukul 12.00 sampai pukul 13.00. Dengan melakukan penyiraman, suhu yang terkandung dalam tanah berkurang, meskipun tidak signifikan.



Gambar 8. Grafik suhu tanah basah dan tanah kering

3.4.3 Perbandingan kelembaban tanah aluvial dan tanah latosol

Perbandingan pengujian dari jenis tanah aluvial dan tanah latosol dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil analisis pengujian dalam waktu satu jam dengan keadaan cuaca yang cerah, diperoleh nilai kelembaban jenis tanah aluvial cenderung lebih tidak mudah kering sehingga presentase kelembaban hampir tetap terjaga. Oleh karena itu, penggunaan jenis tanah aluvial lebih cocok untuk tanaman bawang merah. Pengujian untuk jenis tanah latosol cenderung mudah kering. Saat melakukan pengujian dalam waktu satu jam, jenis tanah latosol harus membutuhkan penyiraman yang rutin agar nilai kelembaban yang dibutuhkan tanaman bawang merah agar tetap terjaga pada kelembaban 50%-70%.

Tabel 5. Perbandingan kelembaban tanah aluvial dan tanah latosol

No	Waktu Percobaan	Kelembaban Tanah Aluvial (%)	Kelembaban Tanah Latosol (%)
1	08.00 WIB	Percobaan 1 = 37% Percobaan 2 = 69%	Percobaan 1 = 45% Percobaan 2 = 74%
2	09.00 WIB	Percobaan 1 = 49% Percobaan 2 = 68%	Percobaan 1 = 45% Percobaan 2 = 74%
3	10.00 WIB	Percobaan 1 = 47% Percobaan 2 = 72%	Percobaan 1 = 45% Percobaan 2 = 73%
4	11.00 WIB	Percobaan 1 = 48% Percobaan 2 = 77%	Percobaan 1 = 45% Percobaan 2 = 73%
5	12.00 WIB	Percobaan 1 = 48% Percobaan 2 = 73%	Percobaan 1 = 43% Percobaan 2 = 76%
6	13.00 WIB	Percobaan 1 = 40% Percobaan 2 = 78%	Percobaan 1 = 47% Percobaan 2 = 85%
7	14.00 WIB	Percobaan 1 = 46% Percobaan 2 = 66%	Percobaan 1 = 42% Percobaan 2 = 86%
8	15.00 WIB	Percobaan 1 = 48% Percobaan 2 = 74%	Percobaan 1 = 42% Percobaan 2 = 78%
9	16.00 WIB	Percobaan 1 = 47% Percobaan 2 = 75%	Percobaan 1 = 44% Percobaan 2 = 81%
10	17.00 WIB	Percobaan 1 = 49% Percobaan 2 = 61%	Percobaan 1 = 47% Percobaan 2 = 76%

3.4.4 Perbandingan suhu tanah aluvial dan tanah latosol

Hasil perbandingan pengukuran suhu tanah aluvial dan tanah latosol dapat dilihat pada Tabel 7. Analisis hasil pengujian suhu dari kedua jenis tanah dengan jangka waktu pengukuran satu jam, didapatkan untuk suhu pada jenis tanah aluvial lebih stabil untuk mencukupi batasan minimal ataupun maksimal untuk presentase suhu tanah yang harus dipenuhi untuk tanaman bawang merah agar hasil tanaman maksimal. Sedangkan untuk jenis tanah latosol hasil pengukuran pada pukul 12.00 dihasilkan pengukuran dengan nilai suhu tanah sebesar 35,00 °C hal ini dikarenakan jenis tanah latosol lebih kering sehingga suhu tanah naik, dengan melakukan penyiraman maka suhu tanah akan menurun.

Tabel 6. Perbandingan suhu tanah aluvial dan tanah latosol

No	Waktu Percobaan	Suhu Tanah Aluvial (°C)	Suhu Tanah Latosol (°C)
1	08.00 WIB	Percobaan 1 = 28,12°C Percobaan 2 = 28,12°C	Percobaan 1 = 27,00°C Percobaan 2 = 27,00°C
2	09.00 WIB	Percobaan 1 = 31,94°C Percobaan 2 = 31,50°C	Percobaan 1 = 29,80°C Percobaan 2 = 29,05°C
3	10.00 WIB	Percobaan 1 = 30,33°C Percobaan 2 = 30,00°C	Percobaan 1 = 30,90°C Percobaan 2 = 30,00°C
4	11.00 WIB	Percobaan 1 = 32,67°C Percobaan 2 = 32,56°C	Percobaan 1 = 33,44°C Percobaan 2 = 33,00°C
5	12.00 WIB	Percobaan 1 = 33,00°C Percobaan 2 = 32,75°C	Percobaan 1 = 35,00°C Percobaan 2 = 34,70°C
6	13.00 WIB	Percobaan 1 = 31,81°C Percobaan 2 = 31,62°C	Percobaan 1 = 30,50°C Percobaan 2 = 30,44°C
7	14.00 WIB	Percobaan 1 = 29,37°C Percobaan 2 = 29,31°C	Percobaan 1 = 29,81°C Percobaan 2 = 28,19°C
8	15.00 WIB	Percobaan 1 = 28,19°C Percobaan 2 = 28,12°C	Percobaan 1 = 28,00°C Percobaan 2 = 27,94°C
9	16.00 WIB	Percobaan 1 = 27,69°C Percobaan 2 = 27,50°C	Percobaan 1 = 26,94°C Percobaan 2 = 26,87°C
10	17.00 WIB	Percobaan 1 = 27,25°C Percobaan 2 = 27,20°C	Percobaan 1 = 26,25°C Percobaan 2 = 26,00°C

4. KESIMPULAN

Sistem ini menggunakan sensor *soil moisture* dan sensor DS18B20 untuk mendeteksi kelembaban dan suhu tanah. Penyiraman pada tanah tanaman bawang merah terjadi apabila kelembaban yang dibaca oleh sensor *soil moisture* di bawah 50%. Jika pengukuran sudah mencapai 70%, maka *water pump* akan berhenti menyiram. Pada saat pengujian jenis tanah, hasil menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Penggunaan jenis tanah aluvial lebih cocok untuk tanaman bawang merah jika dibandingkan jenis tanah latosol yang cenderung mudah kering.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Firmansyah, I., & Sumarni, N. (2013). Pengaruh dosis pupuk N dan varietas terhadap pH tanah, N-total tanah, serapan N, dan hasil umbi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada tanah entisols-Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Hortikultura*, 23(4), 358-364.
- [2] Thaker, M. A., Markana, B. B., & Bhanderi, R. H. (2017). Automatic Soil Moisture and Temperatur Detector. *Electronics & Telecommunication*, 284-286.
- [3] Sumarni, N., & Hidayat, A. (2005). *Budidaya Bawang Merah*. Bandung: Balai Penelitian Sayuran.
- [4] Sutarya, R., & Grubben, G. (1995). *Pedoman bertanam sayuran dataran rendah*.
- [5] Lutfiyana, L., Hudallah, N., & Suryanto, A. (2017). Rancang bangun alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2), 80-86.

Sistem Peringatan Dini Bahaya Banjir Pada Daerah Aliran Irigasi

Ahmad Fauzan¹, Latiful Hayat²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 21 Agustus 2021
Direvisi, 16 Desember 2021
Diterima, 17 Desember 2021

Kata Kunci:

IOT
ESP8266
Android

INTISARI

Bencana banjir kerap melanda Indonesia pada beberapa tahun terakhir ini. Terjadinya banjir disuatu daerah mengakibatkan kerugian harta benda. Oleh karenanya, pemerintah memusatkan perhatian terhadap bencana banjir. Upaya untuk mengantisipasi banjir dapat berupa normalisasi dan naturalisasi sungai, waduk, dan embung, pembuatan sodetan dan sumur resapan, hingga penyediaan pompa stasioner dan portabel. Solusi lain yang dapat diajukan, salah satunya adalah pembuatan sistem deteksi dini banjir. System ini diharapkan dapat memberi informasi kepada masyarakat sekitar dan tim SAR dalam penanganan bencana yang akan terjadi. Sistem monitoring dirancang agar aplikasi Android dapat memberikan informasi mengenai level ketinggian air melalui *sensor water level*. Dalam pembuatan monitoring, aplikasi yang digunakan adalah kodular.io. Ini berfungsi untuk menampilkan hasil dari pembacaan sensor yang dipasang dalam rangkaian terkoneksi dengan modul ESP8266, yakni pengirim data analog yang akan dirubah dalam sistem firebase. Pada penelitian ini berhasil dilakukan berbagai percobaan yaitu, percobaan dalam status level air 10cm menampilkan status aman, pada percobaan 20cm menunjukkan kondisi status siaga, dan percobaan yang terakhir yaitu dalam level 30cm yang menunjukkan status pada level bahaya diikuti dengan pesan peringatan agar masyarakat segera evakuasi dini. Peringatan tentang status ketinggian air berupa aman dan waspada juga dikirimkan melalui pesan dari aplikasi Android menggunakan ESP8266. ESP8266 difungsikan sebagai IOT pengirim pesan peringatan ke aplikasi pengguna.

ABSTRACT

Flood is one of the disasters that often-hit Indonesia in recent years. The occurrence of flooding in an area result in property loss. Therefore, the government focuses on flood disasters. Efforts to anticipate flooding, such as normalizing and naturalizing rivers, reservoirs, and reservoirs, constructing drains and infiltration wells, to preparing stationary and portable pumps have been carried out. Another solution that can be proposed, one of which is the creation of an early flood detection system. A flood detection system using an Android application interface is a tool that can provide water level information to determine flooding potential. A water level sensor is used as a tool to measure the water level. It uses the kodular.io application, which will later display the results of the sensor readings installed in a circuit connected to the ESP8266 module. The module acts as a sender of analogue data, and the data will be store in the firebase system. In this study, the author succeeded in conducting various experiments. Based on research when the water level was 10cm is a safe status. When the water level was 20 cm, it showed the standby status. When the water level was 30cm, it showed a dangerous status level followed by a warning message. Thus, the community can evacuate immediately. The system can also provide warnings about high water levels when safe, warning, and dangerous. It will be able to send warning messages through the Android application by using applications installed in it.

Korespondensi Penulis:

Ahmad Fauzan
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. Raya Dukuwaluh, Purwokerto, 53182
Email: ojan941gmail.com

1. PENDAHULUAN

Bencana banjir kerap melanda Indonesia pada beberapa tahun terakhir ini. Oleh karenanya, pemerintah memusatkan perhatian terhadap bencana banjir. Pemerintah mengambil peran melalui Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) sebagai salah satu badan berperan menanggulangi bencana alam di Indonesia termasuk banjir. Dalam kasus bencana banjir banyak menyebabkan kerugian. Tidak hanya menelan korban jiwa, banjir juga mengakibatkan kerugian harta benda. Berdasarkan data dari BNPB, awal Januari sampai Agustus tahun 2020 kurang lebih 100 jiwa meninggal dunia akibat banjir. BNPB juga mencatat 726 dari 2,8 juta jiwa orang mengungsi. Adapun kerugian yang terjadi pada sektor perumahan tercatat sebanyak 4.581 unit rusak parah, 2.784 rusak sedang, 9.833 mengalami rusak ringan serta rumah yang terdendam sebanyak 540.739. Bencana banjir juga berimbas pada kerusakan infrastruktur fasilitas umum seperti fasilitas pendidikan 496 unit, peribadatan 581, kesehatan 112, perkantoran 109 dan jembatan sebanyak 299 [1].

Mengingat permasalahan banjir di Indonesia belum terselesaikan secara tuntas, bahkan adanya indikasi peningkatan mencakup intensitas, frekuensi dan persebaran ke ruangnya. Berdasarkan acuan perkiraan BMKG, diprediksi sekitar 90 persen dari kejadian merupakan bencana hidrometeorologi seperti banjir, longsor, hingga puting beliung. Hal ini disebabkan oleh kondisi lingkungan yang darurat ekologis, di mana terjadi kerusakan lingkungan, degradasi hutan, serta Daerah Aliran Sungai (DAS) yang kritis sehingga membuat bencana banjir meluas [2].

Langkah yang perlu diupayakan dalam menghadapi bencana banjir adalah normalisasi dan naturalisasi sungai, waduk, dan embung, pembuatan sodetan dan sumur resapan, hingga penyiagaan pompa stasioner dan portable. Upaya lain yang dapat dilakukan adalah memasang alat pendeteksi dini. Pendeteksi dini bahaya banjir dinilai berguna untuk meminimalisir korban jiwa dan kerugian harta benda [3]. Alat ini digunakan untuk memantau pasang surut aliran air. Sistem pendeteksi banjir bekerja secara otomatis dengan mengetahui elevasi (ketinggian) permukaan air menggunakan sensor ultrasonic [7]. Adapun air pasang dapat dipengaruhi oleh kelembapan di sekitar aliran sungai. Pada saat suhu dan kelembapan tinggi, maka dapat disimpulkan hujan akan turun dan mengakibatkan air pasang sehingga berpotensi banjir. Deteksi dini banjir dapat menggunakan sensor curah hujan atau *Rain Sensor Module*. [4]

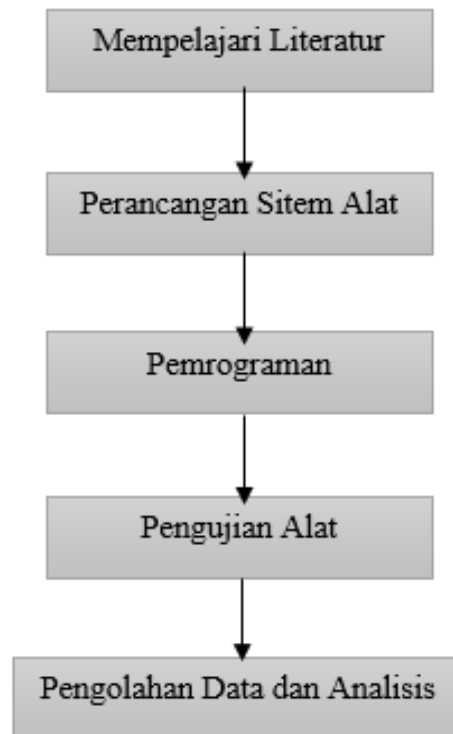
Latar belakang yang telah dipaparkan di atas menjadi bahan penelitian pada penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metode pembacaan ketinggian air untuk mendeteksi bahaya datangnya banjir. Pada penelitian ini dirancang agar ketinggian air dapat dimonitor menggunakan aplikasi Android berdasar sensor water level. Adapun lokasi penelitiannya adalah aliran irigasi yang terletak di Banyumas, Jawa Tengah. Pasalnya, dilansir dari kompas.com, aliran sungai Serayu kembali meluap dan menyebabkan banjir setelah 20 terakhir tidak terjadi banjir tepatnya tahun 2000.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alur Penelitian

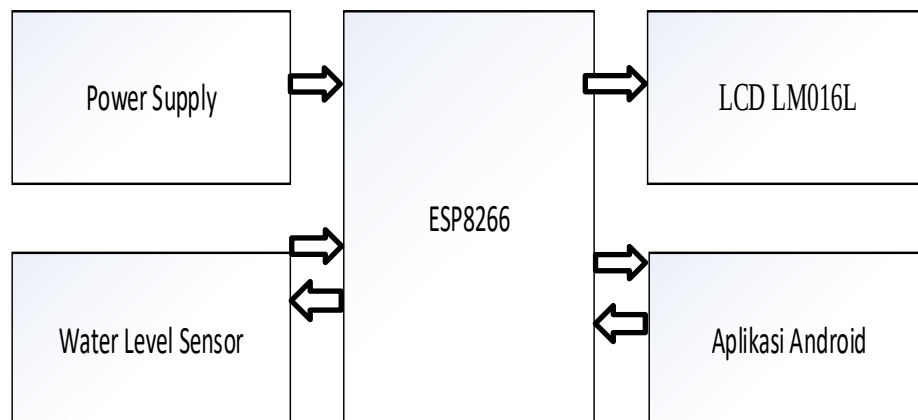
Pembuatan penelitian ini menggunakan sensor water level. Pada pengaplikasiannya sensor water level digunakan untuk mengukur ketinggian air. Adapun jarak pengukuran yang dilakukan dalam sistem monitoring banjir adalah jarak aman pada 10 cm, jarak siaga 20 cm, dan jarak bahaya pada angka 30 cm. Sensor water level di sini hanya akan bekerja jika permukaan sensor mengenai air yang akan terbaca secara analog dan akan dikonversikan kedalam digital melalui mikrokontroler NodeMCU. Pada sistem ini, sensor water level menjadi input menuju NodeMCU ESP8266. ESP8266 memiliki integrasi konektivitas Wifi sehingga memudahkan untuk koneksi data nirkabel. Data yang dihasilkan dari pemrosesan NodeMCU ESP8266 diunggah melalui internet menuju *firebase*. Data juga ditampilkan pada LCD 16x2 dalam bentuk Informasi agar dapat dimonitoring secara langsung di lokasi tanpa membutuhkan koneksi internet.

Sistem monitoring banjir ini menggunakan aplikasi berbasis android yang berfungsi sebagai pemantau informasi yang diperoleh darimanapun melalui aplikasi android yang telah dibuat. Adapun pemrograman menggunakan Arduino IDE karena dapat mengatur beberapa kondisi input agar tidak terjadi kesalahan. Selanjutnya program diupload menuju NodeMCU ESP8266 yaitu modul pendukung *Internet of Things* (IoT). Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1, berikut ini:

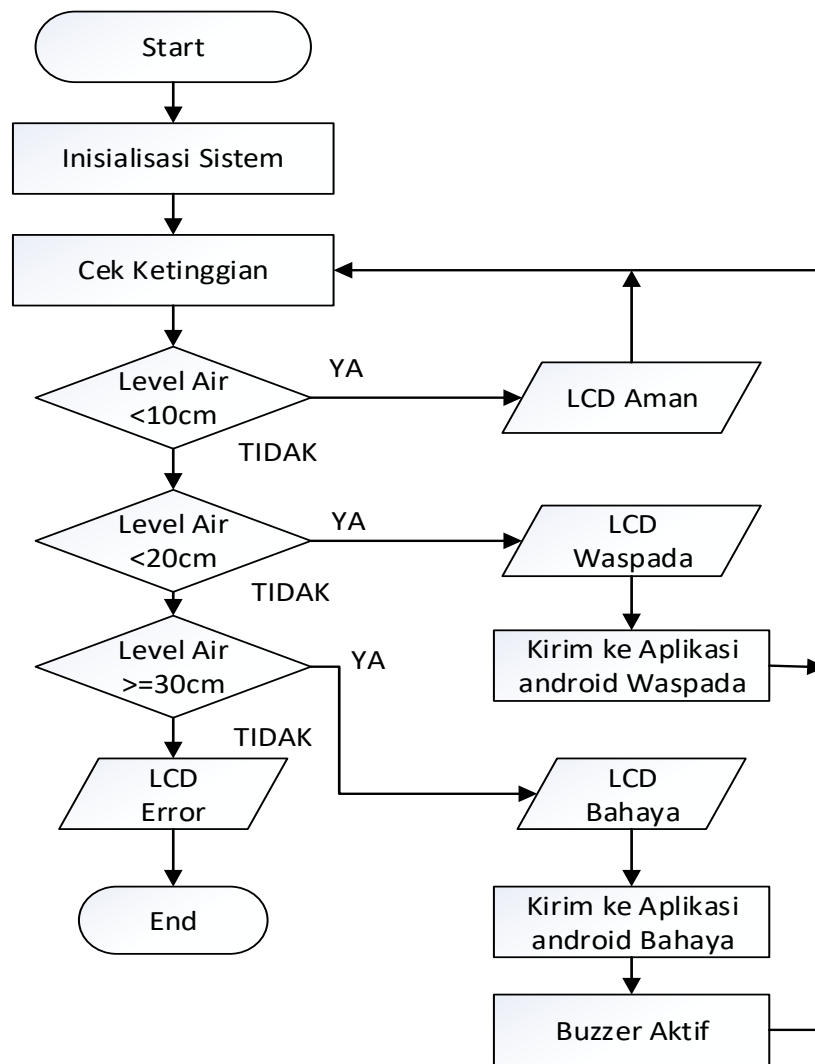


Gambar 1. Alur Penelitian

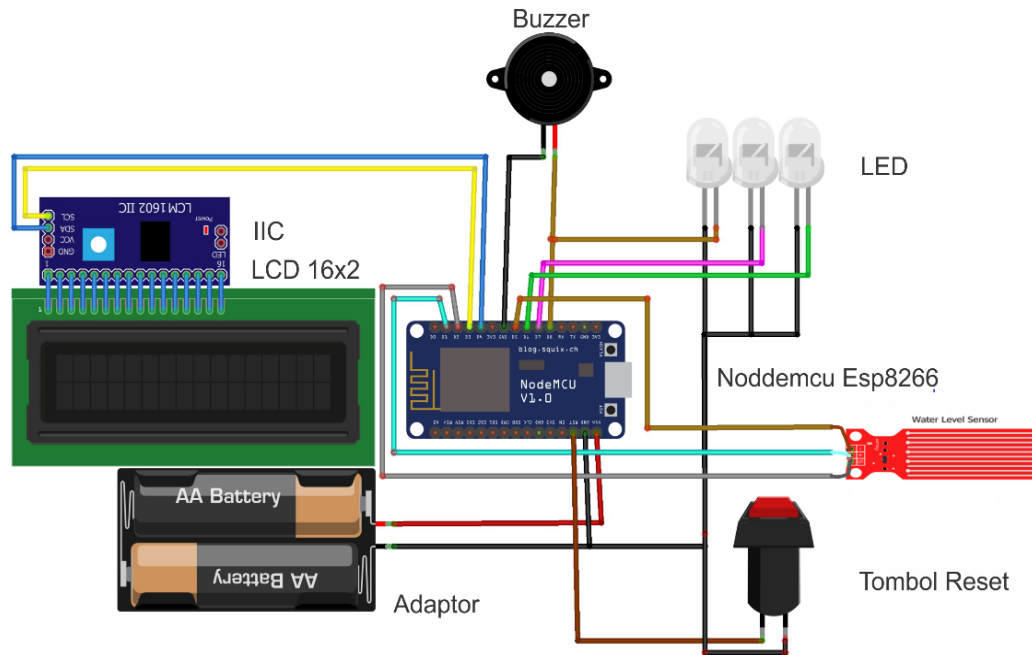
2.2. Perancangan sistem



Gambar 2. Diagram Blok sistem

Gambar 3 Diagram *Flowchart* sistem

Flowchart cara kerja alat dari pembacaan data dari sistem web ke Aplikasi android kemudian, penampil LCD dan buzzer sampai dengan pembacaan pada aplikasi Android, seperti yang ditunjukan pada Gambar 3. Langkah pertama yaitu. Start inisialisasi sistem kemudian cek ketinggian ketika pada status level air pada jarak 10 cm, maka akan tertampil pada layar monitor lcd pada status aman. Selanjutnya cek ketinggian ketika level air pada jarak 20 cm maka akan tertampil pada layar monitor LCD pada status waspada, dan dikirimkan pada aplikasi Android dalam status waspada. Kemudian cek ketinggian yang terakhir adalah pada status bahaya, ketika pada jarak 30 cm maka status level yang terbaca dan ditampilkan pada monitor lcd adalah dalam status level bahaya buzzer berbunyi, yang akan dikirimkan pada aplikasi android diikuti dengan pesan peringatan agar segera melakukan evakuasi segera ketempat yang lebih aman. Jika jarak melebihi 30 cm maka pembacaan yang terjadi pada LCD akan *error*.

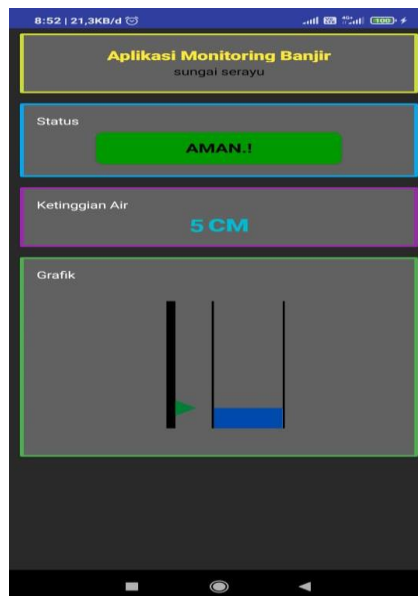


Gambar 4 Skema rangkaian monitoring banjir

Pada skema rangkaian sistem monitoring banjir, gambar rangkaian dibuat menggunakan software Fritzing. Di dalamnya terdapat *library* yang harus diunduh terlebih dahulu dari aplikasi maupun dari sumber lain seperti internet. Apabila *library* telah terunduh, maka pembuatan skema perancangan sistem dapat dilakukan. Ada beberapa langkah yang dibutuhkan yaitu menghubungkan seluruh pin VCC dan seluruh pin GND pada komponen rangkaian. Selanjutnya menghubungkan *sensor water level* menuju ke NodeMCU ESP8266, setelah itu menghubungkan I2C I/O LCD ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

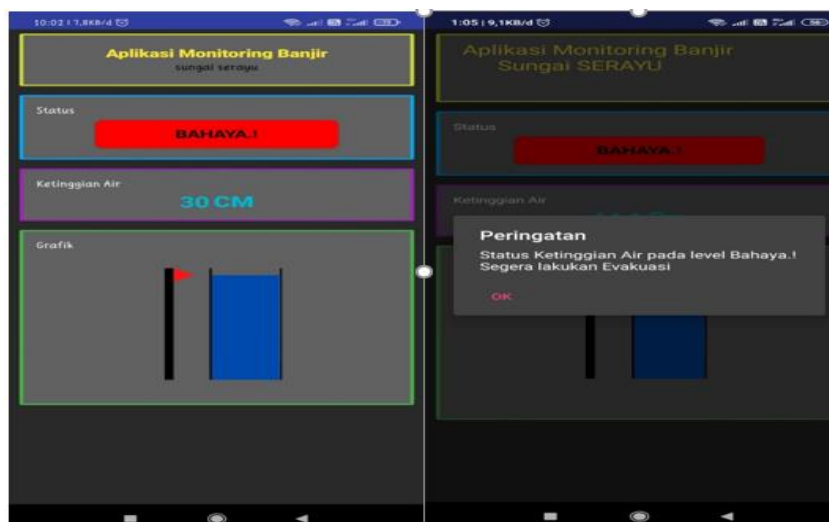
Sistem monitoring banjir ini dapat diakses melalui *smartphone android*. Pada aplikasi android terdapat tampilan status ketinggian air pada status aman, siaga, dan bahaya yang diikuti dengan perubahan kenaikan grafik ketinggian air. Aplikasi android monitoring banjir ini akan bekerja jika mikrokontroler terhubung dengan *wifi smartphone*. Pada status level bahaya aplikasi android akan terus memberikan notifikasi peringatan “Status ketinggian air pada level bahaya! Segera lakukan evakuasi”.



Gambar 5 Tampilan ketika status aman pada aplikasi monitoring banjir



Gambar 6 Tampilan ketika status siaga pada aplikasi monitoring banjir



Gambar 7 Tampilan ketika status bahaya dan peringatan pada aplikasi monitoring banjir

Gambar 7 adalah tampilan dimana level ketinggian air pada level bahaya dan peringatan “Status Ketinggian Air pada level Bahaya.! Segera lakukan Evakuasi” pesan peringatan ini dibuat agar pengguna (masyarakat) dapat segera bergegas menyelamatkan diri dikarenakan status level air sudah dalam jarak bahaya. Status peringatan agar melakukan evakuasi akan terus muncul ketika kondisi air dalam level bahaya.

Tabel 1 Pengukuran *power supply*

Subyek	Hasil Pengukuran
Adaptor tanpa beban	4,9 V
Adaptor dengan beban	4,8 V
NodeMCU port tanpa beban	4,9 V
NodeMCUpport dengan beban	4,8 V

Pada tabel 1 dilakukan pengukuran *Power supply* yang digunakan yaitu adaptor DC 5V. Pengujian dilakukan menggunakan multimeter pada mode selector DCV. Pengujian *power supply* dilakukan untuk memastikan agar tegangan tidak drop saat digunakan untuk memenuhi kebutuhan power seperti, NodeMCU, sensor water level, LCD, dan juga buzzer.

Diambil *sample* hasil pengujian yang telah dilakukan percobaan seperti yang tertera pada Gambar 5 hingga gambar 7 yaitu sistem monitoring banjir pada level ketinggian tertentu. Untuk *sample* dari percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2 Pengujian sensor water level

Pengujian ke-	Aktual Level Air (Cm)	Pengukuran Alat (Cm)	Rata- rata	Error Sensor %
1	Aman 10Cm	10Cm	10Cm	0%
2		10Cm		
3		10Cm		
4		10Cm		
5		10Cm		
1	Siaga 20Cm	20cm	20Cm	0%
2		20Cm		
3		20Cm		
4		20Cm		
5		20Cm		
1	Bahaya 30Cm	30cm	30Cm	0%
2		30Cm		
3		30Cm		
4		30Cm		
5		30Cm		

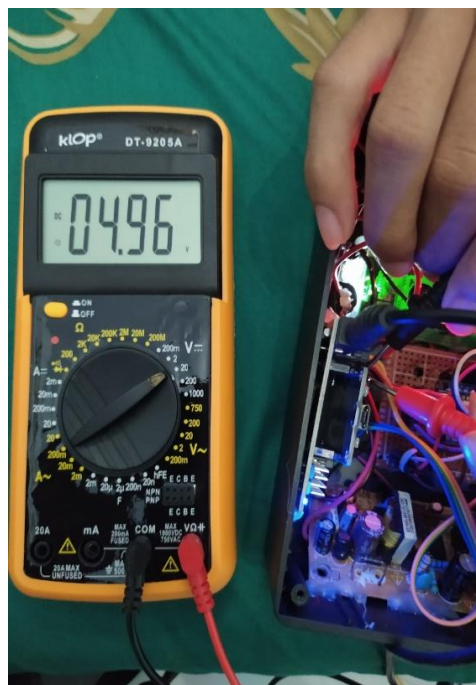
Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan, masing-masing jarak sensor dengan objek yaitu 10 cm, 20 cm, 30 cm. Cara menghitung nilai error pada pengukuran sensor adalah sebagai berikut :
 Nilai error = $\frac{\text{Jarak objek dengan sensor} - \text{Rata-rata}}{\text{Rata-rata}} \times 100\%$ Jarak yang diinginkan
 Contoh : error rata-rata (%) pada jarak 20 cm Nilai error = $\frac{20 - 20}{20} \times 100\% = 0\%$
 Dari hasil pengujian sebanyak 5 kali, menunjukkan bahwa sensor memiliki nilai error 0 % , atau dengan kata lain memiliki tingkat akurasi yang baik sebesar 100 %.

Tabel 3 Hasil Pengujian Tegangan

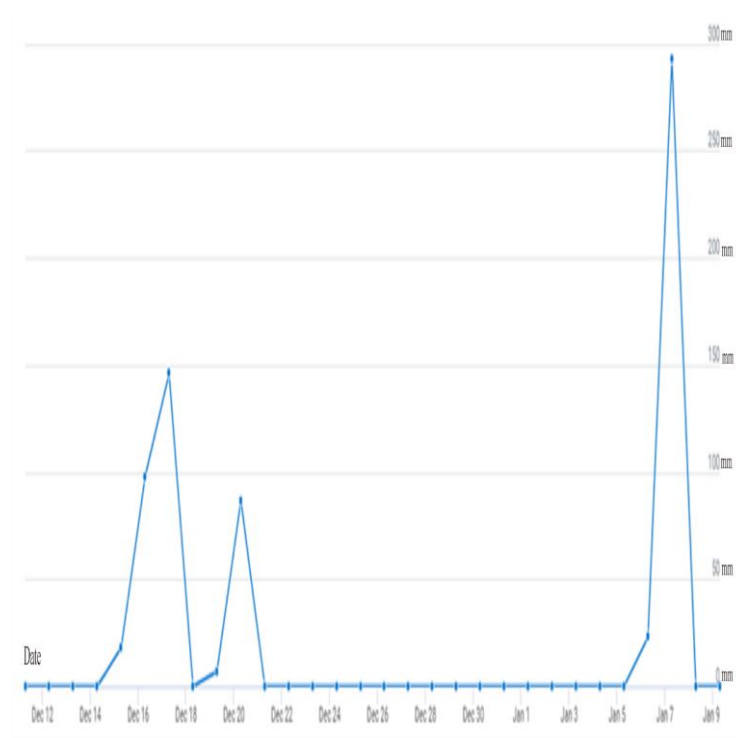
NO.	Jarak Ukur (cm)	Nilai Tegangan sensor (Volt)
1	0	3.33
2	5	3.33
3	10	3.27
4	15	3.22
5	20	3.19
6	25	2.80
7	30	2.82

Tabel 4 Hasil pengujian pada LCD

No.	Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Aman Jarak 10cm		Sesuai
2.	Siaga Jarak 20cm		Sesuai
3.	Bahaya Jarak 30cm		Sesuai



Gambar 8 Hasil Pengujian powe supply



Gambar 9 Grafik hasil pengujian pada website



Gambar 10 Hasil keseluruhan alat monitoring banjir

4. KESIMPULAN

Pembuatan sistem dalam penelitian ini telah berhasil. Sistem monitoring banjir dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Di mana sistem ini dapat mendeteksi ketinggian air dengan batasan jarak aman pada 10cm, jarak siaga 20cm, dan jarak bahaya 30cm. Serta dapat mengirimkan notifikasi peringatan status level bahaya agar segera lakukan evakuasi yang diikuti dengan alarm (buzzer) berbunyi. Apabila sensor dapat memproses data pada mikrokontroller NodeMCU ESP8266 dan disimpan pada *Realtime Database*, kemudian data dapat diunggah menuju aplikasi Android dan tampil pada LCD 16X2, maka sensor dan perangkat lainnya telah bekerja dengan baik dalam memberikan informasi dari kondisi aman hingga status level bahaya. Penelitian ini masih bisa dikembangkan sehingga disarankan untuk melakukan pengontrolan informasi pada sensor level air secara *realtime* menggunakan *website online*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro dan Dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto, yang telah memberikan dukungannya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akhiruddin, A. (2018). *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Ketinggian Air Sungai Sebagai Peringatan Dini Banjir Berbasis Arduino Nano*. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 3 (3), 174-179.
- [2] Amin, A. (2018). *Monitoring Water Level Control Berbasis Arduino Uno Menggunakan LCD LM016L*. *Jurnal EEICT (Electric, Electronic, Instrumentation, Control, Telecommunication)*, 1(1).
- [3] Azid, S., Sharma, B., Ranghuwaiya, K., Chand, A., Prasad, S., & Jacquier, A. (2015). *SMS based flood monitoring and early warning system* *ARPJ. Eng. Appl. Sci.*, 10(15), 6387-6391
- [4] Bando, S.A, Darlis, D., & Aulia, S. (2016). *Implementasi Perangkat Deteksi Dini Banjir Di Perumahan Permata Buah Batu Dengan Teknologi Internet Of Things*. *eProceedings of Applied Science*.
- [5] Jalil, A. (2017). *Sistem kontrol deteksi level air pada media tanam hidroponik berbasis arduino uno*. *JURNAL IT*, 8(2), 97-101.
- [6] Rabbani, IM. (2018). *Pengembangan Alat Deteksi Banjir Berbasis Metode Fuzzy*. *e-Proceeding of Engineering*. Telkom University, 2355-9365.
- [7] Umari, C., Anggraini, E., & Muttaqin, R. Z. (2019). *Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir*. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 4(2), 35-41.

Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Tunanetra Dan Penentu Lokasi Menggunakan *Global Positioning System Tracking* Berbasis *Internet Of Things*

Rifqi Prima Anggara¹, Arif Johar Taufiq²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 1 September 2021
Direvisi, 25 November 2021
Diterima, 7 Desember 2021

Kata Kunci:

GPS
Internet Of Things
Alat Bantu Tunanetra
Kodular

Keyword:

GPS
Internet Of Things
Blind Aids
Kodular

Korespondensi Penulis:

Rifqi Prima Anggara
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. Raya Dukuwaluh Purwokerto, 53182
Email: rifqianggara5@gmail.com

INTISARI

Hambatan yang sering dialami penyandang tunanetra adalah mengetahui adanya penghalang, genangan air, dan lokasi tujuan. Keadaan ini menimbulkan kekhawatiran bagi keluarga tunanetra dalam mengetahui keberadaannya. Untuk itu, diperlukan alat yang dapat membantu penyandang tunanetra agar dapat mengetahui adanya penghalang, air dan lokasi tunanetra. Metode yang digunakan untuk membuat alat bantu ini dengan menelaah referensi dan penelitian sebelumnya, kemudian mengembangkan dengan tambahan fitur baru: berupa tambahan indikator suara dan alat terhubung dengan jaringan internet melalui IOT. Alat bantu dilengkapi dengan tombol *emergency* saat terjadi keadaan darurat. Alat bantu juga dipasang tiga sensor ultrasonik HC-SR04 depan, kanan, dan kiri sebagai pendeteksi halangan, sensor *soil moisture* sebagai pendeteksi air, *DF player mini* yang terhubung ke *speaker* sebagai indikator suara dan modul GPS sebagai pendeteksi lokasi. Hasil pengujian alat bantu tongkat ini dapat mendeteksi halangan yang ada di depan sensor ultrasonik sesuai yang diinginkan yaitu jarak < 70 cm dan dapat mendeteksi air dengan kedalaman genangan > 2 cm melalui sensor *soil moisture*. Informasi adanya halangan dan petunjuk arah telah dapat diucapkan oleh *DF Player Mini* yang terhubung ke *speaker*. Alat bantu ini mampu memberikan informasi keberadaan pengguna melalui *Smartphone* pada aplikasi Kodular berupa tampilan lokasi Google Maps di *hanphone* orang tua atau saudaranya. Tongkat ini juga dilengkapi dengan tombol *emergency* untuk mengirimkan pesan ke email yang telah didaftarkan saat dalam keadaan darurat.

ABSTRACT

Obstacles that blind people often experience know the existence of obstacles, water puddles, and the destination's location. This situation raises concern for blind families in knowing their whereabouts. For that, we need a tool that can help blind people to be able to find out the presence of obstacles, water and the location of the blind. The method used to make this tool is by reviewing references and previous research, then developing it with additional new features: other voice indicators and devices connected to the internet network via IoT. The tool is equipped with an emergency button in case of an emergency. There are also three ultrasonic sensors (HC-SR04) in front, right, and left to detect obstacles, a soil moisture sensor to detect water, a mini DF player connected to the speaker as a sound indicator and a GPS module to see a location. The test results of this stick tool can detect obstacles in front of the ultrasonic sensor as desired. Namely, a distance of < 70 cm can detect water with a puddle depth of > 2 cm through a soil moisture sensor. Obstacle indicators and directions can be spoken by the DF Player Mini connected to the speaker. This tool can provide information on the user's presence through a smartphone on a coded application to display Google Maps location on the cellphone of a parent or sibling. This stick is also equipped with an emergency button to send a message to the registered email when in an emergency..

1. PENDAHULUAN

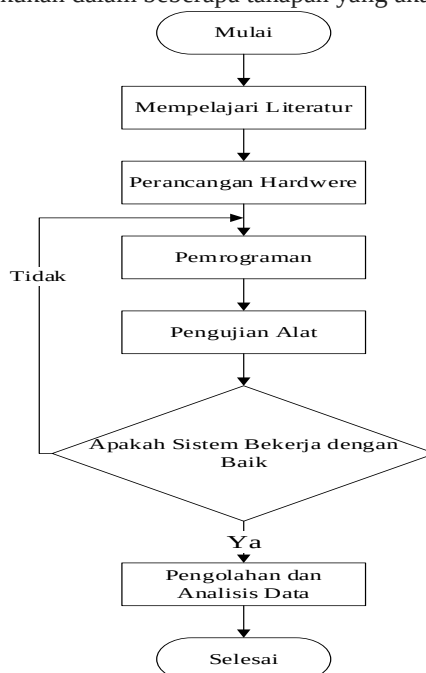
Menurut Badan Pusat Statistik data jumlah tunanetra di Indonesia sekitar 3,75 juta, sedangkan penyandang tunanetra anak-anak sekitar 40% dari 3,75 juta tersebut [1]. Salah satu alat untuk membantu penyandang tunanetra ketika berjalan adalah dengan menggunakan tongkat yang berfungsi sebagai navigasi ketika penyandang tunanetra berjalan. Penyandang tunanetra terkadang kesulitan untuk menghindari rintangan yang ada disekitarnya, seperti menghindari benda padat, menaiki tangga, melalui jalan menanjak dan lain sebagainya. Penyandang tunanetra pun terkadang tersesat atau terjadi sesuatu dengan dirinya di jalan terkadang susah untuk menghubungi keluarganya. Untuk mengatasi persoalan tersebut, dengan teknologi yang berkembang saat ini dapat diterapkan pada tongkat penyandang tunanetra.

Andreas dkk [2] telah membuat tongkat bantu tunanetra berbasis arduino uno dengan fitur: peringatan bunyi buzzer, getaran dan kedip LED, jarak deteksi antara 50 cm sampai 150 cm [2], sedangkan Kamila [3] meneliti hal yang sama dengan tambahan fitur jika ada genangan air akan membunyikan buzzer. Supriyadi berhasil merealisasikan alat bantu jalan penyandang tunanetra yang dilengkapi dengan sebuah GPS yang terhubung dengan sebuah mikrokontroler ESP32 untuk mengolah data lokasi yang berupa longitude dan latitude. Data lokasi tersebut kemudian dikirim ke sebuah webserver dengan bantuan sebuah modem GSM, mampu memberikan informasi lokasi keberadaan penyandang tunanetra melalui sebuah *Smartphone* berupa tampilan lokasi pada *Google Maps*, tongkat dilengkapi juga dengan sebuah Panic Button yang bisa memberikan alarm ke layar smarphone setelah diaktifkan, ketika penyandang tunanetra sedang dalam keadaan darurat [4]. Nasution telah mengembangkan alat bantu tongkat tunanetra dengan fitur suara, koordinat GPS dan *emergency call* [5]. Berdasarkan penelitian sebelumnya maka akan dirancang alat berupa tongkat pemandu tunanetra berbasis Internet of Things (IOT) untuk membantu tunanetra dengan fitur: informasi suara halangan, tombol darurat serta tambahan jika ada genangan air. Selain itu alat ini juga dilengkapi dengan GPS yang tekoneksi ke *Smartphone* keluarga tunanetra untuk memonitoring penyandang tunanetra ketika sedang diluar rumah dan bisa berkomunikasi antara keluarga dan penyandang tunanetra serta terdapat tombol *emergency* atau *call notification* yang dapat mengirimkan lokasi penyandang tunanetra kepada keluarga ketika dalam bahaya dimana semua sistem itu telah terkoneksi ke IOT pada android menggunakan aplikasi Kodular [6], [7], [8], [9], [10]. Alat dirancang berupa tongkat yang ditambahkan dengan roda yang bertujuan untuk mendeteksi adanya lubang, batu dan gundukan ketika sedang berjalan. Pada makalah ini akan dibahas mulai dari pendahuluan, metode, hasil kesimpulan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alur Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang akan dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

Langkah penelitian yaitu: Mempelajari literatur: tahapan ini merupakan langkah pertama yang wajib dilakukan didalam sebuah penelitian karena mempelajari literatur yang berkaitan dengan perancangan sistem

yang dibuat merupakan sebuah pondasi dalam sistem agar dapat menentukan langkah selanjutnya. Mempelajari literatur dengan baik yaitu bersumber dari buku, jurnal, penelitian terdahulu. Perancangan sistem: tahap kedua yaitu merancang sebuah sistem. Perancangan sistem ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Perancangan *hardware* ini dirancang dengan menggunakan sensor ultrasonik HC – SR 04 sebagai pendeteksi objek atau halangan yang ada dihadapan pengguna, yang bertujuan agar pengguna alat dapat mengetahui atau mendapatkan peringatan dini bahwa disekitar terdapat objek atau halangan melalui *speaker* untuk memberikan keluaran berupa suara. Sistem ini dilengkapi pula dengan GPS dan sebuah sistem tombol *emergency* yang jika ditekan maka akan mengirimkan sinyal yang memberikan informasi lokasi dari pengguna alat yang dikirimkan melalui email ke penerima yang telah didaftarkan. Perancangan *software* dilakukan dengan membuat sebuah database yang dapat menerima data dari sistem hardware secara *real time* serta dapat terkoneksi dengan jaringan internet. Database *real time* dibuat dengan salah satu *platform database* bernama Firebase yang dikembangkan oleh Google. Kemudian pembuatan sebuah aplikasi Android melalui sebuah web app yaitu Kodular.io. Aplikasi ini difungsikan sebagai penampil data yang dikirimkan oleh sistem *hardware* dan juga dalam aplikasi android ini digunakan sebagai media penyimpanan data.

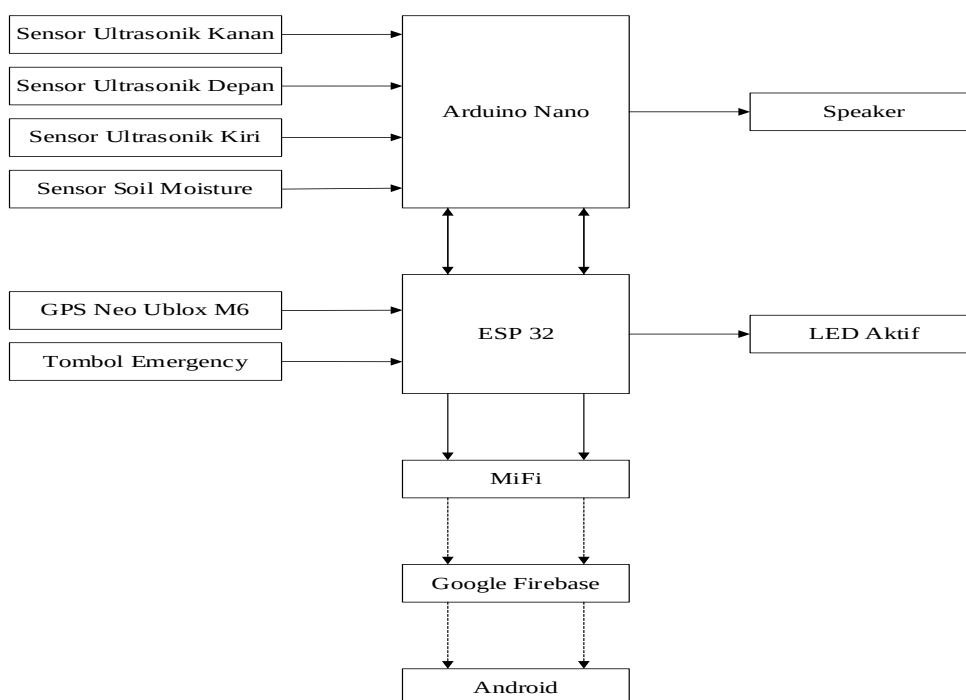
Pemrograman: dalam menerjemahkan diagram alir pada suatu sistem, dibutuhkan bahasa pemrograman, salah satunya bahasa C. Pemilihan bahasa pemrograman ini didasarkan pada kemudahan dalam memahami dan membuat suatu program, serta banyaknya literatur yang bisa digunakan. Pembuatan program pada penelitian ini menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino sebagai *software compiler* dan *downloader*. Pengujian alat: setelah sistem telah selesai dirancang dan di program, maka langkah selanjutnya adalah menguji alat. Pengujian alat dilakukan guna mengetahui apabila terjadi kesalahan maupun kinerja alat yang tidak sesuai harapan agar dapat diperbaiki menjadi sebuah sistem yang ideal. Pengolahan Data dan Analisis: tahapan ini merupakan tahapan terakhir yaitu mengolah data yang telah didapat dari hasil pengujian.

2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Baterai Li-po, Arduino Nano, ESP 32, Modul GPS Neo Ublox M6, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Sensor *Soil Moisture*, MiFi, Android, DF Player Mini, Speaker, Modul *Stepdown* LM2596, SD Card, Tongkat, serta perangkat lunak: Arduino IDE, Fritzing, Kodular App Creator, Google Firebase Console

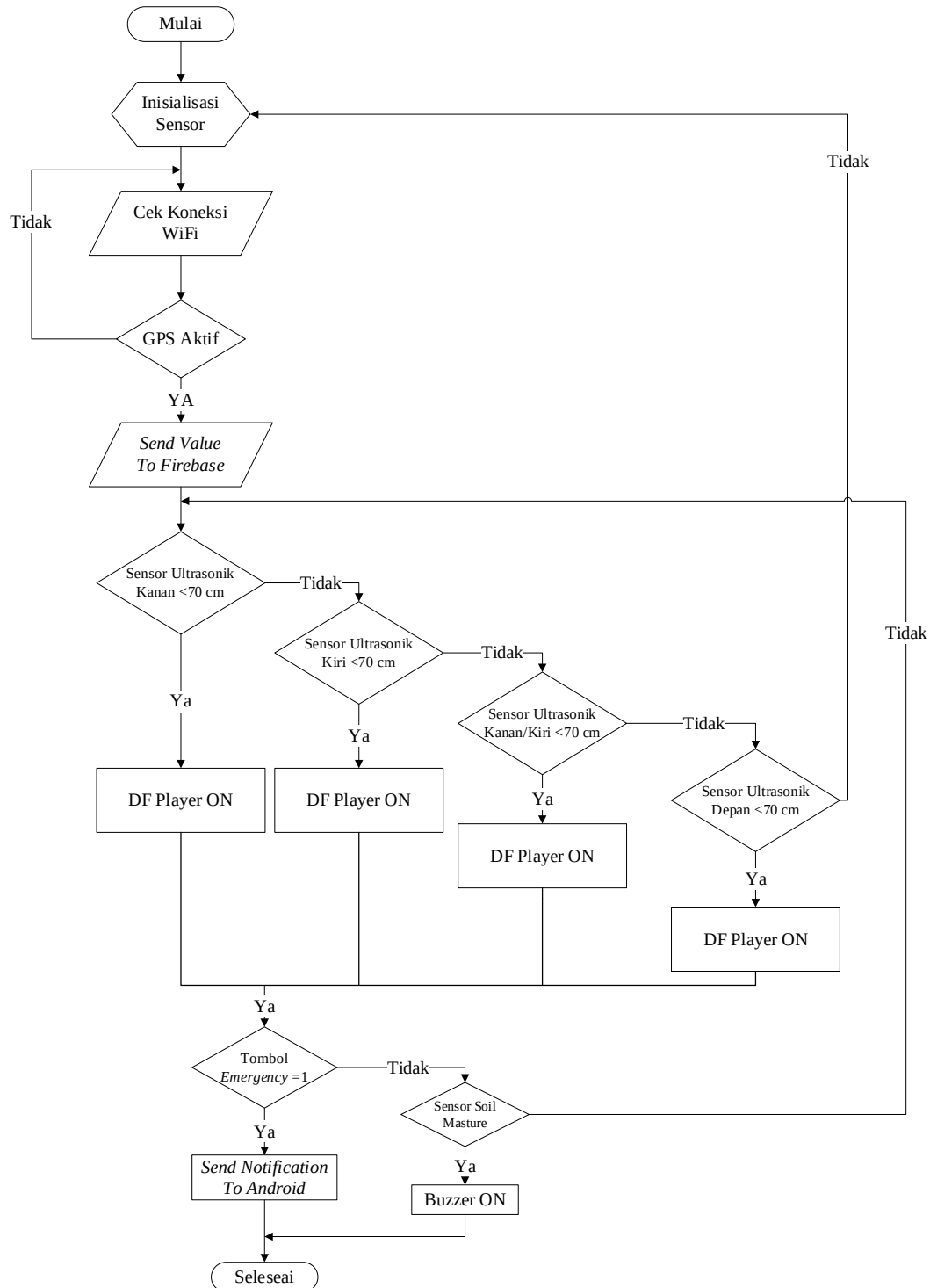
2.3 Blok Diagram Sistem

Proses kerja alat bantu mobilitas tunanetra ini terdiri dari beberapa bagian utama antara lain: perangkat proses berupa arduino nano, ESP32 sebagai proses membaca GPS secara *real time*. Perangkat masukan meliputi: sensor ultrasonik, sensor *soil moisture*, *push button*, GPS Ublox Neo M6. Perangkat komunikasi meliputi: MiFi, google firebase dan android, sedangkan perangkat luaran meliputi *speaker* dan LED.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 2 terdapat perangkat masukan ke arduino nano berupa sensor ultrasonik dan sensor *soil moisture* apabila sensor tersebut aktif maka akan diproses atau dikontrol oleh arduino nano, kemudian akan mengirimkan data ke DF Player Mini untuk menghasilkan luaran suara dari *speaker*. Modul ESP32 terdapat perangkat masukan berupa sinyal GPS dan tombol *emergency*. Data sinyal GPS tersebut dikirimkan ke ESP32 kemudian ke *firebase* menuju ke android. Diagram alir sistem kerja alat seperti pada Gambar 3.

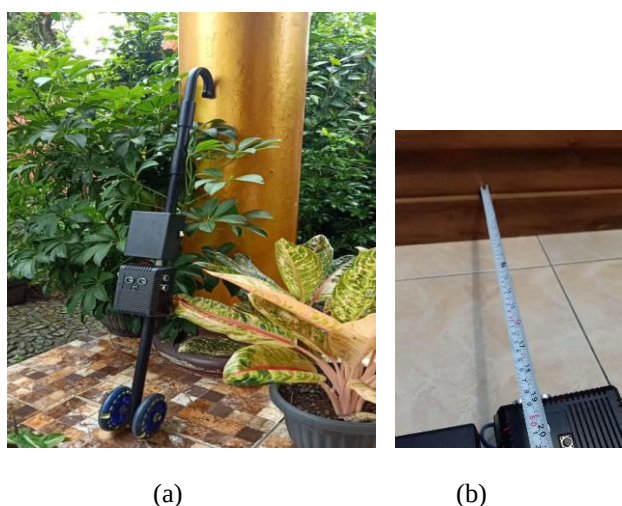


Gambar 3. Diagram alir sistem kerja alat

Pada Gambar 3 menjelaskan cara kerja sistem alat bantu mobilitas tunanetra dan penentu lokasi menggunakan Global Positioning System Tracking berbasis Internet of Things sebagai berikut: Diawali dengan inisialisasi sensor selanjutnya sistem akan cek koneksi wifi untuk memastikan ESP32 sudah terkoneksi ke wifi. Cek GPS aktif untuk mengetahui lokasi alat bantu mobilitas tunanetra secara *real time*, kirim data to *Firestore* untuk mengirimkan data koordinat dari GPS menuju *firebase*. Sensor Ultrasonik berfungsi sebagai pendeteksi halangan diatur pada jarak aman < 70 cm dan sensor *soil moisture* sebagai pendeteksi air. Luaran dari sensor ultrasonik dan sensor *soil moisture* diproses dan dikonversi oleh mikrokontroler menjadi suara, selanjutnya pengguna alat dapat mendengar suara hasil suara konversi dari mikrokontroler ke *speaker* atau *earphone*. Ketika tombol *emergency* ditekan atau bernilai 1 maka sistem akan mengirimkan *notification* titik koordinat lokasi alat ini ke android melalui G-Mail.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa alat bantu mobilitas tunanetra, Gambar 4 (a) dan penentu lokasi menggunakan *global positioning system tracking* berbasis *internet of things* menggunakan 3 buah sensor ultrasonik HC-SR04 dengan masing-masing sensor ultrasonik mendeteksi objek dari jarak 0 – 70 cm, dari hasil pengukuran, sensor ultrasonik bekerja dengan baik dapat mendeteksi halangan sesuai dengan jarak yang telah ditentukan



Gambar 4. (a) Alat bantu bentuk jadi dan (b) pengukuran pengujian jarak

Selain sensor ultrasonik pada alat mobilitas tunanetra ini juga terdapat sensor *soil moisture* yang digunakan untuk mendeteksi adanya genangan air dengan kedalaman air lebih dari 2 cm, data pengamatan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Air

No	Kondisi Sekitar	Suara <i>Speaker</i>
1	Genangan air dengan kedalaman > 2 cm	Bunyi (“Awat ada air”)
2	Kering	Tidak Bersuara

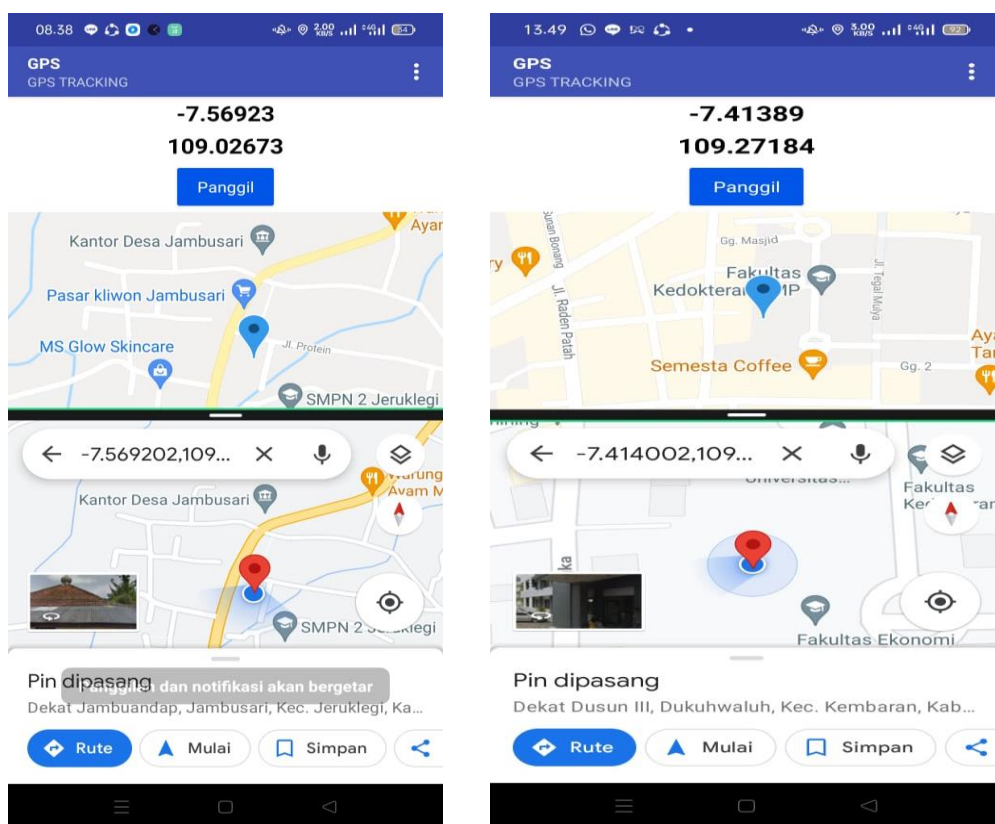
Pengujian ini dilakukan dengan berjalan menggunakan alat bantu mobilitas tunanetra dengan dua kondisi yang berbeda, kondisi pertama berjalan dengan melewati genangan air dan kondisi kedua berjalan tanpa ada genangan air. Adapun indikator berupa suara dapat diaktifkan melalui DF player mini dengan bantuan speaker sesuai dengan perintah program. Pada DF player mini terdapat 10 suara dengan masing-masing kondisi yang berbeda sebagai berikut: Apabila alat ini ON maka suara 9 akan berbunyi dengan kalimat “Alat mobilitas tunanetra telah aktif” menandakan alat bantu mobilitas tunanetra siap digunakan. Apabila sensor ultrasonik kanan mendeteksi halangan < 70 cm, suara 1 akan berbunyi dengan kalimat “di kanan ada halangan” menandakan ada halangan di depan. Apabila sensor ultrasonik depan mendeteksi halangan < 70 cm, suara 2 akan berbunyi dengan kalimat “di depan ada halangan” menandakan ada halangan di sebelah kanan. Apabila sensor ultrasonik kiri mendeteksi halangan < 70 cm, suara 3 akan berbunyi dengan kalimat “di kiri ada halangan” menandakan ada halangan di sebelah kiri. Apabila sensor ultrasonik depan dan sensor ultrasonik kiri mendeteksi halangan < 70 cm secara bersamaan, suara 4 akan berbunyi dengan kalimat “Silahkan belok kanan” menandakan ada halangan di depan dan di sebelah kiri. Apabila sensor ultrasonik kanan dan sensor ultrasonik

kiri mendeteksi halangan < 70 Cm secara bersamaan, suara 5 akan berbunyi dengan kalimat “Silahkan maju” menandakan ada halangan di sebelah kanan dan di sebelah kiri. Apabila sensor ultrasonik depan dan sensor ultrasonik kanan mendeteksi halangan < 70 cm secara bersamaan, suara 6 akan berbunyi dengan kalimat “Silahkan belok kiri” menandakan ada halangan di depan dan di sebelah kanan. Apabila sensor ultrasonik depan, sensor ultrasonik kanan, dan sensor ultrasonik kiri mendeteksi halangan < 70 cm secara bersamaan, suara 7 akan berbunyi dengan kalimat “Silahkan putar balik” menandakan ada halangan di depan, di sebelah kanan dan di sebelah kiri. Apabila sensor soil moisture mendeteksi air dengan kedalaman air > 2cm, maka suara 10 akan berbunyi dengan kalimat “awas ada air”. Apabila menu panggil pada aplikasi kodular ditekan maka suara 9 pada speaker berbunyi dengan kalimat “ada panggilan silahkan pulang sekarang”. Adapun pengujian yang telah dilakukan Df *player mini* bekerja dengan baik dan sesuai dengan suara yang telah diprogram. Pengujian modul GPS dijelaskan pada Tabel 2 dan tampilan lokasi tongkat ada dipihak keluarga terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Pengujian modul GPS bertujuan untuk mengukur keakuratan deteksi lokasi oleh modul GPS dibandingkan dengan deteksi lokasi oleh Google Maps.

Tabel 2. Pengujian Modul GPS

Tempat	Datetime	Latitude (Modul GPS)	Longitude (Modul GPS)	Latitude (Google Maps)	Longitude (Google Maps)	Akurasi
Di Luar Ruang	28-06-2021 08:36	-7.56919	109.02681	-7.569202	109.02680	Akurat
Di Luar Ruang	29-06-2021 13:50	-7.4139	109.27179	-7.4140	109.27180	Akurat

Pada percobaan pertama pengujian GPS di desa Jambusari, kecamatan Jeruklegi, kabupaten Cilacap pada hari Senin tanggal 28 Juni 2021 pukul 08:36, dari hasil pengujian lokasi oleh modul GPS dari luar ruangan didapat hasil perbedaan latitude dan longitude dari modul GPS dan google maps yang tidak beda jauh dari jarak sebenarnya ± 10 m. Pengujian GPS pada percobaan pertama dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Pengujian GPS Percobaan Pertama dan Pengujian GPS Percobaan Kedua

Pada percobaan kedua dilakukan pengujian GPS di depan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto pada hari Selasa tanggal 29 Juni 2021 pukul 13:50, dari hasil pengujian lokasi oleh modul GPS dari luar ruangan didapat hasil perbedaan latitude dan longitude dari modul GPS dan Google Maps yang tidak beda jauh dari jarak sebenarnya ± 10 m. Pengujian GPS pada percobaan pertama dapat dilihat pada Gambar 6.

4. KESIMPULAN

Alat bantu tunanetra berupa tongkat yang dibuat telah bekerja dengan baik dan dapat mendeteksi halangan dengan sesuai rancangan yaitu jarak < 70 cm dengan informasi berupa suara untuk berbelok ke kanan atau kiri sesuai keadaan medan. Alat juga dapat mendeteksi genangan air dan tombol *emergency* dapat berfungsi dengan baik dapat memberitahukan keberadaan koordinat lokasi si pemakai alat bantu ini melalui aplikasi yang telah dibuat yang dapat dipantau melalui *smartphone* keluarga si pemakai alat ini melalui jaringan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://www.harianjogja.com/baca/2016/01/26/penyandang-disabilitas-375-juta-tunanetra-tuntut-hak-bersekolah-684663> (diakses pada tanggal 3 Juli 2021)
- [2] Andreas, W. W. (2016). Tongkat Bantu Tunanetra Pendeteksi Halangan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Ilmiah Go Infotech*, 22(1), 24–30.
- [3] Kamila, A. R. (2019). Rancang Bangun Tongkat Bantu Tunanetra Pendeteksi Penghalang Dan Air. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 4(2), 252–256.
- [4] Supriyadi, T. (2019). Tongkat Pintar Sebagai Alat Bantu Pemantau Keberadaan Penyandang Tunanetra Melalui Smartphone. *Prosiding-Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 181–191.
- [5] Nasution, Syahrul Ardiansyah (2020). Rancang Bangun Sistem Pemandu Ruang Bagi Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Penentu Lokasi Berbasis Atmega2560, Skripsi. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Medan
- [6] Faruk, Z. (2017). Rancang Bangun Alat Bantu Jalan Tunanetra Dengan Tongkat Cerdas Berbasis Arduino. *Institut Teknologi Nasional Malang*
- [7] Agusta, A. R., Andjarwirawan, J., & Lim, R. (2019). Implementasi Internet of Things Untuk Menjaga Kelembaban Udara
- [8] Bachtiar, L. (2020). Pengembangan Teknologi Mobile Untuk Sistem Kasir Rumah Makan Di Kota Sampit Menggunakan Firebase Realtime Database. *Jurnal Teknologi Informasi Universitas Lambung Mangkurat (JTIULM)*, 5(2), 57–66.
- [9] Firza, M. N. (2019). Rancang Bangun Sistem Kendali Kendaraan Darat Tanpa Awak Pendeteksi Ranjau Berbasis IoT (Internet Of Thing). *Politeknik Negeri Sriwijaya*
- [10] Friendly, F. (2019). Rancang Bangun Tongkat Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Gps Tracking Berbasis Mikrokontroler. *Universitas Komputer Indonesia*.

Deteksi Suhu Tubuh Dan Masker Otomatis Dengan Metode Haar Cascade Sebagai Solusi Pencegahan Penularan Covid-19

Miftachul Ulum¹, Moh. Imaduddin², Hanifudin Sukri³, Achmad Fiqhi Ibadillah⁴

Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura

Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

Informasi Makalah

Dikirim, 22 November 2021

Direvisi, 13 Desember 2021

Diterima, 14 Desember 2021

Kata Kunci:

COVID-19,

Deteksi masker,

Haar cascade,

Sensor thermal AMG8833

INTISARI

Pada satu tahun terakhir COVID-19 atau yang lebih dikenal dengan wabah virus korona menyebar ke seluruh dunia termasuk juga Indonesia. Gejala paling umum adalah demam dengan suhu tubuh tinggi. Pemerintah sudah memberi aturan agar saat melakukan aktivitas di luar ruangan untuk menerapkan 5M di mana diantaranya menggunakan masker, guna untuk menghambat penyebaran COVID-19. Hal tersebut yang menjadi dasar untuk membuat suatu alat deteksi suhu tubuh dan masker secara otomatis dengan menggunakan Raspberry Pi sebagai mikrokontroler, pengecekan suhu tubuh dengan sensor AMG8833, kamera dengan metode *haar cascade* untuk mendeteksi masker dan speaker sebagai imbauan pesan suara apabila tidak menggunakan masker dan suhu tinggi $> 38^{\circ}\text{C}$. Hasil pengujian masker dengan *k-fold cross validation* didapatkan akurasi 72% dari 100 data, untuk pengujian jarak optimal di jarak 1 meter, perbandingan pengukuran *thermogun* dengan sensor AMG8833 didapatkan tingkat keberhasilan 75% dari 40 data, untuk pengujian jenis masker dapat mendeteksi hingga tingkat keberhasilan 100% dari 45 data, untuk pengujian aksesoris wajah didapatkan tingkat keberhasilan 75% dari 20 data, untuk pengujian dari berbagai wajah berbeda didapatkan persentase keberhasilan 100% untuk deteksi masker dari 25 data, perbandingan pengukuran *thermogun* dengan sensor AMG8833 didapatkan error 0.6%, akurasi 99.5%, untuk pengujian di luar ruangan didapatkan persentase keberhasilan 100% dengan waktu deteksi yang dibutuhkan cukup lama karena tingkat cahaya yang kurang bagus. Rata-rata waktu deteksi yang dibutuhkan dari seluruh data pengujian adalah 2.50 detik.

ABSTRACT

In the last year, COVID-19 or better known as the corona virus outbreak has spread throughout the world, including Indonesia. The most common symptom is fever with high body temperature. The government has given rules so that when carrying out outdoor activities to apply 5M, including wearing masks, in order to inhibit the spread of COVID-19. This is the basis for making an automatic body temperature detection device and mask using a Raspberry Pi as a microcontroller, checking body temperature with the AMG8833 sensor, a camera with the haar cascade method to detect masks and speakers as a voice message appeal when not using a mask and temperature. height $> 38^{\circ}\text{C}$. The results of mask testing with *k-fold cross validation* obtained an accuracy of 72% with 100 data, for testing the optimal distance at a distance of 1 meter, the comparison of measuring the thermogun with the AMG8833 sensor obtained a success rate of 98.9%, for testing the type of mask it can detect up to a 100% success rate from 45 data, for testing facial accessories, a

Keyword:

COVID-19

Mask detection

Haar cascade

Thermal sensor AMG 8833

success rate of 75% is obtained from 20 data, for testing from various different faces obtained 100% success percentage for mask detection from 25 data, comparison of thermogun measurement with AMG8833 sensor obtained 0.6% error, 99.5% accuracy, for outdoor testing obtained 100% success percentage with required detection time quite a long time because the light level is not good. The average detection time required from the whole test data is 2.50 seconds.

Korespondensi Penulis:

Miftachul Ulum, Moh. Imaduddin, Hanifudin Sukri, Acmad Fiqhi Ibadillah

Program Studi S1 Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura

JL. Raya Telang PO Box 2, Kamal-Bangkalan 69162

Email: miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id, imas638@gmail.com, hanifudinsukri@trunojoyo.ac.id,

fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id

1. PENDAHULUAN

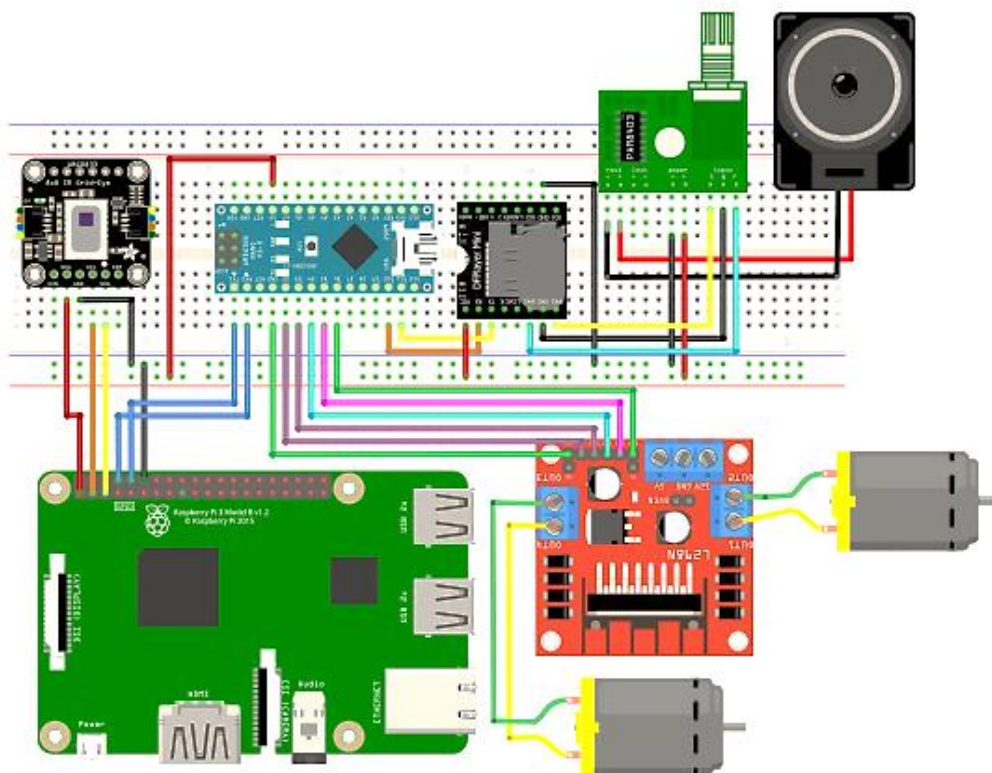
Akhir tahun 2019 merupakan tahun yang mengkhawatirkan bagi seluruh dunia. Hal ini disebabkan munculnya sebuah virus yang dikenal dengan sebutan virus corona (COVID-19). Virus ini sudah menyebar dengan sangat cepat ke penjuru dunia termasuk juga Indonesia. Virus ini berasal dari kota Wuhan di China.[1] Virus ini menginfeksi saluran pernapasan. Dalam beberapa kasus, COVID-19 menyebabkan infeksi ringan, pada kasus lain menyebabkan peradangan parah pada saluran udara. Infeksi COVID-19 menyebabkan gejala seperti flu, batuk, sakit kepala, sakit tenggorokan, dan demam. Orang yang terkena gejala ini dapat pulih dan, lebih buruk lagi, menyebabkan kematian. [2][3] Pemerintah telah mengamanatkan bahwa setiap orang yang keluar rumah harus mematuhi protokol kesehatan, memakai masker, melakukan social atau physical distancing, dan selalu mencuci tangan.[4] Dampak dari wabah COVID-19 hampir terlihat di seluruh sektor kehidupan Indonesia, Aktivitas sosial ditunda dan juga dilarang untuk semaksimal waktu, pelayanan transportasi dikurangi dan diatur oleh pemerintah dengan sangat ketat, pariwisata ditutup, pusat perbelanjaan sepi pengunjung, termasuk juga pada pendidikan, sekolah dan kuliah melakukan sistem online.[5] Ini merupakan langkah strategis yang diambil oleh pemerintah untuk mencegah wabah virus corona yang semakin meluas di Indonesia hari ini.[6]

Pada akhir tahun 2020 Pemerintah sudah memberhentikan PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar) mengingat apabila jika terus berlanjut ekonomi juga akan semakin memburuk. Maka dari itu pemerintah selaku pembuat kebijakan, sudah memberikan sebuah peraturan baru agar setiap orang bisa beraktifitas di luar rumah dan tanpa harus khawatir terpapar virus COVID-19. Salah satu dari peraturan yang sudah dibuat sebelumnya oleh pemerintah adalah bagi setiap orang yang akan keluar rumah diwajibkan mentaati protokol kesehatan, dimana harus menggunakan masker, melakukan jaga jarak antar orang atau physical distancing dan selalu mencuci tangan.[7]

Pengecekan suhu tubuh biasanya dilakukan secara manual menggunakan *thermogun*, hal ini kurang efektif.[8] Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang dapat mendeteksi suhu tubuh dan masker secara otomatis dengan menggunakan Raspberry Pi sebagai mikrokontroler dan memeriksa suhu dengan sensor suhu pada thermal imager AMG8833. Sensor ini bekerja seperti termometer inframerah, mengukur suhu suatu benda tanpa kontak dengan mendeteksi energi inframerah yang dipancarkan. Kamera untuk mengenali topeng menggunakan pemrosesan gambar dengan metode kaskade rambut dan speaker sebagai pesan suara jika tidak menggunakan topeng dan suhu tinggi $> 38^{\circ}\text{C}$. Ini akan sangat membantu mengingat penyebaran Covid-19 sangat cepat.

2. METODE PENELITIAN

Pengukuran suhu tubuh menggunakan sensor AMG8833 dan data akan dikirim ke raspberry pi melalui komunikasi I2C. Untuk mendeteksi masker menggunakan kamera, dimana pada rangkaian terhubung melalui kabel USB. Raspberry pi juga akan berkomunikasi dengan arduino dengan pin RX TX untuk memberi perintah speaker apabila saat proses deteksi suhu tubuh tinggi $> 38^{\circ}\text{C}$, dan saat tidak menggunakan masker. Arduino juga akan menjalankan perintah motor dc untuk membuka *barrier gate* dan memberi akses masuk pada orang yang berhasil terdeteksi menggunakan masker dan suhu normal. Desain dari rangkaian skematik dapat dilihat pada Gambar 1.



Penelitian ini akan menggunakan algoritma *haar cascade* sebagai metode data latih, dan dengan *K-fold cross validation* sebagai metode pengujian. Data latih pada pengujian menggunakan 100 data latih kemudian dibagi menjadi 4 bagian dan dilakukan 4 pengujian. pengujian pertama yaitu adalah untuk melatih data wajah menggunakan masker dari 3 data latih, yaitu pada bagian 1-3 dan sisanya sebagai data uji. Begitu juga untuk pengujian kedua dimana pada bagian 1, 2, dan 4 sebagai data latih dan bagian ke 3 sebagai data uji, dan begitu juga pada pengujian selanjutnya sama seperti sesi sebelumnya secara bergantian. Pada penelitian ini menggunakan 4 *fold cross validation* untuk menentukan nilai k yang optimal, hasil pengujian yang dilakukan kemudian nilainya dirata-rata. Berikut hasil ilustrasi pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ilustrasi pengujian *4-fold cross validation*

	4-fold cross validation			
	(25 Data)	(25 Data)	(25 Data)	(25 Data)
Tes 1	Data latih	Data latih	Data latih	Data uji
Tes 2				
Tes 3	Data latih	Data uji	Data latih	Data latih
Tes 4	Data uji	Data latih		

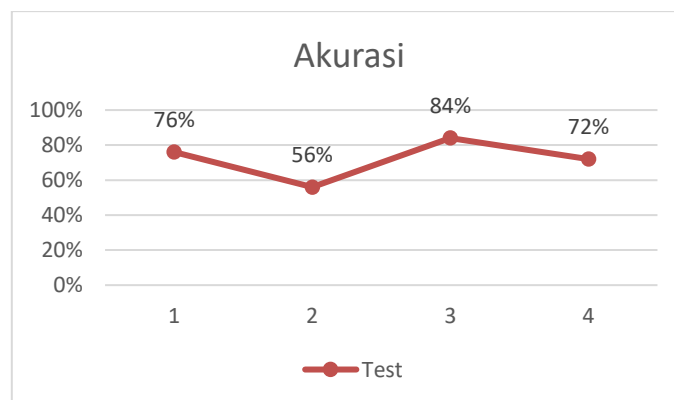
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu berupa rancangan alat deteksi masker dan suhu tubuh. Alat deteksi yang telah dibuat akan dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan dari proses pengoperasian sampai bisa mendeteksi suhu tubuh dan masker dengan baik. Alat deteksi memiliki spesifikasi tinggi 150cm, panjang dan tinggi barrier gate 130x100cm. Gambar 2 menunjukan hasil dari perancangan alat deteksi suhu tubuh dan masker :



Gambar 1. Hasil perancangan alat

Seperti yang disebutkan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah alat yang bisa mendeteksi suhu tubuh dan masker secara otomatis. Sebelum melakukan pengujian kepada alat, dilakukan pengujian data latih terlebih dahulu dengan *k-fold cross validation* untuk mengetahui parameter *k* yang optimal. Gambar 3 menunjukkan grafik hasil dari pengujian yang telah dilakukan, maka dari gambar tersebut didapatkan nilai presentase keberhasilan paling tinggi pada parameter $k=3$ yaitu 84%. Dari keempat hasil pengujian kemudian dijumlah dan dibagi banyak data untuk mengetahui nilai rata-rata, dan didapatkan nilai rata-rata adalah 72%.

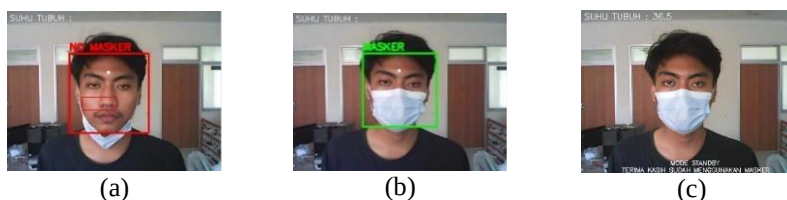


Gambar 2. Hasil grafik 4-fold cross validation

3.1 Pengujian Pengambilan Data

Proses ini mencakup dari pengambilan data suhu tubuh dari sensor AMG8833 dan masker dari kamera. Sensor AMG8833 merupakan sensor array yang memiliki spesifikasi piksel 8x8, total data dalam format array adalah 64 nilai. Setiap piksel pada gambar thermal akan mewakili suhu dalam himpunan piksel di kamera. Maka dari itu, kamera akan di atur menggunakan 320x240 piksel, agar tidak terlalu jauh dari piksels sensor yang digunakan. Akan tetapi piksel yang tercakup gambar thermal hanyalah 240x240 memiliki skala dari dua gambar tersebut antara gambar thermal dan kamera, sehingga akan menangkap sudut gambar yang sama. Gambar yang dipotong 240x240 piksel akan diproses di bagian tengah pada stream video dan mengabaikan sisi kanan dan kiri piksel x sebanyak 40x40 piksel. Gambar (a) menunjukkan saat wajah terdeteksi tidak menggunakan masker, di tandai dengan kotak berwarna merah dengan tulisan "NO MASKER". Pada proses ini suhu tidak akan ditampilkan, speaker akan berbunyi untuk memberikan himbauan agar segera

menggunakan masker. Gambar (b) menunjukkan saat wajah terdeteksi menggunakan masker, ditandai dengan kotak warna hijau dengan tulisan “MASKER”. Terdapat sebuah titik putih pada bagian dahi wajah saat proses deteksi, hal ini merupakan sebuah piksel dari sensor AMG8833 untuk mengambil data suhu tepat di area dahi wajah. Suhu tubuh akan ditampilkan pada gambar (c), proses ini merupakan mode *standby*. Dimana pada mode ini proses deteksi tidak akan berlangsung hanya berupa stream video yang ditampilkan dan juga nilai suhu tubuh, hingga barrier get selesai beroperasi dan memberikan akses jalan. Mode ini sangat penting, karena agar tidak terjadinya penumpukan data yang dikirim ke raspberry pi. Pada gambar 4 menunjukan proses deteksi masker.



Gambar 3. Proses deteksi

3.2 Pengujian Jarak Deteksi Suhu Tubuh Dan Masker

Pada pengujian jarak deteksi bertujuan untuk mengukur jarak maksimal yang dapat dideteksi oleh alat deteksi dengan menggunakan masker, suhu dari sensor juga akan dibandingkan dengan alat thermogun guna untuk mengetahui tingkat error dan akurasi yang dihasilkan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Error} = \frac{\text{Suhu thermogun} - \text{suhu sensor}}{\text{suhu thermogun}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Suhu thermogun}}{\text{suhu sensor}} \times 100 \quad (2)$$

Tabel 2. Pengujian jarak deteksi

Jarak (m)	Sensor (°C)	Thermogun (°C)	Error (%)	Akurasi (%)	Waktu deteksi (s)	Status
0.5	37.2	36.6	1.6	98.4	1.80	Masker
1	36.5	36.6	0.2	99.8	1.34	Masker
1.5	-	-	-	-	-	Tidak terdeteksi
Rata-rata			1.3	98.7	1.57	

3.3 Pengujian Jenis Masker

Pengujian jenis masker yang berbeda bertujuan apakah alat deteksi bisa mendeteksi masker meskipun menggunakan masker yang berbeda warna atau berbeda bentuk masker. Pada pengujian ini dilakukan pada jarak deteksi 1 meter. dari hasil pengujian jenis masker berbeda, kamera bisa mendeteksi wajah meskipun menggunakan masker yang berbeda warna maupun bentuk masker, akan tetapi waktu deteksi yang dibutuhkan berbeda-beda. Waktu deteksi paling lama pada saat menggunakan masker hitam, yaitu 3,38 dengan nilai suhu 36,1°C. hal ini disebabkan karena pada proses deteksi terjadinya *back light*. Piksel yang di gunakan juga rendah hanya 320x240 piksel, oleh karena itulah kamera sulit mendeteksi saat menggunakan masker warna hitam.

Tabel 3. Pengujian jenis masker

Jenis masker	Sensor (°C)	Waktu deksi (s)	Status
Masker medis	36,5	1,24	Masker
Masker hitam	36,1	3,38	Masker
Masker ungu	36,2	2,20	Masker
Masker putih	36,2	1,74	Masker
Masker hijau	36,7	1,49	Masker
Masker merah	35,7	2,10	Masker
Masker abu-abu	36,5	1,90	Masker
Masker motif batik	36,2	1,40	Masker
Masker tipe kn95	36,2	2,88	Masker

3.4 Pengujian Aksesoris Wajah

Pengujian menggunakan aksesoris wajah dengan masker medis dilakukan pada jarak 1 meter saat proses deteksi. Dari semua hasil pengujian, kamera bisa mendeteksi masker meskipun menggunakan aksesoris yang berbeda, akan tetapi waktu deteksi yang dibutuhkan beragam, waktu paling lama pada saat menggunakan face shield yaitu 2,88 detik dan nilai suhu yang dihasilkan 36,5°C.

Tabel 4. Pengujian aksesoris wajah

Jenis aksesoris	Sensor (°C)	Waktu deteksi (s)	Status
Face shield	36,5	2,88	Masker
Kacamata biasa	36,2	1,24	Masker
Kacamata hitam	36,2	1,68	Masker
Topi	36,3	1,44	Masker

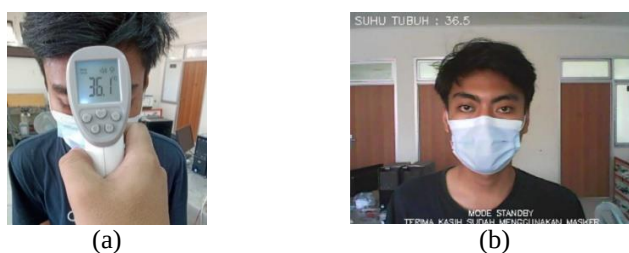
3.5 Pengujian Dari Berbagai Sampel Wajah

Pengujian selanjutnya merupakan pengujian dari berbagai sampel wajah yang berbeda yang bertujuan untuk mengetahui keakuratan dari alat yang sudah dibuat. Dilakukan pengujian deteksi sebanyak 25 pengujian dan dilakukan pada jarak 1 meter. Suhu dari sensor akan dibandingkan dengan alat thermogun, menggunakan rumus persamaan (1) dan persamaan (2). Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata error 0,6%, akurasi 99,4%, waktu deteksi 1,9 detik dan seluruh pengujian terdeteksi masker.

Tabel 5. Pengujian dari sampel wajah berbeda

Deteksi wajah	Sensor (°C)	Thermogun (°C)	Error (%)	Akurasi (%)	Waktu deteksi (s)	Status
1	36,5	36,1	1,1	98,9	1,34	Masker
2	37,2	36,5	1,9	98,1	3,90	Masker
3	36,7	36,8	0,2	100	2,56	Masker
4	37,0	37,0	0,0	100	1,94	Masker
5	37,0	36,7	0,8	99,1	2,33	Masker
6	36,1	36,2	0,2	100	1,05	Masker
7	36,6	36,2	1,1	98,9	1,17	Masker
8	36,7	36,5	0,5	99,4	2,20	Masker
9	36,7	36,2	1,3	98,6	2,44	Masker
10	36,2	36,4	0,5	100	1,90	Masker
11	37,0	36,5	1,3	98,6	1,44	Masker
12	35,7	35,9	0,5	100	1,79	Masker
13	36,7	36,7	0,0	100	1,26	Masker
14	37,0	36,8	0,5	99,4	2,04	Masker
15	36,7	36,8	0,2	100	1,73	Masker
16	37,0	36,1	2,4	97,6	2,10	Masker
17	36,7	36,5	0,5	99,4	1,40	Masker
18	36,4	36,6	0,5	100	2,57	Masker
19	36,7	36,6	0,2	99,7	1,89	Masker
20	36,5	36,7	0,5	100	1,37	Masker
21	36,7	36,9	0,5	100	1,59	Masker
22	36,7	36,6	0,2	99,7	1,76	Masker
23	36,5	36,7	0,5	100	2,00	Masker
24	36,2	36,4	0,5	100	1,82	Masker
25	36,5	36,3	0,5	99,4	2,20	Masker
Rata-rata			0,6	99,4	1,9	

Gambar 5 (a) munjukan hasil dari deteksi manual dengan menggunakan *thermogun*. Dilakukan pengecekan suhu tubuh di area dahi dan didapatkan nilai suhu 36.1°C. Gambar 5 (b) menunjukan hasil proses deteksi dengan alat yang sudah berhasil dibuat. Dilakukan deteksi suhu tubuh yang diambil data dari sensor thermal AMG8833 di area dahi dan didapatkan nilai suhu 36.5°C. Pada saat proses deteksi, dilakukan dengan menggunakan masker medis pada jarak 1 meter.



Gambar 4. Hasil Deteksi

3.6 Pengujian di Luar Ruangan

Pengujian diluar ruangan juga bertujuan agar mengetahui alat deteksi yang sudah dibuat bisa mendeteksi wajah menggunakan masker meskipun dari situasi yang berbeda, seperti pada saat diluar ruangan. Pengujian ini dilakukan pada jarak 1 meter dengan menggunakan masker medis. Hasil dari pengujian ini membutuhkan waktu lebih lama dari biasanya yaitu diatas 3 detik, waktu paling lama pada pengujian ke 4 yaitu hingga 7,26 detik. hal ini bisa disebabkan karena saat proses deteksi diluar ruangan terjadinya cahaya back light, piksel yang digunakan juga rendah, sehingga kamera sulit mendeteksi wajah apakah sudah menggunakan masker atau tidak.

Tabel 6. Pengujian diluar ruangan

No	Sensor (°C)	Waktu deteksis)	Status
1	36,5	4,86	Masker
2	36,7	5,30	Masker
3	36,2	5,69	Masker
4	36,5	7,26	Masker
5	35,5	5,53	Masker

4. KESIMPULAN

Hasil dari perancangan alat yang telah dibuat dapat mendeteksi jarak hingga 2 meter untuk deteksi tidak menggunakan masker dan pada jarak 1 meter saat menggunakan masker. Optimal deteksi alat ini diatur berada pada jarak 1 meter untuk pengambilan data masker dan suhu tubuh. Pengujian masker menggunakan metode *haar cascade* dengan pengujian *4-fold cross validation* didapatkan nilai rata-rata akurasi 72%, untuk pengujian sensor AMGG8833 didapatkan persentase eror 1,3% dan akurasi 98,7%. Hasil pengujian jenis masker secara keseluruhan dapat mendeteksi masker meskipun wajah menggunakan jenis dan warna masker yang berbeda, untuk pengujian aksesoris wajah juga sama yaitu bisa mendeteksi wajah menggunakan masker meskipun menggunakan aksesoris. Penggunaan aksesoris dan masker tidak terlalu berpengaruh secara signifikan pada proses deteksi. Dikarenakan apabila wajah masih bisa dikenali oleh kamera, wajah akan bisa dideteksi masker meski waktu deteksi yang dibutuhkan berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. N. Saud, A. Humairi, and A. Aiman, "Opportunities and challenges for the building monitoring systems in the age - pandemic of COVID - 19 : Review and prospects," *Innov. Infrastruct. Solut.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–10, 2021.
- [2] J. T. Elektro, P. Kodiklat, and A. Darat, "RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI SUHU TUBUH OTOMATIS DENGAN IMAGE PROCESSING," 2020.
- [3] D. Rina, P. S. Informatika, and U. Nasional, "PENCEGAHAN PENYEBARAN VIRUS CORONA DI BANDARA," vol. 5, no. 1, pp. 94–100, 2020.
- [4] S. Singh, U. Ahuja, and M. Kumar, "Face mask detection using YOLOv3 and faster R-CNN models : COVID-19 environment," pp. 19753–19768, 2021.
- [5] S. Ralang hartati, "Bersama Melawan Virus Covid 19 di Indonesia," vol. 7, no. 6, 2020.
- [6] A. Purwanto, M. Asbari, M. Fahlevi, and A. Mufid, "Impact of Work From Home (WFH) on Indonesian Teachers Performance During the Covid-19 Pandemic : An Exploratory Study," vol. 29, no. 5, pp. 6235–6244, 2020.
- [7] P. Studi, T. Informatika, F. T. Informasi, U. B. Luhur, R. Pi, and O. Detection, "RANCANG BANGUN NEW NORMAL COVID-19 MASKER DETEKTOR DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM BERBASIS," vol. 25, no. 2, pp. 77–84, 2020.
- [8] R. Arif, K. Santoso, and D. S. Wibawa, "Rats Development of Contactless Thermal Detector for Animal : Comparison of Three Sensor Types," vol. 12, no. Icvacs 2020, pp. 25–28, 2021.

Implementasi *Internet Of Things* Untuk *Monitoring* Kualitas Air Secara *Realtime* Pada Utilities PT.Kilang Pertamina Internasional Cilacap Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp 32

Rudi Khaerudin¹, Itmi Hidayat Kurniawan²

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 20 Agustus 2021
Direvisi, 27 Agustus 2021
Diterima, 27 Agustus 2021

Kata Kunci:

Internet of things,
NodeMcu ESP 32,
Cloud Firebase,
Kualitas air

Keyword:

Internet of things,
NodeMcu ESP 32,
Cloud firebase,
Water Quality

INTISARI

Pada sektor industri pengilangan minyak kebutuhan air sangat dibutuhkan sebagai air umpan pada ketel uap. Pada sektor ini air memiliki berbagai macam fungsi diantaranya untuk diubah menjadi uap sebagai pemutar turbin dalam pembangkitan energi listrik. Beberapa parameter yang penting terhadap untuk air umpan ketel uap antara lain pH, konduktivitas, kesadahan, kandungan silika, dan kandungan fosfat. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan menganalisis dari pengambilan sampel air umpan ketel uap sampai analisa laboratorium untuk mendapatkan hasil *monitoring* suhu, pH, konduktivitas/TDS air secara *realtime*. Untuk mencapai variabel – variabel tersebut maka terciptalah sistem *internet of things* untuk *monitoring* kualitas air secara *realtime* berbasis mikrokontroler NodeMcu ESP 32, hasil pembacaan data tersebut ditampilkan pada layar oled ssd 1306 0,96” serta dikirimkan ke *database cloud firebase* yang terintegrasi oleh melalui jaringan internet kemudian dapat dilihat melalui aplikasi *android* yang diakses melalui *smartphone* dari jarak jauh. Hasil dari pengujian sistem kemudian dibandingkan dengan alat ukur yang telah terstandarisasi. Dari pengambilan 5 sampel pengujian didapatkan bahwa hasil yang cukup baik dari pengecekan 5 jenis sampel air 4 diantaranya memiliki prosentase error kurang dari 5 %, sedangkan rata-rata prosentase error tertinggi pada saat melakukan pengukuran konduktivitas/TDS air jenis *softener water* yakni 25,04 % .

ABSTRACT

In the oil refining industry sector, water needs are needed as feed water in steam boilers. In this sector water has various functions including to be converted into steam as a turbine player in the generation of electrical energy. Some parameters that are important for steam boiler feed water include pH, conductivity, hardness, silica content, and phosphate content. This study aims to observe and analyze from the sampling of steam boiler feed water to laboratory analysis to obtain the results of temperature monitoring, pH, conductivity / TDS water in real time, To achieve these variables then created an internet of things system for realtime water quality monitoring based on NodeMcu ESP 32 microcontroller, the results of the data reading are displayed on the oled ssd screen 1306 0.96" As well as being sent to the firebase cloud database integrated by the internet network can then be viewed through android applications accessed via smartphone remotely. The results of the system testing are then compared to standardized measuring instruments. From the collection of 5 test samples, it was found that the results were quite good from checking 5 types of water samples 4 of which had a percentage of errors of less than 5%, while the average percentage of error was highest when taking conductivity / TDS measurements of water softener water type which is 25.04%.

Korespondensi Penulis:

Rudi Khaerudin
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuhwaluh, Purwokerto, 53182
Email: rudikhaerudin1995@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pada sektor industri kebutuhan air ini sangat penting, salah satunya adalah sebagai umpan balik pada boiler ketel uap. Pada sector ini air memiliki berbagai macam fungsi diantaranya untuk menghasilkan uap sebagai pemutar turbin dalam pembangkitan energi listrik. Akan tetapi sebelum digunakan air ini harus diuji terlebih dahulu dengan berbagai parameter antara lain pH. Konduktivitas, kesadahan, kandungan silika, dan kandungan fosfat. Maka dari itu dibuatlah penelitian dengan judul “Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Menggunakan Elektrolisis Dan Konduktivitas Berbasis Arduino Uno “ dimana Elektrolisis, konduktivitas dan TDS (*Total Disolved Solid*) adalah salah satu parameter dalam menentukan kualitas suatu air minum dengan memanfaatkan daya hantar listrik yang terdapat pada air yang kemudian diolah dalam arduino uno dan ditampilkan hasilnya pada LCD. [3]

Dalam pengukuran kualitas memiliki beberapa kelebihan dimana dalam memonitoring dilakukan secara sederhana dengan menggunakan ATmega 32 yang ditampilkan pada LCD 16x2, akan tetapi pada pengukuran kualitas air hanya memiliki 2 parameter yaitu konduktivitas dan suhu pada air dan sistemnya pun belum menggunakan sistem IoT [2]

Monitoring kualitas keasaman, kekeruhan dan suhu air sangat penting dilakukan untuk mengetahui baik buruknya kualitas air. Pada penelitiannya mengukur 3 parameter pH, kekeruhan air, dan suhu pada air dan dimonitoring dengan menggunakan *thingspeak* yang dimana *thingspeak* ini memiliki update data yang kurang *real-time* karena data hanya dapat di update setiap 15 detik.[1]

Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dan memonitoring secara *realtime* berbasis mikrokontroler, sebagai alternatif yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja IPAL dengan bantuan mikrokontroler sebagai sistem pengendali, kemudahan dalam pengoperasian dan biaya tidak mahal serta mempermudah dalam pemantauannya melalui teknologi *InternetOfThings*. [4]

2. METODE PENELITIAN

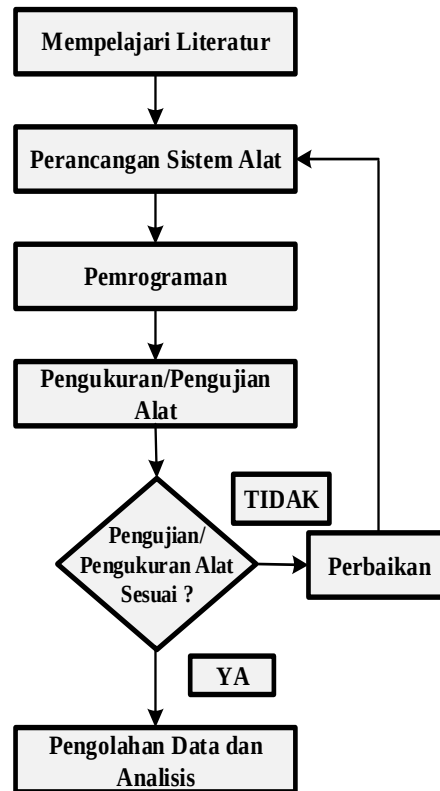
Metode Penelitian yang digunakan yaitu eksperimen dengan mengembangkan deteksi kualitas air berdasarkan suhu, sifat tingkat keasaman dan jumlah zat padat terlarut yang berbasis mikrokontroler NodeMcu ESP 32 dan nantinya akan terintegrasi dengan aplikasi android. Pada pengukuran suhu menggunakan sensor suhu ds18b20. Sensor digital ini memiliki rentang pengukuran suhu -55 °C –150 °C. Untuk pengukuran tingkat keasaman air menggunakan sensor pH meter E-4502C, untuk jumlah zat padat terlarut menggunakan sensor konduktivitas. Karakterisasi ke tiga sensor yaitu dengan cara memasukan bagian sensor tersebut kedalam larutan agar dapat dilihat seberapa besar nilai keluarannya. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan beberapa sampel air .

Tabel 1. Daftar sampel air larutan pengujian

NO	Jenis Sampel
1	Drinking Water
2	Softener Water
3	Blowdown Boiler Water
4	Product Water SWD
5	Cooling Water

2.1. Alur Penelitian

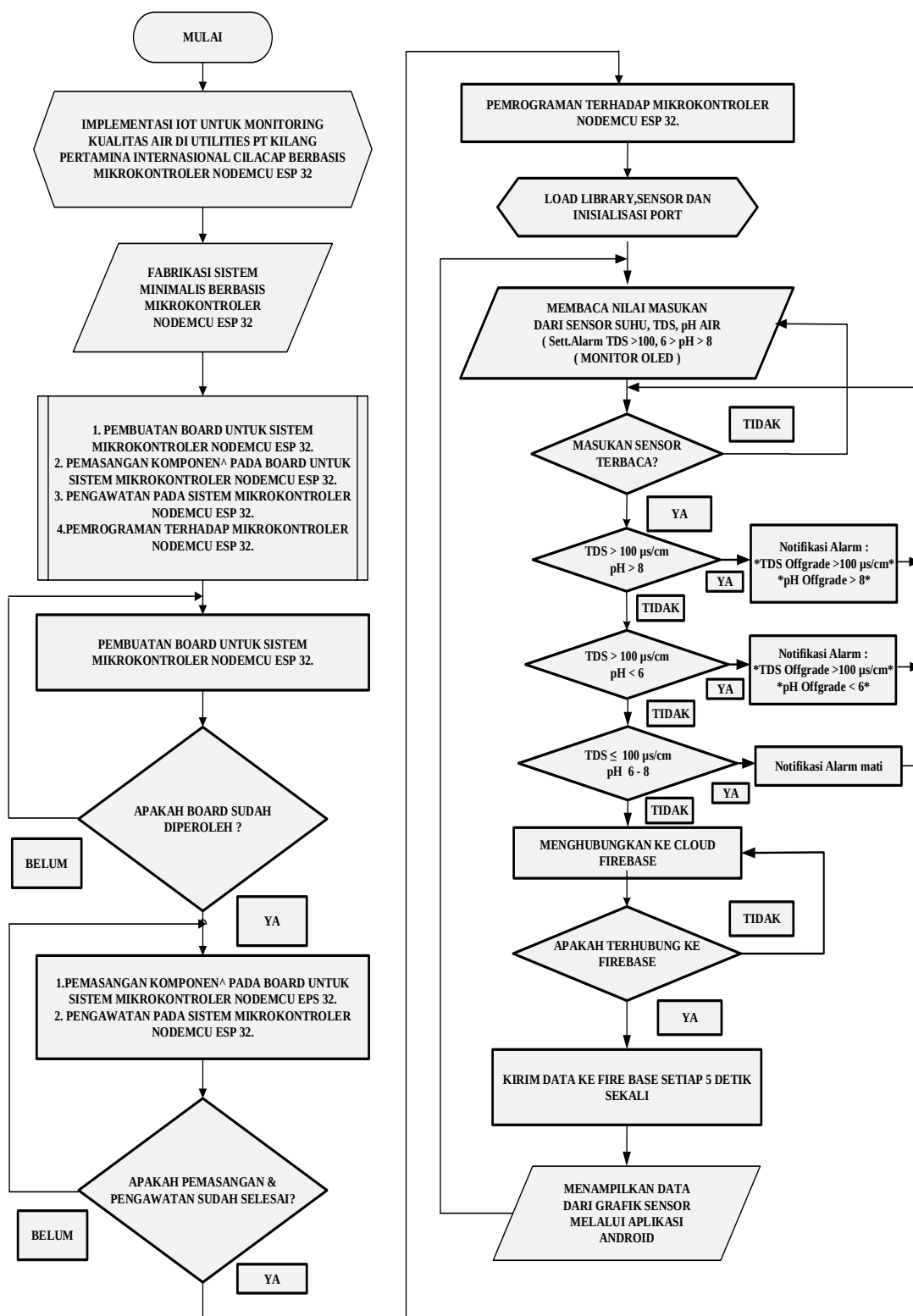
Alur penelitian dalam melakukan Implementasi IOT untuk monitoring kualitas air secara *realtime* pada Utilities PT.Kilang Pertamina Internasional Cilacap berbasis mikrokontroler Node MCU ESP32 meliputi kegiatan yang akan dilakukan tertulis seperti pada Gambar 1 :



Gambar 1. Alur Penelitian

2.2. Flowchart Sistem

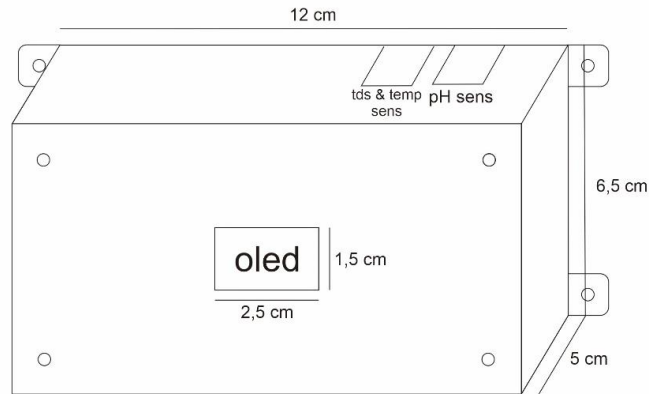
Alat dapat berfungsi dengan baik harus memiliki acuan pada sistemnya dengan menggunakan *flowchart* sistem. Pada penelitian ini *flowchart* sistem yang digunakan sebagai berikut 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem

2.3. Perancangan Perangkat Keras

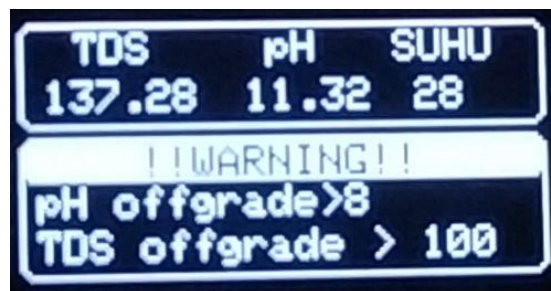
Box perangkat berfungsi untuk merapikan setiap komponen pada Alat di desain dengan rapi untuk mempermudah meletakkan sensor pada *drip chamber*. Seperti Gambar 3. berikut.



Gambar 3. Desain Box Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengujian rangkaian dan perancangan alat maka diperoleh hasil seperti Gambar 4. dan Gambar 5. Berikut.



Gambar 4. Tampilan Monitoring Pada Alat



Gambar 5. Bentuk dan Tampilan Alat

3.1. Hasil Pengujian Dan Analisa Sistem

Pada Pembuatan perangkat keras menggunakan beberapa komponen yang disusun sesuai dengan perencanaan yang dibuat oleh penulis, penyusunan komponen dilakukan secara manual dengan menghubungkan antar komponen menggunakan pin kontak yang tersedia pada komponen, Sensor yang digunakan pada saat kalibrasi sebanyak tiga buah yaitu, sensor suhu ds18b20, sensor TDS V 1.0 dan sensor pH E-4502C. Sensor-sensor tersebut nantinya akan diletakan dalam satu kotak yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler NodeMcu ESP 32. Besar kesalahan relatif sensor dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Error (\%) = \frac{(PS - PL)}{PL} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan persamaan (3.1) :

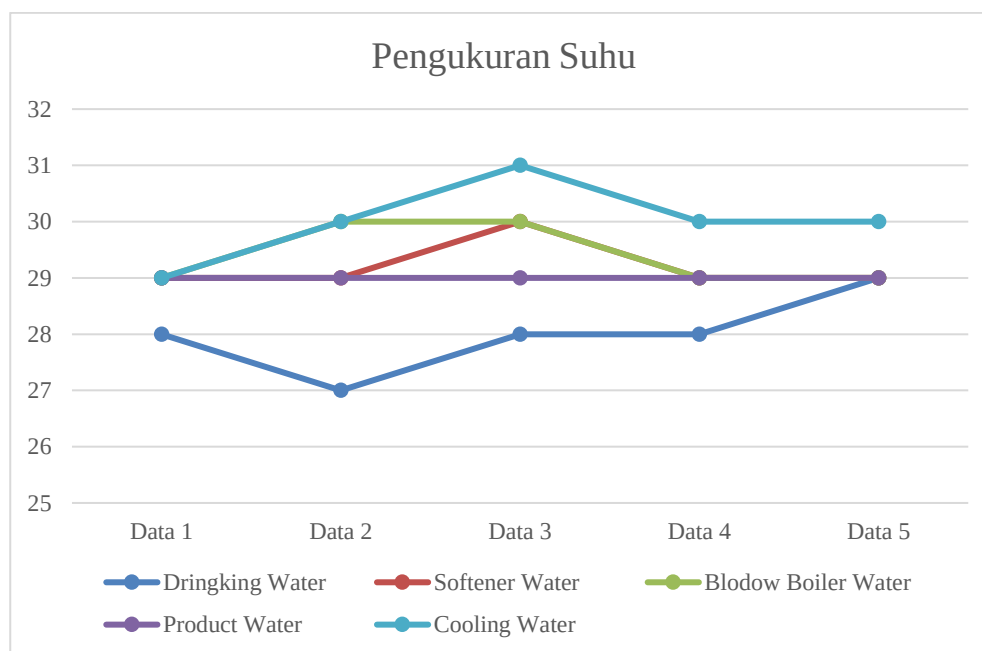
Error : Kesalahan relatif (%)

PS : Pembacaan nilai pada sensor yang digunakan

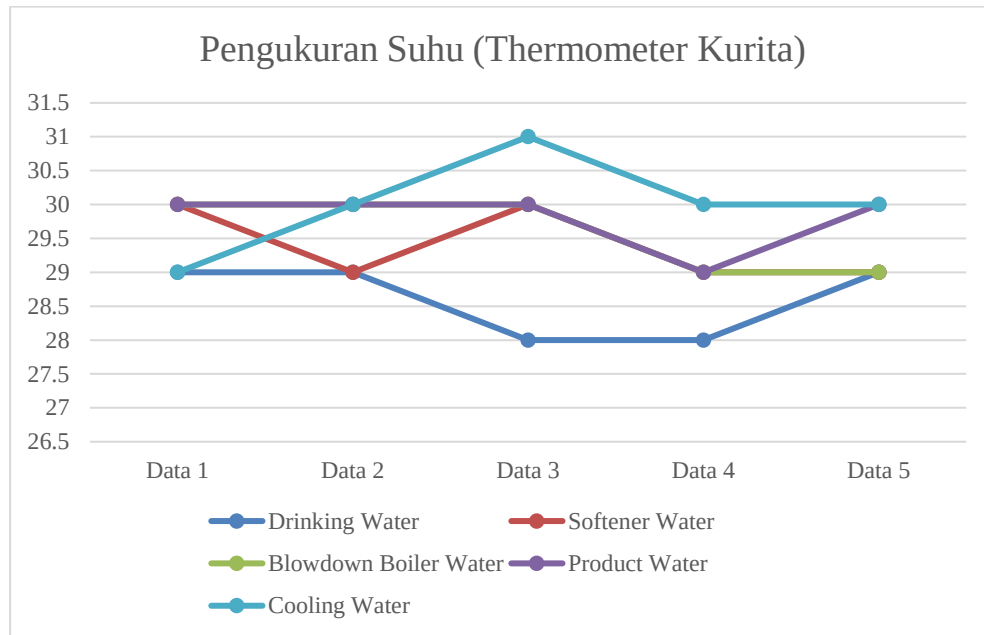
PL : Pembacaan nilai sebenarnya atau yang telah di uji menggunakan alat laboratorium.

3.1.1. Sensor Suhu

Pada karakterisasi sensor suhu ds18b20 dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran sensor (nilai digital) dengan nilai pada termometer air merek kurita. Baik keluaran pada sensor maupun pada termometer memiliki satuan celcius (°C). Hasil pengukuran dirangkum pada gambar 6 dan 7 Kesalahan relatif pengukuran dihitung menggunakan persamaan (3.1) sehingga diperoleh grafik pada gambar 3.5 Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kesalahan relatif pengukuran maksimum yaitu sebesar 6,89 % serta pada gambar 7 dari grafik tersebut dapat dilihat untuk rata-rata kesalahan relative pengukuran maksimum yaitu sebesar 2,75 %.

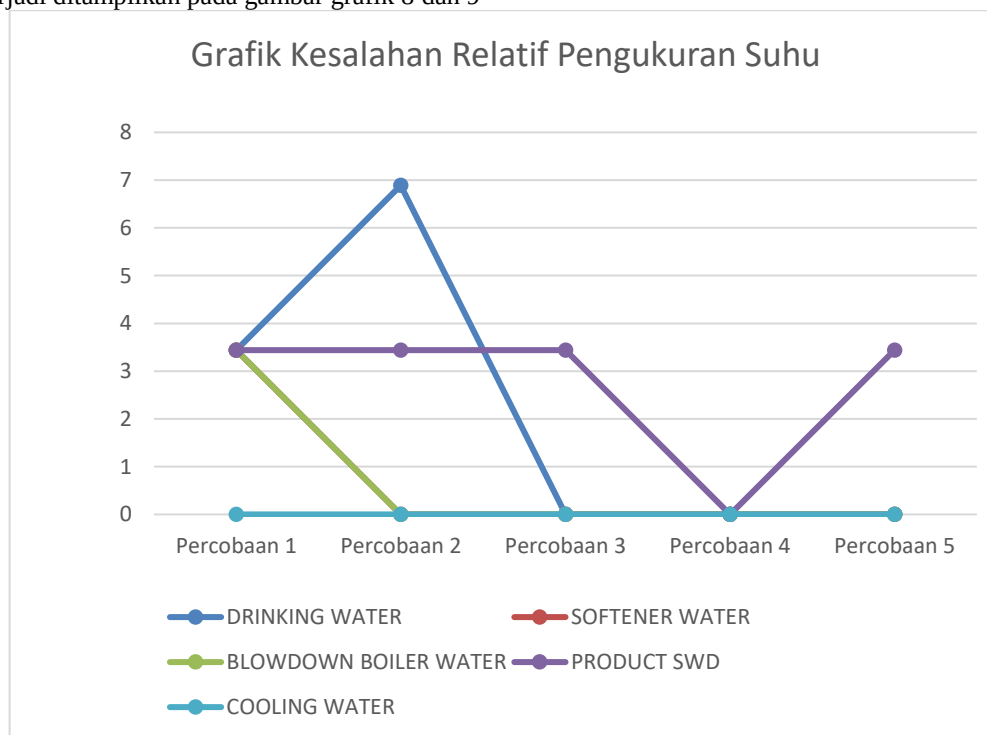


Gambar 6. Grafik pengukuran suhu dengan menggunakan alat

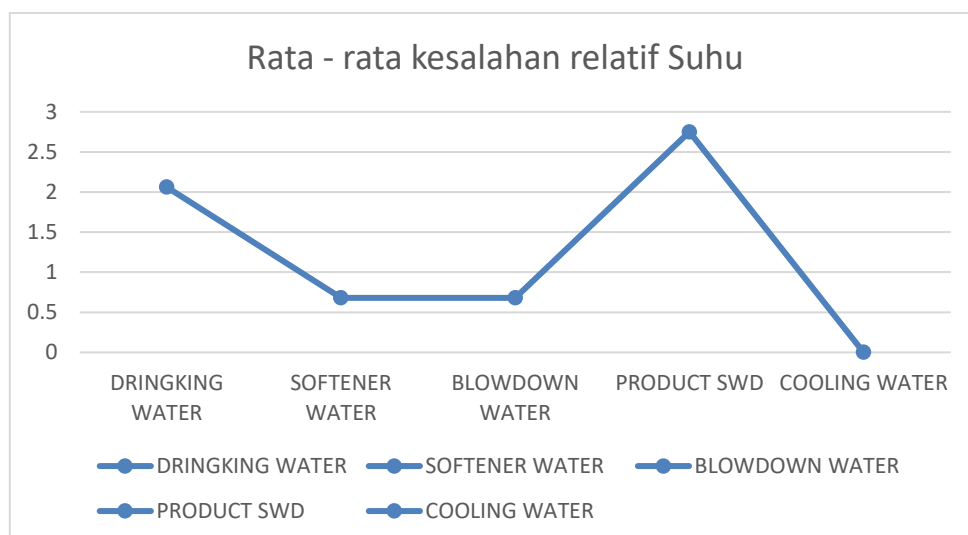


Gambar 7. Grafik Pengukuran suhu dengan menggunakan Thermometer Kurita

Dari grafik pengukuran suhu dengan alat dan dengan pengukuran suhu dengan thermometer kurita terdapat perbedaan data yang tidak begitu tinggi dengan selisih yang tidak begitu banyak. Persen data error yang terjadi ditampilkan pada gambar grafik 8 dan 9



Gambar 8. Grafik hubungan nilai kesalahan relatif terhadap keluaran sensor suhu



Gambar 9. Grafik hubungan nilai rata-rata kesalahan relatif terhadap keluaran sensor suhu

3.1.2. Sensor Ph

Untuk mendapatkan nilai pH dengan skala 0 – 14 perlu dilakukan pengkalibrasian atas besaran tegangan yang dihasilkan oleh sensor pH. Cara pengkalibrasiannya dilakukan dengan skala berbanding antara tegangan dengan larutan yang telah memiliki nilai pH pasti. Pada proses ini peneliti menggunakan pH buffer dengan nilai 4,01 sebagai larutan asam dan buffer pH bernilai pH 6,86 sebagai larutan netral.

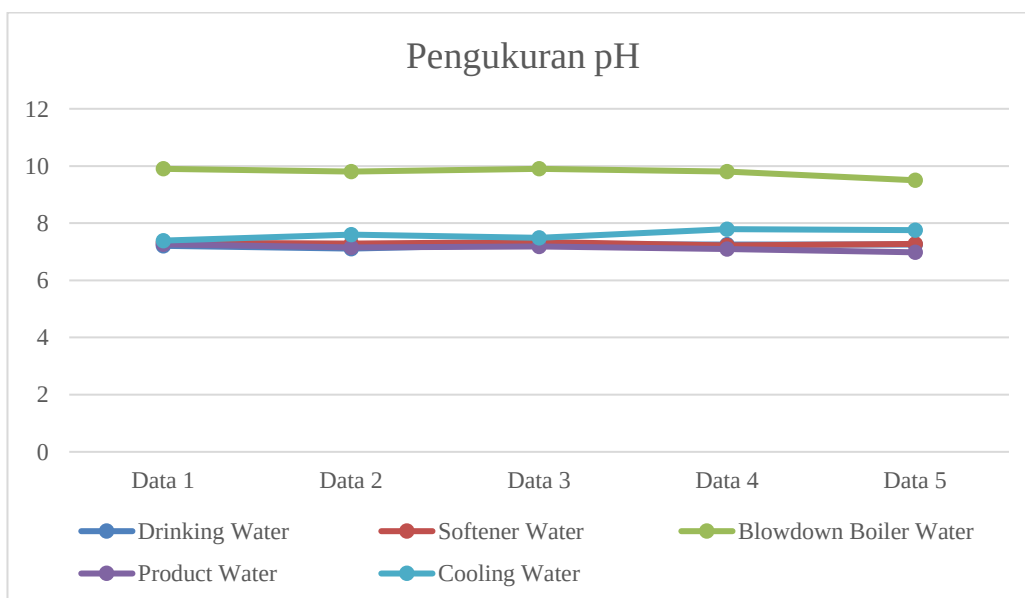
a. Proses Kalibrasi Sensor PH E-4502C

Pada proses kalibrasi sensor untuk mendapatkan nilai tegangan pH dengan menggunakan larutan pH bernilai 4,01 sebagai asam dan 6,86 sebagai netral. Rentang nilai analog yang dihasilkan sensor pH E-4502C sebesar 0 – 1024 dan rentang nilai tegangan yang dicari antara 0 – 5 volt. Rumus konversi perhitungan yang digunakan adalah :

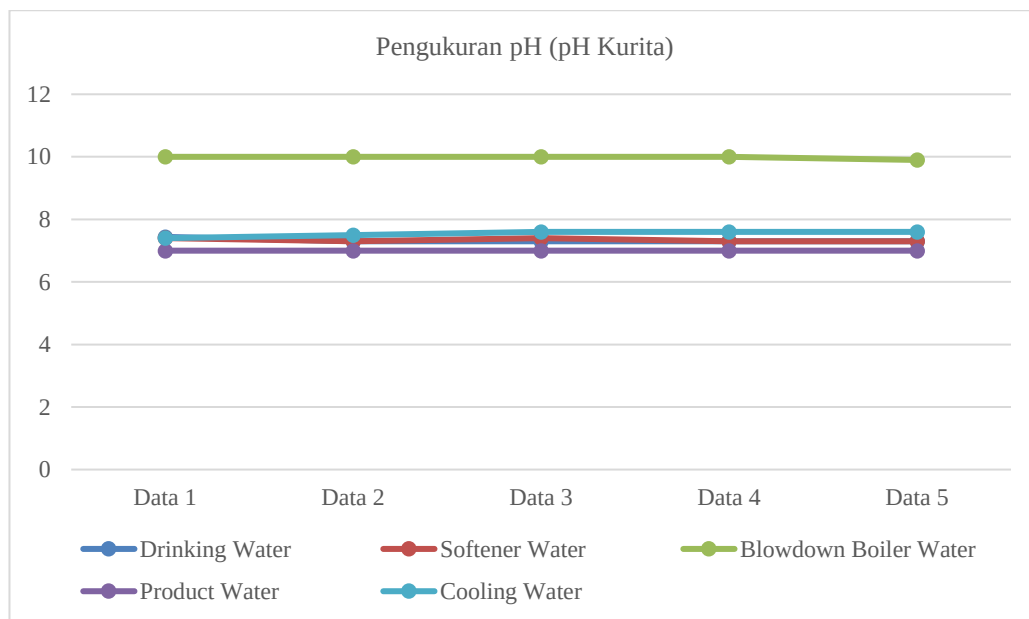
$$\text{Tegangan pH} = \text{Analog} \times (5.0/1024) \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan Persamaan (3.2) :

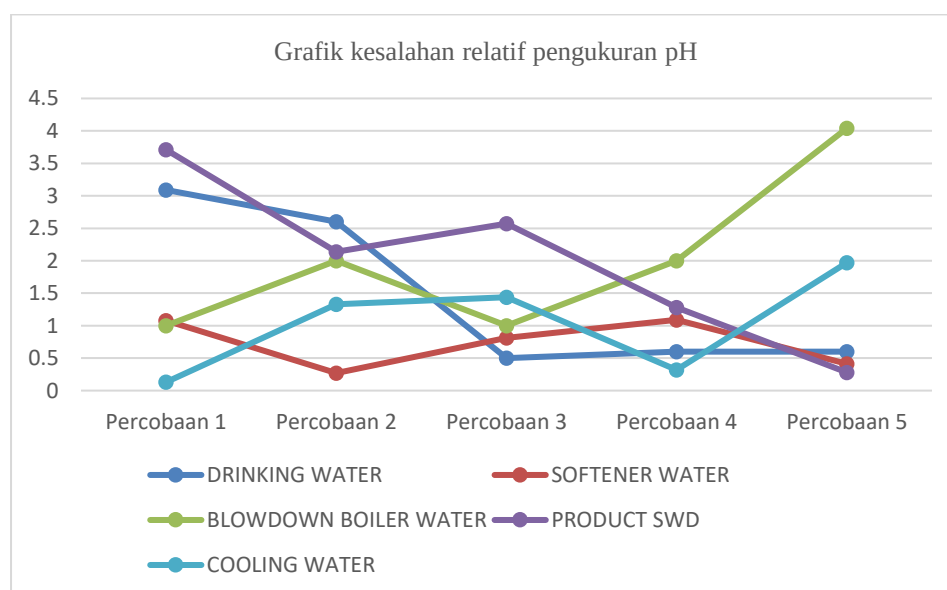
1. Analog : nilai yang dibaca oleh sensor pH
2. 5.0 : nilai tegangan maksimal yang digunakan pada mikrokontroler
3. 1024 : nilai analog maksimal yang dibaca oleh sensor



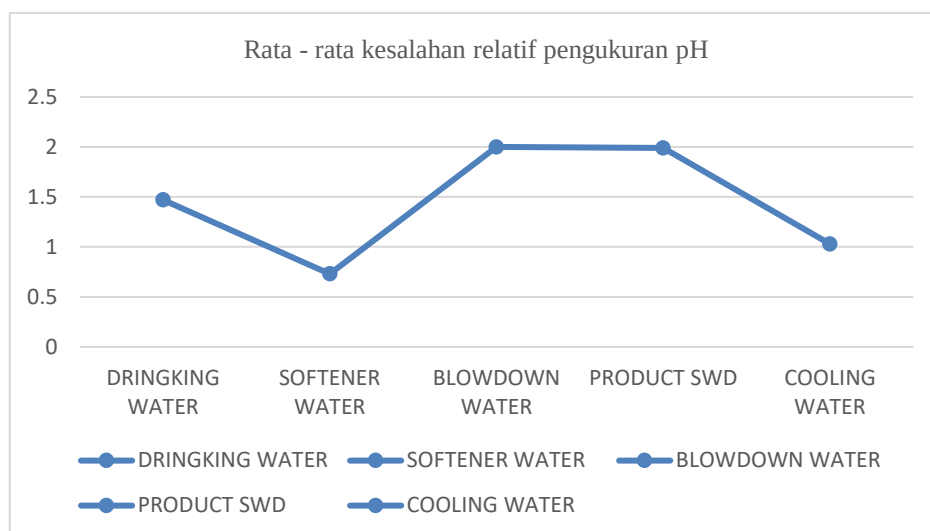
Gambar 10. Grafik pengukuran pH dengan menggunakan alat



Gambar 11. Grafik Pengukuran pH dengan menggunakan pH Kurita



Gambar 12. Grafik hubungan nilai kesalahan relatif terhadap keluaran sensor pH

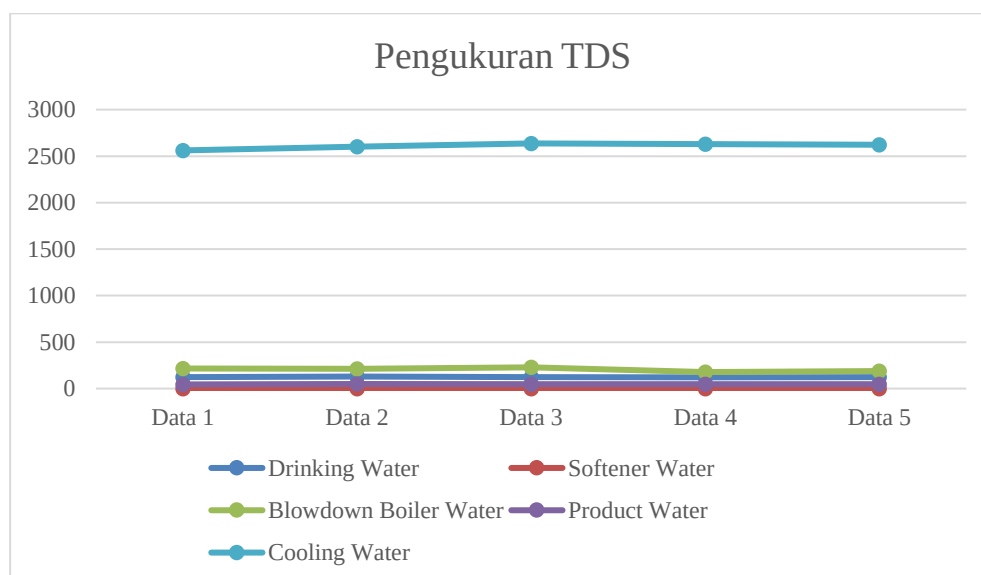


Gambar 13. Grafik hubungan nilai rata-rat kesalahan relatif terhadap keluaran sensor pH

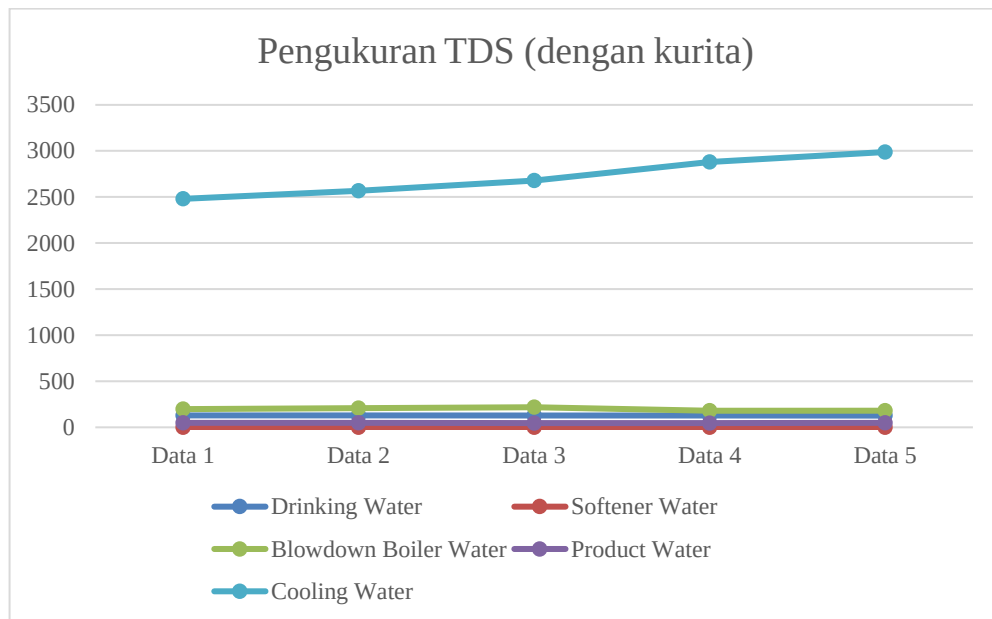
Pada karakterisasi sensor pH E-4502C dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran sensor (nilai digital) dengan nilai pada pH meter air merek kurita. Baik keluaran pada sensor maupun pada pH meter. Hasil pengukuran dirangkum pada gambar 10. dan 11. Kesalahan relatif pengukuran dihitung menggunakan persamaan (3.1) sehingga diperoleh grafik pada gambar 12. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kesalahan relatif pengukuran maksimum yaitu sebesar 4,04 % serta pada gambar 13. dari grafik tersebut dapat dilihat untuk rata-rata kesalahan relative pengukuran maksimum yaitu sebesar 2,0 %.

3.1.3. SENSOR TDS

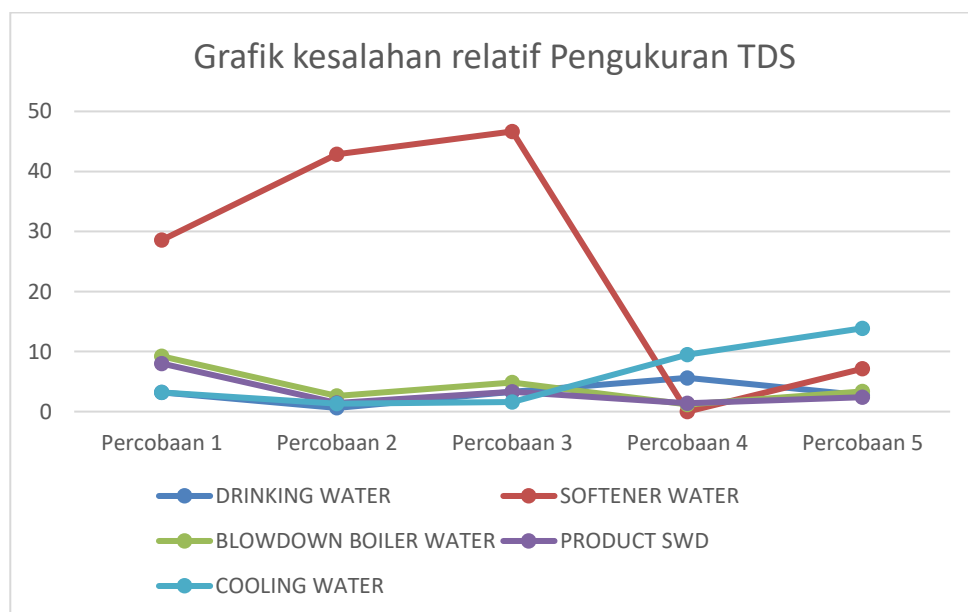
Pada karakterisasi sensor TDS V.10 dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran sensor (nilai digital) dengan nilai pada *Electrical conductivity* air merek kurita. Baik keluaran pada sensor maupun pada EC meter. Hasil pengukuran dirangkum pada gambar 14. dan 15. Kesalahan relatif pengukuran dihitung menggunakan persamaan (3.1) sehingga diperoleh grafik pada gambar 16. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kesalahan relatif pengukuran maksimum yaitu sebesar 4,04 % serta pada gambar 17. dari grafik tersebut dapat dilihat untuk rata-rata kesalahan relative pengukuran maksimum yaitu sebesar 2,0 %.



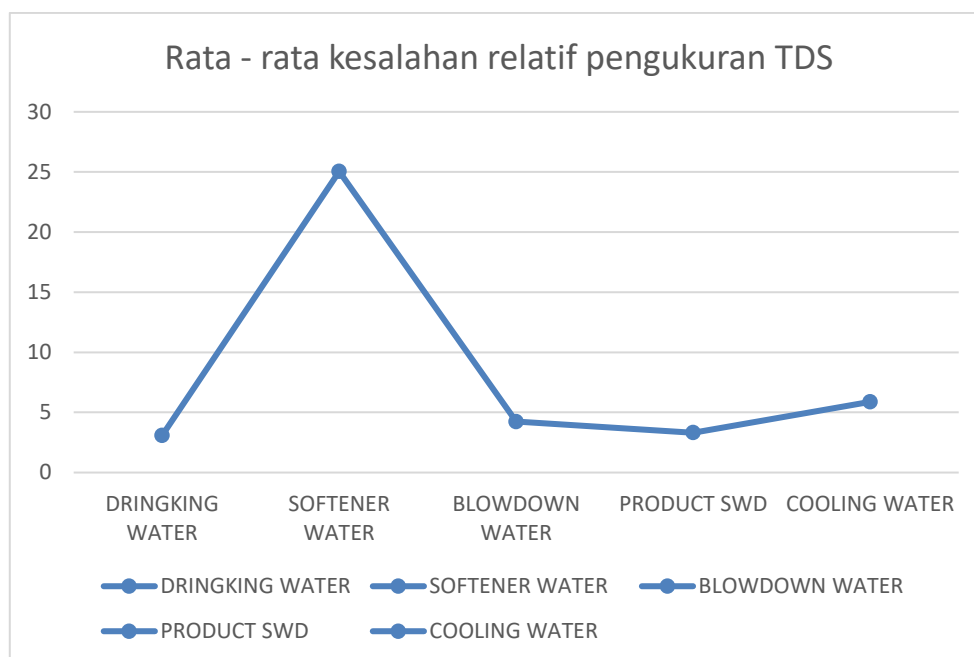
Gambar 14. Grafik pengukuran TDS dengan menggunakan alat



Gambar 15. Grafik pengukuranj TDS dengan menggunakan Kurita



Gambar 16. Grafik hubungan nilai kesalahan relatif terhadap keluaran sensor TDS.



Gambar 17. Grafik hubungan nilai rata-rata kesalahan relatif terhadap keluaran sensor TDS

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian alat sensor suhu yang terukur dapat bekerja sesuai yang diharapkan dan memiliki pembacaan temperatur air yang cukup akurat dengan keselisihan antara data pengukuran asli dengan data pembacaan sensor pada thermometer kurita memiliki selisih yang terbilang kecil. Pada hasil pengujian sensor pH air, sensor dapat bekerja dengan baik hanya saja dalam pembacaan menggunakan dengan pembacaan sensor pada kurita terdapat selisih pembacaan yang cukup berbeda dikarenakan pembacaan sensor pH meter yang sangat sensitive dengan level & temperature sampel.

Pada pengujian sensor TDS menghasilkan bahwa untuk mengetahui nilai TDS / EC air dapat bekerja dengan baik hanya saja dalam pembacaan data menggunakan alat dengan pembacaan sensor menggunakan kurita terdapat cukup banyak selisih pembacaan dikarenakan pembacaan sensor TDS meter yang sangat sensitive dengan level & temperature sampel serta pembacaan nya masih dalam satuan ppm sedangkan alat pembanding yang terstandart satuannya micro *siemens*.

Hasil pengujian aplikasi Android, sistem aplikasi pada android dapat bekerja dengan baik, apabila terdapat pembacaan data parameter temperature, pH, dan TDS air, data dapat ditampilkan secara realtime pada layar oled dan aplikasi android. Dari keseluruhan pengujian yang telah dilakukan terdapat nilai rata - rata error yang cukup tinggi pada pengukuran nilai kualitas air pada sample softener water yang dimana nilai rata - rata total error sebesar 25,04 % hal ini terjadi karena pada pembacaan nilai kualitas air yang cukup rendah sehingga terdapat perbedaan data yang cukup besar ketika dimasukkan kedalam rumus untuk menentukan persentase error. Sedangkan rata - rata error pada pengukuran pH, suhu, dan TDS / EC pada sample air yang lain memiliki nilai rata - rata error dibawah 5 % sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil dari pengujian alat ini memiliki nilai error yang cukup rendah yaitu dibawah 5 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, Son Ali, Kalbuadi, dan Yudhana, Anton. 2019. *Online monitoring kualitas air waduk berbasis thinkspeak*. ejournal Undip, Vol. 21 : 109-115.
- [2] Effendi, Ruslan, Arief Goeritno, Rakhmad Yatim. 2015. *Prototipe sistem pendeteksian awal pencemaran air berbantuan sensor konduktivitas dan suhu berbasis mikrokontroler*. Jurnal Semnastek, Volume 017 (2407 – 1846):1-7.
- [3] Maulana, Inan. (2017). *Perancangan alat pendeteksi kualitas air minum menggunakan elektrolisis dan konduktivitas berbasis arduino uno*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [4] Hafidhudin. (2018). *Prototipe sistem otomatisasi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dan monitoring secara realtime berbasis mikrokontroler*. Skripsi. Universitas Pakuan
- [5] Irfan, Fadhilah, dan Afdal. (2016). *Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur pada Beberapa Jenis Air*. Jurnal Fisika Unand, Volume 5(1):85-93.

- [6] Khairunnas,dan Mulya Gusman.(2015). *Analisis Pengaruh Parameter Konduktivitas, Resistivitas dan TDS Terhadap Salinitas Air Tanah Dangkal pada Kondisi Air Laut Pasang dan Air Laut Surut di Daerah Pesisir Pantai Kota Padang*. Jurnal Bina Tambang, Volume 3(4):1751-1760.
- [7] Krisdan,Agustinus Satrio.2019. *Rancang bangun sistem pengontrol salinitas air otomatis berbasis arduino uno dengan menggunakan sensor konduktivitas di pt. Citra larva cemerlang*. Skripsi. Universitas Lampung.
- [8] Partuti,Tri.2014. *Efektivitas resin penukar kation untuk menurunkan kadar total dissolved solid (tds) dalam limbah air terproduksi industri migas*. Jurnal Integrasi Proses Vol. 5(1):1-7.
- [9] Utomo,Margo,dan Suryono.2016.*Rancang bangun sistem monitoring konduktivitas listrik air menggunakan wireless sesnor system (wss)*. Youngster Physics Journal Volume 5(4):219-226.
- [10] Zamora,Ronaldi,Harmadi,dan Wildan.2015. *Perancangan alat ukur tds (total dissolved solid) air dengan sensor konduktivitas secara real time*. Jurnal Sainstek Vol. VII(1): 11-15.

PETUNJUK PENULISAN

1. KETENTUAN UMUM

Artikel yang diterima yaitu artikel yang belum pernah dipublikasikan dalam jurnal apapun berupa atau tidak dalam status telah diterima (accepted) untuk dipublikasikan

2. PENULISAN ARTIKEL

- a. Diketik dengan spasi 1 dalam kertas ukuran A4 dengan jenis huruf Time New Roman 10. Tulisan yang akan dimuat menggunakan bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris yang baik.
- b. Susunan artikel terdiri dari : Judul (Bahasa dan English), Nama Penulis, Abstrak (Bahasa dan English), Kata Kunci (maksimal 5), Pendahuluan, Metode Penelitian, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Ucapan Terima kasih (optional) dan Daftar Pustaka.
- c. Ketentuan Penulisan Artikel :
 1. **Judul** : Judul dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris (Kapital setiap kata)
 2. **Nama Penulis** : ditulis lengkap tidak disingkat tanpa gelar, disertai nama dan alamat institusi, beserta email korespondensi
 3. **Abstrak** ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, terdiri dari 100-250 kata dan memuat tentang : Latar belakang singkat jika ada, Tujuan dan atau ruang lingkup penelitian, Metode (singkat) yang digunakan, Ringkasan hasil /finding, Simpulan. Abstrak ditulis dengan font time new roman 9
 4. **Kata kunci** ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, maksimal 5 kata
 5. **Pendahuluan** : berisi kondisi atau masalah yang melatar belakang atau menginspirasi pelaksanaan kegiatan penelitian. Berisi kajian review literatur atau penelitian sebelumnya secara singkat. Data – data yang mendukung penelitian dari paper-paper yang lain dan paragraph terakhir berisi tujuan penelitian (tidak memuat tinjauan teori). Pernyataan kesenjangan (orisinalitas) atau kontribusi kebaruan (novelty statement) atau beda unik penelitian ini dibanding penelitian sebelumnya , juga dari sisi penting tidaknya penelitian tersebut dilakukan .
 6. **Metode Penelitian** : menguraikan cara yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Meliputi alat, bahan dan metode yang digunakan dalam pemecahan masalah
 7. **Hasil dan Pembahasan** : Menjelaskan tentang hasil atau luaran peneliti yang membahas tentang perbedaan antara hasil dengan teoritis ataupun dengan penelitian lain yang relevan. Penjelasan dapat menggunakan tabel, gambar dan *chart* yang memudahkan pembaca dalam memahami isi artikel.
 8. **Kesimpulan** : ditulis secara ringkas tetapi menggambarkan substansi kesimpulan hasil penelitian dan rekomendasi dari hasil penelitian. Kesimpulan menjawab permasalahan atau tujuan penelitian atau menghasilkan sebuah teori baru
 9. **Ucapan Terima Kasih** : ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak yang pantas , terutama kepada lembaga atau orang yang benar benar membantu penelitian , misalnya : kepada pemberi dana penelitian , fasilitas , bahan , atau saran
 10. **Daftar Pustaka** : Daftar pustaka dan citation ditulis dengan font time new roman 9. Daftar Pustaka disusun berdasarkan urutan sitasi dalam artikel dan diberi nomor, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*