

## Penerapan Hours Meter Berbasis Arduino Untuk Monitoring Perawatan Ballast Water Treatment System

Eddy Lybrech Talakua<sup>\*1</sup>, Aji Atha Hidayat<sup>2</sup>, Erwin Dhaniswara<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Universitas Widya Kartika

E-mail: eddytalakua@widyakartika.ac.id<sup>\*1</sup>, ajiathahidayat@gmail.com<sup>2</sup>,  
erwin.dhaniswara2gmail.com<sup>3</sup>

**Abstrak.** Air ballast yang berfungsi sebagai pemberat dan penyeimbang (stability) kapal yang di bawa oleh kapal dari suatu pelabuhan muat (loading) ke pelabuhan bongkar (discharge), di dalam air ballast berpotensi terdapat mikroorganisme, bakteri yang dapat menyebabkan pencemaran ekosistem laut di pelabuhan sekitar. Oleh karena itu IMO (International Maritime Organization) memberlakukan satuan standar D-1 (Ballast Exchange) dan D-2 (Ballast Treatment). Kapal VLGC Pertamina Gas 2 sudah menerapkan aturan tersebut dengan memasang Ballast Water Treatment System (BWTS) guna mencegah terjadinya pencemaran laut akibat air ballast yang di buang oleh kapal. Mengingat peran penting dalam BWTS, perawatan yang harus dilakukan sesuai jam kerja (running hours) yang ada pada manual book guna mencegah kerusakan. Penerapan hours meter berperan penting dalam monitoring jam kerja sebagai dasar perawatan peralatan BWTS. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R1 sebagai pusat pengolahan data. Sistem ini memanfaatkan modul RTC DS3231 sebagai penghitung durasi waktu hours meter serta menggunakan output LCD 20x4 dan teknologi Internet of Things. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem yang memberikan kemudahan bagi petugas dalam memantau dan menganalisis durasi waktu hours meter pada mesin Ballast Water Treatment System melalui website. Dengan adanya monitoring hours meter ini dapat mengukur dan mencatat total waktu operasional suatu mesin. Sehingga pemilik atau petugas dapat merencanakan pemeliharaan dan perawatan secara lebih efektif, meminimalisir terjadinya kerusakan dan memastikan mesin tetap bekerja secara optimal.

**Kata kunci:** Ballast Water Treatment System; Hours Meter; Wemos D1 R1; RTC DS3231 Module; Website.

**Abstract.** Ballast water which functions as ballast and balance (stability) for ships carried by ships from a loading port to a discharge port, in the ballast water has the potential to contain microorganisms and bacteria which can cause pollution of the marine ecosystem in the surrounding port. Therefore, the IMO (International Maritime Organization) applies standard units D-1 (Ballast Exchange) and D-2 (Ballast Treatment). The VLGC Pertamina Gas 2 ship has implemented these regulations by installing a Ballast Water Treatment System (BWTS) to prevent marine pollution due to ballast water discharged by the ship. Considering the important role in BWTS, maintenance must be carried out according to the working hours (running hours) in the manual book to prevent damage. The application of an hours meter plays an important role in monitoring working hours as a basis for maintaining BWTS equipment. This research uses the Wemos D1 R1 microcontroller as

*the data processing center. This system utilizes the DS3231 RTC module as an hours meter timer and uses a 20x4 LCD output and Internet of Things technology. The aim of this research is to design and build a system that makes it easy for officers to monitor and analyze the duration of hours meters on Ballast Water Treatment System machines via the website. With this monitoring hours meter, you can measure and record the total operational time of a machine. So that owners or officers can plan maintenance and upkeep more effectively, minimize damage and ensure the machine continues to work optimally.*

**Keywords:** *Ballast Water Treatment System; Hours Meter; Wemos D1 R1; RTC DS3231 Module; Website.*

## **1. Pendahuluan**

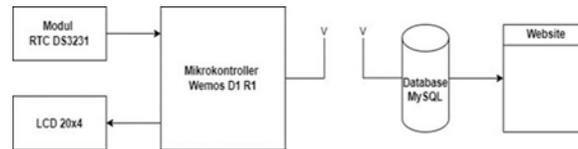
Ballast Water merupakan suatu proses pengisian air laut yang dipompa ke dalam tangki pemberat yang berfungsi sebagai pemberat dan penyeimbang (stabilitas) agar kapal tetap berada pada posisi air yang rata (bahkan mematkan). sedangkan proses deballating adalah proses membuang air balas yang diisi pada saat proses ballasting ke dalam tangki air, dan biasanya dilakukan pada saat kapal sedang melakukan proses pemuatan muatan. Selama proses ballasting dan deballating, air laut ikut terbawa kapal mengalami pertukaran, maka air yang dibawa dari pelabuhan pembuangan akan dibuang di pelabuhan muat dimana air laut tersebut berpotensi membawa mikroorganisme dan bakteri. IMO (International Maritime Organization) membuat aturan khusus terkait ballast dan deballating yang diperuntukkan bagi pelayaran internasional atau kapal laut yang wajib melakukan pertukaran ballast untuk menghindari adanya bakteri atau biota laut berbahaya pada air ballast yang diperoleh dari satu negara pemuatan. dan di pembuangan (discharge) ke negara lain. Ballast exchange merupakan proses penggantian/penukaran air pada tangki ballast kapal di laut lepas dengan jarak 200 mil dari daratan dan kedalaman 200 meter yang direkomendasikan oleh IMO untuk menjaga ekosistem laut. Untuk mendukung Prosedur Penukaran Ballast maka diciptakanlah alat baru yang diberi nama Ballast Water Treatment System (BWTS) yang berfungsi sebagai alat untuk menjernihkan air dari mikroorganisme dan bakteri yang dapat membahayakan biota laut di pelabuhan pembuangan. Kenyataannya hingga saat ini sistem tersebut belum diterapkan oleh semua kapal karena kesediaan pemilik kapal untuk menggunakan sistem tersebut di kapalnya. Selain itu, ada juga beberapa kapal yang belum dilengkapi sistem pengolahan air balas karena kapal cenderung sudah tua dan hanya mengikuti jalur pelayaran dalam negeri. Permasalahan utama yang diangkat adalah buruknya pengoperasian Sistem Pengolahan Air Ballast dan kegagalan dalam melakukan tindakan pemeliharaan pada BWTS. Misalnya pada pompa umpan air laut, pembersihan filter setelah jam kerja mengakibatkan kurangnya aliran air yang masuk ke elektroliser dan menyebabkan komponen menjadi rusak. Berdasarkan latar belakang tersebut maka timbul ide untuk membuat suatu alat yang bertugas memantau kinerja BWTS melalui sistem monitoring jam kerja alat berbasis arduino agar dapat melaksanakan perawatan yang baik untuk mencegah terjadinya kerusakan atau malfungsi pada sistem pengolahan air balas. maka melalui ide tersebut kami memberi judul penelitian ini “Aplikasi Hours Meter Berbasis Arduino Untuk Memantau Pemeliharaan Sistem Pengolahan Air Ballast”.

## **2. Metode**

### *2.1 Perancangan Sistem*

Ballast Water Treatment System (BWTS) adalah suatu system yang berfungsi untuk menjernihkan air dari mikro organisme dan bakteri yang dapat membahayakan biota laut di pelabuhan pembuangan. Kenyataannya hingga saat ini sistem tersebut belum diterapkan oleh semua kapal karena kesediaan pemilik kapal untuk menggunakan sistem tersebut di kapalnya. Penggunaa BWTS pada kapal dibutuhkan periode pemeliharaan supaya BWTS dapat bekerja secara optimal. BWTS Ballast Water Treatment System mempunyai beberapa komponen, apabila terdapat salah satu komponen yang rusak atau mengalami masalah maka dapat menyebabkan terganggunya pada saat pengoperasian ballast water treatment system. Oleh karena itu komponen-komponen tersebut harus dirawat dengan baik dan benar sesuai prosedur yang

ditetapkan serta **running hours** alat tersebut berdasarkan manual instruction book. Durasi waktu pemakaian (Running Hours) BWTS menentukan periode pemeliharaan BWTS. Wemos D1R1 merupakan papan pengembangan berbasis mikrokontroler yang dirancang untuk mengintegrasikan WiFi dalam proyek Internet of Things (IoT). Papan ini menggunakan modul ESP8266 yang terkenal dalam komunitas pengembangan IoT karena kemampuannya untuk terhubung dengan jaringan WiFi. Rancangan sistem secara keseluruhan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

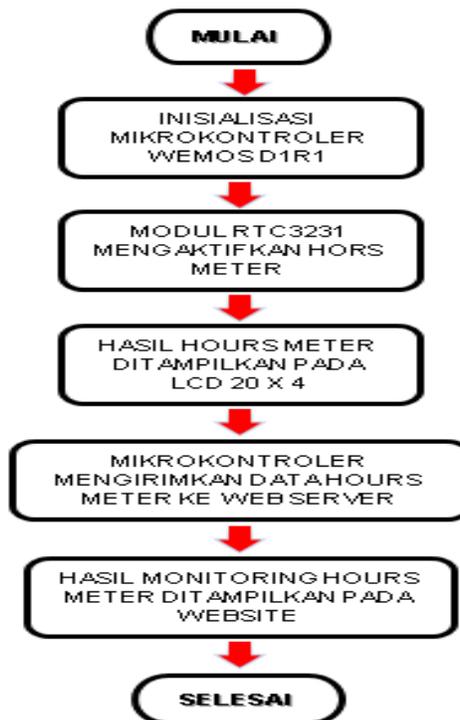


**Gambar 1.** Diagram Blok Sistem

Mikrokontroler Wemos D1 R1 akan mengirimkan perintah ke modul DS3231 RTC untuk mengaktifkan pengukuran durasi waktu meter jam. Setelah itu, Wemos D1 R1 akan menampilkan durasi waktu jam meter pada LCD 20x4. Hasil ini juga akan dikirimkan ke database MySQL sehingga pengguna dapat melihatnya secara online menggunakan sistem berbasis website.

## 2.2 Sistem Kerja Jam Meter

Berikut ini adalah flowchart sistem kerja jam meter.



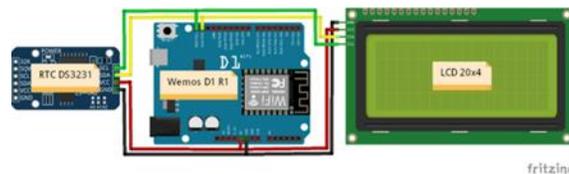
**Gambar 2.** Diagram Alir Sistem Kerja Hours Meter

Perancangan hour meter menggunakan web server mempunyai sistem kerja sebagai berikut:

1. Ketika kontaktor feed pump air laut aktif maka akan memberikan tegangan pada mikrokontroler Wemos D1 R1.
2. Selanjutnya mikrokontroler Wemos D1 R1 akan menyalakan RTC DS3231 dan langsung menjalankan program penghitungan jam meter.
3. Setelah melakukan perhitungan jam meter maka mikrokontroler Wemos D1 R1 akan menampilkan informasi pada LCD 20x4, kemudian ketika mikrokontroler Wemos D1 R1 mendapatkan sinyal jaringan WiFi yang sesuai maka akan muncul hasil perhitungan jam meter di web server.
4. Pada web server jika tidak ada koneksi dari mikrokontroler Wemos D1 R1 maka waktu yang ditampilkan adalah waktu terjadinya koneksi terakhir dan jika sudah ada koneksi dari mikrokontroler Wemos D1 R1 maka tampilan web server akan langsung update.
5. Dalam keadaan kontaktor mati maka program jam meter yang telah dijalankan akan disimpan ke modul data logger sehingga perhitungan jam meter berikutnya pada saat kontaktor aktif akan dilanjutkan dan perhitungan jam meter tidak akan ter-reset.

### *2.3 Desain Perangkat Keras*

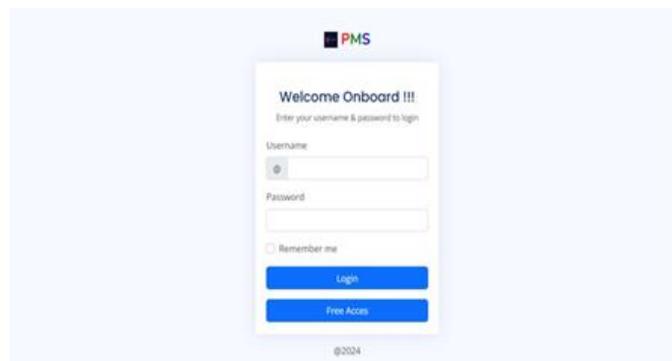
Perancangan perangkat keras meliputi perancangan mikrokontroler Wemos D1 R1 yang berfungsi sebagai otak pembuatan pengukur jam, kemudian RTC DS3231 sebagai pengatur waktu yang akan dikirimkan tepat waktu ke database. LCD 20x4 berfungsi untuk menampilkan durasi waktu meteran jam. Wemos D1 R1 juga digunakan untuk terhubung langsung ke WiFi dan membuat koneksi TCP/IP. Mikrokontroler yang disusun sesuai Gambar 2 nantinya akan dihubungkan dengan kontaktor. Jika kontaktor aktif maka akan memberikan tegangan ke meteran jam digital dan akan mengirimkan data yang akan disimpan ke database secara tepat waktu. Berikut ini adalah gambar skema rangkaian.



**Gambar 3.** Diagram Skematik Rangkaian.

### *2.4 Desain Antarmuka Situs Web*

Dalam perancangan sistem website ini digunakan template Bootstrap yang merupakan framework pengembangan web berbasis HTML, CSS dan JavaScript yang dirancang untuk mempercepat proses pengembangan web responsif. Website ini dapat diakses melalui jaringan lokal dengan alamat localhost/phpmyadmin/hourmeter. Sebelum masuk ke dalam sistem, pengguna yang akan menggunakan aplikasi ini diharuskan melakukan login terlebih dahulu.



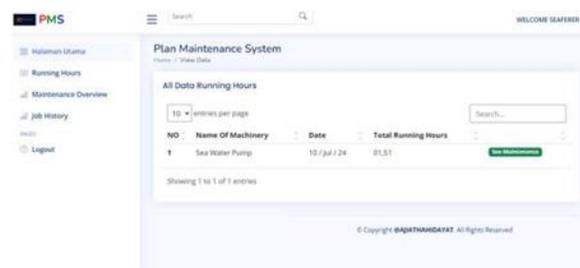
**Gambar 4.** Halaman Login

Pengguna yang berhasil login akan diarahkan ke halaman utama. Pada halaman ini terdapat beberapa menu seperti jam berjalan, gambaran pemeliharaan dan riwayat pekerjaan.



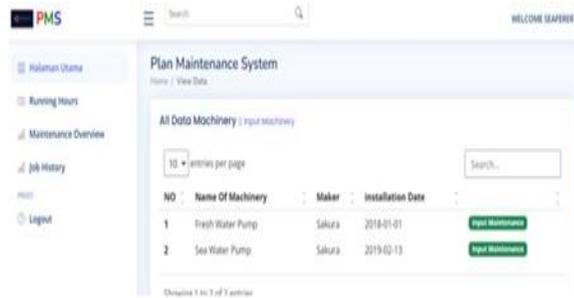
**Gambar 5.** Home Page

Hasil meter jam mesin yang dipantau terdapat pada halaman jam berjalan. Informasi yang ditampilkan pada halaman ini adalah jenis mesin yang dipantau, tanggal, waktu dan total jam berjalan. Pada halaman ini juga terdapat tombol-tombol yang dapat melakukan tindakan pencarian data dan melihat data secara detail.



**Gambar 6.** Halaman Jam Tayang

Halaman perencanaan pemeliharaan merupakan halaman yang menampilkan mesin-mesin yang akan menjalani pemantauan dan perencanaan pemeliharaan secara berkala. Informasi yang ditampilkan pada halaman ini meliputi nama mesin yang akan dipantau, nama produsen mesin dan tanggal pemasangan mesin. Mesin yang dipantau adalah pompa air tawar dan pompa air laut.



Gambar 7. Halaman Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan konsepsi dari segala pekerjaan yang bertujuan untuk menjamin agar mesin berada dalam keadaan baik seperti semula dengan menjaga dan menjaga kualitasnya. Dengan memantau durasi jam meter, petugas perawatan mesin dapat mengetahui sudah berapa lama mesin bekerja. Halaman ini menampilkan catatan riwayat perawatan mesin pompa air laut. Tabel tersebut berisi informasi mengenai kegiatan perawatan yang dilakukan, petugas yang bertanggung jawab terhadap perawatan mesin dan durasi jam meter.

### 2.5 Desain Basis Data

Perancangan basis data merupakan suatu proses untuk menghasilkan gambaran implementasi basis data pada tempat penyimpanan. Database yang digunakan untuk menyimpan data menggunakan database MySQL. Tujuannya adalah untuk menghasilkan skema yang memenuhi kebutuhan data sistem atau aplikasi. Perancangan database digunakan untuk menyimpan data hasil pembacaan sensor yang kemudian ditampilkan menggunakan website. Basis data dalam sistem ini disebut `hour_meter`.



Gambar 8. Basis Data jam Meter

## 3. Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas beberapa hasil pengujian dan analisis alat yang terbagi menjadi beberapa bagian:

- A. Pengujian modul DS3231 RTC.
- B. Pengujian meteran jam.
- C. Pengujian koneksi.
- D. Pengujian pengiriman data ke database.
- E. Pengujian alat secara keseluruhan.

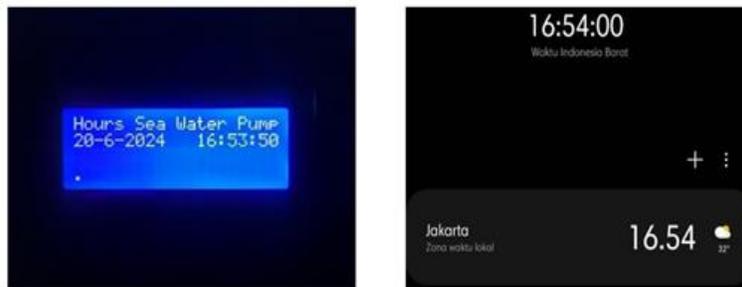
### 3.1 Pengujian Modul RTC DS3231

Pengujian pada modul RTC DS3231 dilakukan untuk mengetahui apakah modul RTC DS3231 dapat menampilkan tanggal dan waktu yang akurat sesuai dengan waktu saat ini. Hasil pengujian tanggal dan waktu yang telah diproses oleh modul RTC DS3231 akan ditampilkan pada LCD 20x4.

**Tabel 1.** Hasil pengujian modul DS3231 RTC

No.	Current Time	RTC Time	Difference
1	14:00:00	13:59:48	10 Second
2	15:00:00	14:59:48	10 Second
3	16:00:00	15:59:48	10 Second
4	17:00:00	16:59:48	10 Second
5	18:00:00	17:59:48	10 Second

Data pada tabel 1 menunjukkan hasil pengujian dari modul RTC DS3231. Waktu pada jam terkini dibandingkan dengan waktu yang ada pada modul RTC DS3231 terdapat selisih sebesar 10 detik. Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa modul RTC DS3231 memiliki keakuratannya teruji dengan baik, karena memiliki perbedaan hanya dalam perhitungan detik.

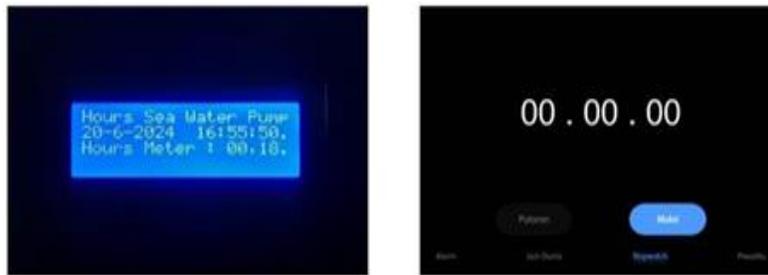


**Gambar 9.** Pengujian waktu modul DS3231 RTC.

Gambar 9 menunjukkan bahwa modul RTC dapat menampilkan tanggal dan waktu pada LCD 20x4. Data tabel 1 menunjukkan hasil pengujian modul RTC DS3231. Waktu pada jam saat ini dibandingkan dengan waktu pada modul RTC DS3231 mempunyai selisih 10 detik. Berdasarkan hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa modul RTC DS3231 mempunyai keunggulan. Akurasinya teruji dengan baik, karena hanya memiliki perbedaan dalam hitungan detik.

### 3.2 Pengujian Hours Meter

Dalam pengujian meteran jam digunakan alat pembanding yaitu stopwatch. Untuk menguji durasi waktu menggunakan stopwatch akan dibandingkan dengan nilai durasi waktu menggunakan modul DS3231 RTC.



**Gambar 10.** Tes Durasi Waktu Hours Meter

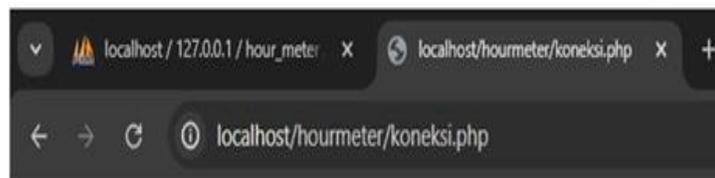
**Tabel 2.** Hasil Tes Durasi Hours Meter

No.	(Stopwatch)	Module Time Duration RTC DS3231	Accuration (%)
1.	00:01:00	00:01:00	100%
2.	00:02:00	00:02:00	100%
3.	00:03:00	00:03:00	100%
4.	00:04:00	00:04:00	100%
5.	00:05:00	00:05:00	100%

Pada tabel 2 durasi waktu pada stopwatch dan hasil modul RTC DS3231 yang ditampilkan pada LCD 20x4 menunjukkan durasi waktu yang sama. Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa modul RTC DS3231 mempunyai akurasi yang baik dalam menghitung durasi jam, menit dan detik.

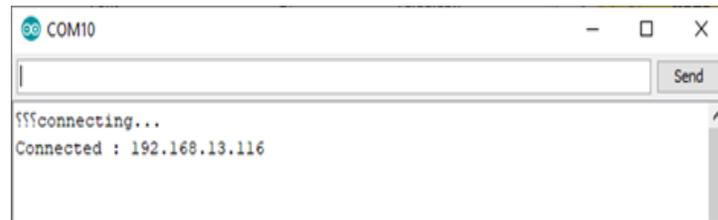
### 3.3 Pengujian mikrokontroler Wemos D1 R1 ke Server

Pengujian koneksi untuk mengetahui apakah status jaringan mikrokontroler Wemos D1 R1 ke server atau sebaliknya sudah terkoneksi dengan baik. Koneksi yang dilakukan untuk menguji jaringan yang digunakan dapat melakukan pengiriman perintah atau permintaan data dengan menggunakan internet. Untuk menghubungkan mikrokontroler Wemos D1 R1 dengan server menggunakan kode PHP.



**Gambar 11.** Basis Data MySQL Dapat Terhubung

Berdasarkan kode pengujian PHP dapat disimpulkan bahwa koneksi ke database MySQL dapat terhubung dengan baik. Langkah selanjutnya adalah menghubungkan mikrokontroler ke jaringan internet. Pada tahap ini database server masih menggunakan jaringan lokal atau alamat IP. Persiapan yang pertama adalah menentukan nama jaringan SSID WiFi beserta passwordnya agar mikrokontroler dapat terhubung ke jaringan internet.



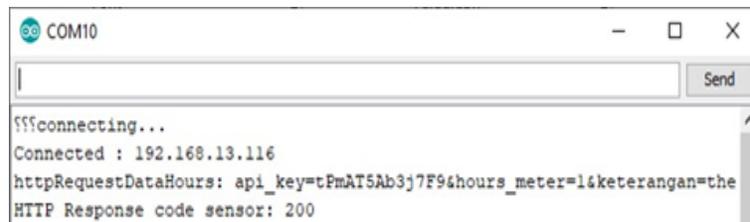
**Gambar 12.** Mikrokontroler Wemos D1 R1 Dapat Terhubung ke Server

Berdasarkan hasil pengujian, mikrokontroler Wemos D1 R1 dapat terhubung ke jaringan WiFi dan server. Ketika mikrokontroler terhubung maka akan mendapatkan alamat IP sebagai identitas mikrokontroler dalam jaringan internet

### *3.4 Pengujian Pengiriman Data ke Database*

Selanjutnya dilakukan pengujian pengiriman data dari mikrokontroler Wemos D1 R1 ke database server. Untuk mengirim dan menyimpan data ke database MySQL diperlukan kode PHP dengan perintah insert data. Perintah insert ini digunakan untuk menyisipkan atau memasukkan data baru ke dalam tabel. Data yang ditambahkan nantinya akan disimpan pada tabel `tb_sea_water_pump`.

Pada mikrokontroler Wemos D1 R1 perlu ditambahkan protokol HTTP yang merupakan protokol jaringan lapisan aplikasi yang dikembangkan untuk membantu proses transfer antara mikrokontroler dan server. Seperti namanya, penggunaan protokol HTTP (Hypertext Transfer Protocol) berkaitan dengan hypertext sehingga membutuhkan banyak sumber data dari link jenis file yang berfungsi sebagai referensi ke file atau direktori lain. Protokol HTTP ini digunakan untuk membuat perintah POST atau mengirim data ke server. Hasil perintah pengiriman data nantinya akan muncul pada serial monitor.



**Gambar 13.** Mikrokontroler Wemos D1 R1 Dapat Mengirimkan Data ke Server.

Berdasarkan hasil pengujian, mikrokontroler Wemos D1 R1 dapat melakukan permintaan pengiriman data ke server. Ketika mikrokontroler Wemos D1 R1 mengirimkan perintah kirim data ke server, maka server akan membalas dengan memberikan kode respon HTTP. Jika permintaan pengiriman data berhasil maka kode yang diterima adalah 200 yang dapat diartikan OK. Apabila respon tersebut diterima maka dapat disimpulkan bahwa permintaan pengiriman data dari mikrokontroler ke server telah berhasil terkirim.

### *3.5 Pengujian keseluruhan*

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sistem secara keseluruhan sudah berjalan dengan baik sesuai dengan tujuan utamanya. Pengujian alat ini diharapkan dapat memperoleh hasil data pengujian yang valid dan juga untuk mengetahui kesesuaian alat apakah dapat bekerja secara maksimal. Pada proses pengujian secara keseluruhan, hal pertama yang dilakukan adalah menyambungkan daya listrik ke mikrokontroler Wemos D1 R1. Mikrokontroler akan terhubung ke server dan mendapatkan alamat IP jaringan. Ketika Anda sudah mendapatkan alamat IP, LCD 20X4 akan menampilkan durasi meteran tanggal, waktu dan jam berdasarkan data pemantauan dari modul DS3231 RTC.



**Gambar 14.** Hasil Monitoring Pada LCD 20x4

Gambar 14 menunjukkan durasi jam meter adalah 2 menit. Durasi waktu hour meter yang telah dipantau akan dikirimkan ke database MySQL menggunakan protokol HTTP Client. Jika kode respon HTTP dari server adalah 200, maka data yang dikirimkan ke server berhasil diterima. Data jam meter dikirim setiap menit ke database MySQL. Jika pada Gambar 3.6 durasi jam meter adalah 2 menit, maka pada tampilan monitor terdapat 2 kali transmisi data seperti pada Gambar 3.7



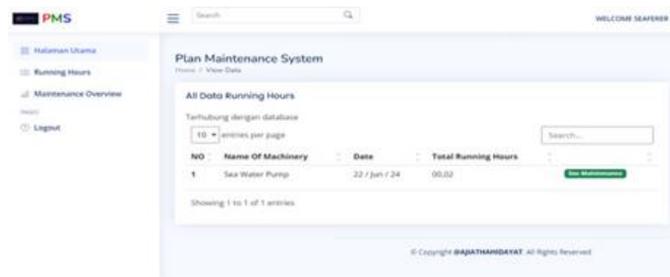
**Gambar 15.** Data Hours Meter Telah Dikirim ke Server

Data yang telah dikirim akan disimpan ditabel `tb_sea_water_pump`. Isi kolom tabel yang disimpan meliputi jam meter, informasi kondisi pompa serta tanggal dan waktu penyimpanan data.



**Gambar 16.** Data Hours Meter Telah Disimpan di Tabel `tb Sea Water Pump`

Untuk melihat data pemantauan dari pengukur jam, buka situs web di menu jam berjalan. Hasil pemantauan jam meter durasi mesin pompa air laut adalah 2 menit atau 00,02 jam.



**Gambar 17.** Halaman Jam Kerja Mesin Pompa Air Laut

Dari hasil pengujian keseluruhan alat dapat disimpulkan bahwa modul RTC DS3231 dapat menghitung durasi jam meter dengan baik. Hasil pengolahan data dari Mikrokontroler Wemos D1 R1 ditampilkan pada LCD 20x4 dan data durasi Hours Meter mesin pompa air dapat disimpan di database MySQL. Pada halaman website Anda juga dapat menampilkan durasi waktu jam meter secara real time.

#### **4. Kesimpulan**

Dari tahap perencanaan awal hingga tahap akhir pengumpulan data pada Alat Implementasi Hours Meter Berbasis Arduino Untuk Monitoring Pemeliharaan Sistem Pengolahan Air Ballast, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem monitoring jam meter dapat bekerja sesuai perintah program yang telah dirancang dengan memanfaatkan modul DS3231 RTC sebagai penghitung durasi waktu jam meter.
2. Mikrokontroler Wemos D1 R1 dapat terhubung ke jaringan internet melalui WiFi dan mengirimkan data monitoring meter jam ke server dengan baik.
3. Dengan website pemantauan jam meter ini, Anda dapat mengukur dan mencatat total waktu operasional suatu mesin serta merencanakan perawatan dan pemeliharaan mesin dengan lebih efektif.

Sistem ini mempunyai beberapa kekurangan, sehingga saran penulis untuk peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan website ini masih sederhana terutama dari segi tampilan dan keamanan. Peneliti selanjutnya dapat merancang pengembangan website yang lebih menarik serta memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna website.
2. Sistem ini memerlukan koneksi internet, sehingga kapal Pelayaran Internasional Pertamina harus menyediakan layanan internet agar sistem dapat berjalan dengan baik.
3. Untuk peningkatan performa dalam penggunaan BWTS terutama dalam hal pemeliharaannya, dibutuhkan beberapa parameter input sebagai data untuk pengolahan sistem dalam proses pemeliharaan BWTS.

#### **5. Ucapan Terima Kasih**

Pada bagian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut berpartisipasi dalam penulisan penelitian ini baik dalam bentuk ide, saran dan semangat yang banyak di berikan ke penulis. Doa yang terbaik buat anda semuanya.

#### **Referensi**

- [1] M.H. Adha, T. Cahyo, dan A. Ridho. (2019). "Rancang bangun hourmeter digital monitoring system memanfaatkan Internet of things" Jurnal ELSAINS.[On-line]. Volume 1, Nomor 1.
- [2] I.B.D. KESuma, M. Sudarma. dan I.B.A Swamardika. (2016). "Rancang bangun sistem pengaman berbasis arduino uno." E-journal spektrum [On-line]. Vol. 3, No. 2, pp 89-92.

- [3] D.O. Deltania, Djunaidi, dan E. Apriaskar. (2021). "Pengaturan lampu lalu lintas (traffic light) dengan sensor ultrasonik." *Jetri : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*. [On-line]. Vol. 19, No 1, pp. 77 - 95.
- [4] F.Muliawati, Suraturn, dan O.Ruspiana. (2017). "Rancang bangun prototipe istem pemberian pakan ikan berbasis RTC DS1307." *JuTEkS*. [On-line]. VOL. 4 , No. 1, pp 25-33.
- [5] N.A.Wiratama, D. M. Wiharta, dan N.M.A.E.D. Wirastuti (2020). "Rancang bangun sistem monitoring ketinggian air berbasis android menggunakan transistor water level sensor." *Jurnal SPEKTRUM*. [On-line]. Vol. 7, No. 4.
- [6] S. Dwiyatno, dan W. Susilawati. (2016) "Membangun Web Server Menggunakan Debian Server Sebagai Pendukung Media Pmebelajaran Di SMA Negeri 1 Baros." *Jurnal Sistem Informasi*. [On-line], Volume 3, hal 7-14.
- [7] M. Alush Ashari. (2018). "IoT berbasis sistem smart home menggunakan nodecu v3." *E-journal Kajian Teknik Elektro*. [On-line], Vol. 3 No. 2 Hal 138.
- [8] S. Samsugi , (2018). " Arduino dan modul wifi esp8266 sebagai media kendali jarak jauh dengan antarmuka berbasis android" *Jurnal Teknoinfo* [On-line] Vol 12, No. 1 Hal 23.
- [9] N. A. Riza, "Sistem Monitoring dan Notifikasi pada Prototipe KVARH Meter Berbasis Internet of Things ( IoT )," 2017.
- [10] A. W. Purnomo. "Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Hourmeter Berbasis Internet of Things." 2021.
- [11] Q. Hidayati, N. Jamal, E. Sorongan dan N. A. Raras. (2023). "Implementasi Alat Monitoring Hour Meter Pada Mesin Lathe Berbasis Internet of Things ." *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-9 VOL. 9 , No. 1.*
- [12] R. Samsinar, E. Priatna dan D. Almanda. (2019). "Sistem Pengingat Ganti Oli Berdasarkan Running Hours Mesin, Lama Waktu Pemakaian dan Kekentalan Oli Pada Mesin Wire Drawing Berbasis Raspberry Pi." *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)* Vol. 2 No. 2.
- [13] Y. A. Prabowo dan L. E. U. M. Putra (2022). "Perancangan Hour Meter Berbasis Internet of Things Menggunakan Logika Fuzzy" *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)* Vol. 5 No. 1.
- [14] D. Heryana (2021). "Otomatisasi Pengatur Suhu Kelembaban dan Suhu Udara Kandang Close House Peternakan Puyuh Berbasis Internet of Things di Peternakan Puyuh Aziz." *Universitas Komputer Indonesia, Bandung.*
- [15] Nopiansyah (2021). "Rancang Bangun Website Pemantauan dan Kontrol Akuaponik Berbasis Internet of Things." *Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri, Depok.*
- [16] S. Nirwan dan Hafidz MS (2020). "Rancang Bangun Aplikasi Untuk Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Peralatan Elektronik Berbasis PZEM-004T." *Jurnal Teknik Informatika* Vol. 12 No. 2.
- [17] Alexander F. K. Sibero (2014). "Web Programming Power Pack." *Mediakom, Yogyakarta.*
- [18] Hidayatullah, Priyanto dan J. K. Kawistara (2015). "Pemograman Web." *Informatika Bandung, Bandung.*
- [19] A. R. Putra (2021). "Sistem Informasi Pendataan Ikamara Yogyakarta." *Sekolah Tinggi Rekayasa Perangkat Lunak Aplikasi dan Komputer, Yogyakarta.*
- [20] R. A. Maruli (2023). " Sistem Kontrol Penerangan Otomatis Menggunakan Mikrokontroller ESP32 Berbasis Internet of Things." *Universitas Siliwangi Tasikmalaya, Tasikmalaya.*