

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING SUHU DAN KEKERUHAN OLI HIDROLIK PADA *HYDRAULIC POWER UNIT* (HPU) BERBASIS IOT DI PT. ELANG PERDANA TYRE INDUSTRY

Joki Irawan¹, Ilham Rizq Fauzaan^{2*}, Iwan Sumirat³

Program Studi Teknik Elektro,

Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jl.KH Soleh Iskandar Km 2, Bogor, Kode Pos 16164

Email: ilham@gmail.com

ABSTRAK

Mesin *Endurance Test* yang ada di PT. Elang Perdana Tyre Industry dilengkapi *Hydraulic Power Unit* (HPU) yang berfungsi untuk penggerak actuator hidrolik. Mesin ini sering bermasalah dengan alarm “*Hydraulic High Temperature Fault*”, yang dimana temperature pada HPU sudah melebihi 80°C, hal ini bisa disebabkan karena faktor komponen HPU sudah ada yang abnormal atau kualitas oli hidrolik yang sudah menurun. Tidak adanya penggantian oli secara berkala menyebabkan kualitas oli terabaikan. Sebuah sistem *prototype* dirancang sebagai alat bantu analisa penurunan kualitas oli dan alat bantu pendeteksi suhu oli dengan berbasis *Internet of Things* (IoT), sistem yang dibangun pada mikrokontroller Arduino UNO R3 dan Esp8266 akan menampilkan sebuah pembacaan parameter suhu dan kekeruhan oli hidrolik pada LCD Display dan juga aplikasi Blynk. Adapun untuk pembacaan suhu dan kekeruhan oli digunakan sensor Max6675 *Thermocouple Type-K* dan *analog Turbidity sensor DFRobot SEN0189*, hasil dari penelitian ini didapat akurasi sensor suhu adalah 99,38% dan akurasi sensor kekeruhan 94,36%, seluruh parameter yang diukur akan disimpan kedalam *SD Card* untuk keperluan analisa kedepannya. Kedua sensor ini masih terbilang layak untuk digunakan dan sistem notifikasi berjalan dengan baik sesuai dengan perintah kode program.

Kata Kunci: *Hydraulic Power Unit, Internet of Things, Sistem Monitoring, Suhu, Kekeruhan*

ABSTRACT

The Endurance Test Machine at PT. Elang Perdana Tyre Industry is equipped with a Hydraulic Power Unit (HPU) that functions to drive the hydraulic actuator. This machine often encounters the “Hydraulic High Temperature Fault” alarm, indicating that the temperature of the HPU has exceeded 80°C. This can be caused by abnormal components in the HPU or the degraded quality of the hydraulic oil. The lack of regular oil replacement results in neglected oil quality. A prototype system is designed as an analytical tool to monitor the degradation of oil quality and detect oil temperature based on the Internet of Things (IoT). The system, built on the Arduino UNO R3 and ESP8266 microcontrollers, will display temperature and hydraulic oil turbidity parameters on an

LCD Display and the Blynk application. For temperature and turbidity readings, the Max6675 Type-K Thermocouple sensor and DFRobot SEN0189 analog Turbidity sensor are used. The results of this research show the temperature sensor accuracy is 99.38% and the turbidity sensor accuracy is 94.36%. All measured parameters will be stored on an SD Card for future analysis. Both sensors are considered suitable for use, and the notification system operates correctly according to the program code instructions.

Keywords: *Hydraulic Power Unit, Internet of Things, Monitoring System, Temperature, Turbidity*

I. LATAR BELAKANG

PT. Elang Perdana Tyre Industry (PT..EPTI) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang otomotif yang memproduksi ban mobil dengan beberapa merek diantaranya yaitu merek Accelera, Forceum, dan Zeetex. Sebagian besar ban yang di produksi PT. EPTI di ekspor ke mancanegara, sehingga kualitas ban perlu diperhatikan dalam proses pembuatannya. Terdapat beberapa serangkaian pengetesan yang dilakukan oleh *Department Tyre Testing* yang merupakan salah satu *department* khusus pengujian ban selesai produksi, salah satu pengetesan yang dilakukan yaitu *Endurance Test*, dimana tes ini dilakukan dengan menjalankan ban dengan kecepatan hingga 200 km/h dan dengan beban yang diberikan pada ban mencapai 700 kg. *Endurance machine* yang ada di PT. EPTI merupakan *endurance* dengan 6 posisi, dengan *drum* berada di bagian tengah mesin yang digerakkan oleh motor DC untuk kemudahan pengaturan kecepatan. Kemudian, terdapat 6 *spindle* di sekeliling *drum* untuk menempatkan rim dengan ban yang akan diuji, serta ada perangkat *Hydraulic Power Unit* (HPU) untuk sistem pendorong *spindle* ke arah *drum* sehingga mencapai tekanan beban tertentu dengan pembacaan pada *load cell*, beban yang biasa diukur sekitar 400 Kg – 700 Kg. Dalam mesin-mesin industri saat ini salah satu sistem yang sering digunakan salah satunya sistem hidrolik, sistem hidrolik ini bekerja berdasarkan aliran oli hidrolik yang awalnya ditampung dalam tangki dan kemudian dialirkan ke aktuator melalui motor pompa agar mendorong oli dalam bentuk aliran[1]. Ketika suhu oli hidrolik terlalu tinggi atau tidak dapat diturunkan dengan maksimal, hal ini bisa menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen hidrolik seperti *seal*, dan *hose*[2]. Mesin *endurance test* sudah ada sejak awal berdirinya perusahaan ini, mesin tersebut sering mengalami kendala terutama pada unit HPU dengan alarm *Hydraulic High Temperature*. Ketika *alarm* mesin akan stop dan tidak beroperasi, sedangkan dalam sekali pengujian memerlukan waktu 1-3 hari tanpa henti kecuali semua *step* sudah selesai. Berdasarkan analisa oleh teknisi, dalam kasus seperti diatas terdapat beberapa faktor penyebabnya yaitu (i) sistem sirkulasi oli yang kurang maksimal; (ii) filter *oil cooler* yang kotor sehingga pendinginan kurang maksimal (iii) salah satu komponen yang sudah indikasi *abnormal*; atau (iv) kualitas oli yang sudah menurun. Kualitas oli di sini kurang diperhatikan dikarenakan tidak adanya jadwal penggantian oli secara berkala. Berdasarkan permasalahan di atas, maka dirancanglah *prototype* sistem monitoring suhu dan kekeruhan oli hidrolik dengan berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai alat bantu analisa dan pendeteksi suhu oli untuk selanjutnya bisa dilakukan pencegahan agar tidak terjadi *alarm* yang menyebabkan stop mesin.

Hydraulic Power Unit (HPU) merupakan suatu sistem pemindahan daya yang mengandalkan fluida cair dalam pengoperasiannya, dalam hal ini oli hidrolik dipilih dalam pemilihan fluida cair guna mendapatkan daya yang lebih besar[3]. Pada sistem *Hydraulic Power Unit* disini memiliki suhu

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

oli berkisar pada 32°C hingga 70°C dikarenakan pada suhu 70°C mesin akan mengalami alarm dan berhenti beroperasi. Rentang suhu tersebut bisa naik diakibatkan kinerja HPU yang memiliki *Low Pressure* dengan tekanan 35 Bar dan *High Pressure* dengan tekanan oli 100 Bar. Semakin besar tekanan fluida maka kemungkinan terjadinya kenaikan suhu semakin meningkat karena pergerakan dengan tekanan yang cukup besar. Oli hidrolik merupakan cairan yang berfungsi untuk menjadi media untuk menyalurkan tenaga dalam sebuah sistem hidrolik. Pada penelitian ini digunakan oli hidrolik TELLUS S2 MX 68 merek Shell. Oli hidrolik Shell Tellus S2 MX 68 ini memiliki *viscosity index* yaitu 105, dengan *density* 0,860 kg/l saat suhu 15°C. oli ini juga memiliki *viscosity* di angka 1000 cSt pada suhu 0°C, 68 cSt pada suhu 40°C, dan 8,9 cSt pada suhu 100°C.

Internet of Things atau biasa disebut IoT merupakan salah satu teknologi yang banyak digunakan di zaman sekarang, teknologi ini sudah ditemukan pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton. IoT sendiri memiliki fungsi untuk mempermudah dalam monitoring ataupun pengontrolan suatu benda kerja di kehidupan sehari-hari sehingga data atau informasi bisa didapatkan setiap waktu. Cara kerja teknologi ini adalah suatu benda yang sudah dilengkapi dengan sensor atau modul berbasis IoT akan mengirimkan data tersebut melalui internet sehingga bisa diakses kapan saja dan dimana saja selama terdapat jaringan internet[4]. Arduino Uno adalah sebuah *board* yang berbasis mikrokontroler. Arduino Uno R3 sendiri merupakan revisi ketiga dari Arduino Uno yang dikeluarkan kisaran tahun 2011. Arduino Uno R3 ini menggunakan mikrokontroler jenis Atmega328 dengan jumlah bit sebanyak 8 bit[5]. Arduino jenis ini memiliki jumlah I/O yang cukup memadai untuk digunakan dalam pembuatan sebuah *project*, arduino ini memiliki 14 pin *input/output* dimana 6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM, kemudian terdapat 6 pin *input analog*, dilengkapi dengan koneksi USB, *jack power*, *crystal oscillator* 16 MHz, kepala ICSP, serta tombol *reset*[6].

NodeMCU merupakan sebuah *board* yang mirip dengan arduino, hanya saja *board* ini sudah dilengkapi dengan modul WIFI ESP8266 sehingga *board* NodeMCU ini memiliki kelebihan yaitu dapat terkoneksi dengan Wifi, alasan inilah yang membuat *board* NodeMCU ini banyak digunakan pada *project* IoT. *Board* NodeMCU memiliki beberapa pin I/O seperti arduino, dan juga dilengkapi dengan port USB (*Micro USB*) yang akan memudahkan dalam proses pemrogramannya. Untuk pemrograman *board* ini dapat di program dengan menggunakan Arduino IDE[7].

Thermocouple sensor merupakan sebuah sensor untuk pengukuran suhu. *Thermocouple* sensor ini bersifat konduktif, ekonomis, dapat beroperasi dalam rentang suhu yang luas, dan juga mudah dalam penggunaannya. Hanya saja, *thermocouple* sensor ini hanya mengukur suhu rata-rata di area kontak antara sensor dengan benda kerja. Jenis *thermocouple* yang paling banyak digunakan ialah *thermocouple type K*[8]. Dalam penggunaan *thermocouple type K*, perlu adanya komponen *Analog to Digital Converter* (ADC) yaitu modul ADC dengan IC Max6675. Komponen ini merupakan bagian penting karena nantinya data *analog* yang didapat dari *thermocouple* sensor akan diolah dan diubah menjadi data digital yang kompatibel dengan SPI serta resolusi 12 Bit. ADC ini dapat menentukan suhu dengan ketelitian 0,25°C dan maksimal pembacaan ialah setinggi 1024°C.

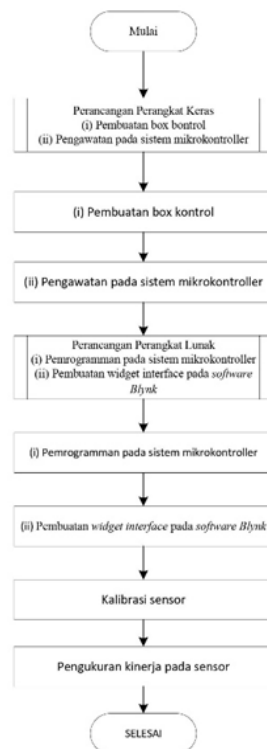
Sensor kekeruhan dari DFRobot digunakan untuk mendeteksi tingkat kekeruhan suatu cairan. Sensor ini mengandalkan cahaya untuk mendeteksi partikel padat yang tersuspensi mempengaruhi transmisi dan penyebaran cahaya yang dimana akan berubah seiring dengan jumlah *Total Suspended Solid* (TSS), dimana ketika TSS meningkat maka kekeruhan dalam cairan tersebut juga meningkat. Rentang suhu antara 5°C hingga 90°C terbukti ideal untuk sensor ini. Waktu responsnya adalah

500ms[9]. *Turbidity* sensor dari DFRobot ini dibekali dengan satu buah modul yang nantinya satu sisi dihubungkan ke *probe* sensor sisi lainnya dihubungkan ke mikrokontroller. Modul ini memberikan 2 mode keluaran yaitu digital dan analog. Pada keluaran analog tegangan keluaran akan mengikuti tingkat kekeruhan cairan yang diukur oleh *probe* dengan rentang 0 - 4,5 VDC. Pada mode digital hanya akan memberikan sinyal *High* dan *Low* tergantung ambang batas yang dapat diatur pada potensiometer di modul itu.

II. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alur Penelitian

Diagram Alur Penelitian merupakan sebuah tahapan untuk mencapai tujuan penelitian dengan batasan masalah. Diagram alur penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1 yang menggambarkan alur penelitian, mulai dari proses Perancangan Perangkat Keras yang meliputi (i) Pembuatan box kontrol; dan (ii) Pengawatan pada sistem mikrokontroller. Setelah proses perancangan perangkat keras selesai dilakukan, kemudian lanjut ke proses perancangan perangkat lunak yang meliputi (i) Pemrograman pada sistem mikrokontroller; dan (ii) Pembuatan *widget interface* pada *software* Blynk. Setelah tahap perancangan selesai lanjut ke proses kalibrasi sensor, sensor-sensor yang dipakai dalam penelitian ini perlu dilakukan kalibrasi untuk menentukan keandalan sensor yang dipakai dalam penelitian ini. Setelah kalibrasi selesai hanya tinggal proses pengambilan data dan pengukuran kinerja sistem.

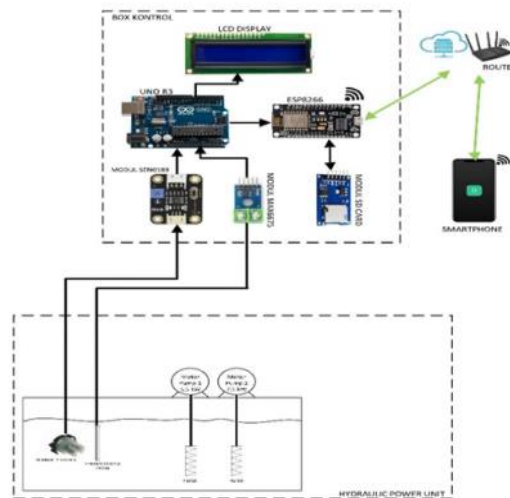


Gambar 1. Diagram alur penelitian

B. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan melalui tahapan (i) Pembuatan box kontrol; dan (ii) Pengawatan pada sistem mikrokontroller. Berikut diagram sistem monitoring suhu dan kekeruhan oli hidrolik pada *Hydraulic Power Unit* yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 2.

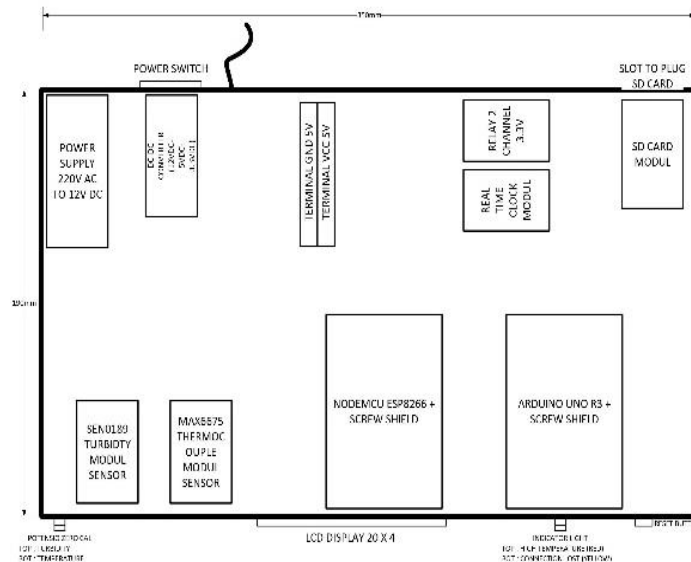
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR



Gambar 2. Diagram kerja sistem monitoring

- Pembuatan Box Kontrol

Box kontrol dirancang dengan memerhatikan poin dimensi, estetika dan ergonomis. Box kontrol ini dirancang dengan dimensi panjang 355 mm, lebar 188 mm, dan tinggi 150 mm dan dilengkapi siku di setiap sisinya. Box kontrol menempatkan LCD Display, Tombol reset, USB port, indikator, dan potensio kalibrasi pada bagian depan guna memudahkan dalam pusat kontrol. Untuk tombol power dan slot SD Card berada di bagian belakang dengan alasan keamanan pada alat. Layout penempatan komponen ditunjukkan pada Gambar 3.



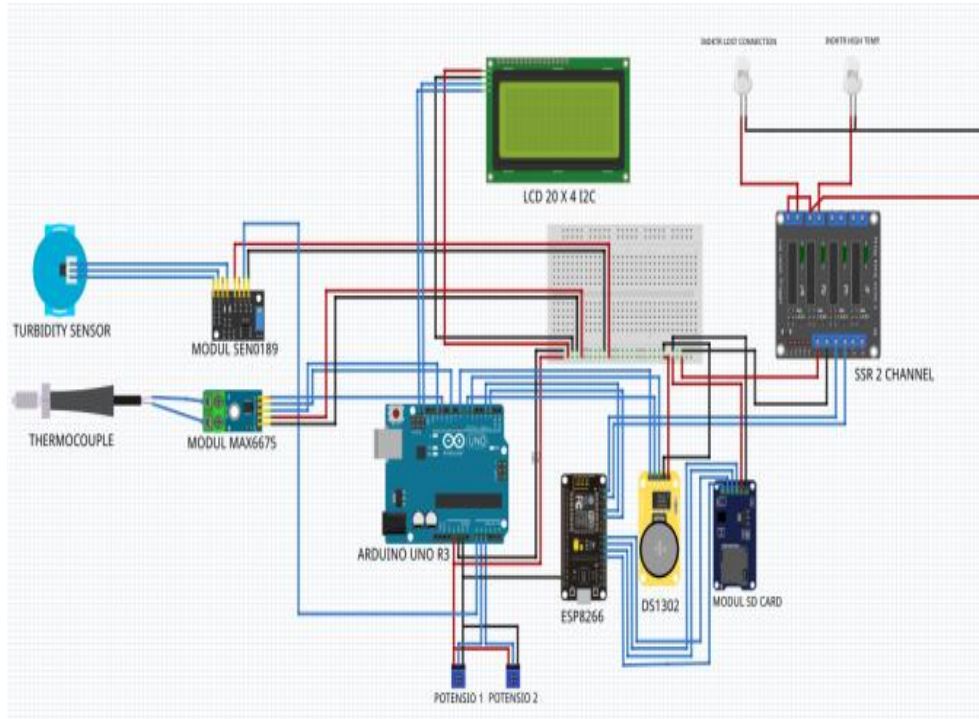
Gambar 3. Layout penempatan komponen

- Pengawatan Pada Sistem Mikrokontroller

Komponen-komponen pada sistem monitoring suhu dan kekeruhan oli hidrolik, meliputi (i) Mikrokontroller Arduino Uno R3; (ii) Mikrokontroller NodeMCU Esp8266; (iii) modul *turbidity sensor* SEN0189; (iv) modul *thermocouple* Max6675; (v) modul RTC DS 1302; (vi) modul SD Card; (vii) Solid State Relay 2 channel; (viii) LCD i2C 20x4; (ix) Power Supply 12V; (x) modul DC step down; (xi) potensio multiturn; (xi) push button; (xii) led indicator; (xiii) saklar on/off.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

Detail koneksi antar komponen dapat dilihat pada wiring diagram yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian sistem monitoring suhu dan kekeruhan oli hidrolis

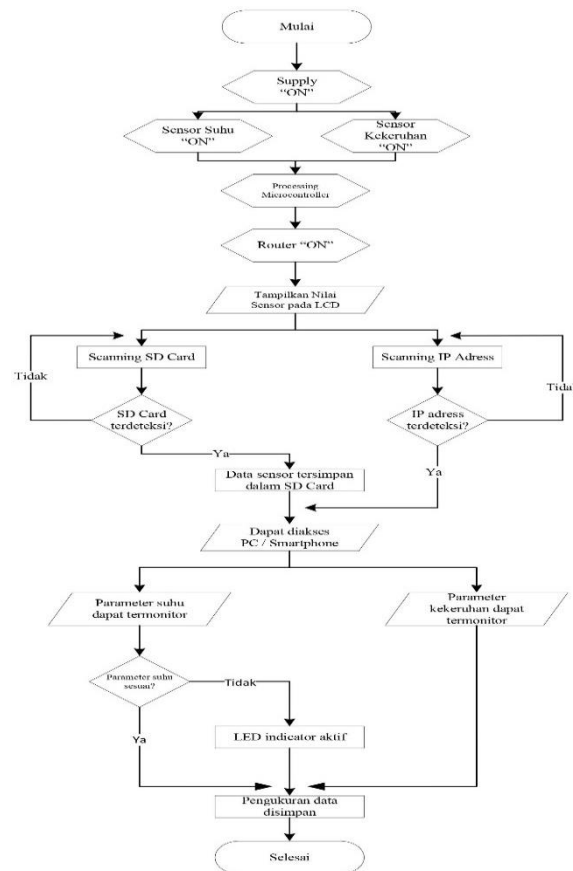
C. Perancangan Perangkat Lunak

Setelah proses perancangan perangkat keras, diperlukan perancangan perangkat lunak yang meliputi (i) pemrograman pada sistem mikrokontroler; dan (ii) pembuatan *widget interface* pada *software* Blynk. Karena kedua mikrokontroler tersebut tidak bisa bekerja tanpa adanya program atau kode program yang bertujuan menjalankan seluruh perintah kerja dari awal sistem dinyalakan

- Pemrograman Pada Sistem Mikrokontroler

Pemrograman mikrokontroler Arduino UNO R3 dan NodeMCU Esp8266 menggunakan *software* Arduino IDE yang tersedia gratis dan dapat diunduh pada website resmi arduino. Algoritma pemrograman sistem monitoring suhu dan kekeruhan oli hidrolis untuk *Hydraulic Power Unit* berbasis IoT ditunjukkan pada Gambar 5.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR



Gambar 5. Algoritma pemrograman sistem monitoring

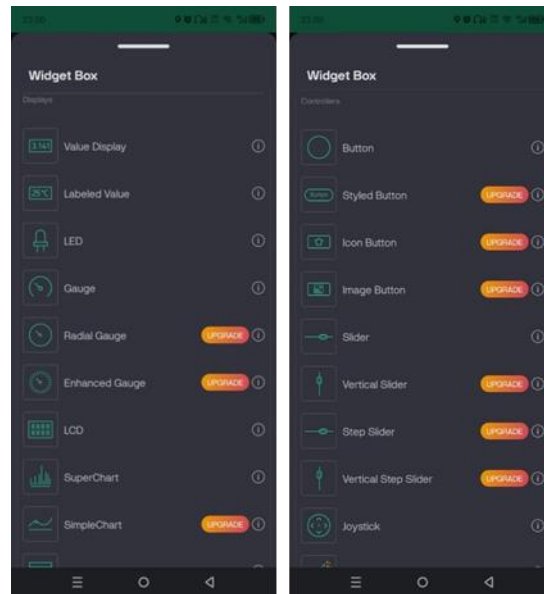
Algoritma pemrograman yang terdapat pada Gambar 5 akan menjadi acuan dalam penyusunan kode program mikrokontroller. Tampilan kode program pada mikrokontroller ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pemrograman sistem pada mikrokontroler

- Pembuatan *Widget Interface Pada Software Blynk*

Pembuatan widget Interface pada website maupun aplikasi Blynk di smartphone perlu dilakukan, hal ini berguna untuk menyusun data yang akan ditampilkan pada *platform* Blynk sehingga mudah untuk dibaca dan dipahami. Blynk menyediakan beberapa widget yang bisa digunakan untuk penampil data maupun untuk kebutuhan kontrol *device* namun beberapa fitur memerlukan langganan berbayar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Gambar 7. *Widget interface* pada *software blynk*

Setelah pembuatan *widget interface* pada halaman aplikasi Blynk perlu terkoneksi antara halaman Blynk dengan mikrokontroller. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memasukkan auth token yang ada pada Blynk web ke pemrograman NodeMCU Esp8266, pastikan juga untuk memasukkan SSID dan kata sandi router untuk koneksi internetnya. Jika semua sudah selesai dilakukan silahkan untuk mengatur Datastreams pada Blynk agar data dapat muncul pada halaman yang sudah dibuat, dan aplikasi Blynk sudah bisa digunakan

D. Kalibrasi dan Akurasi

Kalibrasi merupakan serangkaian kegiatan percobaan untuk menentukan suatu perbedaan pembacaan nilai antara alat yang digunakan sebagai standar pengukuran dengan nilai sebenarnya (dalam hal ini nilai sensor). Dari nilai - nilai tersebut nantinya akan didapat hasil kalibrasi yang akan menghasilkan nilai penyimpangan atau dapat dinyatakan sebagai nilai *error*[10]. Persentase *error* dalam proses pengukuran bisa didapat dari rumus berikut:

$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Nilai alat standar} - \text{Nilai alat ukur}|}{\text{Nilai alat standar}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Akurasi}(\%) = 100\% - \% \text{ Error} \quad (2)$$

Kalibrasi disini bertujuan untuk mengatur tegangan keluaran yang dihasilkan sensor analog, maka tegangan keluaran akan mendekati dengan nilai standar yang telah teruji. Tegangan keluaran yang diinginkan bisa didapat dari rangkaian dan rumus berikut:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in} \quad (3)$$

$$V_{in} = I \cdot (R_1 + R_2)$$

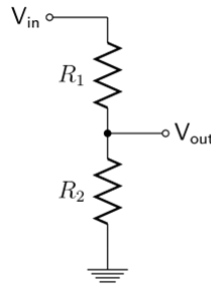
$$V_{out} = I \cdot R_2$$

$$I = \frac{V_{in}}{R_1 + R_2}$$

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



Gambar 8. Rangkaian pembagi tegangan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bentuk Perangkat Keras *Prototype*

Sistem monitoring pada alat penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yang terdiri dari alat monitoring fisik pada LCD dan monitoring dengan PC/Smartphone yang terhubung melalui *Internet of Things* (IoT). Proses dan bentuk dari alat *prototype* sistem monitoring ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10 dibawah ini.



Gambar 9. Proses pembuatan perangkat keras

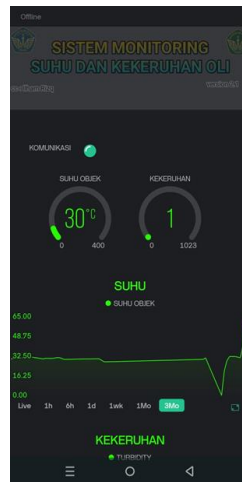


Gambar 10. Bentuk perangkat keras sistem monitoring

Sistem monitoring *Internet Of Things* (IoT) dengan menggunakan *platform* Blynk. Peralatan sensor pada sistem akan membaca nilai suhu dan kelembapan, kemudian informasi tersebut dikirimkan ke aplikasi Blynk dengan menggunakan jaringan internet, pada alat penelitian ini informasi tidak hanya dikirimkan menuju ke *platform* Blynk melainkan juga dengan mengirimkan data menuju *SD Card* yang sudah terpasang pada alat monitoring. Sehingga, ketika terjadi gangguan pada jaringan akan meminimalisir terjadinya *data lost* pada sistem yang dirancang.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

Pengiriman data dan penyimpanan data dilakukan setiap 3 detik. Pada Gambar 11 di bawah ditunjukkan tampilan monitoring pada aplikasi Blynk di *smartphone*. Terdapat indikator *gauge* dan grafik data yang menunjukkan pembacaan dari suhu dan kekeruhan oli hidrolik.

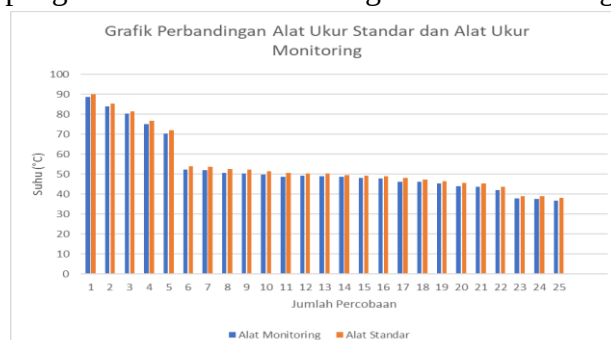


Gambar 11. Tampilan monitoring pada aplikasi Blynk

B. Kalibrasi Sensor

Kalibrasi yang dilakukan pada sensor suhu dan sensor *turbidity* memiliki tujuan untuk memastikan bahwa kedua alat tersebut memberikan hasil pengukuran yang akurat dan juga konsisten dengan standar yang telah ditetapkan. Perbandingan langsung merupakan metode yang digunakan pada penelitian ini.

Kalibrasi pada sensor suhu bertujuan untuk memastikan pembacaan yang dilakukan menghasilkan keakurasian yang tinggi. Metode yang digunakan dalam kalibrasi ini adalah perbandingan langsung antara pembacaan sensor suhu Max6675 *Thermocouple Type-K* dengan thermometer merek FLUKE tipe 52 II sebagai alat ukur referensi. Titik ukur dalam pengujian sensor suhu ini berkisar 38°C hingga 90°C. Dari hasil pengujian memperlihatkan bahwa rata-rata selisih yang diperoleh antara pengukuran suhu alat standar dengan pengukuran suhu alat monitoring adalah 1,458°C%. Berikut dapat dilihat grafik perbandingan nilai pengukuran alat standar dengan alat monitoring sebelum dikalibrasi.

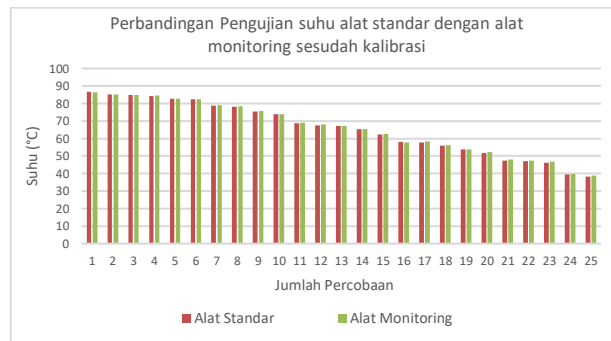


Gambar 12. Grafik perbandingan alat ukur standar dengan alat ukur monitoring sebelum kalibrasi

Setelah dilakukan kalibrasi terdapat perubahan yang dimana selisih nilai antara alat standar dengan alat monitoring semakin kecil dibandingkan dengan data sebelum kalibrasi. Dilihat data sebelum kalibrasi nilai rata-rata selisih adalah 1,458°C dan setelah proses kalibrasi nilai rata-rata selisih menjadi 0,342°C, itu berarti sensor suhu ini sudah terkalibrasi dan hasil pembacaannya lebih

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

akurat. Grafik perbandingan nilai pengukuran alat standar dengan alat monitoring sesudah dikalibrasi dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik perbandingan alat ukur standar dengan alat ukur monitoring sesudah kalibrasi

Kalibrasi sensor kekeruhan dilakukan dengan metode perbandingan langsung terhadap 3 sampel yang sudah diukur nilai kekeruhannya dengan alat standar di laboratorium, kemudian sampel dibandingkan dengan nilai tegangan keluaran sensor dan dikonversi ke satuan NTU. Ketiga sampel yang diuji yaitu bernilai (i)3,44 NTU; (ii)13,58 NTU; (iii)756.10 NTU. Data pengukuran sampel kekeruhan pada alat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pengukuran sampel kekeruhan sebelum kalibrasi

Voltase (V)	Nilai Alat Standar Bante TB100 (NTU)	Nilai Alat Monitoring <i>Turbidity Sensor</i> DFRobot SEN0189 (NTU)	Selisih (NTU)
4,49	3,44	1,69	1,75
4,46	13,58	9,23	4,35
1,93	756,10	747,10	9,00

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa selisih dari pembacaan sensor cukup kecil, namun tetap akan dilakukan penyesuaian pada potensiometer untuk merubah nilai tegangan keluaran. Percobaan penyesuaian pada potensiometer dilakukan dengan menurunkan tegangan keluaran sebanyak 0,01 volt lalu dilakukan pengukuran hasil pembacaan yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data pengukuran sampel kekeruhan sesudah kalibrasi

Voltase (V)	Nilai Alat Standar Bante TB100 (NTU)	Nilai Alat Monitoring <i>Turbidity Sensor</i> DFRobot SEN0189 (NTU)	Selisih (NTU)
4,48	3,44	3,54	0,10
4,45	13,58	12,08	1,50
1,92	756,10	750,06	6,04

Terlihat pada tabel di atas ketika dilakukan penyesuaian tegangan keluaran, hasil selisih pembacaan antara alat standar dan alat monitoring semakin mendekati 0. Penyesuaian ini dilakukan dengan perhitungan dengan rumus:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in} \quad (3)$$

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

$$V_{in} = I \cdot (R_1 + R_2)$$

$$V_{out} = I \cdot R_2$$

$$I = \frac{V_{in}}{R_1 + R_2}$$

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_2 = \frac{V_{out} \times R_1}{V_{in} - V_{out}}$$

$$R_2 = \frac{4,48 \times 10}{4,49 - 4,48}$$

$$R_2 = \frac{4,48}{0,01} = 4480 \text{ ohm}$$

Didapat nilai 4480 ohm. Maka, potensio yang dilakukan penyesuaian harus bernilai 4480 ohm untuk menurunkan tegangan keluaran sebesar 0,01 V.

C. Pengukuran Kinerja Sensor Suhu

Kinerja pembacaan sensor suhu dapat diketahui dengan mengambil data perbandingan antara alat standar dengan alat ukur. Kemudian, dari data tersebut dicari tingkat akurasi pada sensor suhu dengan perhitungan menggunakan rumus 1 dan 2. Pengukuran dilakukan dengan menaikkan suhu oli menggunakan alat bantu *heater*. Kemudian, nilai pembacaan diukur persentase nilai *error* dari setiap pembacaan suhu yang telah diketahui. Kemudian, hitung rata-rata persentase *error* dan nilai 100% dikurangi dengan persentase *error* yang sudah dihitung. Data perbandingan sensor suhu alat standar dengan alat ukur ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Data kinerja sensor suhu

Alat Standar <i>Thermometer</i> FLUKE 52 II (°C)	Alat Monitoring Max6675 <i>Thermocouple Type-K</i> (°C)	<i>Error</i> (%)
57,1	57,00	0,17
55,0	54,75	0,45
55,3	55,00	0,54
54,6	54,25	0,64
54,2	54,00	0,36
53,3	53,00	0,56
52,9	52,50	0,75
51,7	52,00	0,58
48,4	48,75	0,72
47,5	48,25	0,94
44,4	44,75	0,78
41,6	42,00	0,96

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

41,3	41,50	0,48
41,1	41,50	0,97
40,8	41,00	0,49
40,2	40,50	0,74
39,0	39,25	0,64
37,5	37,75	0,64
36,8	37,00	0,54
30,6	30,75	0,49
Rata-rata		0,62%
Akurasi Alat Ukur		99,38%

Berdasarkan tabel diatas didapat hasil pembacaan nilai pengukuran pada alat ukur menunjukkan perbedaan dengan alat standar, perbedaan paling tinggi di angka 0,97%. Dari 20 data pengujian nilai suhu dengan rentang 30°C sampai dengan 58°C didapat nilai rata-rata *error* adalah 0,62%. Nilai tersebut terbilang cukup kecil untuk presentase *error* pada pengukuran suhu menggunakan sensor *thermocouple type-K* Max6675. Dengan tingkat *error* 0,62% maka nilai akurasi pengukuran suhu pada alat ukur adalah sebesar 99,38%. Dengan nilai akurasi jauh diatas 95%, maka sensor ini dikatakan layak untuk dipakai di lapangan karena nilai akurasi yang sangat tinggi dan nilai *error* yang mendekati 0%.

D. Pengukuran Kinerja Sensor Kekeruhan

Kinerja pembacaan sensor kekeruhan dapat diketahui dengan mengambil data perbandingan kekeruhan antara oli yang sudah diukur nilai kekeruhannya dengan alat standar di laboratorium. Kemudian, dari data tersebut dicari tingkat akurasi pada sensor kekeruhan dengan perhitungan menggunakan rumus 1 dan 2. Pengukuran dilakukan dengan menaikkan suhu oli menggunakan alat bantu *heater*. Kemudian, nilai pembacaan diukur persentase nilai *error* dari setiap pembacaan suhu yang telah diketahui. Kemudian, hitung rata-rata persentase *error* dan nilai 100% dikurangi dengan persentase *error* yang sudah dihitung. Data pembacaan kekeruhan pada alat ukur terhadap oli yang sudah diketahui nilai kekeruhannya ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Data kinerja sensor kekeruhan

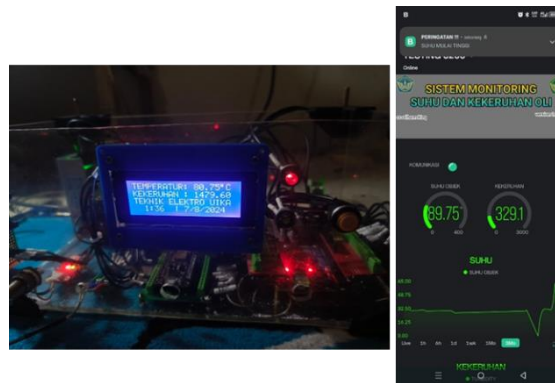
Tanggal	Waktu	Suhu (°C)	Nilai Alat Standar Bante TB100 (NTU)	Nilai Alat Monitoring Turbidity Sensor DFRobot SEN0189 (NTU)	Error (%)
05/08/24	00:09	32.50	3.44	3.54	2.91
	0:11	31.75		3.12	9.30
	0:13	32.25		4.05	17.73
	0:15	32.50		3.15	8.43
	0:17	32.25		3.54	2.91
	0:19	32.50		3.48	1.16
	0:22	32.25		3.50	1.74

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

	0:24	32.00		3.34	2.91
	0:26	32.00		3.22	6.40
	0:28	32.25		3.76	9.30
05/08/24	0:31	31.5	13.578	12.61	7.14
	0:33	31.5		12.58	7.36
	0:35	31.5		12.64	6.92
	0:36	31.5		14.24	4.86
	0:38	31.5		15.86	16.79
	0:40	31.25		11.08	3.17
	0:42	31.75		12.59	7.29
	0:44	31.5		11.04	18.7
	00:46	31.25		12.68	6.63
	00:48	31.5		12.65	6.85
05/08/24	2:00	31.5	756.8	765.83	1.19
	2:02	31.5		756.09	0.9
	2:04	31.5		722.03	4.59
	2:06	31.5		759.33	0.33
	2:08	31.5		769.11	1.63
	2:10	31.25		751.22	0.74
	2:12	31.75		762.58	0.76
	2:14	31.5		754.46	0.31
	2:16	31.25		739.89	2.23
	2:18	31.5		786.93	3.98
Rata-rata					5.64%
Akurasi alat ukur					94.36%

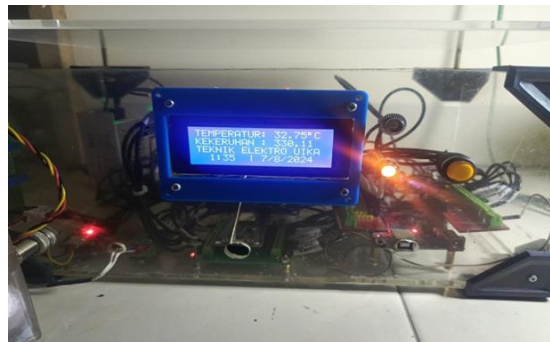
Berdasarkan tabel di atas didapat hasil pembacaan nilai pengukuran pada alat ukur menunjukkan perbedaan dengan alat standar, perbedaan paling tinggi di angka 17,71% hal ini dikarenakan sesekali terjadi fluktuasi lonjakan nilai yang tiba-tiba. Dari 30 data pengujian nilai kekeruhan didapat nilai rata-rata *error* adalah 5,64 %. Nilai tersebut terbilang cukup kecil untuk presentase *error* pada pengukuran nilai suhu alat ukur. Dengan tingkat *error* 5,64% maka nilai akurasi pengukuran suhu pada sensor kekeruhan ini adalah sebesar 94,36%. Dengan nilai akurasi tersebut sensor ini bisa dikatakan cukup layak untuk digunakan.

Dilakukan juga pengujian terhadap oli yang diketahui nilai kekeruhannya yang akan diuji dengan rentang suhu 30°C - 80°C dan didapat hasil seperti pada grafik di bawah ini.



Gambar 16. Notifikasi suhu tinggi pada blynk dan indikator pada box kontrol

Berdasarkan Gambar 16, bahwa ketika nilai suhu lebih dari 70°C terdapat notifikasi pada layar monitoring di smartphone. Selain notifikasi yang ada di smartphone, pada alat ini juga disediakan 2 indikator yang terletak pada box kontrol. Indikator berwarna merah pada box kontrol merupakan indikator ketika suhu yang diukur melebihi 70°C . Sedangkan, indikator berwarna kuning merupakan indikator ketika terjadi kendala jaringan. Indikator berwarna kuning menyala ketika terjadi gangguan pada internet dan indikator ini tidak akan padam hingga tombol reset yang ada pada box kontrol di tekan, seperti ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Indikator kendala jaringan pada box kontrol

IV. KESIMPULAN

Secara keseluruhan sistem yang dirancang pada penelitian ini sudah bekerja dengan baik. Pengukuran dapat dilakukan secara real-time, dapat memberi notifikasi apabila parameter tidak sesuai atau indikator ketika kendala jaringan, dan dapat menyimpan data pengukuran dengan interval 3 detik. Kinerja *prototype* sistem monitoring suhu dan kekeruhan oli hidrolik diukur berdasarkan pengukuran nilai dari alat dibandingkan dengan pengukuran nilai standar di laboratorium maupun nilai yang terukur di alat standar. Nilai yang terukur dengan alat standar menjadi acuan untuk mengukur nilai akurasi sensor suhu dan kekeruhan.

Setelah diuji, sensor suhu *Thermocouple Type-K Max6675* memiliki persentase *error* sebesar 0,62%, dengan persentase *error* tersebut maka persentase akurasi pengukuran sensor suhu sebesar 99,38%. Sensor kekeruhan *Analog Turbidity DFRobot SEN0189* memiliki persentase *error* sebesar 5,64%, dengan persentase *error* tersebut maka persentase akurasi pengukuran kekeruhan sebesar 94,36%. Sensor suhu memiliki tingkat *error* jauh dibawah 5% sehingga sangat layak digunakan.

Sedangkan, sensor kekeruhan memiliki tingkat *error* 5,64%, nilai ini masih terbilang cukup layak dikarenakan pembacaan kekeruhan pada oli hidrolik tidak memerlukan ketelitian yang sangat tinggi.

Notifikasi sistem bekerja sesuai dengan yang diinginkan baik pada aplikasi Blynk maupun pada box kontrol. Parameter suhu akan mengeluarkan notifikasi suhu tinggi pada aplikasi Blynk dan akan menyalakan lampu indikator pada box kontrol, sedangkan untuk kendala jaringan akan menyalakan indikator yang ada pada box kontrol.

V. REFERENSI

- [1] Solih, E. S., Hayoto, V., Purbaningrum, S. P., Sumasto, F., & Agustin, D. (2023). Perancangan Hydraulic System Dalam Rangka Mendukung Dies Clamping Pada Mesin Press Seyi SN2-300 di PT. Ganding Toolsindo. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4).
- [2] Lumintar, M. T. A. A., Jayadi, F., & Marausna, G. (2021). Studi Eksperimental Heat Transfer Pada Heat Exchanger Dengan Tipe Helical Coil Tube Guna Menurunkan Temperatur Oli Hidrolik. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 7(1), 79-90.
- [3] Komarudin, K., Partama, Y. I., & Soleh, I. (2022). Perancangan Power Unit Sistem Hidrolik Untuk Payung Hidrolik Di Masjid Raya Aceh. *Jurnal Tera*, 2(1), 34-47.
- [4] Ramdani, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram. *INISTA (Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications)*, 3(1), 59-68.
- [5] Zanofo, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu gerbang otomatis berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 22-27.
- [6] Hasnan, M., Informatika, J. T., Sains, F., & Teknologi, D. A. N. (2017). Rancang bangun sistem pengering gabah dengan menggunakan arduino. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- [7] Nurul Hidayati Lusita Dewi, N. H. L. D. (2019). Prototype Smart Home Dengan Modul NodemMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT) (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Majapahit Mojokerto).
- [8] Kus, A., Isik, Y., Cakir, M. C., Coşkun, S., & Özdemir, K. (2015). Thermocouple and infrared sensor-based measurement of temperature distribution in metal cutting. *Sensors*, 15(1), 1274-1291.
- [9] Mokua, N., Ciira, W. M., & Kiragu, H. (2021). A Raw Water Quality Monitoring System using Wireless Sensor Networks.
- [10] Irawan, A. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran Dalam Kegiatan Penelitian Dan Pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 1-9.