

Desain Dan Implementasi *Monitoring Dan Controlling* Panel Pompa 3 Phase Berbasis Iot Studi Kasus Perumdam Kabupaten Madiun

1stAhmad Rif'a Al Muttaqi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ahmadrifafa@student.telkomuni-
versity.ac.id

2nd Umar Ali Ahmad
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
umar@telkomuniversity.ac.id

3rd Jati Satria Wicaksana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
jati@basicteknologi.ac.id

Air adalah sumber kehidupan yang penting untuk manusia. Pemerintah menyediakan Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDAM) untuk memenuhi kebutuhan dasar tersebut. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut, maka PERUMDAM menggunakan pompa listrik yang sudah dilengkapi oleh proteksi kerusakan. Namun, untuk mengontrol pompa listrik saat ini masih bersifat analog sehingga diperlukan pemantauan rutin oleh para petugas PERUMDAM. Dari hal tersebut maka, diajukan penyelesaian masalah tersebut dengan membuat rancangan dan implementasi Panel Pompa berbasis IoT. Alat ini dibuat dengan sensor Optocoupler, Power Meter, nodeMCU ESP8266, dan Solid State Relay (SSR) sebagai aktuator yang terhubung langsung dengan real-time database untuk mengontrol dan memonitor panel pompa tersebut secara real-time. Dengan tujuan alat ini dapat memudahkan petugas PERUMDAM dalam memantau semua pompa air. Pengujian data yang didapatkan dari Panel Pompa IoT terbagi menjadi dua. Data dari sensor Optocoupler untuk memonitor sensor yang ada pada panel pompa analog, serta data pada Power Meter berupa nilai dari tegangan 3 phase, arus 3 phase, frekuensi, dan power factor. Dari data arus dan tegangan kita akan mendapatkan data daya (kWh) yang digunakan oleh panel pompa analog. Pengujian controlling dengan tujuan mengganti mode analog dan otomatis pada panel pompa analog, serta menghidupkan dan mematikan pompa air dapat dilakukan secara real-time dengan baik.

Kata kunci — IoT, Panel pompa, PERUMDAM, Smart water management

I. PENDAHULUAN

Air adalah sumber kehidupan yang paling penting untuk seluruh makhluk hidup, terutama manusia. Hampir setiap kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan air oleh karena itu pemerintah bertanggung jawab penuh dalam menyediakan air untuk seluruh masyarakat.

Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDAM) merupakan bentuk dari tanggung jawab pemerintah dalam mengelola dan menyediakan air untuk masyarakat Indonesia. PERUMDAM sendiri menggunakan pompa listrik yang sudah dilengkapi dengan proteksi kerusakan baik itu sisi mekanik ataupun elektrik dan dimonitor menggunakan panel yang dinamakan panel pompa. Namun panel pompa saat ini bersifat analog, sehingga Pemantauan mesin pompa pun masih dilakukan secara langsung. Jika terdapat kendala mesin pompa yang tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya sedangkan petugas sedang tidak bertugas di wilayah tersebut maka akan memerlukan waktu yang lama agar petugas mengetahui bahwa terjadi kerusakan di tempat tersebut.

Dari permasalahan tersebut maka dibuatlah Panel Pompa berbasis *Internet of Things* (IoT). Panel Pompa digunakan untuk monitor status pompa secara analog. Alat ini dapat memonitor beberapa status pada pompa, seperti WLC, PLN, motor pompa, dll. Selain itu panel pompa juga dapat mengontrol mode pompa air yaitu manual atau otomatis. PERUMDAM menggunakan panel pompa yang berguna untuk memonitor pompa agar berjalan dengan baik.

Panel pompa IoT berfungsi untuk mengambil data yang ada pada panel pompa analog dan mengirim data tersebut ke database untuk di proses di dalam database. Monitoring melalui aplikasi Android, aplikasi ini berbentuk dashboard yang dapat memonitor IoT panel pompa secara real-time. Instrumen yang dimonitor yaitu tegangan 3 *phase*, arus listrik 3 *phase*, frekuensi, power, power factor, dan status fungsi pompa. Selain monitor, aplikasi ini dapat mengontrol mode pompa (manual atau otomatis). Aplikasi ini juga memiliki sistem peringatan dengan cara memberikan notifikasi apabila

terjadi perubahan status fungsi pompa, atau apabila tegangan atau arus listrik panel pompa berada di luar range normal.

II. KAJIAN TEORI

A. *Internet of Things*

IoT merupakan sebuah rancangan suatu objek khusus yang dapat mengirim dan menerima data menggunakan internet tanpa adanya hubungan manusia ke manusia, ataupun dari manusia ke alat perangkat komputer[1]. Ada banyak dan berbagai macam device yang bisa terhubung dengan IoT dengan sangat mudah. Sensor dan kecerdasan digital ada kunci dari penggunaan komunikasi real-time yang terjadi pada IoT tanpa adanya campur tangan manusia[2].

B. Firebase

Firebase adalah suatu layanan dari Google untuk memberikan kemudahan bahkan mempermudah para developer aplikasi dalam mengembangkan aplikasinya. Firebase alias *BaaS (Backend as a Service)* merupakan solusi yang ditawarkan oleh Google untuk mempercepat pekerjaan developer[3]. Dengan menggunakan Firebase, *apps developer* bisa fokus dalam mengembangkan aplikasi tanpa memberikan *effort* yang besar untuk urusan *backend*[3].

C. Panel Pompa 3 Phase

Pompa air banyak digunakan, baik dalam kehidupan sehari-hari, dalam kebutuhan individu maupun untuk keperluan bisnis atau industri. Pompa air yang banyak digunakan terutama di dunia industri pada umumnya menggunakan pompa dengan penggerak motor listrik 3 *phase*. Sesuai dengan penggunaan pompa air 3 *phase* di dunia industri, ada yang perlu dijalankan secara manual saja, namun ada juga yang harus bisa berjalan secara otomatis.

D. Perhitungan Daya 3 Phase

Listrik 3 *phase* memiliki jumlah tegangan dan yang jauh lebih besar dari listrik 1 *phase* atau listrik yang dapat ditemukan di rumah, karena memiliki tegangan dan arus yang lebih besar, maka listrik 3 *phase* biasa digunakan untuk industri atau pabrik.

III. METODE

Desain sistem pada tugas akhir ini digambarkan secara keseluruhan alat panel pompa berbasis *Internet of Things* yang telah di desain dan di implementasikan. Sistem yang bekerja pada alat tersebut dengan mengambil data kelistrikan

Dalam menghitung daya pada listrik 3 *phase* maka terdapat rumus yang memudahkan kita untuk menemukan nilai daya yang digunakan. Berikut adalah rumus daya 3 *phase*[4].

$$P = \frac{\sqrt{3} \times \sqrt{3} \times I \times \sqrt{3} \times \cos \pi}{1000} \quad (1)$$

Yang mana:

P = daya dengan satuan kWh

V = *voltage* atau tegangan dengan satuan volt

I = arus listrik dengan satuan ampere

π = faktor daya

E. Komunikasi Modbus

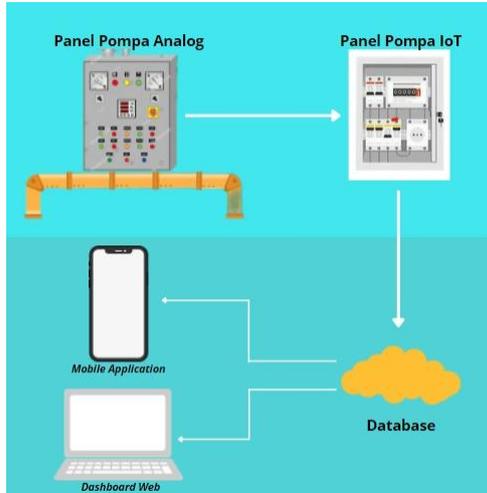
Komunikasi Modbus adalah metode komunikasi yang digunakan oleh *Power Meter* menggunakan modul komunikasi RS-485 baik sebagai *master* ataupun *slave*[5]. *Address* yang digunakan pada panel pompa IoT ini berdasarkan dari buku manual *Power Meter*[6]. Berikut contoh tabel modbus *address Power Meter*:

TABEL 1 Contoh Tabel Modbus[6].

Address	Project	Describe	Byte Address
9,10	<i>Ua</i> (<i>three phase four wire</i>)	<i>A Phase voltage</i>	18,19,20,21
11,12	<i>Ub</i> (<i>three phase four wire</i>)	<i>B Phase voltage</i>	22,23,24,25
13,14	<i>Uc</i> (<i>three phase four wire</i>)	<i>C Phase voltage</i>	26,27,28,29
15,16	<i>Ia</i>	<i>A Phase current</i>	30,31,32,33
17,18	<i>Ib</i>	<i>B Phase current</i>	34,35,36,37
19,20	<i>Ic</i>	<i>C Phase current</i>	38,39,40,41
27,28	<i>PFS</i>	<i>Total power factor</i>	54,55,56,57
29,30	<i>HZ</i>	<i>Frequenc y</i>	58,59,60,61

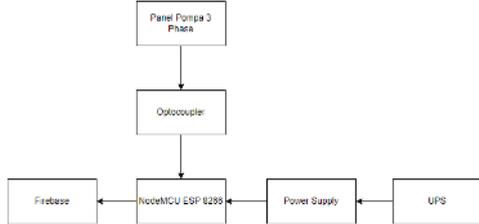
menggunakan *power meter* dan membaca status sensor pada panel pompa analog menggunakan *optocoupler*. Data yang didapatkan tersebut dikirim ke *real-time database* Firebase. Yang mana rancangan ini dibuat sebagai *early warning* jika terjadi anomali pada panel pompa analog yang menyebabkan terhambatnya produksi air yang berjalan. Pada alat ini juga dapat mengubah

mode panel pompa analog menggunakan *solid state relay*. Gambar 1 merupakan rancangan umum sistem.

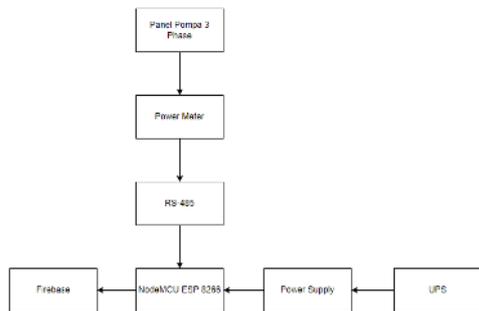


GAMBAR 1 Desain sistem panel pompa IoT.

A. Diagram Blok



GAMBAR 2 Diagram blok status sensor
 Pada Gambar 2 merupakan diagram blok yang digunakan pada pembacaan data status sensor yang ada pada panel pompa 3 phase analog. *Optocoupler* akan menerima tegangan pada saat kondisi tertentu dari setiap sensor yang ada pada panel pompa analog lalu *optocoupler* akan merubah tegangan tersebut menjadi suatu data. Data dikirim ke mikrokontroler dan selanjutnya dikirim ke *real-time database* Firebase.

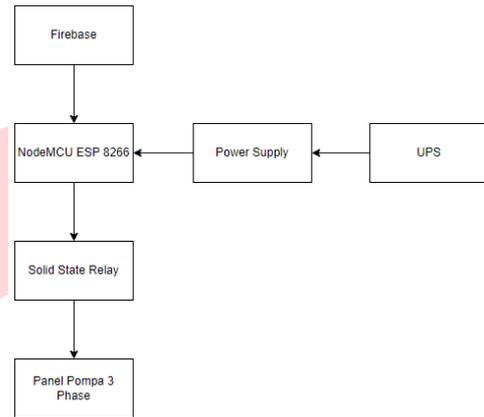


GAMBAR 3 Diagram blok data kelistrikan panel.

Gambar 3 adalah diagram blok rancangan pengambilan data kelistrikan pada panel pompa analog. *Power meter* yang terhubung dengan panel pompa analog akan mendapatkan data kelistrikan, namun karena data yang ada pada *power meter* lebih dari satu maka untuk

mendapatkan data tersebut memerlukan modul protokol komunikasi RS-485 dengan metode pengambilan datanya menggunakan protocol komunikasi modbus. Data yang didapat dikirimkan pada mikrokontroler untuk selanjutnya dikirim ke *real-time database* Firebase.

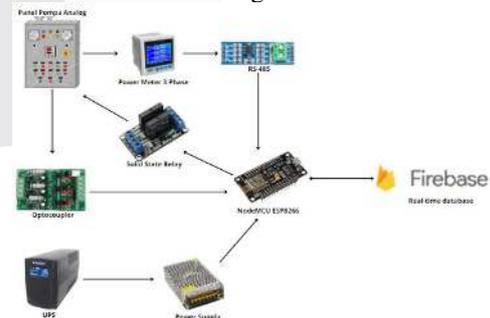
Data yang telah dikirim ke *real-time database* Firebase maka akan di tampilkan pada *mobile application* dan *dashboard website*. User dapat melakukan monitor panel pompa tersebut dengan mudah menggunakan *smartphone*.



GAMBAR 4 Diagram blok controlling panel pompa.

Gambar 4 menunjukkan diagram blok *controlling* panel pompa dengan cara kerja *real-time database* Firebase akan menerima data yang dikirimkan oleh user dari *mobile application* terkait dengan mode yang diinginkan oleh user, lalu mikrokontroler akan menerima data tersebut dan mengirimkan perintah pada SSR agar mengaktifkan mode sesuai dengan yang user inginkan.

B. Desain Perangkat Keras



GAMBAR 5 Desain keseluruhan perangkat keras.

Desain perangkat keras terbagi menjadi dua. Perangkat keras pertama adalah panel pompa 3 phase sebagai pengirim data utama yang berisi tentang kondisi pompa air. Lalu pada perangkat keras kedua adalah panel pompa 3 phase berbasis

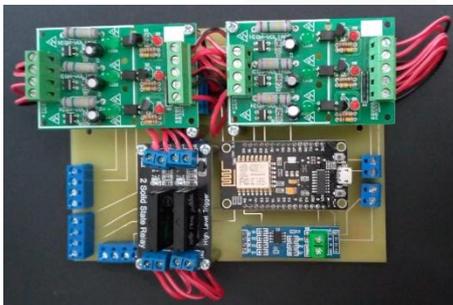
IoT yang sudah didesain untuk memonitor dan mengontrol panel pompa tersebut.

Pada gambar 5 dapat menunjukkan desain keseluruhan sistem pada panel pompa 3 *phase* berbasis IoT ini terdiri dari beberapa komponen elektronika yang terhubung pada NodeMCU ESP8266 dan Firebase sebagai database. *Optocoupler* akan terhubung pada NodeMCU yang mana berfungsi untuk memonitor sensor yang ada pada panel pompa 3 *phase*. NodeMCU akan mengirim nilai secara terus menerus ke Firebase lalu *user interface* baik dari aplikasi *mobile* ataupun *dashboard website* akan mengambil data tersebut dari Firebase, sehingga ketika terjadi perubahan nilai terhadap sensor maka mode otomatis akan mati, begitu pun sebaliknya. Semua hal tersebut dilakukan menggunakan aplikasi *mobile*.

NodeMCU juga terhubung dengan *Power Meter* yang berfungsi sebagai penerima data terkait arus, tegangan, *power factor*, frekuensi dan daya yang ada pada panel pompa 3 *phase*, dan dikirimkan ke NodeMCU menggunakan protokol komunikasi RS-485 dengan metode

A. Implementasi perangkat keras

Setiap komponen telah dirancang dan dikonfigurasi. Gambar 6 menunjukkan *printed circuit board* (PCB) dirangkai dengan komponen tersebut sesuai dengan pin yang telah di definisikan sebelumnya.



GAMBAR 6 Komponen yang telah terpasang pada PCB.

Perangkat keras dihubungkan dengan komponen-komponen yang sudah saling terhubung pada PCB. Gambar 7 menunjukkan semua perangkat keras sudah terhubung dengan komponen yang ada pada PCB.

tersebut maka aplikasi *mobile* akan memberikan notifikasi kepada *user*. Saat *user* mendapatkan notifikasi dari aplikasi *mobile* maka *user* akan menganalisis apakah hal tersebut sebuah nilai anomali yang perlu dilakukan investigasi atau tidak.

Pada panel pompa 3 *phase* berbasis IoT juga terdapat SSR dengan dua *channel* yang akan dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266. SSR pada *channel* pertama berguna untuk mengaktifkan mode manual yang ada di panel pompa, lalu SSR *channel* kedua berguna untuk mengaktifkan mode otomatis pada panel pompa. Ketika mode manual di aktifkan

modbus, lalu oleh NodeMCU akan dikirimkan ke Firebase untuk di kelola. Aplikasi *mobile* akan selalu memberikan notifikasi kepada *user* jika terdapat perubahan data yang terjadi pada Firebase dan *user* akan menganalisis hal tersebut termasuk data yang anomali dan perlu melakukan pemeriksaan lebih lanjut atau tidak.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 7 Perangkat keras.

B. Pengujian Komunikasi Modbus

Pengujian dilakukan dengan memasukkan nilai address yang ada dalam buku manual[6] untuk kode Arduino IDE. Data yang ditampilkan pada serial monitor dibandingkan dengan nilai yang ditampilkan pada layar Power Meter. Gambar 4.5 merupakan data yang di tampilkan oleh Power Meter.



GAMBAR 8 Pengujian Modbus.

Data yang ada pada layar Power Meter dapat diambil melalui address berikut.

Tabel 2 Pengujian modbus *power meter*.

Address	Data	Hasil Uji
9,10	A phase voltage	Berhasil

Pengujian dilakukan selama 14 hari, dengan tujuan untuk memonitor kelistrikan pada panel pompa. Data diambil setiap jam dan disimpan pada firebase, dari data tersebut didapatkan data rata-rata per hari. Berikut data yang telah di dapatkan.

TABEL 3 rata-rata data perhari.

Current R	Current S	Current T	Volt R	Volt S	Volt T
19.65975	18.47395833	16.893	228.4729192	226.7524988	227.11125
19.60241667	18.42716667	16.8555	228.2004163	225.9512492	226.4899983
20.72366667	19.244	17.72025	227.6350004	226.1008304	226.2233346
19.70566667	18.484625	16.90433333	228.1554175	226.1541671	226.3504175
20.53695	19.09885	17.4952	227.7135	225.8649985	226.4589995
19.6555	18.47029167	16.88754167	227.7866663	226.1987508	226.3687521
19.94545833	18.65275	17.17670833	228.8624988	227.3904171	227.179154
19.670125	18.49316667	16.89429167	227.997085	226.50875	226.4233329
19.75591304	18.48404348	17.01573913	227.7139117	225.7621726	225.9452187
19.65095833	18.44691667	16.88533333	227.6624979	225.3291688	226.1666667
20.05495833	18.68825	17.29883333	227.8058338	226.145835	226.4412492
19.66526087	18.45765217	16.88830435	228.0856535	225.842173	226.6421722
19.65541667	18.43566667	16.88133333	228.1024983	225.6745825	226.5333325
20.062625	18.710125	17.30941667	228.5775	227.2283333	227.2483338

Dari data yang didapatkan maka dilakukan perhitungan penggunaan daya dengan rumus berikut.

$$Daya(kWh) = \frac{\sqrt{Volt} \times \sqrt{Arus} \times 1,732 \times 0,75}{1000}$$

Perhitungan di lakukan pada kode Arduino IDE dan ditampilkan oleh firebase. Berikut hasil dari perhitungan tersebut.

TABEL 4 hasil perhitungan daya

Current R	Current S	Current T	Volt R	Volt S	Volt T	Power (kWh)
19.65975	18.47395833	16.893	228.4729192	226.7524988	227.11125	16.28849625
19.60241667	18.42716667	16.8555	228.2004163	225.9512492	226.4899983	16.20591167
20.72366667	19.244	17.72025	227.6350004	226.1008304	226.2233346	17.0237125
19.70566667	18.484625	16.90433333	228.1554175	226.1541671	226.3504175	16.26898625
20.53695	19.09885	17.4952	227.7135	225.8649985	226.4589995	16.861236
19.6555	18.47029167	16.88754167	227.7866663	226.1987508	226.3687521	16.23795833
19.94545833	18.65275	17.17670833	228.8624988	227.3904171	227.179154	16.5351925
19.670125	18.49316667	16.89429167	227.997085	226.50875	226.4233329	16.26466667
19.75591304	18.48404348	17.01573913	227.7139117	225.7621726	225.9452187	16.28547522
19.65095833	18.44691667	16.88533333	227.6624979	225.3291688	226.1666667	16.19964708
20.05495833	18.68825	17.29883333	227.8058338	226.145835	226.4412492	16.54002167
19.66526087	18.45765217	16.88830435	228.0856535	225.842173	226.6421722	16.34166669
19.65541667	18.43566667	16.88133333	228.1024983	225.6745825	226.5333325	16.22453542
20.062625	18.710125	17.30941667	228.5775	227.2283333	227.2483338	16.61655833

Dari data daya yang dimiliki nantinya dapat digunakan untuk pengolahan data yang lainnya.

Address	Data	Hasil Uji
11,12	B phase voltage	Berhasil
13,14	C phase voltage	Berhasil
15,16	A phase current	Berhasil
17,18	B phase current	Berhasil
19,20	C phase current	Berhasil
27,28	Total power factor	Berhasil
29,30	Frequency	Berhasil
71,72	Positive active energy	Berhasil

Pengujian dijalankan ketika pembacaan address berhasil. Nilai yang ditampilkan dalam database Firebase cocok dengan nilai yang ditampilkan pada layar Power Meter panel pompa IoT.

C. Perhitungan Daya Panel Pompa

D. Pengujian Beta

Pengujian beta dilakukan dengan cara mengisi kuesioner. Ada beberapa proses pengujian, seperti uji validitas data untuk memastikan data yang di miliki valid. Setelah data valid maka dilakukan prosedur uji reabilitas untuk mengukur tingkat konsisten tanggapan responden.

Pengujian validitas dilakukan dengan cara memberikan kuesioner pada 10 *staff* pelaksana teknik di PERUMDAM Kabupaten Madiun menggunakan rumus persamaan *Bivariate Pearson*[7] dengan acuan pertanyaan pada nomor 14 yang berisi “Secara keseluruhan, penggunaan Panel Pompa 3 *phase* berbasis IoT berguna bagi pekerjaan saya”. Dari pengujian tersebut maka didapatkan data seperti tabel di bawah.

TABEL 5 perhitungan uji validitas kuesioner.

Responden	Jawaban pada pertanyaan no.14 (x)	Skor total tiap responden (y)	x ²	y ²	xy
1	5	70	25	4900	350
2	5	67	25	4489	335
3	4	67	16	4489	268
4	5	66	25	4356	330
5	4	66	16	4356	264
6	4	62	16	3844	248
7	5	72	25	5184	360
8	5	75	25	5625	375
9	4	61	16	3721	244
10	5	69	25	4761	345

Hasil dari tabel di atas, maka didapatkan perhitungan menggunakan rumus tersebut dengan n adalah 10 sebesar 0.709. Hasil dari

r_{xy} dibandingkan dengan r_{tabel} dengan 10 responden serta signifikansi sebesar 5% adalah 0.632.

TABEL 6 hasil uji validitas.

Rumus Perbandingan	Perbandingan	Hasil Perbandingan
$r_{xy} \geq r_{tabel}$	0.709 ≥ 0.632	Valid

Tahap pengujian selanjutnya adalah pengujian Reabilitas. Pengujian reliabilitas digunakan untuk mengukur tingkat konsistensi dalam kuesioner, selama tahap pengujian reliabilitas digunakan rumus *cronbach alpha* dikarenakan alat uji berupa skala bertahap. Rumus untuk *cronbach alpha* yaitu:

$$r_{ac} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Keterangan:

- r_{ac} = Hasil *cronbach alpha*
- $\sum \sigma_b^2$ = Jumlah dari varians per butir
- σ_t^2 = Varians total
- k = Jumlah pertanyaan

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan hasil dari *cronbach alpha* adalah 0,780. Merujuk pada jurnal[7], dalam *cronbach alpha* ada *range* tertentu sebagai acuan reliabilitas kuesioner. Berikut adalah *range* tersebut.

TABEL 7 range uji reabilitas.

Range	Reabilitas
$r_{ac} > 0,9$	Sangat Tinggi
$0,7 < r_{ac} < 0,9$	Tinggi
$0,5 < r_{ac} < 0,7$	Moderat/Sedang
$r_{ac} < 0,5$	Rendah

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan beberapa pengujian, serta mengimplementasikan perangkat pada panel pompa 3 *phase* analog, maka dapat diambil beberapa ke kesimpulan yaitu:

1. Setelah dilakukan beberapa pengujian maka dapat disimpulkan bahwa perangkat keras panel pompa IoT dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan.
2. Pada pengujian *monitoring* penundaan waktu (*delay*) yang terjadi masih dapat di toleransi, dengan analisa bahwa penundaan waktu tersebut terjadi karena faktor jaringan yang digunakan.
3. Panel pompa IoT hanya mampu membaca data kelistrikan sesuai dengan *address* yang dimiliki oleh *Power Meter*. Berdasarkan pengujian beta dengan metode kuesioner, didapatkan hasil kuisisioner dengan nilai validalitas 0.709 dan skala reabilitas tinggi terkait dengan manfaat dari perangkat

keras, maka dapat di simpulkan bahwa perangkat keras ini dapat membatu para pegawai dalam menjalankan tugasnya.

V. KESIMPULAN

- A. Setelah dilakukan beberapa pengujian, serta mengimplementasikan perangkat pada panel pompa 3 *phase* analog, maka dapat diambil beberapa ke kesimpulan yaitu:
- B. Setelah dilakukan beberapa pengujian maka dapat disimpulkan bahwa perangkat keras panel pompa IoT dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan.
- C. Pada pengujian *monitoring* penundaan waktu (*delay*) yang terjadi masih dapat di toleransi, dengan analisa bahwa penundaan waktu tersebut terjadi karena faktor jaringan yang digunakan.
- D. Panel pompa IoT hanya mampu membaca data kelistrikan sesuai dengan *address* yang dimiliki oleh *Power Meter*.
- E. Berdasarkan pengujian beta dengan metode kuesioner, didapatkan hasil kuisisioner dengan nilai validalitas 0.709 dan skala reabilitas tinggi terkait dengan manfaat dari perangkat keras, maka dapat di simpulkan bahwa perangkat keras ini dapat membatu para pegawai dalam menjalankan tugasnya.

REFERENSI

- [1] S. K. Tri Rachmadi, *Mengenal Apa itu Internet Of Things*. TIGA Ebook, 2020.
- [2] ibnu ismail, "Internet of Things (IoT): Pengertian dan Beberapa Industri yang Bisa Menggunakannya," *accurate.id*, 2021. <https://accurate.id/teknologi/internet-of-things/> (accessed Nov. 04, 2021).
- [3] R. Juliarto, "Apa itu Firebase? Pengertian, Jenis-Jenis, dan Fungsi Kegunaannya - Dicoding Blog," *Dicoding Indonesia*, 2020. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-firebase-pengertian-jenis-jenis-dan-fungsi-kegunaannya/> (accessed Nov. 04, 2021).
- [4] "Cara Menghitung Daya Listrik 3 Phase dengan Mudah." <https://www.binaindojaya.com/cara-menghitung-daya-listrik-3-phase-dengan-mudah> (accessed May 19,

- 2022).
- [5] “B&B Electronics - RS-422 and RS-485 Applications.” <https://www.bb-elec.com/Learning-Center/All-White-Papers/Serial/RS-422-and-RS-485-Applications-eBook.aspx> (accessed Apr. 29, 2022).
- [6] *Digital display three phase multifunctional LCD instrument (LCD) An instruction manual Products Instructions*, no. Lcd. .
- [7] F. Yusup Program Studi Tadris Biologi and F. Tarbiyah dan Keguruan, “Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif,” *Tarb. J. Ilm. Kependidikan*, vol. 7, no. 1, pp. 17–23, Jul. 2018, doi: 10.18592/TARBIYAH.V7I1.2100.