

ANALISIS VARIASI GALAT DATA HASIL PENGUKURAN PARAMETER KINERJA KEANDALAN MOTOR WESEL KERETA API TIPE NSE2

Alan Nurdiansah
Program Studi D III Teknologi
Elektro Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia Madiun
Jl. Tirta Raya, Pojok,
Nambangan Lor, Kec.
Manguharjo, Kabupaten Madiun,
Jawa Timur
alan.tep2120041@taruna.ppi.ac.i
d

Santi Triwijaya
Program Studi D III Teknologi
Elektro Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia Madiun
Jl. Tirta Raya, Pojok,
Nambangan Lor, Kec.
Manguharjo, Kabupaten Madiun,
Jawa Timur
santi@ppi.ac.id

Arief Darmawan
Program Studi D III Teknologi
Elektro Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia Madiun
Jl. Tirta Raya, Pojok,
Nambangan Lor, Kec.
Manguharjo, Kabupaten Madiun,
Jawa Timur
darmawan@ppi.ac.id

Abstract

Delays city trains such as the MRT (Mass Rapid Transit) and LRT (Light Rail Transit) are often caused by a decrease the reliability of the signaling system, especially vital components such as electric signal drives. The decrease in the reliability of the wesel motor occurred due to heavy workloads, which affected its operational performance and efficiency. Therefore, proper monitoring and treatment is essential. This research aims to develop a prototype counting system to identify problems and monitor the working parameters of the money order motor. This system uses an Arduino Mega Atmega2560 as a microcontroller, along with components such as a pull down circuit, voltage reducing regulator, PZEM 004-t, DHT 22, IR Speed Sensor, MLX 30914, MPU6050, and SD card. This tool is expected to be able to detect the reliability and operational efficiency of the railway system, as well as support the safety of rail transportation. With an average component reading error of between 0.39% to 1.48%, it suitable for monitoring variable measurement parameters of money order measurement parameters in determining component reliability.

Keywords: Motor Bills, Reliability, Signaling Systems, Train Delays, Trains

Abstrak

Keterlambatan kereta kota seperti MRT (*Mass Rapid Transit*) dan LRT (*Light Rail Transit*) sering kali disebabkan oleh penurunan keandalan sistem persinyalan, terutama komponen vital seperti penggerak wesel elektrik. Penurunan keandalan motor wesel terjadi akibat beban kerja yang berat, yang mempengaruhi kinerja dan efisiensi operasionalnya. Oleh karena itu, pemantauan dalam perawatan sangat penting diperlukan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *prototipe* sistem *counting* untuk mengidentifikasi masalah dan memantau parameter kerja motor wesel. Sistem ini menggunakan Arduino Mega Atmega2560 sebagai mikrokontroler, dengan komponen seperti rangkaian *pull down*, regulator penurun tegangan, PZEM 004-t, DHT 22, *IR Speed Sensor*, MLX 30914, MPU6050, dan *SD card*. Alat ini diharapkan dapat mendeteksi keandalan dan efisiensi operasional sistem perkeretaapian, serta mendukung keselamatan transportasi kereta api. Dengan rata rata eror pembacaan komponen antara 0.39% hingga 1.48% sehingga cocok untuk memantau parameter pengukuran variabel parameter pengukuran wesel dalam menentukan keandalan komponen.

Kata kunci: Keandalan, Kereta Api, Keterlambatan Kereta, Motor Wesel, Sistem Persinyalan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan moda transportasi kereta api mengalami beberapa perkembangan pesat. Kebutuhan moda transportasi tersebut seiring bertambahnya penduduk, akan menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan kebutuhan transportasi publik. Dalam perkembangannya yang didorong minat penumpang yang tinggi, maka diperlukan beberapa item perawatan dan pemeriksaan agar keandalan komponen dalam suatu sistem dapat dinyatakan laik operasi. Perawatan dan pemeriksaan dalam prasarana perkeretaaapian meliputi perawatan jalan rel, stasiun, dan fasilitas persinyalan (Darmawan et al., 2023). Beberapa fakta dilapangan, perawatan dan pemeriksaan fasilitas operasi seperti wesel sering dilakukan *negative check* yang bertujuan untuk mengetahui apakah kerja dari suatu wesel memenuhi standart teknis yang telah dibuat. Selain itu, pergerakan lidah wesel ketika tidak mendapatkan kedudukan maka akan berkedip kedua arah, dengan motor wesel akan berputar selama 10 detik.

Dengan adanya penggunaan yang berlebih akan mengakibatkan beberapa komponen mengalami penurunan kualitas sehingga akan membuat gangguan pada komponen. Beberapa dampak kerusakan wesel antara lain:

1. Terganggunya pola operasi kereta api akibat keterlambatan kereta yang disebabkan dari kerusakan wesel.
2. Keterlambatan kereta pada kereta dengan sistem persinyalan otomatis karena gagal dalam pembentukan rute, akibatnya perjalanan kereta terganggu bahkan mengalami pengereman darurat.
3. Kecelakaan kereta berupa anjokan, apabila kondisi wesel yang gagal mendapatkan penguncian.
4. Kerusakan komponen pendukung lainnya dalam komponen wesel atau fasilitas operasi.
5. Keterlambatan kereta yang lain akibat dari pola operasi yang terganggu.

Oleh karena itu, peneliti berinisiatif untuk mengambil topik permasalahan dengan tujuan untuk mengetahui keandalan komponen dengan cara menghitung banyak jumlah gerakan motor wesel dan melakukan pengukuran beberapa parameter yang ada dengan berdasarkan kerja putaran motor dan kedudukan wesel. Selain adanya sistem *counting* alat yang dibuat peneliti dilengkapi dengan *logger*, sehingga memungkinkan tim perawat dan pemeriksa untuk evaluasi dan melakukan analisa kinerja motor wesel dalam jangka panjang, dengan memantau kondisi hasil pengukuran parameter untuk mengetahui keandalan yang di sensing sebagai indikator kesehatan motor wesel. Dengan solusi inovatif ini, diharapkan sistem penggerak motor wesel elektrik dapat bekerja lebih efisien dan mencegah terjadinya kerusakan yang signifikan, sehingga dapat memberikan pelayanan yang efisien kepada pengguna jasa transportasi darat khususnya kereta api.

LANDASAN TEORI

Keandalan Komponen

Keandalan adalah kemungkinan suatu produk atau sistem untuk melakukan fungsi yang diharapkan tanpa adanya kegagalan, baik dalam jangka waktu yang ditentukan maupun dalam lingkungan yang ditentukan. Hal tersebut dapat berupa pengukuran dari alat ukur yang sama yang memberikan hasil yang sama, atau untuk pengukuran yang lebih subjektif, apakah dua orang penilai memberikan skor yang mirip (Sitania, 2010). Keandalan mencakup kemampuan perangkat yang sama untuk memberikan hasil yang serupa saat diukur berulang kali (tes ulang), atau dalam kasus pengukuran yang lebih subjektif, sejauh mana dua penilai yang berbeda memberikan skor yang serupa (reliabilitas antar penilai). Keandalan dalam suatu kinerja komponen dapat dilihat berdasarkan 2 parameter yang signifikan yaitu antara *working hour* dan *stress level* (Dimitri B. Kececioglu, Ph.D., 2002). *Working hour* didapatkan apabila kinerja dari suatu komponen berdasarkan waktu kerja, sedangkan *stress level* didapatkan berdasarkan kinerja mesin ketika suatu peralatan mengalami tekanan kerja (Schneider & Kececioglu, 1994). Motor elektrik penggerak wesel memiliki karakteristik yang berbeda, dimana memiliki komponen diantaranya komponen elektrik dan komponen mekanik (Kececioglu, 2003). Berdasarkan fakta dilapangan perawatan dan pemeriksaan wesel dilakukan dengan melakukan beberapa uji. Uji tersebut dilakukan dengan beberapa pertimbangan, maka dapat ditarik beberapa kreteria dalam menentukan keandalan komponen pada wesel.

Kedua parameter elektrik dan mekanik tersebut dituliskan pada tabel dibawah ini;

Tabel 1. Data Kriteria Pengukuran dan Parameter Ukur

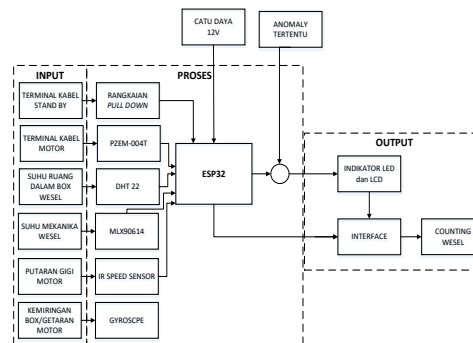
Komponen Ukur	Parameter Pengukuran	Kriteria Pengukuran
Komponen Elektrik	Arus (<i>Current</i>)	Besarnya arus yang mengalir melalui mesin wesel selama operasi. Arus yang terlalu tinggi bisa menandakan beban berlebih atau adanya hambatan mekanis.
	Tegangan (<i>Voltage</i>)	Level tegangan yang diberikan ke mesin wesel. Tegangan yang tidak stabil atau terlalu rendah/tinggi dapat mempengaruhi kinerja mesin wesel.
	Daya (<i>Power</i>)	Total daya yang dikonsumsi oleh mesin wesel selama operasi. Ini memberikan gambaran tentang efisiensi energi mesin wesel.
	Faktor Daya (<i>Power Factor</i>)	Rasio antara daya aktif dan daya total (daya aktif ditambah daya reaktif) yang digunakan oleh mesin wesel. Faktor daya mendekati 1 menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi.
	Harmonisa (<i>Harmonics</i>)	Distorsi gelombang tegangan atau arus dari bentuk sinusoidal ideal. Harmonisa tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan dan efisiensi yang lebih rendah.
	Resistansi Isolasi (<i>Insulation Resistance</i>)	Resistansi antara konduktor listrik dan bumi atau antara konduktor listrik dan casing peralatan. Resistansi isolasi yang rendah menunjukkan adanya kebocoran arus yang bisa berbahaya.
	Suhu (<i>Temperature</i>)	Suhu operasional komponen listrik mesin wesel. Suhu yang terlalu tinggi dapat menandakan beban berlebih atau masalah pendinginan.
Komponen Mekanik	Keausan Komponen	Tingkat keausan pada komponen mekanik seperti roda gigi, bantalan (bearings), dan rel penggerak. Keausan berlebihan dapat

Komponen Ukur	Parameter Pengukuran	Kriteria Pengukuran
Komponen Mekanik	(<i>Component Wear</i>)	menurunkan kinerja dan keandalan.
	Pelumasan (<i>Lubrication</i>)	Kualitas dan kuantitas pelumas pada bagian-bagian yang bergerak untuk memastikan operasi yang lancar dan mengurangi keausan.
	Ketegangan dan Kekencangan (<i>Tension and Tightness</i>)	Ketegangan pada pegas, baut, dan komponen lain yang memerlukan tegangan spesifik untuk operasi yang optimal.
	Keselaran dan Kesejajaran (<i>Alignment and Leveling</i>)	Keselaran dan kesejajaran komponen mekanik seperti rel penggerak dan roda gigi. Kesalahan dalam keselaran dapat menyebabkan keausan tidak merata dan kegagalan komponen.
	Getaran (<i>Vibration</i>)	Tingkat getaran pada mesin wesel. Getaran berlebihan bisa menandakan masalah seperti ketidakseimbangan, keausan, atau kesalahan pemasangan.
	Suhu Komponen (<i>Component Temperature</i>)	Suhu operasional komponen mekanik. Suhu yang terlalu tinggi bisa menandakan gesekan berlebih atau masalah pelumasan.
	Kecepatan dan Akselerasi (<i>Speed and Acceleration</i>)	Kecepatan dan akselerasi gerakan mekanik mesin wesel, seperti kecepatan perpindahan tongkat wesel.

METODE PENELITIAN

Perancangan Diagram Blok Sistem

Diagram blok digunakan untuk menunjukkan bagaimana alur kerja dari sebuah alat gambar tersebut menunjukan tegangan sumber daya menyalurkan tegangan 12 VDC sebagai catu daya tegangan pada mikrokontroler. Besar tegangan dari *power supply* menuju mikrokontroler adalah 12 VDC, dimana tegangan tersebut harus diturunkan (*step down*) menggunakan regulator *step down*, sehingga tegangan keluaran dari regulator menjadi 5 VDC. Tegangan 5 VDC akan mensuplai beberapa komponen baik mikrokontroler dan sensor sensor sebagai alat bantu sensing. Diagram blok skema kerja alat dapat dilihat pada gambar dibawah ini;

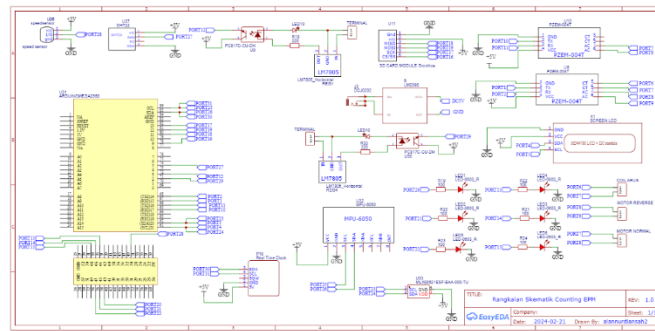


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Kerja alat akan dilakukan pendeteksian melalui beberapa tegangan yang ada, tegangan tersebut berupa tegangan pada motor wesel dan tegangan deteksi. Tegangan deteksi berupa 28 VDC akan dideteksi melalui rangkaian *pull down*. Rangkaian ini berfungsi untuk mengatasi *floating* yang terjadi pada suatu rangkaian agar terdefinisi dalam keadaan sinyal *low* dan *high*. Sedangkan deteksi terminal motor digunakan untuk mengetahui tegangan dan arus yang masuk melalui motor dengan menggunakan sensor PZEM-004T. Ketika terdapat pergerakan wesel, mikrokontroler akan menghitung nilai tegangan, arus, daya, faktor daya. Selain itu, untuk mengukur suhu, nilai suhu ruangan dan suhu komponen akan diambil dengan menggunakan sensor DHT22 dan MLX90614. Untuk memperoleh parameter kecepatan, *IR speed sensor* akan digunakan mendeteksi kecepatan roda gigi. Sedangkan untuk mengetahui getaran dan posisi box wesel dalam kondisi miring atau tidak, menggunakan sensor *accelerometer*. Data dari pengukuran sensor akan didata dan mengalami keluaran ketika wesel mengalami pergerakan baik pergerakan terpusat maupun setempat. Seluruh data akan disimpan di dalam *data logger* dan dapat diakses saat perawatan wesel.

Diagram Skematik Rangkaian

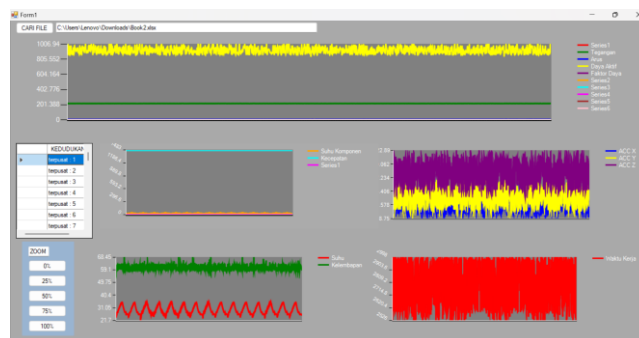
Rangkaian skematik alat dapat dirangkai dengan menggabungkan antara pin yang tertera pada skematik dengan pin yang terletak pada komponen. Pada pin SDA dan SCL pada LCD dan RTC digabung dengan diberi alamat berbeda, begitupun pada komponen MPU6050 dan MLX90621. Komunikasi serial antara pin PZEM-004T dengan mikrokontroler menggunakan pin RX/TX dengan konfigurasi dibalik. Untuk rangkaian *pulldown* sebagai indikasi untuk logika 1 dan logika 0 sebagai sistem pendeteksi kedudukan dijadikan output sinyal digital. Sedangkan untuk sensor suhu berupa DHT22 dan *IR Speed Sensor* menggunakan pin digitan sebagai input data.



Gambar 2. Skematik Rangkaian Sistem

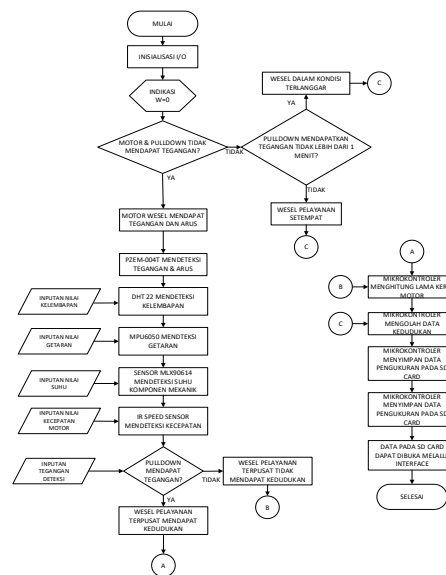
Pembuatan *Interface* Antar Muka

Pembuatan *interface* berguna untuk memantau kondisi parameter yang telah diukur selama periode tertentu. Proses perancangan *interface* menggunakan *visual basic* dengan pembuatan aplikasi yang dapat membuka data melalui excel. Data yang berupa .txt akan diubah kedalam bentuk excel, sehingga dapat mempermudah dalam menampilkan grafik data.

Gambar 3. Tampilan *Interface Visual Basic*

Program Rancangan Sistem

Saat wesel bergerak melalui pelayanan terpusat atau secara manual dengan engkol, tegangan akan terdeteksi oleh sensor tegangan dan arus yang terhubung ke terminal wesel dan rangkaian *pull down*. Mikrokontroler menghitung dan mengkalibrasi tegangan serta arus motor untuk mendapatkan parameter elektrik lainnya. Sensor DHT22 mengukur suhu ruangan saat wesel bekerja, sementara sensor MLX90614 mengukur suhu komponen mekanis. Kecepatan dan akselerasi putaran motor dideteksi oleh *IR speed sensor*. Sensor *accelerometer* digunakan untuk mengukur getaran dan kemiringan motor. Rangkaian *pull down* menghitung posisi wesel berdasarkan tegangan pada terminal.



Gambar 4. Diagram Alir Pemograman Sistem

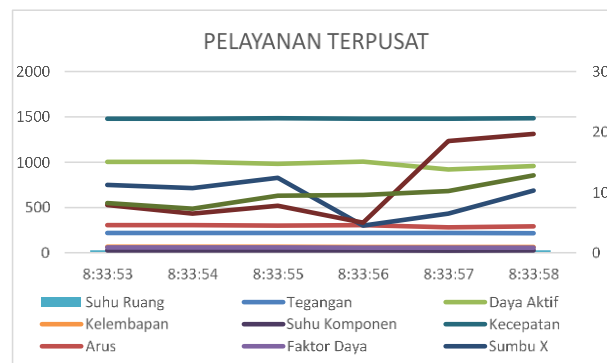
Sensor *pulldown* akan mendeteksi kedudukan dengan kondisi terlanggar apabila *pulldown* dalam kondisi *low* selama 1 menit, tetapi dalam waktu kurang 1 menit rangkaian *pulldown* mendapatkan kondisi *high* tanpa adanya inputan tegangan dari PZEM-004t maka *counting* akan mendeteksi kedudukan setempat. Sedangkan ketika sensor PZEM-004t mendapatkan inputan tegangan dengan kondisi rangkaian *pulldown* dalam kondisi *high* maka *counting* akan mendeteksi terpusat, sedangkan apabila kondisi rangkaian *pulldown* dalam kondisi *low* hingga motor wesel tidak memiliki tegangan maka *counting* akan mendeteksi tidak mendapatkan kedudukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan alat mencakup gambaran keseluruhan output dan karakteristik dari alat yang telah dibuat. Ini meliputi uji nilai data yang dihasilkan serta fungsionalitas yang diinginkan. Selain itu, hasil perancangan juga mencakup pemilihan material dan komponen yang tepat, serta metode yang akan digunakan. Evaluasi kinerja dan pengujian komponen pada prototipe juga menjadi bagian dari hasil perancangan untuk memastikan bahwa alat tersebut memenuhi tujuan dan persyaratan yang telah ditetapkan sebelumnya.

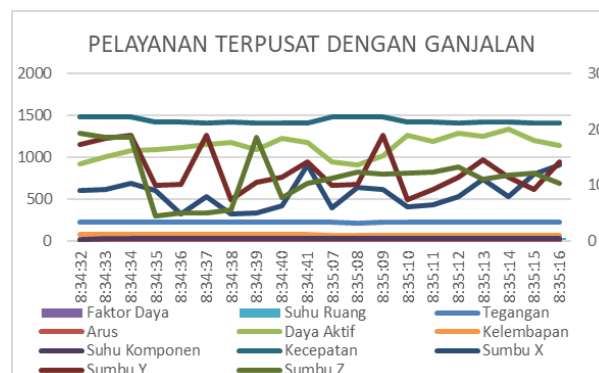
Hasil Uji Kondisi Pelayanan

Berdasarkan kondisi lapangan dengan motor wesel yang berdaya listrik arus bolak balik atau listrik AC, memiliki kegagalan komponen terutama pada komponen elektik motor. Salah satu komponen yang bermasalah adalah kapasitor. Alat uji akan dilakukan pengujian dengan beberapa kondisi dalam pelayanan. Fungsinya untuk mengetahui kegagalan komponen pada motor wesel.



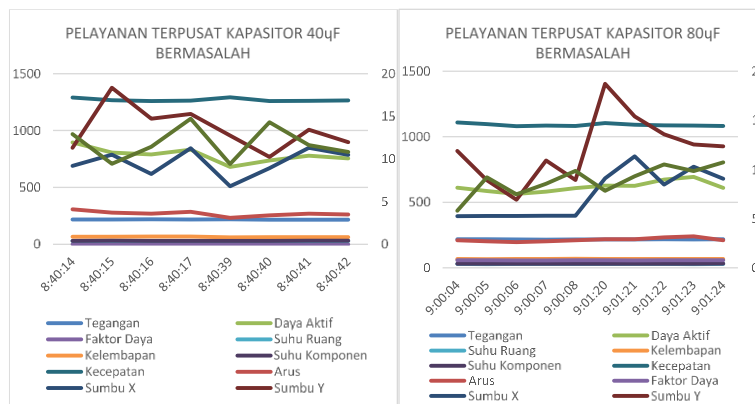
Gambar 5. Pola pergerakan motor wesel dari normal menuju *reverse* dan sebaliknya

Pada kondisi ini motor wesel yang bergerak normal menunjukkan data yang konstan dengan pola grafik yang teratur. Hanya pada aspek getaran pada sumbu X yang mengalami ketidakaturan karena disebabkan tanda tanda kurangnya pelumasan pada roda gigi dan plat landas. Perubahan nilai getaran yang signifikan juga dapat terjadi apabila motor wesel terganjal, sehingga tidak mendapat kedudukan. Grafik fungsi terganjal seperti berikut;



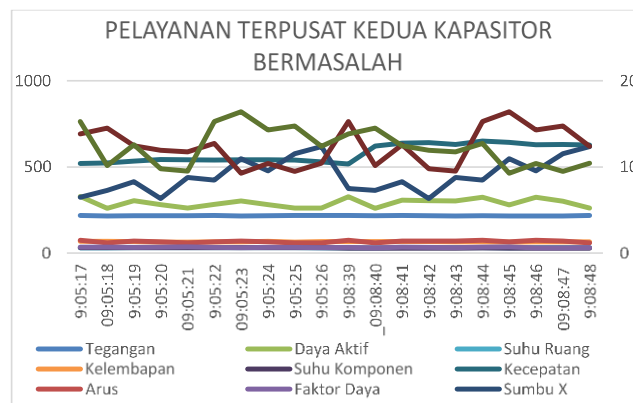
Gambar 6. Pola grafik pergerakan motor wesel dengan kondisi terganjal dari normal menuju *reverse* dan sebaliknya

Kondisi motor wesel terganjal, akan mengakibatkan getaran yang berlebih. Hal tersebut terjadi karena perputaran motor wesel melayani tetap dengan lama *switch off* motor mati kisaran 10 detik. Pelayanan tersebut membuat wesel tidak mendapatkan kedudukan. Ketika kapasitor wesel mengalami permasalahan maka pelayanan secara terpusat dapat dilakukan, namun dengan waktu wesel untuk mendapatkan kedudukan lebih lama.



Gambar 7. Pola grafik pergerakan motor wesel dengan kondisi salah satu kapasitor mengalami kerusakan dari normal menuju *reverse* dan sebaliknya

Pola grafik pergerakan pada motor wesel apabila salah satu kapasitor bermasalah. Nilai kapasitor berdampak pada nilai arus yang semakin turun. Nilai arus yang turun diakibatkan motor yang dirangkaikan paralel dengan kapasitor. Waktu kerja yang lama diakibatkan kapasitor mengalami kerusakan semakin besar. Sehingga perlu adanya pengawasan berlebih akibat dampak kerusakan kapasitor.



Gambar 8. Pola grafik pergerakan motor wesel dengan kondisi salah kedua kapasitor mengalami kerusakan dari normal menuju *reverse* dan sebaliknya

Hasil Uji Data SPSS

Data yang telah didapat akan dimasukkan kedalam SPSS untuk dilakukan analisa dengan tujuan, alat yang telah dibuat apakah sesuai dapat ditempatkan dan diuji dengan kondisi berdasarkan hasil data yang disensing oleh alat uji. Berikut hasil uji dengan menggunakan *software* SPSS. Uji validitas adalah proses untuk memastikan bahwa suatu data yang berasal dari alat ukur benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur. Dalam konteks penelitian, uji validitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana instrumen penelitian menghasilkan data yang akurat dan dapat diandalkan sesuai dengan nilai pengukuran dan tidak ada keterganjalan data. Berikut pengambilan keputusan uji validitas;

- Membandingkan nilai r hitung dengan nilai r table 1. Jika nilai r hitung $> r$ table, maka item soal angket tersebut dinyatakan valid. 2. Jika nilai r hitung $< r$ table, maka item soal angket tersebut dinyatakan tidak valid.
- Membandingkan Nilai Sig. (2-tailed) dengan Probabilitas 0,05
 1. Jika nilai Sig. (2-tailed) dan *Pearson Correlation* bernilai positif, maka item soal angket tersebut valid.
 2. Jika nilai sig. (2-tailed) $< 0,05$ dan *Pearson Correlation* bernilai negatif, maka item soal angket tersebut tidak valid.
 3. Jika nilai sig. (2-tailed) $> 0,05$, maka item soal angket tersebut tidak valid.
 - 4.

Untuk data analisa uji validitas sebagai berikut;

Correlations													
	WAKTU KERJA	TEGANGAN	ARUS	DAYA	FAKTOR DAYA	SUHU	KELEMBAPAN	ACCELERO X	ACCELERO Y	ACCELERO Z	SUKU KOMPONEN	KECEPATAN	TOTAL
WAKTU KERJA	Pearson Correlation	1	.688 ^{**}	.325	.734 ^{**}	.688 ^{**}	.318	.307	.316	.359	.761 ^{**}	.658 ^{**}	.749 ^{**}
	Sig. (2-tailed)		.001	.162	.000	.001	.172	.187	.175	.120	.000	.002	.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
TEGANGAN	Pearson Correlation	.688 ^{**}	1	.286	.842 ^{**}	1.000 ^{**}	.571 ^{**}	.414	.343	.487 ^{**}	.802 ^{**}	.905 ^{**}	.885 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.001		.222	.000	.000	.009	.069	.139	.029	.000	.000	.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ARUS	Pearson Correlation	.325	.286	1	.551 ^{**}	.286	.286	.154	.529 ^{**}	.569 ^{**}	.081	.221	.285
	Sig. (2-tailed)	.162	.222		.012	.222	.222	.517	.017	.010	.759	.350	.223
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
DAYA	Pearson Correlation	.734 ^{**}	.842 ^{**}	.551 ^{**}	1	.842 ^{**}	.842 ^{**}	.447 ^{**}	.463 ^{**}	.412	.419	.659 ^{**}	.745 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.012		.000	.000	.048	.040	.071	.066	.002	.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
FAKTOR DAYA	Pearson Correlation	.688 ^{**}	1.000 ^{**}	.286	.842 ^{**}	1	1.000 ^{**}	.571 ^{**}	.414	.343	.487 ^{**}	.802 ^{**}	.905 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.222	.000		.000	.009	.069	.139	.029	.000	.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
SUHU	Pearson Correlation	.688 ^{**}	1.000 ^{**}	.286	.842 ^{**}	1.000 ^{**}	1	.571 ^{**}	.414	.343	.487 ^{**}	.802 ^{**}	.905 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.222	.000	.000		.009	.069	.139	.029	.000	.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
KELEMBAPAN	Pearson Correlation	.318	.571 ^{**}	.154	.447 ^{**}	.571 ^{**}	.571 ^{**}	1	.139	.098	.286	.725 ^{**}	.636 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.172	.009	.517	.048	.009	.009		.559	.809	.221	.000	.003
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ACCELERO X	Pearson Correlation	.307	.414	.529 ^{**}	.463 ^{**}	.414	.414	.139	1	.291	.005	.366	.246
	Sig. (2-tailed)	.187	.069	.017	.040	.069	.069	.559		.314	.982	.113	.256
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ACCELERO Y	Pearson Correlation	.316	.343	.559 ^{**}	.412	.343	.343	.058	.291	1	.047	.264	.369
	Sig. (2-tailed)	.175	.139	.010	.071	.139	.139	.809	.214		.843	.260	.110
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ACCELERO Z	Pearson Correlation	.359	.487 ^{**}	.061	.419	.487 ^{**}	.487 ^{**}	.286	.005	.047	1	.575 ^{**}	.387
	Sig. (2-tailed)	.120	.029	.799	.066	.029	.029	.221	.982	.843		.008	.092
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
SUKU KOMPONEN	Pearson Correlation	.761 ^{**}	.802 ^{**}	.221	.659 ^{**}	.802 ^{**}	.802 ^{**}	.725 ^{**}	.366	.264	.575 ^{**}	1	.762 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.350	.002	.000	.000	.000	.113	.260	.008		.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
KECEPATAN	Pearson Correlation	.658 ^{**}	.905 ^{**}	.285	.745 ^{**}	.905 ^{**}	.905 ^{**}	.636 ^{**}	.246	.369	.387	.762 ^{**}	1
	Sig. (2-tailed)	.002	.000	.223	.000	.000	.000	.003	.295	.110	.092	.000	

Gambar 9. Output Uji Validitas Data Sensing Sensor

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa, nilai sig, pada total data bernilai kurang dari 0,05 selain itu nilai r -hitung pada *Pearson Correlation* lebih besar dari r tabel yaitu 0.444. Sehingga data ukur diatas yang telah diukur oleh alat uji untuk mengukur beberapa variabel pengukuran pada komponen elektrik dan mekanikal pada wesel merupakan data dengan instrument yang valid. Setelah nilai validitas data selesai maka data data yang valid dapat dimasukan kedalam uji realibilitas untuk menentukan kereliabelan data atau data yang sesuai dengan kondisi lapangan yang terjadi.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha ^a	N of Items
.984	11

Gambar 10. Output Uji Reabilitas Data Sensing Sensor

Reliabilitas dikatakan konsisten apabila nilai dari *Cronbach's Alpha* memiliki nilai diatas

0,6 pada kuisioner yang dilakukan, maka dinyatakan reliabel atau konsisten. Hasil pengujian data dari jumlah keseluruhan variabel yang diukur mendapatkan nilai *Cronbach's Alpha* 0,984 dari 11 jumlah variabel. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diambil dinyatakan akurat atau konsisten. Untuk mengetahui apakah dalam waktu tertentu data uji dapat dikatakan homogen atau memiliki variabilitas atau dispersi yang sama. Maka dilakukan uji data homogen sebagai berikut;

UJI HOMOGENITAS					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Tegangan	Based on Mean	1.249	163	1102	0.054
Arus	Based on Mean	1.382	163	1102	0.283
Daya	Based on Mean	1.367	163	1102	0.083
Faktor Daya	Based on Mean	0.9477	163	1102	0.094
Suhu	Based on Mean	0.844	163	1102	0.915
Kelembapan	Based on Mean	1.421	163	1102	0.101
Accelerometer X	Based on Mean	1.067	163	1102	0.281
Accelerometer Y	Based on Mean	1.405	163	1102	0.128
Accelerometer Z	Based on Mean	0.956	163	1102	0.637
Suhu Komponen	Based on Mean	0.881	163	1102	0.83
Kecepatan	Based on Mean	0.794	163	1102	0.74

Gambar 11. Output Uji Homogenitas Data Sensing Sensor

Berdasarkan data yang telah diukur oleh sensor dapat disimpulkan bahwa nilai signifikansi (Sig) *Based on Mean* dari variabel waktu kerja terhadap variabel lainnya, dapat disimpulkan data yang didapat berupa data homogen. Hasil tersebut dapat ditandai dengan nilai signifikansi (Sig) *Based on Mean* dari variabel diatas 0,05. Setelah dilakukan uji homogenitas, maka dapat dilakukan uji normalitas yang bertujuan untuk analisis regresi data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		93
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	129.22008862
Most Extreme Differences	Absolute	.092
	Positive	.060
	Negative	-.092
Test Statistic		.092
Asymp. Sig. (2-tailed)		.052 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Gambar 12. Output Uji Normalitas

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai signifikansi (Sig.) pada *Asymp. Sig.* pada pengujian normalitas data bernilai 0,052. Sehingga dapat ditarik kesimpulan berdasarkan syarat diatas bahwa data yang telah diuji berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji ANOVA untuk membandingkan rata-rata dari tiga kelompok atau lebih

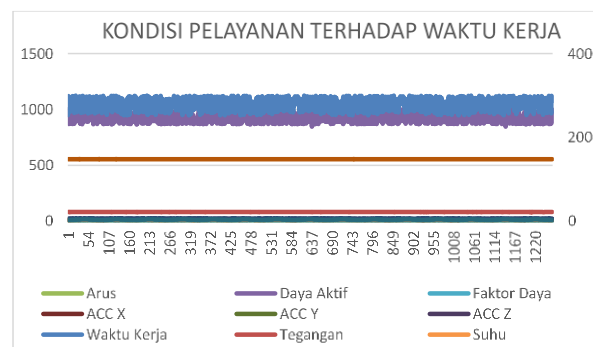
untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan di antara data uji.

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEGANGAN	Between Groups	1,786	1	1,786	89,043	,000
	Within Groups	1,805	91	,020		
	Total	3,571	92			
ARUS	Between Groups	,452	1	,452	17,304	,000
	Within Groups	2,379	91	,026		
	Total	2,831	92			
DAYA	Between Groups	7941,746	1	7941,746	122,420	,000
	Within Groups	5903,414	91	64,873		
	Total	13845,161	92			
FAKTOR DAYA	Between Groups	,000	1	,000	89,043	,000
	Within Groups	,000	91	,000		
	Total	,000	92			
SUHU	Between Groups	,005	1	,005	89,043	,000
	Within Groups	,005	91	,000		
	Total	,010	92			
KELEMBABAN	Between Groups	21,229	1	21,229	18,806	,000
	Within Groups	102,724	91	1,129		
	Total	123,953	92			
ACCELERO X	Between Groups	16,945	1	16,945	17,480	,000
	Within Groups	88,319	91	,971		
	Total	105,264	92			
ACCELERO Y	Between Groups	22,754	1	22,754	18,875	,000
	Within Groups	109,700	91	1,205		
	Total	132,454	92			
ACCELERO Z	Between Groups	,541	1	,541	8,382	,005
	Within Groups	5,889	91	,064		
	Total	6,410	92			
SUHU KOMPONEN	Between Groups	6,164	1	6,164	144,123	,000
	Within Groups	3,892	91	,043		
	Total	10,056	92			
KECEPATAN	Between Groups	75,307	1	75,307	74,904	,000
	Within Groups	91,489	91	1,005		
	Total	166,796	92			

Gambar 13. Output Uji ANOVA

Hasil Uji Data Pengambilan Waktu Kerja Dan *Stress Level*

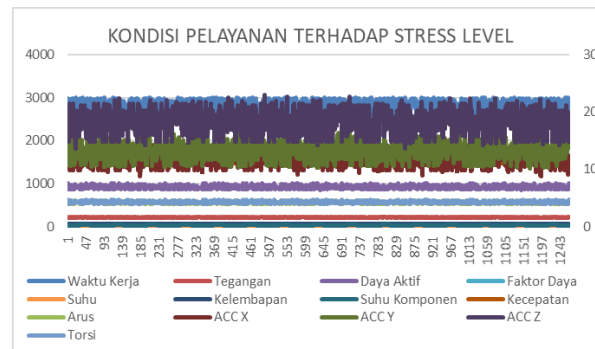
Waktu kerja komponen adalah waktu yang diperlukan untuk setiap komponen dalam sebuah proses manufaktur atau operasional untuk menyelesaikan tugas. Dalam periode data waktu dua minggu, wesel 1304A mengalami pergerakan sebanyak 1266 kali. Dengan jumlah waktu kerja 3532083 milli second atau 58.8681 menit dalam 2 minggu, sedangkan nilai rata rata waktu kerja adalah 2789 milidetik.



Gambar 14. Pelayanan wesel terpusat terhadap waktu kerja

Sedangkan dalam satu kali pergerakan motor wesel dapat mengeluarkan torsi untuk menggerakkan lidah wesel. Torsi motor wesel dikeluarkan dalam rata rata perdetiknya. Dengan acuan kecepatan yang dikeluarkan dan daya yang diterima motor. Perhitungan

grafik torsi sebagai berikut;



Gambar 15. Pelayanan wesel terpusat terhadap *stress level*

KESIMPULAN

Kesimpulan

Hasil perancangan alat penghitungan gerakan wesel menggunakan Arduino Mega Atmega2560 sebagai mikrokontroler, rangkaian pull down, regulator penurun tegangan, PZEM 004-t, DHT 22, *IR Speed Sensor*, MLX 30914, MPU6050, dan *SD card*. Pemantauan komponen dilakukan dengan uji SPSS yang menghasilkan data homogen atau heterogen, memungkinkan deteksi anomali pada komponen. Pemantauan parameter keandalan dilakukan di lapangan dengan mengambil data dari *SD card*, memudahkan pemantauan melalui data logger yang diakses selama perawatan dan pemeriksaan. Hitungan wesel disimpan otomatis pada *SD card* dalam bentuk file *.txt*, yang kemudian dapat dikonversi ke format Excel dan ditampilkan sebagai grafik melalui *Visual Basic*, untuk mendeteksi anomali saat pengukuran parameter komponen. Pengujian statistik parameter alat prototipe menunjukkan hasil data yang valid dan normal. Sehingga wesel yang diuji dapat dinyatakan komponen dalam wesel belum mengalami degradasi komponen, dengan kata lain *lifetime* pada komponen masih panjang.

Saran

Berdasarkan *interface* yang telah dibuat, penulis dapat mengembangkan *interface* yang lebih menarik. Selain itu, diperlukan perlindungan cover yang lebih baik untuk mencegah kotoran masuk ke dalam komponen. Penelitian ulang juga perlu dilakukan untuk membahas keandalan secara lebih mendetail dengan parameter yang telah direkam.

DAFTAR PUSTAKA

Darmawan, A., Perwira, D. A., Marsusiadi, E. N. S., Sukresnawati, E. F., & Maharani, A. P. (2023). Perencanaan Perawatan Motor Penggerak Wesel Type T84M dengan

- Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) di Daop 2 Bandung. *AL-MIKRAJ Jurnal Studi Islam Dan Humaniora* (E-ISSN 2745-4584), 4(1), 397–406. <https://doi.org/10.37680/almikraj.v4i1.3844>
- Dimitri B. Kececioglu, Ph.D., R. (2002). Reliability & Life Testing Handbook. *Reliability & Life Testing Handbook, Volume 2*.
- Kececioglu, D. B. (2003). *Robust Engineering With Emphasis On Mechanical Components & Structural Reliability VOLUME 1 DEStech Publication* (Vol. 1).
- Schneider, H., & Kececioglu, D. (1994). Reliability Life Testing Handbook. In *Technometrics* (Vol. 36, Issue 1). <https://doi.org/10.2307/1269204>
- Sitania, F. D. (2010). Analisis Keandalan Produk Dengan Pola Penggunaan Intermittent. *Arika*, 04(2), 1–10.