

BAB V

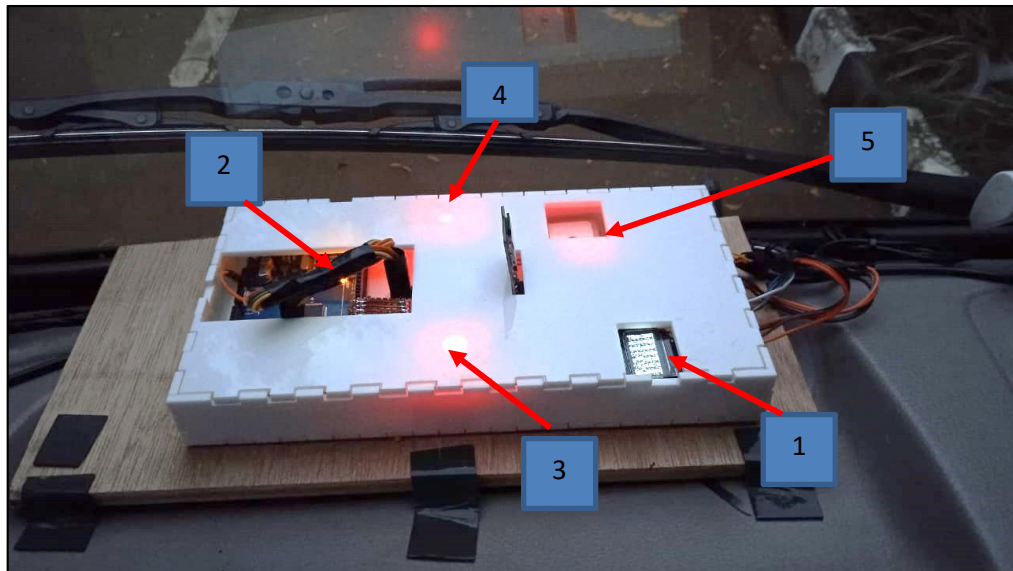
ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

Dalam Bab ini akan dilakukan hasil dan pembahasan dari perancangan peralatan *data logger* berupa analisis hasil pengujian data logger dan kinerja yang dihasilkan dari *data logger* beserta interpretasi datanya, sehingga berdasarkan data yang dikeluarkan oleh hasil perekaman peralatan data logger dapat dilakukan analisis untuk kemudian dapat digunakan menarik kesimpulan akhir.

V.1 Perancangan Peralatan

V.1.1 Bentuk Fisik Alat Bagian Luar

a) lokasi dalam kabin truk



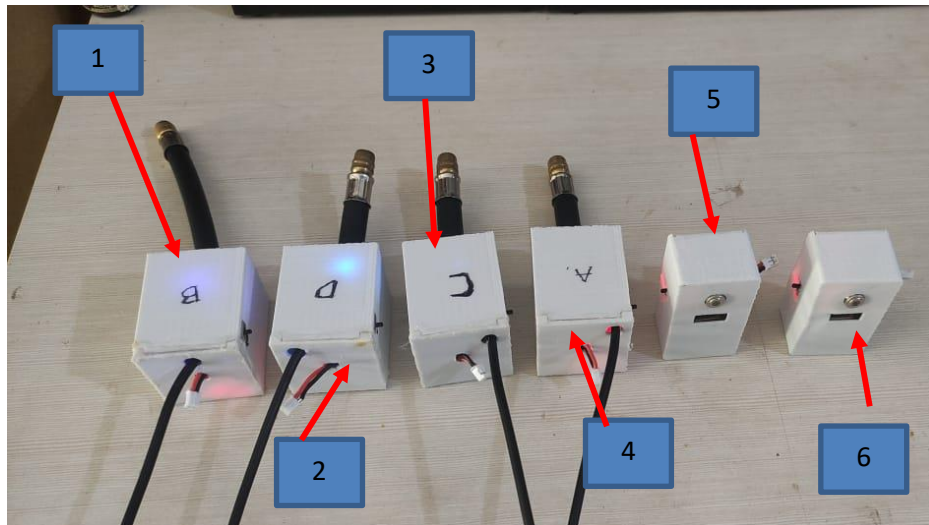
Sumber : Data Pribadi, 2021

Gambar V.1 Bentuk fisik dari peralatan perangkat data logger yang terpasang

Peralatan yang terlihat pada Gambar V.1 adalah yang terpasang pada dashboard truk dengan catu daya yang berasal dari Adaptor yang mendapatkan suplai daya dari inverter berkapasitas 300 Watt, lokasi peralatan dipilih pada lokasi yang paling datar diantara lokasi lainnya sebagai upaya dari hasil percobaan sensor accelerometer gyroscope agar mendapatkan titik paling datar dari lokasi penempatan perangkat *data logger*. Sedangkan keterangan gambar dapat dijabarkan sebagai berikut :

- 1) indikator LCD untuk memonitor perekaman dan transmisi data
- 2) indikator lampu prosesor bekerja
- 3) indikator modul prosesor untuk modul sensor nirkabel
- 4) indikator kerja GPS
- 5) indikator kerja dari *accelerometer gyroscope*

a) Lokasi pada luar truk



Sumber: Data Pribadi, 2021

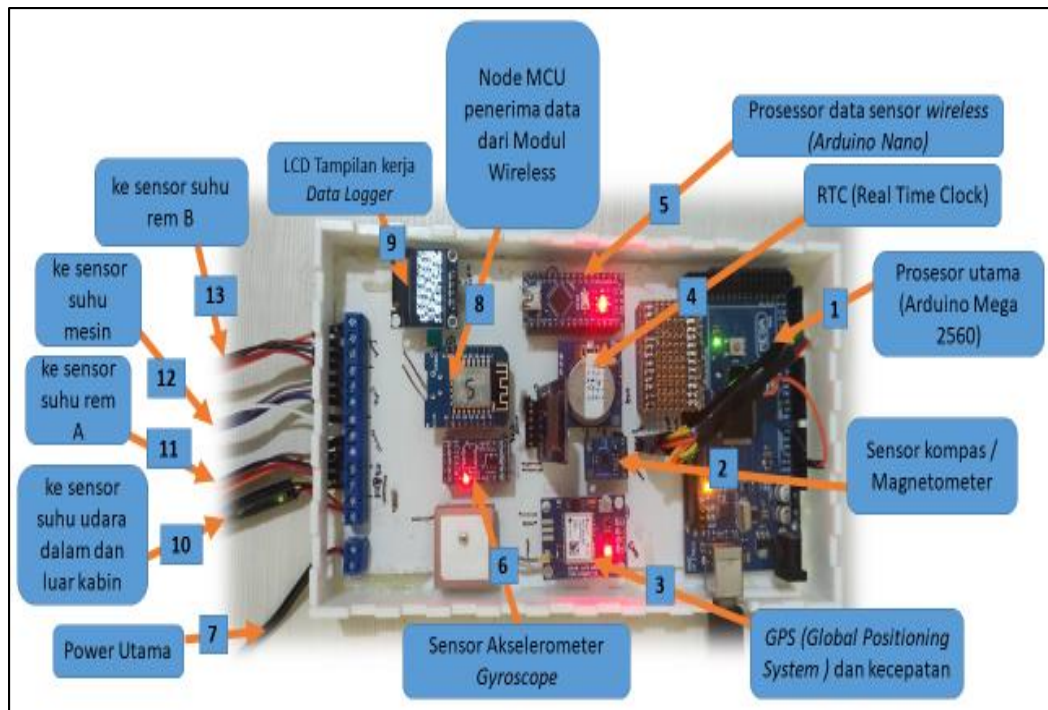
Gambar V.2 Bentuk Fisik dari modul sensor suhu Ban dan Tekanan Ban A,B,C dan D beserta sensor suhu rem C dan D

Seperti tampak pada Gambar V.2 Keterangan gambar dapat dijabarkan sebagai berikut :

- 1) Modul sensor nirkabel untuk sensor suhu dan tekanan pada Ban B
- 2) Modul sensor nirkabel untuk sensor suhu dan tekanan pada Ban D
- 3) Modul sensor nirkabel untuk sensor suhu dan tekanan pada Ban C
- 4) Modul sensor nirkabel untuk sensor suhu dan tekanan pada Ban D
- 5) Modul sensor nirkabel untuk sensor suhu rem C
- 6) Modul sensor nirkabel untuk sensor suhu rem D

Masing-masing modul sensor bekerja dengan baterai lithium polimer 3.7 Volt yang dapat diisi ulang dengan bantuan adaptor pengisi USB Type-B dan dilengkapi Node MCU transmitter sebagai pengirim data kepada Node MCU Receiver yang terletak menjadi 1 (satu) dengan peralatan perangkat data logger yang terletak dalam kabin pengemudi truk.

V.1.2 Bentuk Fisik Alat Bagian Dalam



Sumber : Data Pribadi, 2021

Gambar V.3 Bagian dalam dari perangkat *data logger* dan keterangannya

V.1.3 Lokasi Sensor Terpasang



Gambar V.4
Lokasi Sensor suhu udara luar kabin



Gambar V.5
Lokasi Sensor suhu udara dalam kabin



Gambar V.6
Lokasi sensor suhu Rem pada Roda A dan B

Sumber :Data Pribadi, 2021



Sumber :Data Pribadi, 2021
Gambar V.7 Lokasi sensor suhu mesin



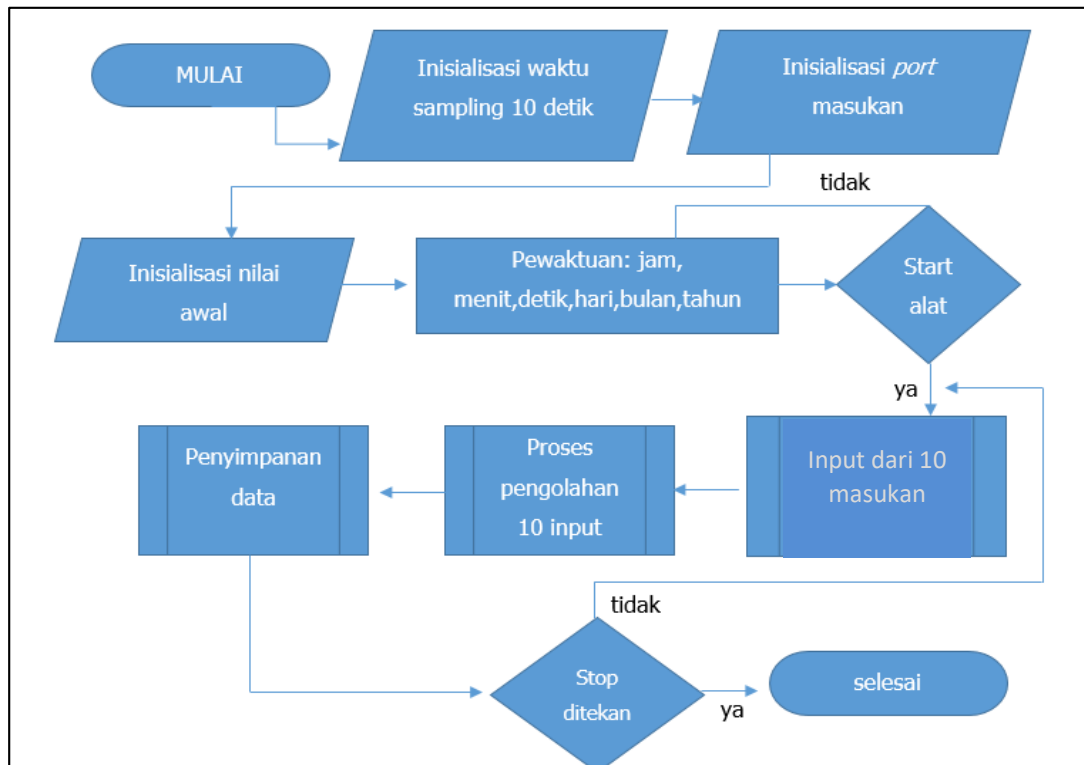
Gambar V.8 Lokasi sensor suhu rem C dan D



Sumber :Data Pribadi, 2021
Gambar V.9 Lokasi sensor suhu ban dan Tekanan ban

V.1.4 Skema Kerja Peralatan

a) Diagram *Flow Chart*



Sumber :Data Pribadi, 2021

Gambar V.10 Diagram Flow Chart Proses Kerja Peralatan

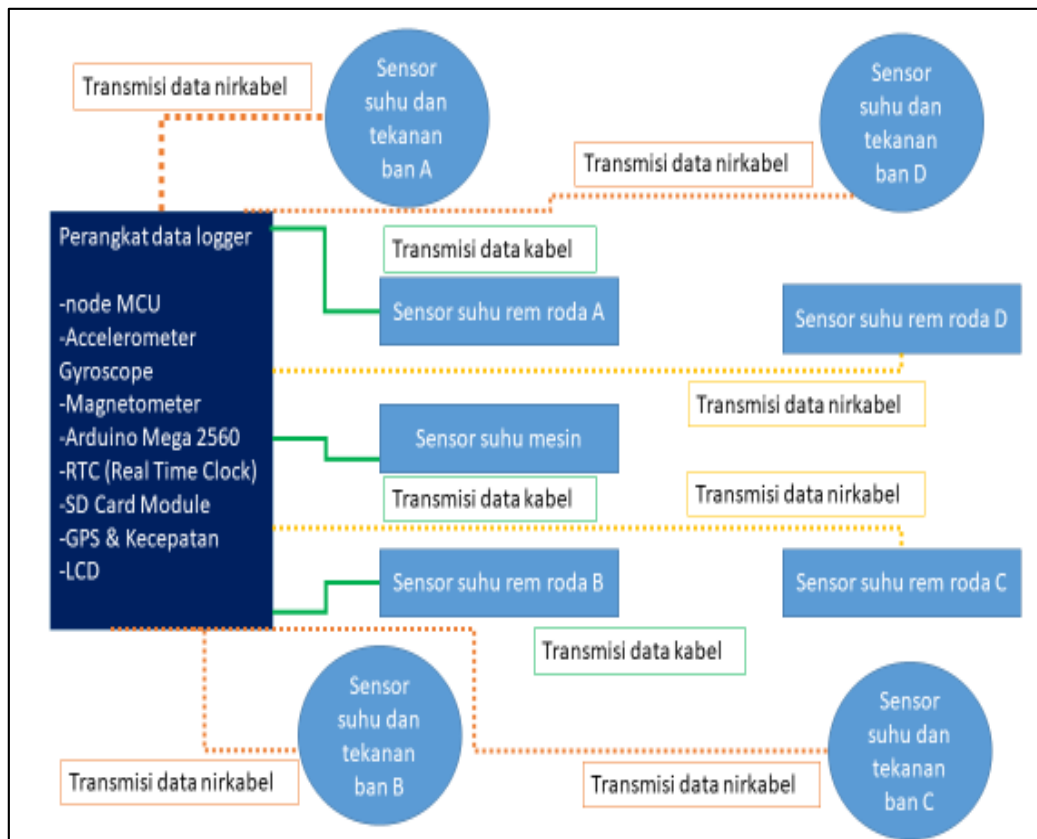
Pada diagram flow chart diatas merupakan alur kerja dari proses kerja perangkat data logger terhadap beberap sensor inputnya dengan alur :

- 1) saat peralatan di aktifkan, maka akan ada waktu proses booting dari mikroprosesor selama 10 detik;
- 2) lalu mikroprosesor melakukan identifikasi terhadap port masukan;
- 3) menerima nilai awal dari sensor yang bekerja dan mengirimkan data ke prosessor;
- 4) modul SD Card menerima dan menyimpan data dengan tampilan pada LCD "SD Card berhasil diakses";
- 5) alat dapat memulai kerja dengan normal dengan menerima data dari 10 (sepuluh) masukan yaitu sensor yang menggunakan transmisi data kabel maupun nirkabel, jika terdapat tampilan "SD Tidak dapat diakses" maka peralatan harus di mulai ulang dengan mematikan catu daya atau melihat kondisi SD Card (posisi socket atau posisi SD Card yang belum terpasang

baik);

- 6) data dari masing-masing sensor selanjutnya akan diolah oleh mikroprosesor (Arduino Mega 2560);
- 7) setelah dilakukan pengolahan data oleh mikroprosesor maka data akan disimpan dalam SD CARD dengan data output akses ke piranti lunak berupa format “.CSV” atau excel.

b) Skema media Transmisi Data



Sumber : Data Pribadi, 2021

Gambar V. 11 Skema media transmisi data dari sensor yang terpasang

Pada diagram media transmisi yang digunakan dalam pentransmisian data dari masing-masing sensor ke media perekaman yang ditunjukkan pada gambar diatas terdapat 2 (2) jenis yaitu melalui kabel dan nir-kabel, maka untuk mengetahui proses transmisi berjalan dengan baik dilakukan pengecekan terhadap validitas waktu reaksi perekaman yang dilakukan sensor untuk disimpan kedalam media perekaman dalam proses sebagai berikut :

1) Media transmisi kabel

Pada media transmisi kabel digunakan kabel jumper dengan spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut



Sumber : <https://www.aldyrazor.com/2020/04/kabel-jumper-arduino.html>

Gambar V.12 Kabel Jumper Male to female

Kabel jumper male female memiliki ujung konektor yang berbeda pada tiap ujungnya, yaitu *male* dan *female*. Biasanya kabel ini digunakan untuk menghubungkan komponen elektronika selain Arduino ke *breadboard*.

Tabel Ukuran Kabel <i>Jumper</i> Arduino	
Inchi (In)	Centimeter (cm)
9,8	25
9,4	24
7,8	20
7,7	19,5
6,2	16
5,9	15

5,8	14,7
4,6	11,7
4,3	11

Sumber : <https://www.aldyrazor.com/2020/04/kabel-jumper-arduino.html>

Tabel V.1 Tabel Spesifikasi kabel berdasarkan panjang kabel

Selain itu untuk melihat validitas perekaman waktunya, digunakan cuplikan tabel hasil perekaman yang dilakukan oleh *data logger* sebagai berikut :

NO	RTC	Sensor GPS			Compass	Akselero Gyroscope			Suhu Luar Kabin	Suhu Dalam Kabin	Suhu Rem B	Suhu Mesin	Suhu Rem A
		Latitude	Longitude	Kecepatan		X	Y	Z					
1	7/23/2021 17:00	- 6.29	107.07	0.43	52.00	0.05	-0.04	1.03	31.25	28.69	36.49	66.99	32.69
2	7/23/2021 17:00	- 6.29	107.07	0.15	52.00	0.04	-0.05	1.09	31.25	28.69	36.33	66.99	32.69
3	7/23/2021 17:00	- 6.29	107.07	0.15	52.00	0.07	-0.04	1.02	31.25	28.69	36.33	67.19	32.69
4	7/23/2021 17:00	- 6.29	107.07	0.15	52.00	0.07	-0.04	0.97	31.31	28.69	36.37	66.71	32.63

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2021

Tabel V.2 Tabel Data perekaman *data logger* dari sensor berbassis kabel

Dari tabel V.2 diatas dapat ditunjukkan pada sensor dengan metode pentransmision data yang menggunakan kabel reaksi perekamannya lebih cepat saat pertama peralatan dinyalakan dapat dengan cepat menampilkan data, karena setiap menitnya terdapat 35 data yang terekam maka pada setiap baris data perekamannya terdapat delay senilai 1,7 detik, dengan demikian maka reaksi perekaman pada metode transmisi kabel ini berkisar pada nilai 1,7 detik tersebut.

2) Media transmisi nirkabel

Pada media transmisi nirkabel digunakan modul pemancar dan penerima data berupa Node MCU yang telah dijelaskan secara mendetail pada BAB III subbagian III.1.12 dengan posisi letak yang berada pada masing-masing modul sensor suhu dan tekanan ban (4 modul), sensor suhu rem roda C dan D (2 modul) dimana pada modul-modul tersebut node MCU

diprogram sebagai pemancar data (*transmitter*) dan node MCU yang berada pada 1 (satu) susunan box utama peralatan *data logger* sebagai penerima data (*receiver*), karena ruang lingkup dari penulisan skripsi ini tidak mencakup dan membahas sampai dengan factor-faktor apa saja dan variabel lainnya yang berpengaruh dalam proses pentransmisian data maka hal tersebut dapat diabaikan sementara sampai dengan penulisan karya ilmiah lainnya yang akan membahas lebih mendalam. Sehingga pada pembuktian kerja bagian peralatan *data logger* yang menggunakan transmisi data dengan metode nir-kabel dapat dilihat dari waktu reaksi pengiriman data yang dilakukan oleh modul-modul tersebut yang dapat dilihat pada tabel berikut:

NO	RTC	Suhu Ban A	Suhu Ban B	Suhu Ban C	Suhu Ban D	Tekanan Ban A	Tekanan Ban B	Tekanan Ban C	Tekanan Ban D	Suhu Rem C	Suhu Rem D
1	7/18/2021 17:53	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	7/18/2021 17:53	-1	-1	-1	30.81	-1	-1	-1	44.57	-1	-1
3	7/18/2021 17:53	-1	-1	31.56	30.94	-1	-1	48.77	44.57	-1	-1
4	7/18/2021 17:53	32.19	-1	31.56	30.94	49.68	-1	48.77	44.64	-1	-1
5	7/18/2021 17:53	32.25	-1	31.56	30.88	49.68	-1	48.77	44.64	-1	-1
6	7/18/2021 17:53	32.19	-1	31.63	30.88	49.68	-1	48.77	44.64	-1	-1
7	7/18/2021 17:53	32.25	-1	31.63	30.94	49.68	-1	48.77	44.70	-1	-1
8	7/18/2021 17:53	32.19	-1	31.56	30.94	49.68	-1	48.77	44.57	-1	-1
9	7/18/2021 17:53	32.25	-1	31.56	30.94	49.68	-1	48.77	44.57	-1	-1
10	7/18/2021 17:53	32.19	-1	31.56	30.94	49.68	-1	48.77	44.57	-1	-1
11	7/18/2021 17:53	32.25	-1	31.56	30.94	49.68	-1	48.77	44.57	-1	-1
12	7/18/2021 17:53	32.19	-1	31.56	30.94	49.68	-1	48.77	44.57	-1	-1
13	7/18/2021 17:56	32.19	31.44	31.50	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	-1	32.31
14	7/18/2021 17:56	32.19	31.44	31.50	30.81	49.68	48.64	48.77	44.19	-1	32.17
15	7/18/2021 17:56	32.19	31.38	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	-1	32.21
16	7/18/2021 17:56	32.19	31.44	31.50	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	-1	32.25
17	7/18/2021 17:56	32.19	31.44	31.50	30.88	49.68	48.64	48.77	44.19	-1	32.31
18	7/18/2021 17:56	32.25	31.44	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	-1	32.31
19	7/18/2021 17:56	32.19	31.50	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	-1	32.31
20	7/18/2021 17:56	32.19	31.44	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	-1	32.31
21	7/18/2021 17:56	32.19	31.44	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	-1	32.31
22	7/18/2021 17:56	32.19	31.44	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	31.95	32.25

Sumber : Hasil Pengolahan data, 2021

Tabel V.3 Tabel Data perekaman *data logger* dari sensor berbais nir-kabel

Sebagaimana yang telah diperlihatkan pada tabel V.2 terdapat perbedaan waktu terima data dari masing-masing modul pada saat peralatan pertama dinyalakan

dimana "-1" adalah tanda bahwa data belum terekam, dengan rincian waktu reaksi yaitu :

- 2.1) sensor suhu ban dan tekanan ban A mulai memberikan data pada jam 17:53 baris ke-4;
- 2.2) sensor suhu ban dan tekanan ban B mulai memberikan data pada jam 17:56 baris ke-13;
- 2.3) sensor suhu ban dan tekanan ban C mulai memberikan data pada jam 17:53 baris ke-3;
- 2.4) sensor suhu ban dan tekanan ban D mulai memberikan data pada jam 17:53 baris ke-2;
- 2.5) sensor suhu rem roda C mulai memberikan data pada jam 17:56 baris ke-22; dan
- 2.6) sensor suhu rem roda D mulai memberikan data pada jam 17:56 baris ke-13

V.1.5 Cara Penggunaan Peralatan



Sumber :Data Pribadi, 2021

Gambar V.13 Modul Sensor untuk Suhu dan Tekanan Ban A,B,C dan D



Gambar V.14 Modul Sensor untuk Suhu Rem Roda C dan D

Dalam Proses Pengoperasian peralatan dapat dijabarkan untuk tata cara

pengaktifan dan meng-nonaktifkan peralatan dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

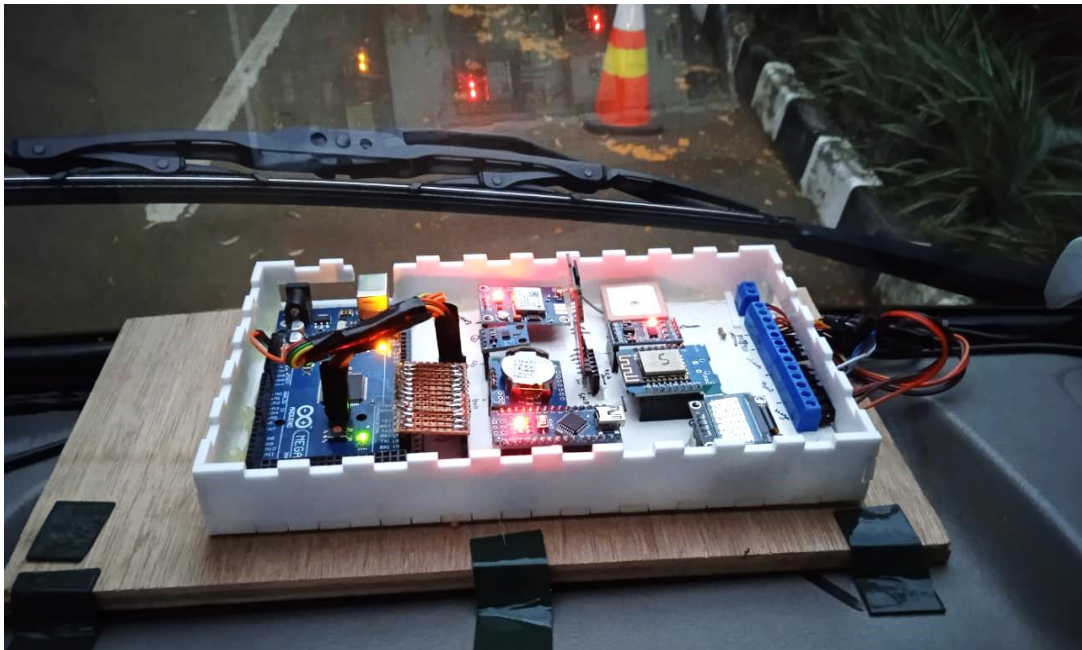
1. Menggeser saklar ke posisi "ON" pada modul transmisi pada setiap Roda A, B, dan D untuk mengaktifkan kerja dan inisialisasi awal dari sensor suhu ban dan tekanan ban (Gambar V.12)
2. Mengaktifkan saklar ke posisi "ON" pada modul transmisi Suhu Rem Roda C dan D untuk mengaktifkan kerja dan inisialisasi awal dari sensor suhu Rem Roda C dan D (Gambar V.13)
3. Setelah Mengaktifkan Semua Modul Sensor Wireless maka harus dipastikan semua modul telah aktif dengan sempurna dengan adanya lampu indikator tenaga menyala (berwarna merah) dan indikator transmisi data berlangsung (berwarna biru)
4. Tahap Selanjutnya menyalakan catu daya utama pada inverter, sebagai sumber utama perangkat Data Logger, sebelum menyalakan pastikan kunci kontak telah dirubah ke posisi "ON".



Sumber :Data Pribadi, 2021

Gambar V. 15 Lokasi tombol ON-OFF Untuk catu daya Data Logger

5. Perangkat data logger akan aktif dengan tampilan sebagai berikut



Sumber :Data Pribadi, 2021

Gambar V.16 Visualisasi perangkat data logger yang telah aktif

6. Memastikan bahwa perangkat data logger bekerja menerima dan merekam data dengan melihat tampilan LCD, bila tidak terdapat nilai "-1" yang tertampil pada LCD menandakan semua sensor baik yang menggunakan metode transmisi kabel maupun modul sensor nirkabel (wireless) bekerja bekerja secara normal.

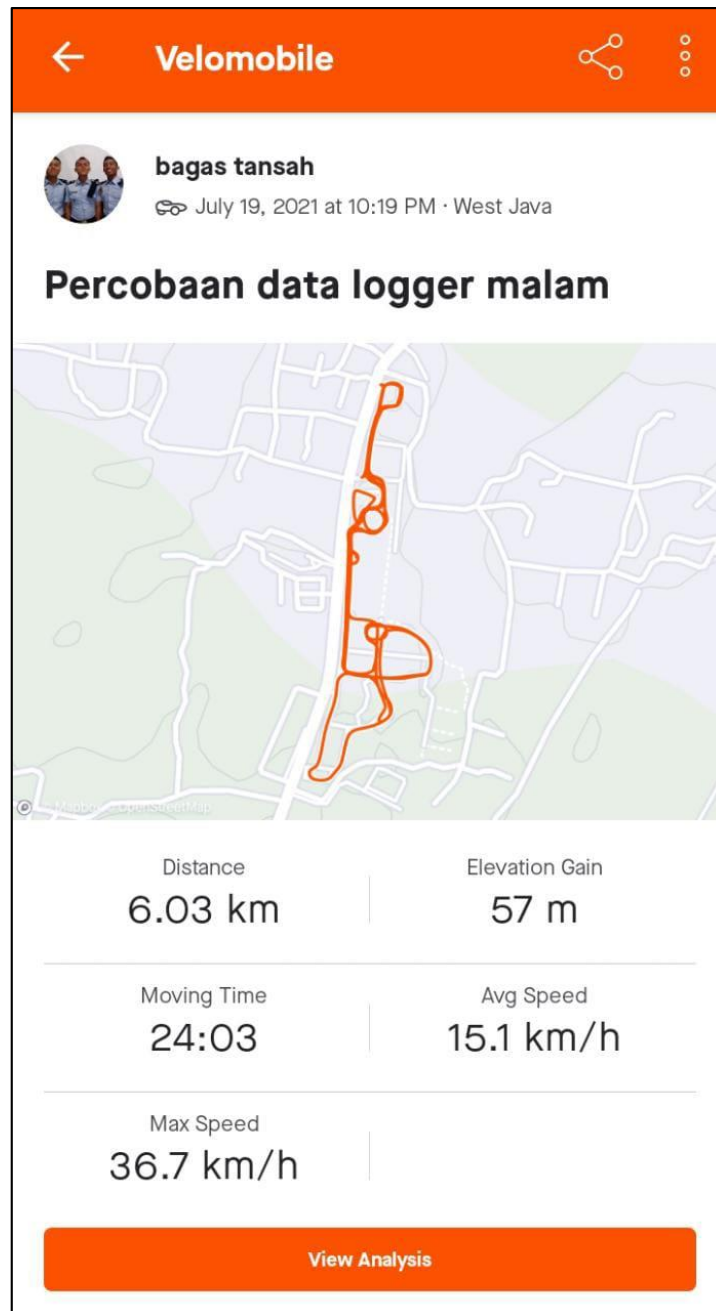


Sumber :Data Pribadi, 2021

Gambar V.17 Visualisasi tampilan LCD memonitor kerja perekaman *data logger*

V.2 Hasil Percobaan Peralatan

Dalam proses uji coba peralatan dilakukan dengan menerapkan beberapa skenario diantaranya skenario pada malam hari, sore hari dan pagi hari dengan cara menjalankan truk pada rute tertentu dan dengan keadaan tertentu



Sumber :Data Pribadi, 2021

Gambar V.18 Pemanfaatan Aplikasi STRAVA untuk salah satu skenario pada riwayat rute uji coba truk di wilayah PTDI-STTD

V.2.1 Sampel Percobaan Malam Hari

NO	RTC	Sensor GPS			Compass	Akselero Gyroscope			Suhu Luar Kabin	Suhu Dalam Kabin	Suhu Ban A	Suhu Ban B	Suhu Ban C	Suhu Ban D	Tekanan Ban A	Tekanan Ban B	Tekanan Ban C	Tekanan Ban D	Suhu Rem C	Suhu Rem D	Suhu Rem B	Suhu Mesin	Suhu Rem A
		Lat	Long	v		X	Y	Z															
1	7/19/2021 19:35	-6.29	107.07	0.13	47.00	0.09	-0.02	0.98	29.38	26.88	29.63	29.13	28.38	28.13	49.68	38.05	48.77	34.17	28.99	29.09	31.13	50.45	29.45
2	7/19/2021 19:35	-6.29	107.07	0.13	47.00	0.03	-0.05	1.11	29.38	26.88	29.56	29.13	28.44	28.13	49.68	38.05	48.77	34.17	28.99	29.15	31.25	50.49	29.55
3	7/19/2021 19:35	-6.29	107.07	0.13	47.00	-0.01	-0.04	1.15	29.38	26.94	29.63	29.06	28.44	28.13	49.68	38.05	48.77	34.17	29.03	29.09	31.29	50.49	29.49
4	7/19/2021 19:35	-6.29	107.07	0.20	47.00	0.11	-0.04	0.93	29.38	26.88	29.56	29.13	28.38	28.13	49.68	38.11	48.77	34.17	29.11	29.11	31.33	50.55	29.51
5	7/19/2021 19:35	-6.29	107.07	0.30	47.00	0.12	-0.04	0.93	29.38	26.94	29.56	29.13	28.38	28.13	49.68	38.11	48.77	34.17	29.19	29.15	31.29	50.61	29.45
6	7/19/2021 19:35	-6.29	107.07	0.30	47.00	-0.06	-0.01	1.16	29.38	26.94	29.63	29.13	28.38	28.13	49.68	38.11	48.77	34.17	29.11	29.09	31.39	50.51	29.45
7	7/19/2021 19:35	-6.29	107.07	0.30	47.00	0.08	-0.05	1.02	29.38	26.88	29.63	29.13	28.38	28.13	49.68	38.11	48.77	34.17	29.09	29.17	31.21	50.63	29.49
8	7/19/2021 19:35	-6.29	107.07	0.11	47.00	0.05	-0.05	1.04	29.31	26.88	29.56	29.13	28.44	28.13	49.68	38.05	48.77	34.11	29.17	29.15	31.25	50.79	29.49
9	7/19/2021 19:36	-6.29	107.07	0.26	46.00	0.12	-0.03	0.96	29.38	26.94	29.56	29.13	28.38	28.13	49.68	38.11	48.77	34.17	29.15	28.99	31.19	50.73	29.45
10	7/19/2021 19:36	-6.29	107.07	0.26	47.00	0.13	-0.05	0.94	29.38	26.94	29.56	29.13	28.44	28.13	49.68	38.11	48.77	34.24	29.17	29.17	31.27	50.75	29.51
11	7/19/2021 19:36	-6.29	107.07	0.26	47.00	-0.02	-0.01	1.16	29.31	26.88	29.56	29.13	28.44	28.13	49.68	38.11	48.77	34.24	29.17	29.17	31.21	50.91	29.49
12	7/19/2021 19:36	-6.29	107.07	0.09	46.00	0.09	-0.05	1.02	29.31	26.94	29.56	29.13	28.44	28.13	49.68	37.98	48.77	34.11	29.11	29.11	31.19	50.77	29.55
13	7/19/2021 19:36	-6.29	107.07	0.06	47.00	-0.04	-0.01	1.18	29.31	26.94	29.56	29.19	28.38	28.13	49.68	38.11	48.77	34.11	29.05	29.09	31.25	50.87	29.51
14	7/19/2021 19:36	-6.29	107.07	0.06	47.00	0.05	-0.01	1.04	29.31	26.94	29.56	29.19	28.44	28.13	49.68	38.11	48.77	34.11	28.99	29.15	31.25	50.93	29.49
15	7/19/2021 19:36	-6.29	107.07	0.02	47.00	0.06	-0.01	1.02	29.38	26.94	29.56	29.13	28.38	28.13	49.68	38.11	48.77	34.11	29.17	29.15	31.21	51.03	29.51

Sumber : Hasil Pengolahan dan perekaman Perangkat data logger,2021

Tabel V.4 Tabel Hasil Perekaman Data Logger pada Sesi Malam Hari

V.2.2 Sampe Percobaan Sore Hari

NO	RTC	Sensor GPS			Compass	Akselero Gyroscope			Suhu Luar Kabin	Suhu Dalam Kabin	Suhu Ban A	Suhu Ban B	Suhu Ban C	Suhu Ban D	Tekanan Ban A	Tekanan Ban B	Tekanan Ban C	Tekanan Ban D	Suhu Rem C	Suhu Rem D	Suhu Rem B	Suhu Mesin	Suhu Rem A
		Lat	Long	v		X	Y	Z															
1	7/18/2021 17:56	-6.29	107.07	0.11	51.00	0.20	0.03	1.05	31.94	28.31	32.19	31.44	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	31.95	32.25	33.05	48.69	32.39
2	7/18/2021 17:56	-6.29	107.07	0.07	51.00	0.12	0.02	1.03	31.88	28.38	32.19	31.50	31.56	30.81	49.68	48.64	48.77	44.12	31.95	32.21	33.05	48.77	32.39
3	7/18/2021 17:56	-6.29	107.07	0.07	51.00	0.16	0.00	1.00	31.88	28.31	32.19	31.50	31.56	30.81	49.68	48.64	48.77	44.12	31.95	32.27	33.13	48.79	32.35
4	7/18/2021 17:56	-6.29	107.07	0.07	51.00	0.09	-0.05	1.00	31.88	28.38	32.19	31.44	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	31.89	32.21	33.05	48.89	32.35
5	7/18/2021 17:56	-6.29	107.07	0.09	52.00	0.05	-0.04	1.11	31.94	28.38	32.25	31.44	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	31.95	32.21	33.13	48.91	32.35
6	7/18/2021 17:56	-6.29	107.07	0.17	52.00	0.23	0.03	1.00	31.88	28.38	32.19	31.44	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	31.99	32.27	33.17	48.91	32.35
7	7/18/2021 17:57	-6.29	107.07	0.09	51.00	0.08	-0.01	1.16	31.88	28.31	32.19	31.44	31.50	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	32.19	32.27	33.13	48.99	32.33
8	7/18/2021 17:57	-6.29	107.07	0.09	51.00	0.02	-0.05	1.09	31.81	28.31	32.19	31.44	31.50	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	32.21	32.25	33.13	49.05	32.35
9	7/18/2021 17:57	-6.29	107.07	0.06	51.00	0.10	-0.04	1.08	31.81	28.38	32.19	31.44	31.50	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	32.21	32.25	33.35	49.01	32.35
10	7/18/2021 17:57	-6.29	107.07	0.06	51.00	0.07	-0.04	1.09	31.88	28.31	32.19	31.50	31.56	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	32.19	32.25	33.21	49.01	32.35
11	7/18/2021 17:57	-6.29	107.07	0.06	51.00	0.18	0.01	1.06	31.81	28.38	32.19	31.44	31.56	30.81	49.68	48.64	48.77	44.06	32.21	32.25	33.11	49.19	32.39
12	7/18/2021 17:57	-6.29	107.07	0.15	52.00	0.13	-0.02	0.97	31.81	28.31	32.19	31.44	31.50	30.81	49.68	48.64	48.77	44.12	32.25	32.25	33.19	49.19	32.33
13	7/18/2021 17:57	-6.29	107.07	0.11	51.00	0.19	0.02	1.00	31.81	28.38	32.19	31.44	31.50	30.88	49.68	48.64	48.77	44.12	32.21	32.25	33.19	49.31	32.33
14	7/18/2021 17:57	-6.29	107.07	0.11	51.00	0.08	-0.04	1.09	31.81	28.38	32.19	31.44	31.50	30.88	49.68	48.64	48.77	44.06	32.21	32.25	33.35	49.37	32.35
15	7/18/2021 17:57	-6.29	107.07	0.11	50.00	0.09	0.01	1.05	31.81	28.31	32.19	31.50	31.50	30.81	49.68	48.64	48.77	44.06	32.19	32.25	33.33	49.39	32.35

Sumber : Hasil Pengolahan dan perekaman Perangkat data logger,2021

Tabel V.5 Tabel Hasil Perekaman Data Logger pada Sesi Sore Hari

V.2.3 Percobaan Pagi hari

NO	RTC	Sensor GPS			Compass	Akselero Gyroscope			Suhu Luar Kabin	Suhu Dalam Kabin	Suhu Ban A	Suhu Ban B	Suhu Ban C	Suhu Ban D	Tekanan Ban A	Tekanan Ban B	Tekanan Ban C	Tekanan Ban D	Suhu Rem C	Suhu Rem D	Suhu Rem B	Suhu Mesin	Suhu Rem A
		Lat	Long	v		X	Y	Z															
1	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.24	49.00	0.11	-0.00	0.98	26.25	23.88	26.94	26.44	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.66	-1	26.37	27.79	41.55	26.65
2	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.04	48.00	0.11	-0.00	0.97	26.25	23.88	26.94	26.38	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.59	-1	26.37	27.63	41.65	26.67
3	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.04	49.00	0.11	-0.01	0.98	26.25	23.88	26.94	26.44	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.66	-1	26.35	27.73	41.65	26.67
4	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.04	49.00	0.06	-0.04	1.08	26.25	23.88	26.94	26.38	26.31	25.56	49.68	48.64	48.77	10.66	-1	26.43	27.67	41.73	26.71
5	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.26	49.00	0.07	-0.04	1.07	26.25	23.88	26.94	26.44	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.66	-1	26.41	27.69	41.77	26.67
6	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.19	49.00	0.06	-0.04	1.10	26.31	23.81	26.94	26.38	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.59	-1	26.37	27.73	41.87	26.67
7	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.19	48.00	0.07	-0.04	1.07	26.25	23.88	26.94	26.38	26.31	25.56	49.68	48.64	48.77	10.59	-1	26.43	27.69	41.85	26.67
8	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.17	49.00	0.12	-0.04	1.00	26.25	23.81	26.94	26.38	26.31	25.56	49.68	48.64	48.77	10.59	-1	26.43	27.69	41.91	26.67
9	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.02	49.00	0.08	-0.04	1.06	26.25	23.88	26.94	26.44	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.72	-1	26.41	27.73	42.05	26.67
10	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.02	49.00	0.07	-0.05	1.07	26.25	23.88	27.00	26.44	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.59	-1	26.43	27.85	42.05	26.67
11	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.02	49.00	0.13	-0.04	1.00	26.25	23.88	26.94	26.31	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.66	-1	26.47	28.05	42.11	26.67
12	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.11	49.00	0.07	-0.04	1.08	26.31	23.88	26.94	26.44	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.66	-1	26.47	28.13	42.13	26.67
13	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.13	49.00	0.08	-0.03	1.05	26.25	23.88	26.88	26.50	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.66	-1	26.31	28.05	42.23	26.71
14	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.13	48.00	0.09	-0.02	1.00	26.25	23.88	27.00	26.38	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.66	-1	26.41	28.05	42.25	26.71
15	7/19/2021 5:20	-6.29	107.07	0.13	48.00	0.06	-0.04	1.09	26.25	23.88	26.94	26.44	26.31	25.63	49.68	48.64	48.77	10.66	-1	26.43	27.93	42.31	26.65

Sumber : Hasil Pengolahan dan perekaman Perangkat data logger,2021

Tabel V.6 Tabel Hasil Perekaman Data Logger pada Sesi Pagi Hari

V.2.4 Perhitungan *Mean Absolute Percentage Error*

Untuk mengetahui seberapa besar error yang terjadi pada kinerja sensor maka dilakukan perhitungan Mean Absolute Percentage Error, dimana metode perhitungan ini menyatakan persentase kesalahan hasil pendugaan atau peramalan terhadap hasil aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah, dengan kata lain MAPE merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu yang kemudian dikalikan 100% agar mendapatkan hasil secara persentase.

MAPE merupakan ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil pendugaan. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam menduga yang dibandingkan dengan nilai nyata. Sampel yang digunakan pada perhitungan ini menggunakan salah satu skenario percobaan operasi *data logger*. Berdasarkan Lewis (1982), nilai MAPE dapat diinterpretasikan atau ditafsirkan ke dalam 4 kategori yaitu:

1. **<10% = sangat akurat**
2. **10-20% = baik**
3. **20-50% = wajar**
4. **>50% = tidak akurat**

Semakin kecil nilai MAPE maka semakin kecil kesalahan hasil pendugaan, sebaliknya semakin besar nilai MAPE maka semakin besar kesalahan hasil pendugaan. Hasil suatu metode pendugaan mempunyai kemampuan peramalan sangat baik jika nilai MAPE < 10% dan mempunyai kemampuan pendugaan baik jika nilai MAPE diantara 10% dan 20%.

a) Sampel Data Kompas

Kendaraan diarahkan dengan 50 derajat mengarah ke barat dengan kompas manual



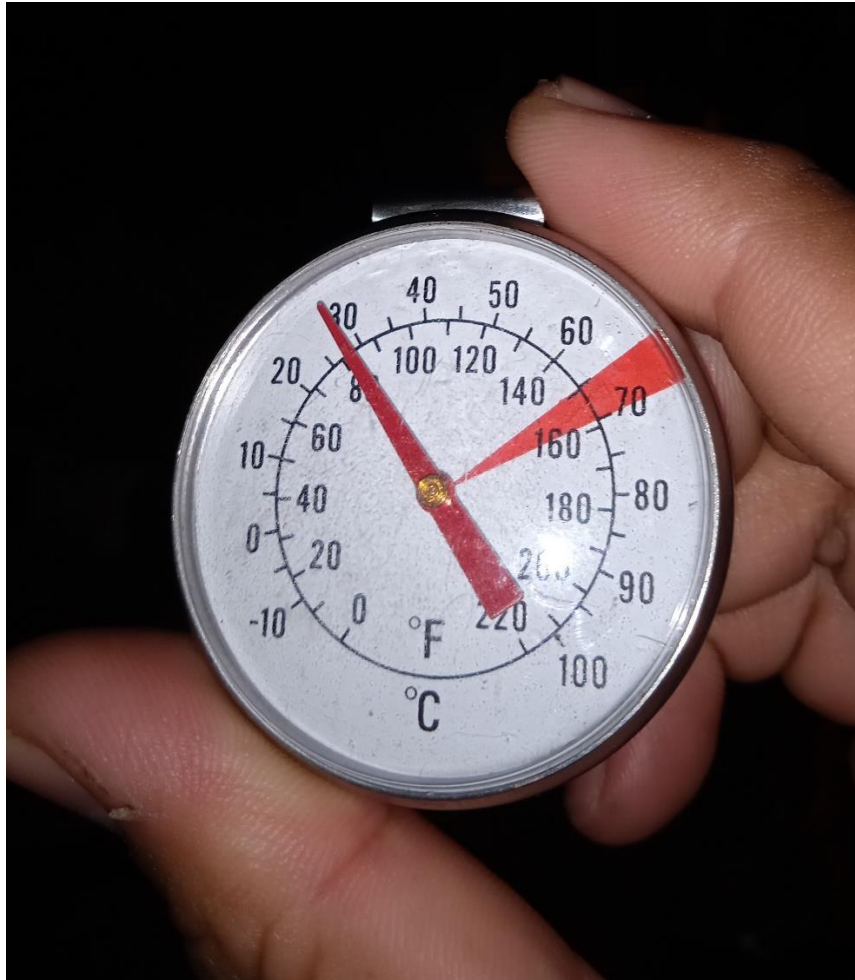
Gambar V.19 Pembacaan Arah kompas manual

NO	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	$[y-\hat{y}]/y$	MAPE
1	51.00	46.8	0.08974359	8.974359
2	51.00	46.8	0.08974359	8.974359
3	51.00	46.8	0.08974359	8.974359
4	51.00	46.8	0.08974359	8.974359
5	51.00	46.8	0.08974359	8.974359
6	51.00	46.8	0.08974359	8.974359
7	51.00	46.8	0.08974359	8.974359
8	52.00	46.8	0.11111111	11.111111
9	51.00	46.8	0.08974359	8.974359
10	51.00	46.8	0.08974359	8.974359

Tabel V.7 Tabel Perhitungan MAPE sensor Kompas

Berdasarkan perhitungan MAPE diatas, maka untuk sensor kompas masih dalam jangkauan sangat akurat dengan nilai kategori 8.974359 s.d baik dengan nilai kategori 11.111111.

b) Sampel Sensor Suhu Luar Kabin



Gambar V. 20 Pengukuran Suhu Luar Kabin dengan thermometer Analog

NO	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	$[y-\hat{y}]/y$	MAPE
1	28.5	27.75	0.027027027	2.7027027
2	28.5	27.69	0.029252438	2.92524377
3	28.5	27.75	0.027027027	2.7027027
4	28.5	27.69	0.029252438	2.92524377
5	28.5	27.69	0.029252438	2.92524377
6	28.5	27.69	0.029252438	2.92524377
7	28.5	27.69	0.029252438	2.92524377
8	28.5	27.69	0.029252438	2.92524377
9	28.5	27.75	0.027027027	2.7027027
10	28.5	27.75	0.027027027	2.7027027

Tabel V. 8 Tabel Perhitungan MAPE sensor Suhu luar kabin

Berdasarkan perhitungan MAPE diatas, maka untuk sensor suhu luar kabin masih dalam jangkauan sangat akurat dengan nilai kategori 2.7027027 s.d. 2.92524377

c) Sampel Sensor Suhu Dalam Kabin



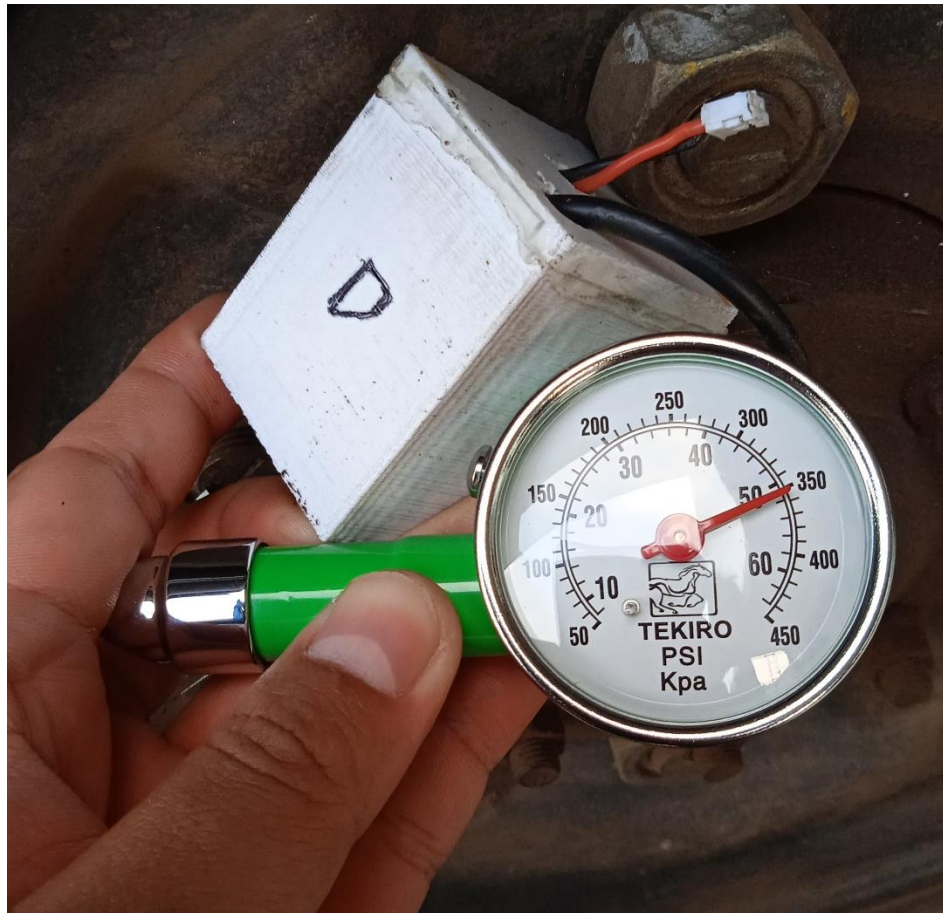
Gambar V.21 Pengukuran Suhu dalam Kabin dengan thermometer Analog

NO	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	$[y-\hat{y}]/y$	MAPE
1	28	26.44	0.059001513	5.90015129
2	28	26.44	0.059001513	5.90015129
3	28	26.44	0.059001513	5.90015129
4	28	26.44	0.059001513	5.90015129
5	28	26.44	0.059001513	5.90015129
6	28	26.44	0.059001513	5.90015129
7	28	26.44	0.059001513	5.90015129
8	28	26.44	0.059001513	5.90015129
9	28	26.44	0.059001513	5.90015129
10	28	26.44	0.059001513	5.90015129

Tabel V.9 Tabel Perhitungan MAPE sensor Suhu dalam kabin

Berdasarkan perhitungan MAPE diatas, maka untuk sensor suhu kabin masih dalam jangkauan sangat akurat dengan nilai kategori 5.90015129

d) Sampel Tekanan Ban



Gambar V.22 Pengukuran Tekanan Ban dengan Manometer Analog

NO	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	$[y-\hat{y}]/y$	MAPE
1	50.5	48.87	0.0333538	3.3353796
2	50.5	48.87	0.0333538	3.3353796
3	50.5	48.87	0.0333538	3.3353796
4	50.5	48.87	0.0333538	3.3353796
5	50.5	48.87	0.0333538	3.3353796
6	50.5	48.87	0.0333538	3.3353796
7	50.5	48.87	0.0333538	3.3353796
8	50.5	48.87	0.0333538	3.3353796
9	50.5	48.87	0.0333538	3.3353796
10	50.5	48.87	0.0333538	3.3353796

Tabel V.10 Tabel Perhitungan MAPE sensor tekanan ban

Berdasarkan perhitungan MAPE diatas, maka untuk sensor tekanan ban masih dalam jangkauan sangat akurat dengan nilai kategori 3.3353796.

e) Sampel Suhu Ban



Gambar V. 23 Pengukuran Suhu ban dengan thermometer analog

NO	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	$[\hat{y}-y]/y$	MAPE
1	30	28.00	0.07142857	7.1428571
2	30	28.00	0.07142857	7.1428571
3	30	28.00	0.07142857	7.1428571
4	30	28.00	0.07142857	7.1428571
5	30	28.00	0.07142857	7.1428571
6	30	28.00	0.07142857	7.1428571
7	30	28.00	0.07142857	7.1428571
8	30	28.06	0.06913756	6.9137562
9	30	28.06	0.06913756	6.9137562
10	30	28.06	0.06913756	6.9137562

Tabel V.11 Tabel Perhitungan MAPE sensor Suhu ban

Berdasarkan perhitungan MAPE diatas, maka untuk sensor suhu ban masih dalam jangkauan sangat akurat dengan nilai kategori 6.9137562s.d. 7.1428571

f) Sampel Suhu Rem



Gambar V.24 Pengukuran Suhu Rem dengan Thermometer Analog

NO	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	$[y-\hat{y}]/y$	MAPE
1	30	31.89	-0.05926623	-5.9266228
2	30	32.11	-0.06571162	-6.5711616
3	30	32.17	-0.06745415	-6.745415
4	30	32.05	-0.06396256	-6.3962559
5	30	32.17	-0.06745415	-6.745415
6	30	32.19	-0.06803355	-6.8033551
7	30	32.19	-0.06803355	-6.8033551
8	30	32.27	-0.07034397	-7.0343973
9	30	32.25	-0.06976744	-6.9767442
10	30	32.35	-0.07264297	-7.2642968

Tabel V.12 Tabel Perhitungan MAPE sensor Suhu Rem

Berdasarkan perhitungan MAPE diatas, maka untuk sensor suhu rem masih dalam jangkauan sangat akurat dengan nilai kategori -5.9266228 s.d. -7.2642968 (nilai negatif menunjukkan nilai aktualnya lebih rendah daripada nilai prediksi/ nilai yg dikeluarkan oleh sensor).

g) Sampel Suhu Mesin



Gambar V. 25 Pengukuran Suhu Mesin dengan Thermometer Analog

NO	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	$[\hat{y}-y]/y$	MAPE
1	48	46.85	0.024546425	2.45464248
2	48	46.81	0.025421918	2.54219184
3	48	46.87	0.024109238	2.41092383
4	48	46.85	0.024546425	2.45464248
5	48	47.09	0.019324697	1.93246974
6	48	47.05	0.020191286	2.01912859
7	48	47.11	0.018891955	1.8891955
8	48	47.15	0.018027572	1.80275716
9	48	47.31	0.014584654	1.45846544
10	48	47.33	0.014155926	1.41559265

Tabel V.13 Tabel Perhitungan MAPE Sensor suhu mesin

Berdasarkan perhitungan MAPE diatas, maka untuk sensor suhu mesin masih dalam jangkauan sangat akurat dengan nilai kategori 1.41559265 s.d. 2.54219184.

V.2.6. Pengujian Rata-Rata Error Accelerometer Gyroscope dan kalibrasi nya

Accelerometer gyroscope berfungsi sebagai sensor yang dapat mengetahui titik kesetimbangan truk, baik dalam sumbu x,y maupun z. maka untuk mengetahui keberhasilannya diambil sampel data dari skenario tertentu untuk mengetahui rata-rata error semenjak data logger diaktifkan sampai dengan non-aktif. Dengan skema perhitungan jumlah data dikurangi dengan jumlah error dan dibagi dengan banyak jumlah data dikalikan 100, sehingga didapatkan persentase error nya.

NO	skenario/ percobaan	Jumlah Data	Jumlah error	persentase
1	Parsial	4256	0	100
2	Penuh	1113	0	100
3	pagi	7434	0	100
4	malam	6318	0	100
5	khusus	1827	0	100

Tabel V. 14 Tabel perhitungan tingkat error accelerometer gyroscope

Selain dari menguji error, juga dilakukan validasi kesetimbangan accelerometer denganudukannya menggunakan waterpass raksa dengan hasil validasi yang ditampilkan pada gambar berikut :



Sumber : Data Pribadi, 2021

Gambar V.26 Validasi kesetimbangan dengan waterpass raksa sisi panjang



Sumber : Data Pribadi, 2021

Gambar V.27 Validasi kesetimbangan dengan waterpass raksa sisi lebar

Berdasarkan gambar V.26 dan V.27 diatas maka posisi dari *accelerometer gyroscope* yang berada dalam box utama data logger dipastikan telah setimbang dengan batas toleransi yang dapat diterima berdasarkan posisi gelembung raksa yang terlihat pada gambar V.25 dan V.26 diatas.

V.2.7 Kapasitas Penyimpanan Data

Pada proses penyimpanan data akan dilakukan setiap 60 detik atau 1 menit, Sehingga selama rentang waktu 60 detik maka akan dilakukan proses pensamplingan yang memiliki rentang waktu 1,7 s.d 2 detik lalu dilanjutkan dengan penyimpanan ke dalam *SD Card*. Untuk mengetahui penggunaan memori selama 1 (satu) hari penuh atau 24 jam penyimpanan adalah sebagai berikut, untuk setiap penyimpanan ada 63 karakter yang akan tersimpan setiap 60 detiknya, 1 karakter = 1 byte, sehingga $63 \times 1 \text{ byte} = 63 \text{ Byte}$.

1 hari = 24 jam x 60 menit x 60 detik

1 hari = 24 jam x 60 menit x 24 data

1 hari = 24 jam x 60 menit (24 x 63 *byte*) = 2177280 *byte* atau 2177,28 *Kilobyte*

Karena memori SD Card yang digunakan untuk menyimpan sebesar 8 (delapan) *Gigabyte*, sehingga perhitungannya sebagai berikut :

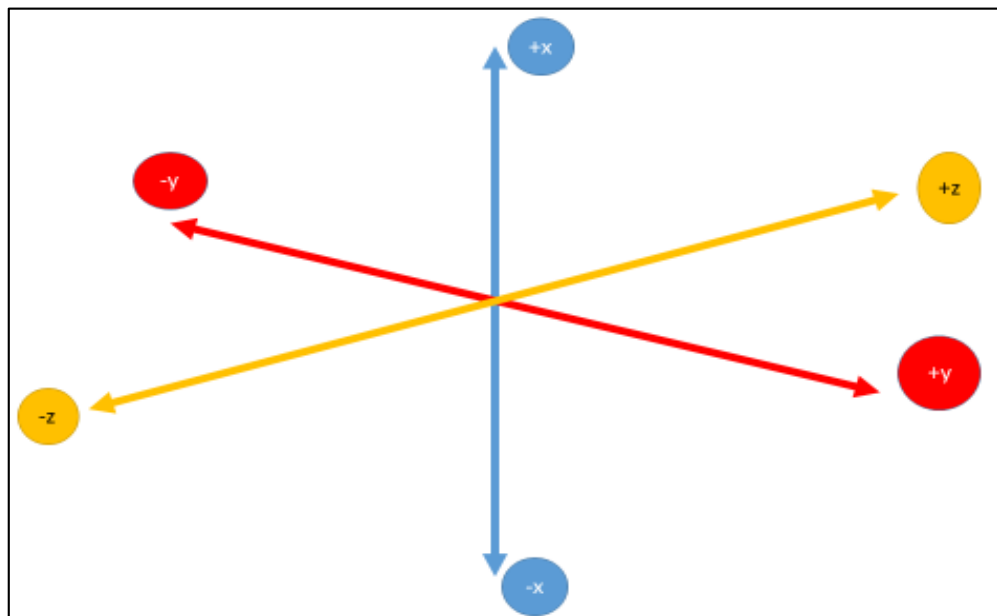
$$\frac{8 * 10^6}{2177.28} = 3674.30923 \text{ Hari}$$

Sehingga apabila dikalkulasikan lebih lanjut 1 harinya (24 jam) menghabiskan 2177,28 *Kilobyte*, namun bila dihitung dalam jumlah hari 1 tahun (365 hari) dengan asumsi *data logger* bekerja 24 jam per harinya maka *memory SD* dapat menyimpan data s.d batas kapasitasnya yaitu tercapai dalam 10 tahun 1 bulan.

V.2.5 Interpretasi Data Hasil Perekaman *Data Logger*

Sebagai implementasi dari peralatan yang dipersyaratkan dalam PP no 37 tahun 2017 Pasal 36 bahwa peralatan dimaksud dalam menyimpan data yang sewaktu-waktu dapat digunakan sebagai bahan analisa. Pada hasil perekaman data aktivitas truk dapat diambil 1(satu) sampel interpretasi data sebagai analisa atas keputusan keadaan yang dialami truk pada saat beroperasi.

Salah satu skema tersebut adalah hubungan antara data hasil output dari sensor akselerometer gyroscope dimana sensor ini mendeteksi kesetimbangan posisi truk dalam 3 sumbu secara bersamaan yaitu sumbu x,y dan z, sebagai cara untuk mempermudah sudut pandang pemahaman sumbu tsb digambarkan sebagai berikut:



Sumber : Data hasil pengolahan, 2021

Gambar V. 28 Visualisasi sumbu X,Y dan Z pada *Accelerometer Gyroscope*

Berdasarkan gambar V.28 diatas maka dijabarkan keterangan sebagai berikut :

- 1) truk berada sejajar dengan sumbu z, dimana nilai z+ adalah sebagai arti dari gerak truk adalah maju sedangkan nilai Z- adalah arti dari truk berjalan mundur
- 2) truk berada tegak lurus dengan sumbu x, dimana nilai x+ sebagai arti dari posisi truk condong ke depan dan X- adalah posisi truk condong ke belakang
- 3) truk berada tegak lurus dengan sumbu y, dimana nilai y+ sebagai arti posisi truk cenderung miring ke kanan dan Y- untuk posisi truk cenderung miring ke kiri

Accelerometer Gyroscope		
X	Y	Z
-0.00	-0.02	1.10
0.04	-0.03	1.02
0.09	-0.05	1.07
0.02	-0.02	1.08
0.05	-0.05	1.02
0.04	-0.03	1.05
-0.02	-0.03	1.17
-0.02	-0.04	1.17

Tek Ban A	Tek Ban B	Tek Ban C	Tek Ban D
49.68	38.05	48.77	33.40
49.68	38.05	48.77	33.40
49.68	38.05	48.77	33.40
49.68	38.05	48.77	33.40
49.68	38.05	48.77	33.33
49.68	38.05	48.77	33.40
49.68	38.05	48.77	33.40
49.68	38.11	48.77	33.40
49.68	38.05	48.77	33.40
49.68	37.98	48.77	33.33

Pada 2 contoh data diatas dapat diperlihatkan bahwa Tekanan Ban B yaitu ban yang terletak pada sisi kiri truk memiliki tekanan udara yang lebih rendah dibandingkan dengan tekanan ban A dan C , namun tekanan Ban D (bagian kanan belakang) juga lebih rendah dari tekanan ban lainnya sehingga terdeteksi pada sensor accelerometer gyroscope posisi truk cenderung ke mengarah ke kiri atau sumbu Y- dan posisi truk pada sumbu X cenderung mengarah ke belakang atau terangkat . maka hasil dari interpretasi data tersebut dapat kita simpulkan posisi truk tidak seimbang dan beban cenderung menumpu pada salah satu roda .

Keadaan ini akan menyebabkan pengaruh pada efek pengereman, dimana akibat

titik beban yang bertumpu atau terkonsentrasi pada salah satu bagian Roda maka menyebabkan beban berlebih saat pengereman yang dapat menaikkan suhu kampas pengereman yang ditunjukkan pada data berikut :

Suhu Rem B	Suhu Rem A
41.37	33.03
41.25	32.99
41.35	33.03
41.19	32.99
41.17	32.95
41.37	32.97
41.31	32.99
41.21	32.99
41.35	33.07
41.49	33.05

Terlihat dari data diatas, suhu rem pada roda B dimana atas keadaan tersebut titik tumpu beban truk cenderung pada posisi roda B sehingga menyebabkan suhu rem roda B lebih tinggi ketika dilakukan pengereman. Adapun salah satu bentuk contoh tersebut dilakukan pada keadaan truk tanpa muatan / hanya beban truk itu sendiri (beban kosong), bilamana pada keadaan lainnya truk dalam keadaan penuh atau diisi diluar kapasitas yang diizinkan (*overload*) dapat diprediksi suhu rem yang terdeteksi akan lebih tinggi ditambah dengan medan jalan yang dilalui apabila medan yang dilalui berupa medan berbukit yang memerlukan peforma pengereman yang baik, maka keadaan tersebut patut diwaspadai oleh operator truk dan operator truk dapat mengantisipasi lebih awal atas kejadian yang tidak diinginkan dengan data yang didapat dalam *data logger* tersebut.