BAB IV
PENGUJIAN DAN ANALISA

Setelah selesai perancangan dan implementasi, bab ini akan memberikan hasil pengujian dan evaluasi dari sistem pengamanan perjalanan kereta yang telah dibangun.

Implementasi dari alat ini harus bekerja secara otomatis dengan menambah jarak pisah secara otomatis terhadap kereta primer. Jarak pisah tersebut harus lebih besar dari jarak pengereman minimal hingga kereta primer berhenti ini dikarenakan untuk menghindari kereta primer ikut kecelakaan. Bahkan ada waktu tunda antara alarm bahaya menyala hingga tuas rem ditekan.

4.1 Uji sensor akselerometer

Untuk pengujian sensor akselerometer, diperlukan sebuah PC untuk membaca hasil data sensor yang ditunjukkan. Data sensor harus sudah terkalibrasi.

Tabel 4.1 Tabel uji akselerasi Yaw

Acc Roll	Yaw	Pitch
31	500	0
28	502	-2
38	501	2
29	500	-2
39	507	-2
31	502	1
36	505	-2
27	499	-2
36	505	-4
34	501	0
31	502	0
33	506	-4
29	504	-2
31	503	-1
34	501	-1

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa Yaw bernilai besar karena adanya percepatan gravitasi. Sedangkan Roll dan pitch tergolong kecil. Roll akan naik nilainya seiring dengan dimiringkannya sensor (kereta sekunder) ke kiri dan kanan.

Sehingga sensor Roll-lah yang paling berperan dalam mendeteksi jika kereta mengalami terguling atau tidak.

Tabel 4.2 Tabel uji akselerasi pitch

Acc Roll	Yaw	Pitch
8	470	-157
14	483	-156
1	441	123
13	456	207
7	458	211
21	460	196
19	443	253
21	136	507
13	48	510
26	36	508
8	473	81
3	489	51
-15	484	11
23	497	16
39	496	20

Sedangkan pada pengujian Pitch dengan cara memaju-mundurkan sensor, Akselerasi pitch akan naik positif jika terdapat akselerasasi ke depan dan akan bernilai negativ jika terdapat perlambatan.

Pada saat pengujian akselerasi saat motor bergerak, ternyata akselerometer juga mendeteksi nilai akselerasi yang dihasilkan motor.

4.1.1. Uji sensor giroskop

Untuk pengujian sensor giroskop, juga diperlukan sebuah PC dan GCS untuk membaca hasil sensor yang ditunjukkan. Data sensor dapat menghasilkan derajat kemiringan sensor tersebut terhadap bidang horizontal.

Hasil uji giroskop menunjukkan kecepatan perubahan sudut, jika perubahan sudut berubah drastis, maka akan dibaca nilai giroskop besar pula.

4.1.2. Uji telemetri

Uji telemetri dapat dilakukan dengan dua buah radio yang dapat saling mengirim dan menerima data. Dari lokomotif primer mengirim data jarak yang sudah ditempuh ke lokomotif sekunder. Sedangkan di lokomotif sekuder mengirim sinyal bahaya jika ada ke lokomotif primer.

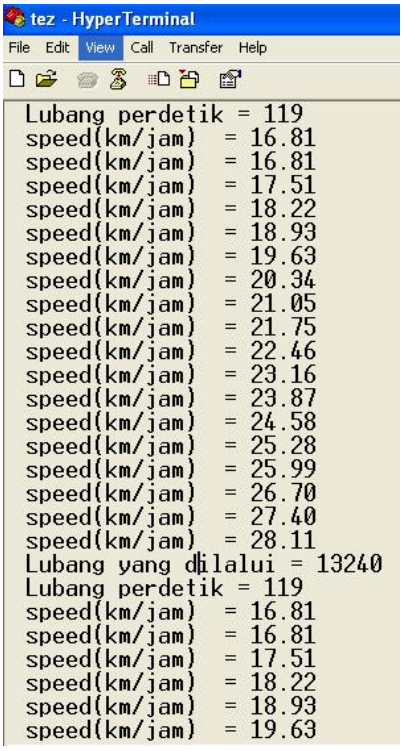
Kondisi pengujian di sebuah lapangan, dengan banyak pohon di sekeliling lapangan, serta di tepi jalan raya yang ramai.

Tabel 4.3 Tabel pengujian jarak radio

No	Jarak Pengujian	Kondisi transmisi
1	10m	Baik
2	50m	Baik
3	100m	Baik
4	500m	Baik
5	800m	Terkadang putus
6	1km	putus

4.1.3. Uji kecepatan

Uji kecepatan dapat dilakukan dengan membaca lubang yang sudah dilalui oleh *optocoupler*, dan dibaca oleh computer melalui komunikasi serial. Pada uji kecepatan didapat kecepatan maksimum loko sekunder adalah 28,11 Km/jam.

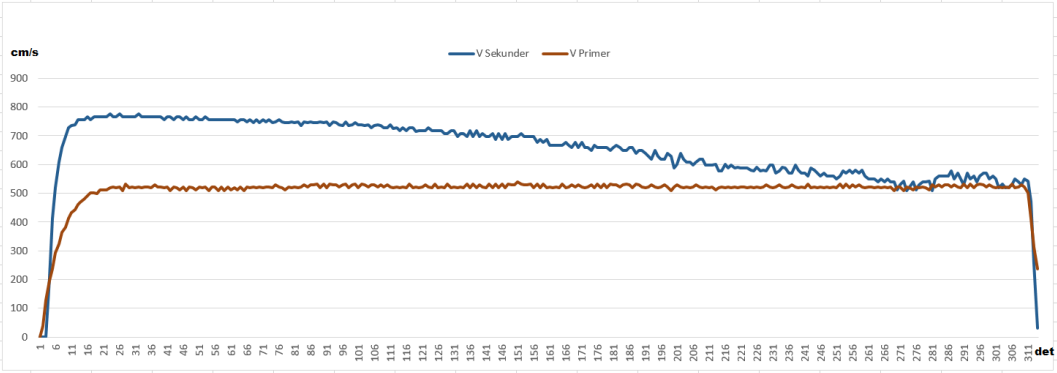


Gambar 4. 1 Uji kecepatan dengan *encoder* rpm

4.1.4. Uji otomatis

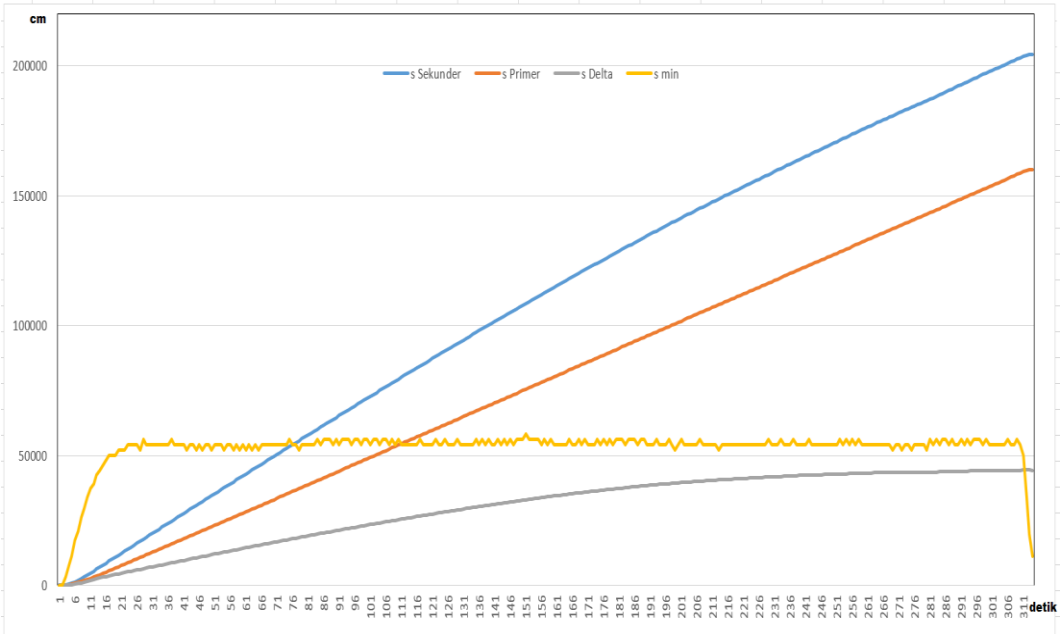
Untuk uji otomatis diharapkan jika lokomotif primer semakin kencang maka jarak antara lokomotif primer dan lokomotif sekunder semakin jauh. Pada percobaan, diberikan inputan dari loko primer kecepatan dari 0 hingga 540 cm/s, kecepatan ini akan berkisar di 500 hingga 540 cm/s. Didapat data bahwa loko sekunder akan berusaha membuat jarak kepada loko primer sebesar 52224 cm hingga 58320cm. Berikut data setelah melakukan perombakan formula tersebut.

Data tersebut akan ditampilkan dalam kurva catesian, dimana sumbu x adalah waktu per detik, dan sumbu y adalah nilainya. Akan terdapat 3 kurva karena ketiganya memiliki satuan yang berbeda. Untuk s_p, s_s, smin, dan Δs dijadikan satu karena memiliki satuan yang sama yaitu cm. Untuk v_s dan v_p memiliki satuan cm/s, sedangkan *error* bersifat konstanta dan diberi grafik tersendiri.



Gambar 4. 2 Perbandingan kecepatan loko sekunder dan primer

Lokomotif sekunder memiliki respon yang lambat 1 detik saat pertama kali jalan. Dari grafik di atas didapat bahwa untuk detik-detik awal, loko sekunder memacu kecepatannya hingga 491 cm/s saat kecepatan loko primer 767 cm/s. Saat detik ke-270 kecepatan kedua loko mulai sama dimana kecepatan loko primer 521 cm/s dan keceptan loko sekunder 530 cm/s. Pada akhir pengujian, saat loko primer diberhentikan, maka loko sekunder juga akan berhenti.



Gambar 4. 3 Perbandingan jarak pengereman dengan jarak yang terbentuk

Pada detik ke-270, adalah titik dimana loko sekunder membuat jarak minimum pengereman (s_{min}) dan selisih jarak antar loko (Δs) menunjukkan nilai terdekat, ini ditunjukkan dengan melihat letak *error* terkecil dan kecepatan antar loko mulai disamakan. Karena, setelah jarak antar loko sama, maka kecepatan kedua lokomotif harus sama sebagai jarak mimimum loko primer mengerem jika terjadi kecelakaan. Pada titik ini selisih jarak s_{min} dengan Δs masih 10,73 meter.

Daerah *error* terbesar berada di titik detik ke-16 hingga detik ke-36, sedangkan titik *Error* terbesar berada di detik ke-28, dimana $error = \frac{s_{min} - \Delta s}{100} = \frac{56392 - 6521}{100} = 498.71$. Pada titik ini selisih s_{min} dengan Δs adalah 498 meter. Sedangkan *Error* terkecil berada di titik detik ke-270 dimana $error = \frac{s_{min} - \Delta s}{100} = \frac{52020 - 43568}{100} = 84{,}5$.

Jarak aman pengereman minimum loko primer (s_{min}) lebih besar dari jarak antara loko sekunder dengan loko primer (Δs) sehingga jika terjadi kecelakaan maka lokomotif primer masih di dalam jarak bahaya. Hal ini dapat diperbaiki dengan memasukkan nilai pengereman minimum lebih kecil dari kemampuan pengereman loko primer. Hal ini akan membuat loko sekunder membuat jarak pisah (Δs) yang lebih besar.



Gambar 4. 4 Grafik *error* yang terjadi

Dari grafik di atas, didapat bahwa waktu dari *error* terbesar (detik ke-28 hingga *error* terkecil (detik ke-270) adalah 252 detik