

BAB IV

DATA PENGAMATAN DAN ANALISA

Pada bab ini dijelaskan tentang proses pengambilan data pengamatan, pengujian kemampuan model kendaraan *hovercraft*, dan analisisnya.

IV.1 Sensor Kompas

Sensor kompas yang digunakan pada proses pengambilan data pengamatan adalah sensor kompas CMPS03. Pengamatan yang dilakukan adalah dengan mengambil data hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 untuk gerakan lurus ke arah utara, timur, selatan, dan barat secara *open loop* dan *close loop*. Selain itu, pengamatan juga dilakukan untuk gerakan melingkar besar dan kecil secara *open loop* dan *close loop*. Keseluruhan gerakan yang diamati tersebut dilakukan di permukaan air dan daratan yang rata dan licin. Hasil data pengamatan setiap gerakan dapat dilihat pada sub-bab di bawah ini.

IV.1.1 Pengamatan pada Medan Permukaan Daratan

Data pengamatan yang diperoleh pada saat *hovercraft* melakukan gerakan lurus dan melingkar di daratan dilakukan pada permukaan papan *white board*. Penggunaan media papan *white board* disebabkan oleh permukaannya yang rata dan licin, sehingga membuat *hovercraft* dapat bergerak dengan baik. Selain itu juga, papan *white board* memiliki luas yang cukup memadai. Papan *white board* yang digunakan pada percobaan ini berukuran 2.5 m x 1.2 m.

IV.1.1.1 Gerakan Lurus ke Arah Utara *Open Loop* dan *Close Loop*

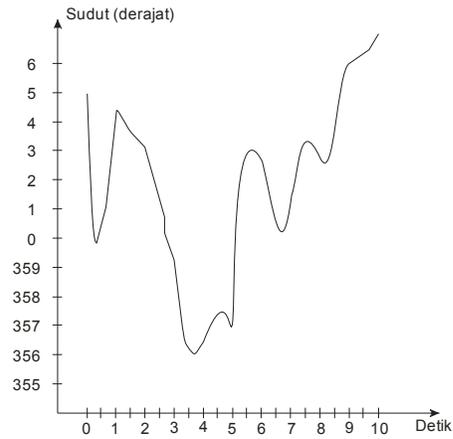
Arah utara pada sensor kompas CMPS03 ditunjukkan oleh angka 0. Tabel 4.1 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah utara secara *open loop* di permukaan daratan. Sedangkan Tabel 4.2 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas

CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah utara secara *close loop* di permukaan daratan.

Tabel 4.1 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah utara secara *open loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	0	4.9	4.8	4.4
1	0	4.6	0.3	0.4
2	0	3.2	351.0	358.1
3	0	359.3	350.3	354.4
4	0	356.2	357.1	347.3
5	0	357.0	3.0	334.1
6	0	2.7	6.3	333.2
7	0	1.3	10.5	331.3
8	0	2.8	11.2	339.8
9	0	5.7	12.7	338.4
10	0	7.2	12.8	337.8
Rata-Rata Kesalahan		3.5	7.84	16.6
% Kesalahan		0.972 %	2.178 %	4.611 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 3.5° atau persentasenya sebesar 0.972 %.

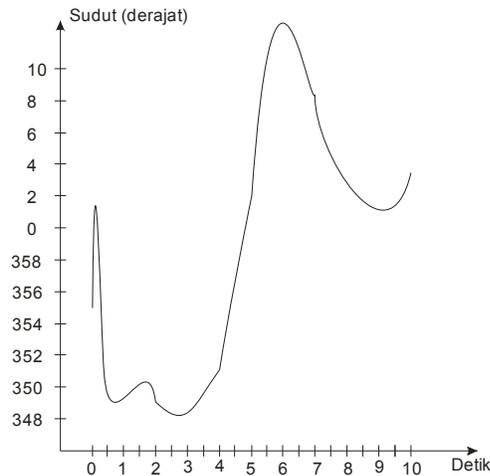


Gambar 4.1 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah utara *open loop* di darat

Tabel 4.2 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah utara secara *close loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	0	355.4	356.0	355.1
1	0	349.2	358.4	1.7
2	0	349.0	356.6	1.6
3	0	348.5	356.8	0.5
4	0	351.4	6.5	0.5
5	0	3.0	21.0	349.6
6	0	12.2	17.7	335.8
7	0	8.1	6.9	346.0
8	0	4.8	352.1	5.5
9	0	2.5	336.8	24.5
10	0	3.4	348.1	10.7
Rata-Rata Kesalahan		7.59	10.33	9.36
% Kesalahan		2.108 %	2.869 %	2.600 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 7.59° atau persentasenya sebesar 2.108 %.



Gambar 4.2 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah utara *close loop* di darat

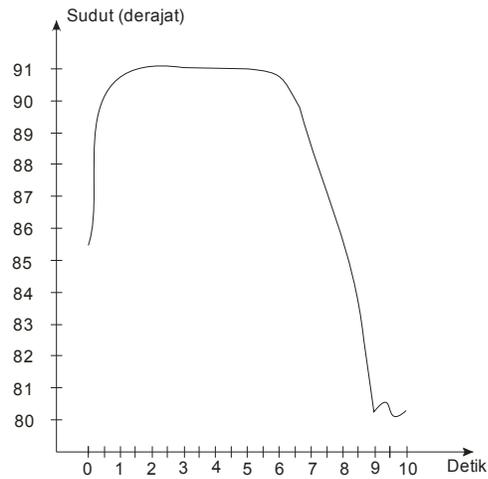
IV.1.1.2 Gerakan Lurus ke Arah Timur *Open Loop* dan *Close Loop*

Arah timur pada sensor kompas CMPS03 ditunjukkan oleh angka 90. Tabel 4.3 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah timur secara *open loop* di permukaan daratan. Sedangkan Tabel 4.4 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah timur secara *close loop* di permukaan daratan.

Tabel 4.3 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah timur secara *open loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	90	85.9	86.4	85.5
1	90	86.5	84.1	90.8
2	90	86.6	84.3	90.8
3	90	86.5	88.8	91.1
4	90	86.7	91.3	91.1
5	90	87.0	89.2	91.0
6	90	87.0	87.1	90.9
7	90	82.4	86.2	88.5
8	90	81.1	86.1	86.8
9	90	80.4	87.4	80.6
10	90	78.2	86.6	80.6
Rata-Rata Kesalahan		5.76	3.15	2.92
% Kesalahan		1.600 %	0.875 %	0.810 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- III, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 2.92° atau persentasenya sebesar 0.810 %.

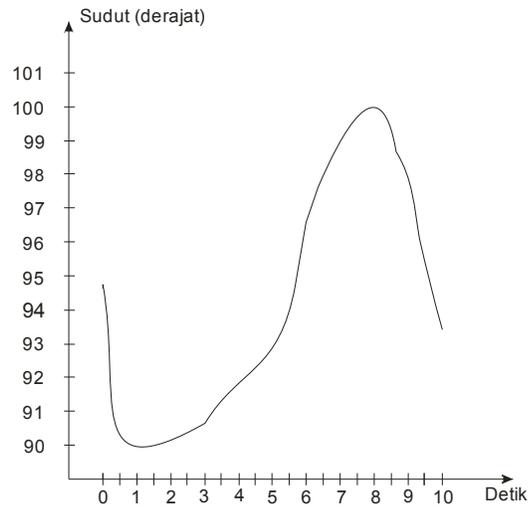


Gambar 4.3 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah timur *open loop* di darat

Tabel 4.4 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah timur secara *close loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	90	85.4	86.1	94.8
1	90	75.5	80.6	90.9
2	90	75.2	85.3	90.9
3	90	75.7	85.6	90.9
4	90	83.6	85.4	92.3
5	90	94.4	85.4	92.8
6	90	104.1	85.7	96.5
7	90	100.3	99.0	99.0
8	90	96.3	109.7	99.8
9	90	88.3	106.8	98.0
10	90	83.7	102.8	93.1
Rata-Rata Kesalahan		9.31	9.03	4.42
% Kesalahan		2.586 %	2.508 %	1.228 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- III, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 4.42° atau persentasenya sebesar 1.228 %.



Gambar 4.4 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah timur *close loop* di darat

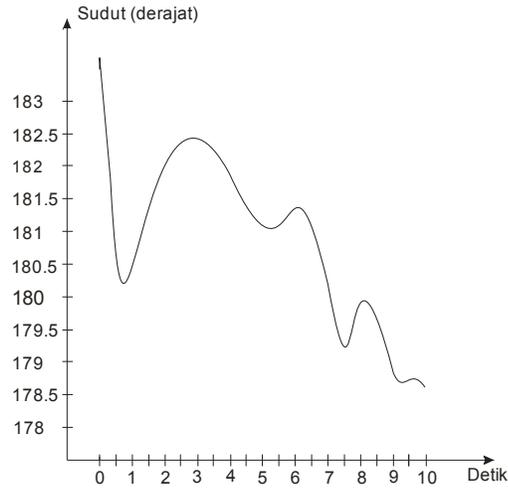
IV.1.1.3 Gerakan Lurus ke Arah Selatan *Open Loop* dan *Close Loop*

Arah selatan pada sensor kompas CMPS03 ditunjukkan oleh angka 180. Tabel 4.5 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah selatan secara *open loop* di permukaan daratan. Sedangkan Tabel 4.6 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah selatan secara *close loop* di permukaan daratan.

Tabel 4.5 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah selatan secara *open loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	180	184.2	185.3	183.8
1	180	181.2	181.7	179.3
2	180	181.7	181.5	179.9
3	180	182.2	181.5	179.8
4	180	181.9	180.5	179.4
5	180	180.7	180.3	178.1
6	180	181.0	179.4	177.0
7	180	180.2	179.3	175.6
8	180	179.8	178.5	174.2
9	180	178.9	178.2	173.3
10	180	178.6	177.4	171.4
Rata-Rata Kesalahan		1.16	1.27	3.2
% Kesalahan		0.322 %	0.353 %	0.889 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 1.16° atau persentasenya sebesar 0.322 %.

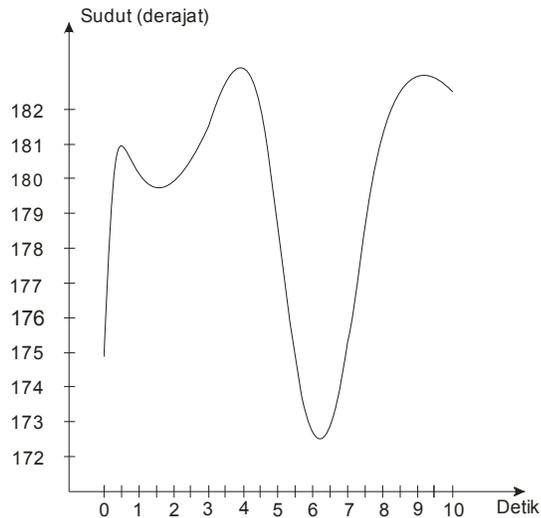


Gambar 4.5 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah selatan *open loop* di darat

Tabel 4.6 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah selatan secara *close loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	180	174.9	175.7	176.3
1	180	179.5	178.9	180.1
2	180	180.0	179.8	180.3
3	180	181.4	180.8	178.2
4	180	183.5	184.2	175.4
5	180	178.3	179.9	177.2
6	180	172.1	175.6	182.2
7	180	175.2	178.9	187.7
8	180	180.3	182.3	183.8
9	180	183.1	186.8	180.2
10	180	182.4	184.7	175.2
Rata-Rata Kesalahan		2.56	2.81	2.83
% Kesalahan		0.711 %	0.781 %	0.786 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 2.56° atau persentasenya sebesar 0.711 %.



Gambar 4.6 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah selatan *close loop* di darat

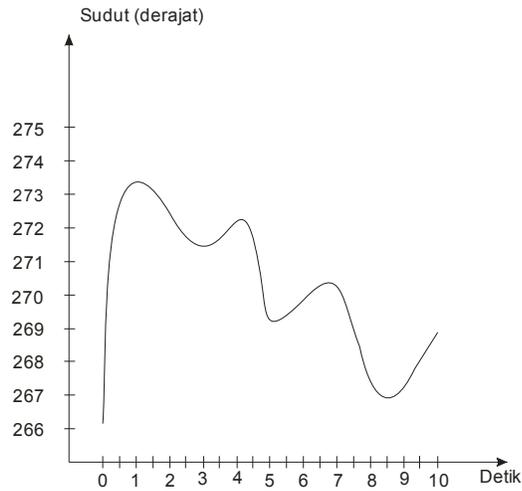
IV.1.1.4 Gerakan Lurus ke Arah Barat *Open Loop* dan *Close Loop*

Arah barat pada sensor kompas CMPS03 ditunjukkan oleh angka 270. Tabel 4.7 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah barat secara *open loop* di permukaan daratan. Sedangkan Tabel 4.8 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah barat secara *close loop* di permukaan daratan.

Tabel 4.7 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah barat secara *open loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	270	265.3	266.2	264,9
1	270	269.9	273.2	270.3
2	270	268.4	272.7	269.9
3	270	269.7	271.8	268.7
4	270	269.7	272.8	268.8
5	270	269.5	269.4	268.7
6	270	269.6	269.9	268.4
7	270	270.4	270.3	263.7
8	270	269.3	266.9	263.3
9	270	265.4	267.2	261.1
10	270	245.4	268.7	260.3
Rata-Rata Kesalahan		3.35	1.87	3.74
% Kesalahan		0.930 %	0.519 %	1.038 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- II, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 1.87° atau persentasenya sebesar 0.519 %.

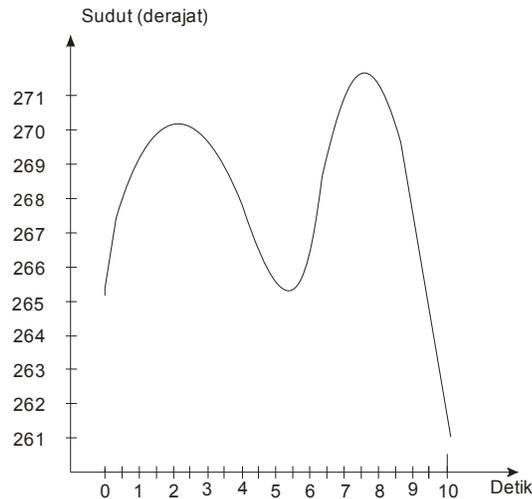


Gambar 4.7 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah barat *open loop* di darat

Tabel 4.8 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah barat secara *close loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	270	266.1	265.4	264.8
1	270	276.7	269.8	269.7
2	270	276.5	270.3	269.5
3	270	275.8	270.2	267.6
4	270	271.9	267.8	270.8
5	270	267.3	264.7	274.4
6	270	264.0	265.4	272.2
7	270	271.2	271.3	263.6
8	270	273.3	272.7	257.3
9	270	269.4	267.7	264.4
10	270	257.2	260.4	273.6
Rata-Rata Kesalahan		4.75	2.87	3.87
% Kesalahan		1.319 %	0.797 %	1.075 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- II, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 2.87° atau persentasenya sebesar 0.797% .



Gambar 4.8 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah barat *close loop* di darat

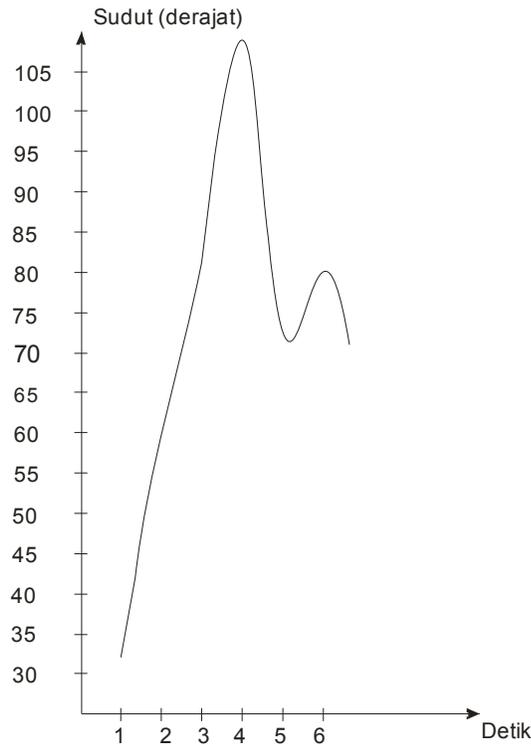
IV.1.1.5 Gerakan Melingkar Kecil *Open Loop* dan *Close Loop*

Pengamatan yang dilakukan pada saat gerakan melingkar kecil *open loop* adalah besar kenaikan sudut tiap detiknya kemudian dibandingkan terhadap kenaikan sudut 90° tiap detiknya. Sedangkan untuk gerakan melingkar kecil *close loop*, yang diamati adalah kenaikan sudut tiap detik yang dibuat kenaikan sudutnya harus sebesar 90° tiap detiknya (kenaikan sebesar 25% tiap detik). Dengan kata lain, *hovercraft* menempuh satu putaran kecil selama 4 detik. Tabel 4.9 menunjukkan hasil pengamatan kenaikan sudut tiap detik pada saat *hovercraft* melakukan gerakan melingkar kecil secara *open loop* di permukaan daratan. Sedangkan Tabel 4.10 menunjukkan hasil pengamatan kenaikan sudut tiap detik serta penyimpangan kenaikan sudut yang terjadi pada saat *hovercraft* melakukan gerakan melingkar kecil secara *close loop* di permukaan daratan.

Tabel 4.9 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut gerakan melingkar kecil secara *open loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
1	90	17.4	13.3	33.2
2	90	56.1	51.6	67.6
3	90	109.2	72.5	82.8
4	90	78.1	90	109.2
5	90	67.8	100.3	66.4
6	90	77.4	66.7	81.5
Rata-Rata Kenaikan	90	67.67	65.73	73.45
% Kenaikan	25 %	18.796 %	18.259 %	20.403 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan kenaikan sudut yang paling mendekati 90° adalah percobaan ke- III, dengan rata-rata kenaikan sudut sebesar 73.45° atau persentasenya sebesar 20.403 %. Rata-rata kesalahan kenaikan sudut sebesar 4.597 %.

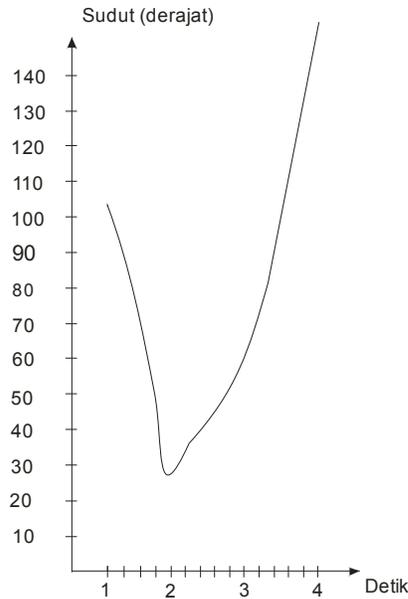


Gambar 4.9 Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 90^0 pada gerak melingkar kecil *open loop* di darat

Tabel 4.10 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut serta penyimpangan kenaikan sudut pada saat gerakan melingkar kecil secara *close loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
1	90	102.1	114.1	102.9
2	90	26.7	24.2	27.2
3	90	53.6	52.9	55.5
4	90	133.5	144.7	165.4
Rata-Rata Kenaikan	90	78.975	83.975	87.75
Rata-Rata Kesalahan	0	11.025	6.025	2.25
% Kesalahan	0 %	3.0625 %	1.6736 %	0.625 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan kenaikan sudut yang paling mendekati 90° adalah percobaan ke- III, dengan rata-rata kenaikan sudut sebesar 87.75° dan rata-rata kesalahan kenaikan sudut sebesar 2.25° atau persentase kesalahannya sebesar 0.625% .



Gambar 4.10 Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 90° pada gerak melingkar kecil *close loop* di darat

IV.1.1.6 Gerakan Melingkar Besar *Open Loop* dan *Close Loop*

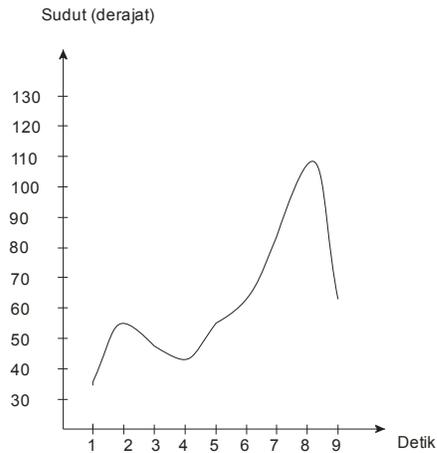
Pengamatan yang dilakukan pada saat gerakan melingkar besar *open loop* adalah besar kenaikan sudut tiap detiknya kemudian dibandingkan terhadap kenaikan sudut 36° tiap detiknya. Sedangkan untuk gerakan melingkar besar *close loop* yang diamati adalah kenaikan sudut tiap detik yang dibuat kenaikan sudutnya harus sebesar 36° tiap detiknya (kenaikan sebesar 10% tiap detik). Dengan kata lain, *hovercraft* menempuh satu putaran besar selama 10 detik. Tabel 4.11 menunjukkan hasil pengamatan kenaikan sudut tiap detik pada saat *hovercraft* melakukan gerakan melingkar besar secara *open loop* di permukaan daratan. Sedangkan Tabel 4.12 menunjukkan hasil pengamatan kenaikan sudut

tiap detik serta penyimpangan kenaikan sudut yang terjadi pada saat *hovercraft* melakukan gerakan melingkar besar secara *close loop* di permukaan daratan.

Tabel 4.11 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut gerakan melingkar besar secara *open loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
1	36	23.6	35.3	33.4
2	36	34.5	56.1	53
3	36	39.6	46.3	48.9
4	36	33.6	40.5	40.4
5	36	33.6	53.9	54
6	36	38.7	61.9	57.5
7	36	51.1	86.9	74.5
8	36	69.1	115	107
9	36	89.0	60.4	68
Rata-Rata Kenaikan	36	45.867	61.81	59.63
% Kenaikan	10 %	12.74 %	17.169 %	16.565 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan kenaikan sudut yang mendekati 36° adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kenaikan sudut sebesar 45.867° atau persentasenya sebesar 12.74 %. Rata-rata kesalahan kenaikan sudut sebesar 2.743 %.

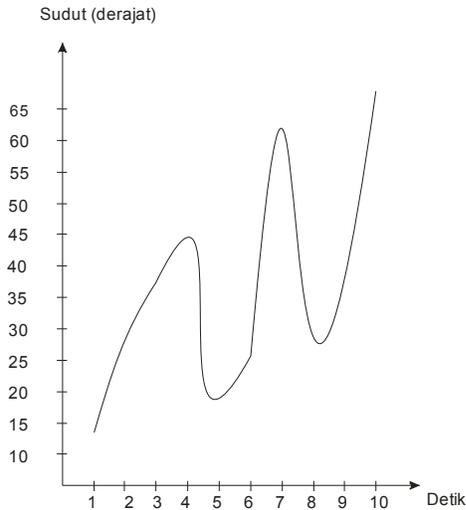


Gambar 4.11 Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 36^0 pada gerak melingkar besar *open loop* di darat

Tabel 4.12 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut serta penyimpangan kenaikan sudut pada saat gerakan melingkar besar secara *close loop* di permukaan daratan

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
1	36	27.2	14.3	5.2
2	36	27.9	31	15
3	36	30.7	37.2	20.2
4	36	12.1	43.3	8.2
5	36	32.1	17.4	44.5
6	36	38.6	25	50.2
7	36	50.4	57.6	53.3
8	36	64.1	31.7	39.5
9	36	15.9	37.8	37.6
10	36	48.5	66.3	54.8
Rata-Rata Kenaikan	36	34.75	36.16	32.85
Rata-Rata Kesalahan	0	1.25	0.16	3.15
% Kesalahan	0 %	0.3472 %	0.044 %	0.875 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan kenaikan sudut yang paling mendekati 36° adalah percobaan ke- II, dengan rata-rata kenaikan sudut sebesar 36.16° dan rata-rata kesalahan kenaikan sudut sebesar 0.16° atau persentase kesalahannya sebesar 0.044 %.



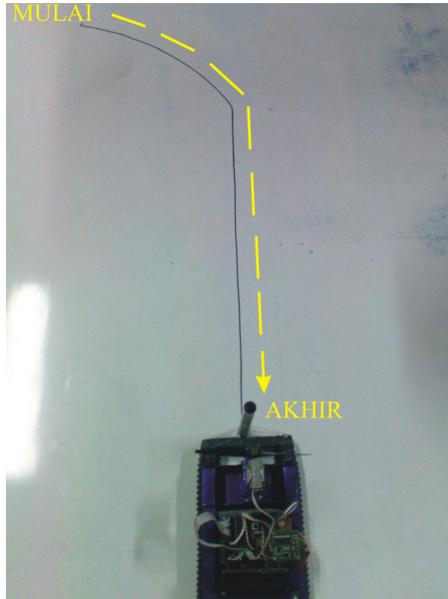
Gambar 4.12 Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 36° pada gerak melingkar besar *close loop* di darat

IV.1.1.7 Pengujian Pola Gerak Model Kendaraan *Hovercraft*

Pengujian pola gerak model kendaraan *hovercraft* ini dimaksudkan untuk memperlihatkan gerakan *hovercraft* saat melakukan pola gerakan tertentu.

Berikut ini beberapa gambar pola gerak model kendaraan *hovercraft* yaitu :

1. Pola gerak lurus secara *open loop*



Gambar 4.13 Pola gerak lurus secara *open loop*

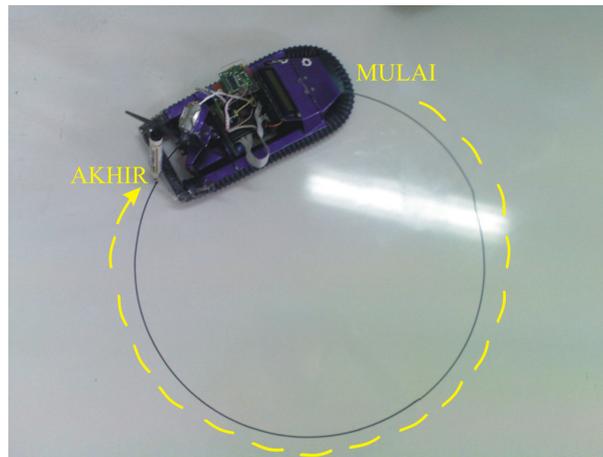
2. Pola gerak lurus secara *close loop*



Gambar 4.14 Pola gerak lurus secara *close loop*

3. Pola gerak melingkar kecil *open loop*

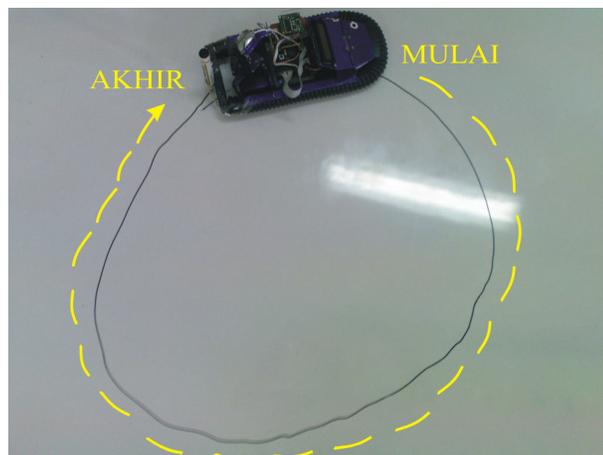
Diameter lingkaran untuk gerakan melingkar kecil secara *open loop* adalah sebesar 45 cm.



Gambar 4.15 Pola gerak melingkar kecil secara *open loop*

4. Pola gerak melingkar kecil *close loop*

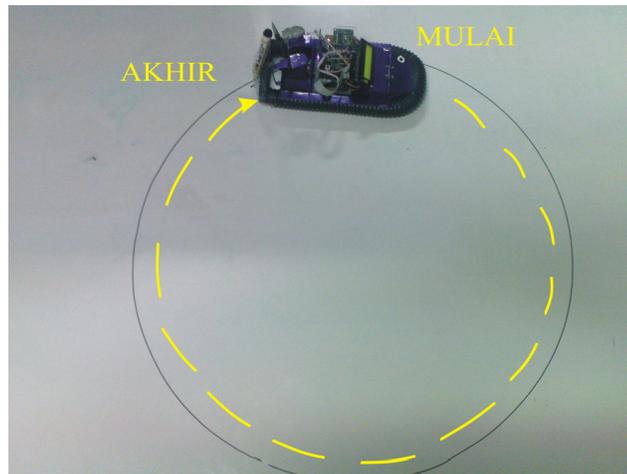
Diameter lingkaran untuk gerakan melingkar kecil secara *close loop* adalah sebesar 61 cm.



Gambar 4.16 Pola gerak melingkar kecil secara *close loop*

5. Pola gerak melingkar besar *open loop*

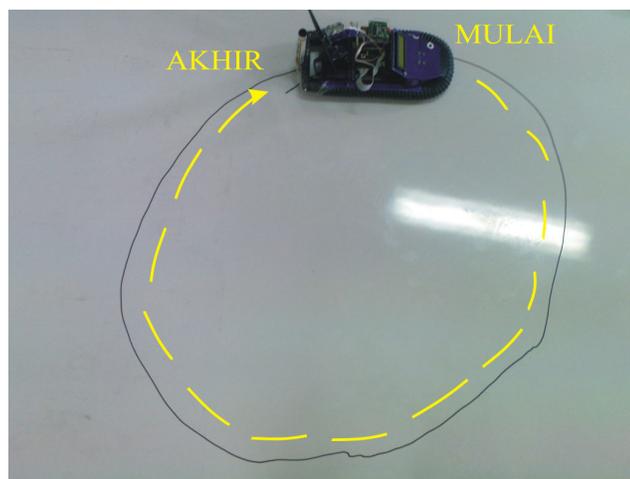
Diameter lingkaran untuk gerakan melingkar besar secara *open loop* adalah sebesar 73 cm.



Gambar 4.17 Pola gerak melingkar besar secara *open loop*

6. Pola gerak melingkar besar *close loop*

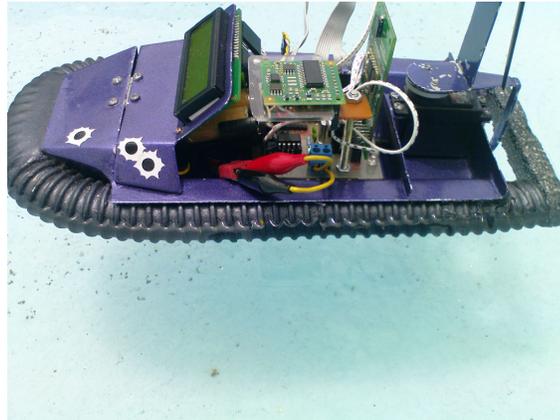
Diameter lingkaran untuk gerakan melingkar besar secara *close loop* adalah sebesar 85 cm.



Gambar 4.18 Pola gerak melingkar besar secara *close loop*

IV.1.2 Pengamatan pada Medan Permukaan Air

Data pengamatan yang diperoleh pada saat *hovercraft* melakukan gerakan lurus dan melingkar di permukaan air dilakukan pada sebuah kolam. Ukuran kolam yang digunakan adalah 3 m x 1.5 m. Kedalaman air pada saat melakukan percobaan adalah 25 cm.



Gambar 4.19 Model kendaraan *hovercraft* ketika mengapung di atas permukaan air

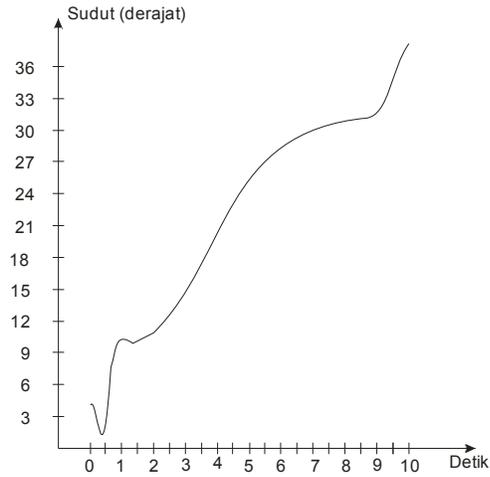
IV.1.2.1 Gerakan Lurus ke Arah Utara *Open Loop* dan *Close Loop*

Arah utara pada sensor kompas CMPS03 ditunjukkan oleh angka 0. Tabel 4.13 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah utara secara *open loop* di permukaan air. Sedangkan Tabel 4.14 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah utara secara *close loop* di permukaan air.

Tabel 4.13 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah utara secara *open loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	0	4.3	5.5	5.8
1	0	10.2	20.1	14.7
2	0	11.7	22.4	16.1
3	0	13.8	24.1	17.0
4	0	21.0	26.5	17.2
5	0	25.4	29.6	26.5
6	0	27.1	35.2	33.9
7	0	29.3	39.2	37.4
8	0	32.9	44.7	41.1
9	0	34.3	46.1	41.3
10	0	37.7	48.4	42.5
Rata-Rata Kesalahan		24.34	33.63	28.77
% Kesalahan		6.76 %	9.34 %	7.99 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 24.34° atau persentasenya sebesar 6.76 %.

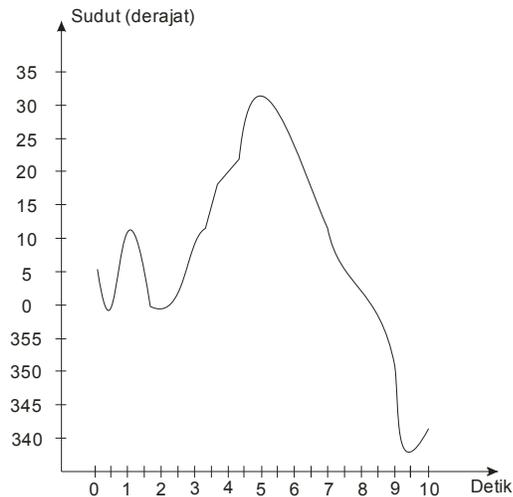


Gambar 4.20 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah utara *open loop* di air

Tabel 4.14 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah utara secara *close loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	0	4.3	5.7	6.1
1	0	9.4	12.5	24.0
2	0	17.5	2.2	20.1
3	0	29.1	7.3	13.9
4	0	15.9	19.1	1.3
5	0	3.1	31.4	348.7
6	0	348.3	22.5	331.1
7	0	7.4	11.8	7.6
8	0	18.9	4.6	15.0
9	0	34.8	350.1	27.1
10	0	41.1	341.7	45.4
Rata-Rata Kesalahan		18.89	13.96	19.46
% Kesalahan		5.25 %	3.87 %	5.41 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- II, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 13.96° atau persentasenya sebesar 3.87 %.



Gambar 4.21 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah utara *close loop* di air

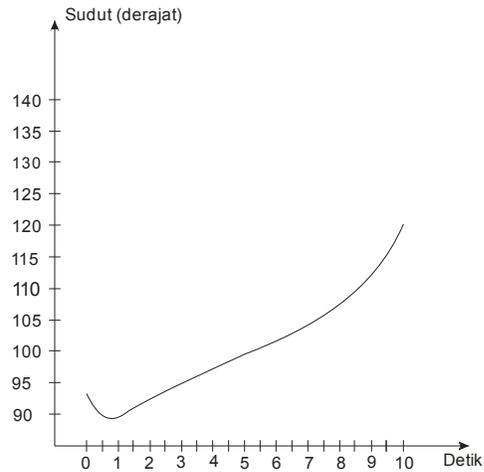
IV.1.2.2 Gerakan Lurus ke Arah Timur *Open Loop* dan *Close Loop*

Arah timur pada sensor kompas CMPS03 ditunjukkan oleh angka 90. Tabel 4.15 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah timur secara *open loop* di permukaan air. Sedangkan Tabel 4.16 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah timur secara *close loop* di permukaan air.

Tabel 4.15 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah timur secara *open loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	90	94.6	97.1	95.3
1	90	89.0	97.1	96.3
2	90	93.1	98.6	100.4
3	90	95.7	101.2	112.5
4	90	97.6	110.1	117.8
5	90	99.1	115.2	120.4
6	90	102.4	118.9	126.8
7	90	104.5	123.5	133.7
8	90	107.9	128.7	151.3
9	90	110.2	133.8	154.2
10	90	125.4	146.2	154.6
Rata-Rata Kesalahan		11.69	27.33	36.8
% Kesalahan		3.25 %	7.59 %	10.22 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 11.69° atau persentasenya sebesar 3.25 %.

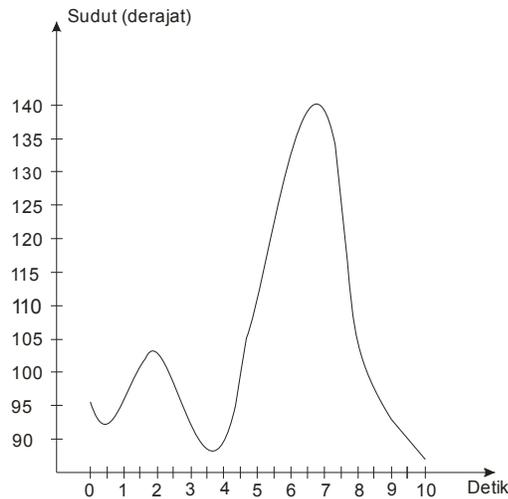


Gambar 4.22 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah timur *open loop* di air

Tabel 4.16 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah timur secara *close loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	90	95.7	96.2	98.5
1	90	98.7	101.9	113.4
2	90	105.6	108.8	127.9
3	90	93.1	124.6	138.1
4	90	82.7	103.1	104.2
5	90	112.1	90.7	101.5
6	90	123.4	71.6	95.2
7	90	141.0	73.4	87.0
8	90	102.5	88.1	63.4
9	90	94.4	105.9	77.8
10	90	80.3	126.3	94.2
Rata-Rata Kesalahan		16.78	16.82	18.63
% Kesalahan		4.66 %	4.67 %	5.175 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 16.78° atau persentasenya sebesar 4.66 %.



Gambar 4.23 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah timur *close loop* di air

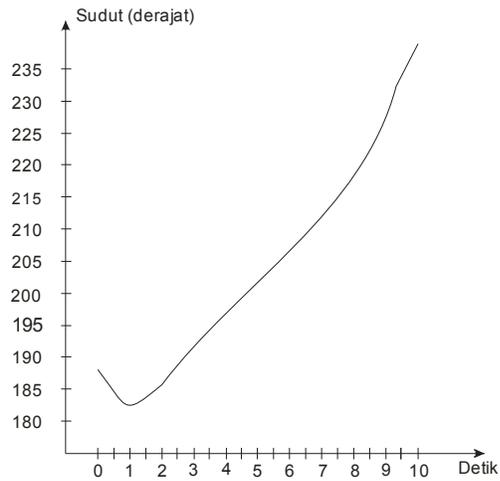
IV.1.2.3 Gerakan Lurus ke Arah Selatan *Open Loop* dan *Close Loop*

Arah selatan pada sensor kompas CMPS03 ditunjukkan oleh angka 180. Tabel 4.17 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah selatan secara *open loop* di permukaan air. Sedangkan Tabel 4.18 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah selatan secara *close loop* di permukaan air.

Tabel 4.17 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah selatan secara *open loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	180	186.3	185.7	188.4
1	180	184.7	187.1	182.1
2	180	189.9	188.4	187.4
3	180	193.4	207.5	193.2
4	180	198.1	211.8	196.8
5	180	215.4	215.3	202.5
6	180	215.5	226.6	208.8
7	180	223.4	234.4	211.1
8	180	227.8	241.2	216.3
9	180	231.1	243.7	225.4
10	180	244.9	246.5	237.1
Rata-Rata Kesalahan		26.42	40.25	26.07
% Kesalahan		7.34 %	11.18 %	7.24 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- III, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 26.07° atau persentasenya sebesar 7.24 %.

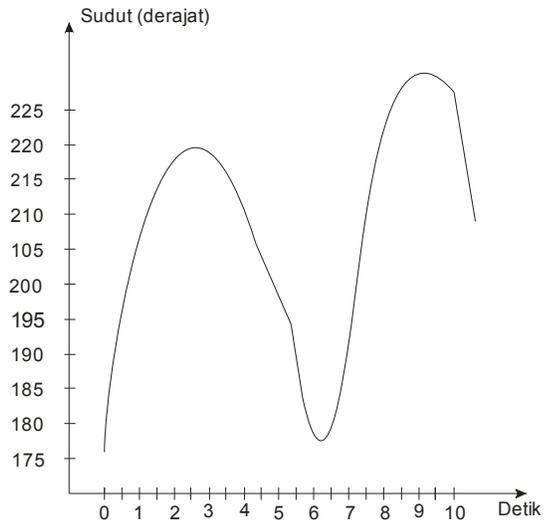


Gambar 4.24 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah selatan *open loop* di air

Tabel 4.18 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah selatan secara *close loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	180	174.3	176.7	178.3
1	180	191.7	189.2	184.6
2	180	198.2	197.4	195.1
3	180	207.4	219.1	224.2
4	180	213.3	193.5	190.0
5	180	227.8	181.6	171.7
6	180	236.1	163.9	168.5
7	180	244.6	177.8	180.5
8	180	249.0	194.0	191.9
9	180	255.7	221.7	216.2
10	180	219.1	188.2	228.0
Rata-Rata Kesalahan		44.29	16.3	19.03
% Kesalahan		12.3 %	4.53 %	5.286 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- II, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 16.3° atau persentasenya sebesar 4.53 %.



Gambar 4.25 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah selatan *close loop* di air

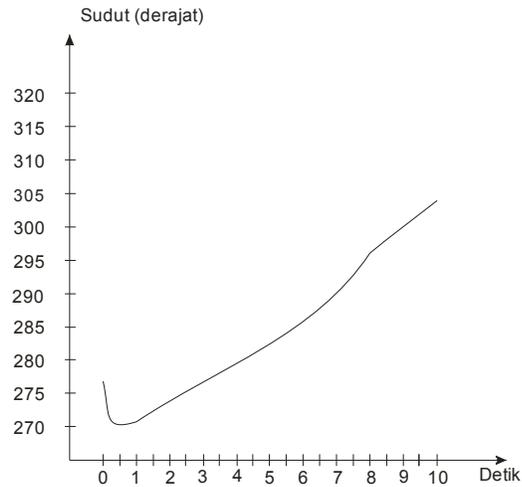
IV.1.2.4 Gerakan Lurus ke Arah Barat *Open Loop* dan *Close Loop*

Arah barat pada sensor kompas CMPS03 ditunjukkan oleh angka 270. Tabel 4.19 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah barat secara *open loop* di permukaan air. Sedangkan Tabel 4.20 menunjukkan hasil pembacaan sensor kompas CMPS03 pada saat *hovercraft* melakukan gerakan ke arah barat secara *close loop* di permukaan air.

Tabel 4.19 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah barat secara *open loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	270	278.2	275.9	273.6
1	270	278.1	271.4	274.1
2	270	283.4	272.2	278.3
3	270	287.7	277.3	281.6
4	270	291.2	278.1	284.7
5	270	294.5	281.2	286.8
6	270	294.5	282.4	292.4
7	270	299.8	287.3	297.7
8	270	304.1	295.7	299.1
9	270	321.6	298.8	309.4
10	270	325.3	304.3	312.6
Rata-Rata Kesalahan		28.02	14.87	21.67
% Kesalahan		7.78 %	4.13 %	6.02 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- II, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 14.87° atau persentasenya sebesar 4.13 %.

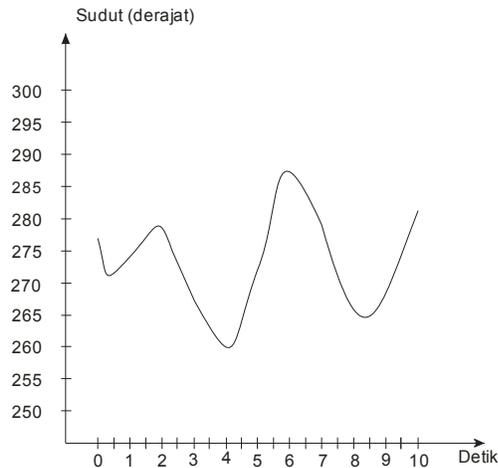


Gambar 4.26 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah barat *open loop* di air

Tabel 4.20 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah barat secara *close loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
0 (Posisi Awal)	270	277.1	274.9	278.8
1	270	274.1	279.0	281.9
2	270	278.3	291.7	274.6
3	270	266.1	282.4	251.8
4	270	258.4	281.3	258.9
5	270	271.9	268.5	271.2
6	270	289.3	263.2	280.0
7	270	277.5	271.1	298.3
8	270	260.2	276.2	312.7
9	270	268.6	283.8	291.4
10	270	281.7	292.7	280.3
Rata-Rata Kesalahan		5.09	10.65	15.97
% Kesalahan		1.41 %	2.96 %	4.44 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan hasil yang terbaik adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kesalahan sudut sebesar 5.09° atau persentasenya sebesar 1.41 %.



Gambar 4.27 Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah barat *close loop* di air

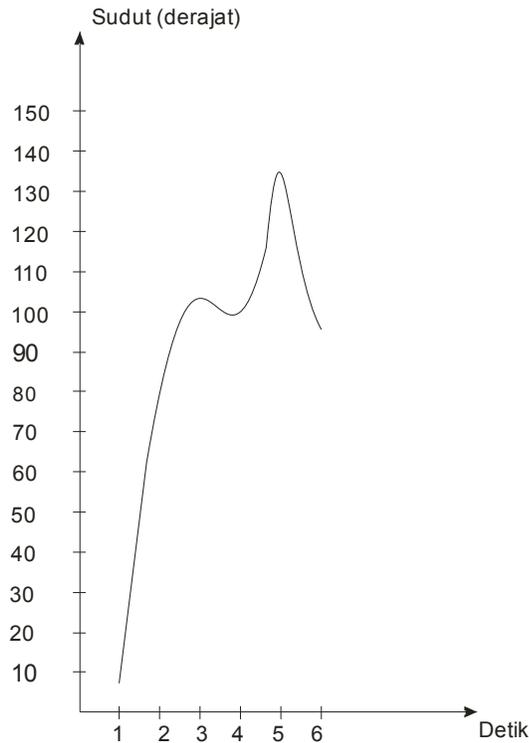
IV.1.2.5 Gerakan Melingkar Kecil *Open Loop* dan *Close Loop*

Pengamatan yang dilakukan pada saat gerakan melingkar kecil *open loop* adalah besar kenaikan sudut tiap detiknya kemudian dibandingkan terhadap kenaikan sudut 90° tiap detiknya. Sedangkan untuk gerakan melingkar kecil *close loop*, yang diamati adalah kenaikan sudut tiap detik yang dibuat kenaikan sudutnya harus sebesar 90° tiap detiknya (kenaikan sebesar 25 % tiap detik) . Dengan kata lain, *hovercraft* menempuh satu putaran kecil selama 4 detik. Tabel 4.21 menunjukkan hasil pengamatan kenaikan sudut tiap detik pada saat *hovercraft* melakukan gerakan melingkar kecil secara *open loop* di permukaan air. Sedangkan Tabel 4.22 menunjukkan hasil pengamatan kenaikan sudut tiap detik serta penyimpangan kenaikan sudut yang terjadi pada saat *hovercraft* melakukan gerakan melingkar kecil secara *close loop* di permukaan air.

Tabel 4.21 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut gerakan melingkar kecil secara *open loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
1	90	6.3	10.7	3.1
2	90	86.2	124.5	77.1
3	90	103.4	60.3	68.2
4	90	99.5	66.5	98.7
5	90	136.3	91.9	67.5
6	90	95.4	87.6	52.9
Rata-Rata Kenaikan	90	87.85	73.583	61.25
% Kenaikan	25 %	24.402 %	20.439 %	17.013 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan kenaikan sudut yang paling mendekati 90° adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kenaikan sudut sebesar 87.85° atau persentasenya sebesar 24.402 %. Rata-rata kesalahan kenaikan sudut sebesar 0.597 %.

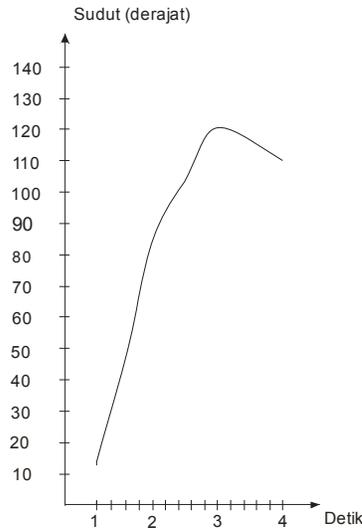


Gambar 4.28 Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 90^0 pada gerak melingkar kecil *open loop* di air

Tabel 4.22 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut serta penyimpangan kenaikan sudut pada saat gerakan melingkar kecil secara *close loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
1	90	15.5	13.5	17.4
2	90	88.6	83.8	70.6
3	90	123.2	121.8	114.2
4	90	110.1	117.1	96.3
Rata-Rata Kenaikan	90	84.35	84.05	74.625
Rata-Rata Kesalahan	0	5.65	5.95	15.375
% Kesalahan	0 %	1.569 %	1.653 %	4.271 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan kenaikan sudut yang paling mendekati 90° adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kenaikan sudut sebesar 84.35° dan rata-rata kesalahan kenaikan sudut sebesar 5.65° atau persentase kesalahannya sebesar 1.569 %.



Gambar 4.29 Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang mendekati 90° pada gerak melingkar kecil *close loop* di air

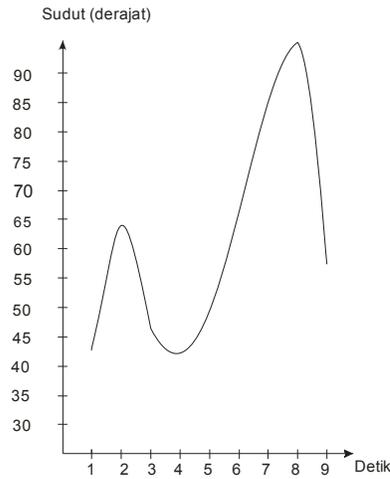
IV.1.2.6 Gerakan Melingkar Besar *Open Loop* dan *Close Loop*

Pengamatan yang dilakukan pada saat gerakan melingkar besar *open loop* adalah besar kenaikan sudut tiap detiknya kemudian dibandingkan terhadap kenaikan sudut 36° tiap detiknya. Sedangkan untuk gerakan melingkar besar *close loop* yang diamati adalah kenaikan sudut tiap detik yang dibuat kenaikan sudutnya harus sebesar 36° tiap detiknya (kenaikan sebesar 10 % tiap detik). Dengan kata lain, *hovercraft* menempuh satu putaran besar selama 10 detik. Tabel 4.23 menunjukkan hasil pengamatan kenaikan sudut tiap detik pada saat *hovercraft* melakukan gerakan melingkar besar secara *open loop* di permukaan air. Sedangkan Tabel 4.24 menunjukkan hasil pengamatan kenaikan sudut tiap detik serta penyimpangan kenaikan sudut yang terjadi pada saat *hovercraft* melakukan gerakan melingkar besar secara *close loop* di permukaan air.

Tabel 4.23 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut gerakan melingkar besar secara *open loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
1	36	22.8	33.4	43.6
2	36	33.6	25.0	64.3
3	36	47.3	48.5	46.2
4	36	32.8	62.5	35.9
5	36	33.9	31.2	53.5
6	36	45.7	72.3	57
7	36	46.3	77.3	74
8	36	65.4	53.1	91.1
9	36	98.2	62.6	56.7
Rata-Rata Kenaikan	36	47.33	51.76	58.03
% Kenaikan	10 %	13.148 %	14.379 %	16.12 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan kenaikan sudut yang paling mendekati 36° adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kenaikan sudut sebesar 47.33° atau persentasenya sebesar 13.148 %. Rata-rata kesalahan kenaikan sudut sebesar 3.147 %

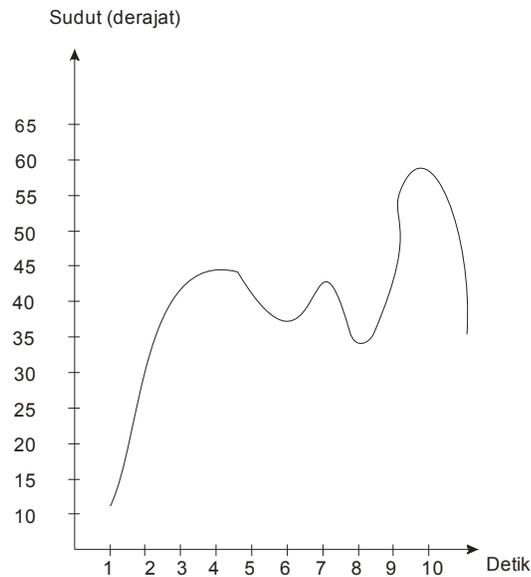


Gambar 4.30 Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 36^0 pada gerak melingkar besar *open loop* di air

Tabel 4.24 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut serta penyimpangan kenaikan sudut pada saat gerakan melingkar besar secara *close loop* di permukaan air

Detik	Referensi (derajat)	Percobaan (derajat)		
		I	II	III
1	36	11.8	5.8	13.3
2	36	20.3	19	22.2
3	36	41.2	37.4	46.5
4	36	45.1	37.1	50.4
5	36	44.3	38.4	29.1
6	36	37.9	46.7	23.2
7	36	44.5	60.5	40.8
8	36	28.1	47.6	37.9
9	36	64.8	49.2	37.6
10	36	25.5	38.1	44.1
Rata-Rata Kenaikan	36	36.35	37.98	34.51
Rata-Rata Kesalahan	0	0.35	1.98	1.49
% Kesalahan	0 %	0.0972 %	0.55 %	0.41388 %

Dari hasil percobaan, dapat diketahui bahwa percobaan dengan kenaikan sudut yang paling mendekati 36° adalah percobaan ke- I, dengan rata-rata kenaikan sudut sebesar 36.35° dan rata-rata kesalahan kenaikan sudut sebesar 0.35° atau persentase kesalahannya sebesar 0.0972% .



Gambar 4.31 Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang mendekati 36° pada gerak melingkar besar *close loop* di air

IV.2 Perbandingan Hasil Data Pengamatan dengan Sensor Kompas

Dari data pengamatan yang telah diperoleh, maka hasil perbandingan data pengamatan yang terbaik secara keseluruhan dapat ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 4.25 Tabel hasil perbandingan data pengamatan gerakan lurus di darat dan air

MEDAN	JENIS GERAKAN	ARAH GERAKAN	% KESALAHAN
DARAT	LURUS <i>OPEN LOOP</i>	UTARA	0.972
		TIMUR	0.81
		SELATAN	0.322
		BARAT	0.519
	LURUS <i>CLOSE LOOP</i>	UTARA	2.108
		TIMUR	1.228
		SELATAN	0.711
		BARAT	0.797
AIR	LURUS <i>OPEN LOOP</i>	UTARA	6.76
		TIMUR	3.25
		SELATAN	7.24
		BARAT	4.13
	LURUS <i>CLOSE LOOP</i>	UTARA	3.87
		TIMUR	4.66
		SELATAN	4.53
		BARAT	1.41

Dari Tabel 4.25, dapat dilihat bahwa percobaan di permukaan daratan akan memberikan hasil yang lebih akurat (persentase kesalahan lebih kecil). Untuk perbandingan jenis gerakan, di permukaan daratan hasil gerakan lurus *open loop*

lebih baik dibandingkan gerakan lurus *close loop*, hal ini dikarenakan data yang diperoleh masih terbatas oleh luasnya papan *white board* pada percobaan. Sedangkan untuk medan permukaan air, jenis gerakan lurus *close loop* memberikan hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan lurus *open loop*.

Tabel 4.26 Tabel hasil perbandingan data pengamatan gerakan melingkar di darat dan air

MEDAN	JENIS GERAKAN	% KENAIKAN	% KESALAHAN
DARAT	MELINGKAR KECIL <i>OPEN LOOP</i>	19.463	4.597
	MELINGKAR KECIL <i>CLOSE LOOP</i>	24.375	0.625
	MELINGKAR BESAR <i>OPEN LOOP</i>	17.169	2.743
	MELINGKAR BESAR <i>CLOSE LOOP</i>	10.044	0.044
AIR	MELINGKAR KECIL <i>OPEN LOOP</i>	20.475	0.597
	MELINGKAR KECIL <i>CLOSE LOOP</i>	23.43	1.569
	MELINGKAR BESAR <i>OPEN LOOP</i>	16.12	3.147
	MELINGKAR BESAR <i>CLOSE LOOP</i>	10.097	0.0972

Dari Tabel 4.26, dapat dilihat bahwa data pengamatan untuk gerak pada permukaan daratan menunjukkan persentase kesalahan kenaikan sudut terbesar terjadi pada gerak melingkar kecil *open loop* dan hasil dengan persentase kesalahan terkecil terjadi pada gerak melingkar besar *close loop*. Sedangkan untuk gerak pada permukaan air menunjukkan persentase kesalahan kenaikan sudut terbesar terjadi pada gerak melingkar besar *open loop* dan hasil dengan persentase kesalahan terkecil terjadi pada gerak melingkar besar *close loop*.