

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian analisis dilakukan terhadap semua sistem yang telah diimplementasikan. Pengujian dilakukan berdasarkan skenario yang telah ditentukan sebagai berikut pertama pengujian *exponential* filter hasil keluaran sebelum difilter dan hasil sesudah difilter dengan pengujian 3 nilai bobot yang berbeda. Kedua pengujian pada masing-masing gerakan mata diuji 10 kali gerakan pada 3 orang berbeda. Ketiga pengujian gerakan berurutan diuji 5 kali pada 3 orang berbeda tersebut. Keempat pengujian delay pada kelima gerakan mata dengan penentuan nilai delay yang berbeda.

6.1 Pengujian *Exponential* Filter

Pengujian pada sub-bab ini dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran dari *exponential* filter dengan data dari *electrode* sensor pada Arduino Uno saat sistem dijalankan dengan 3 nilai bobot yang berbeda serta pengujian dilakukan dengan salah satu channel dikarenakan sinyal channel kedua adalah sama, gerakan atas dan bawah bisa mewakili gerakan kanan dan kiri.

6.1.1 Tujuan

Bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan dari ketiga nilai bobot *exponential* filter terhadap *output* yang dihasilkan oleh *electrode* sensor pada Arduino Uno.

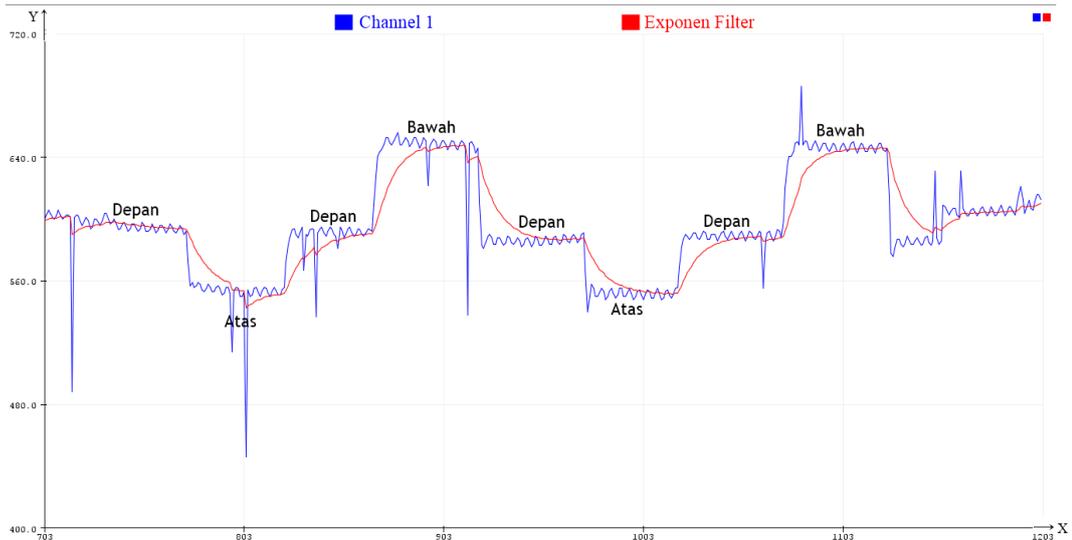
6.1.2 Prosedur Pengujian

Beberapa prosedur pengujian dilakukan untuk menguji ketiga nilai bobot hasil keluaran dari *exponential* filter sebagai berikut:

1. Memakai sistem gerakan mata depan atas bawah dalam keadaan duduk.
2. Jalankan program akuisisi data untuk merekam gerakan mata beserta program *exponential* filter dengan nilai bobot pertama 0,1 kedua 0,3 dan ketiga 0,8.
3. Buka "serial plotter" pada Arduino Uno untuk mengamati hasil keluaran yang dihasilkan oleh *exponential* filter.
4. Terakhir lakukan pencatatan dan pengamatan terhadap *output* antara data *electrode* sensor sebelum difilter dengan data keluaran dari *exponential* filter sesudah difilter.

6.1.3 Hasil Pengujian

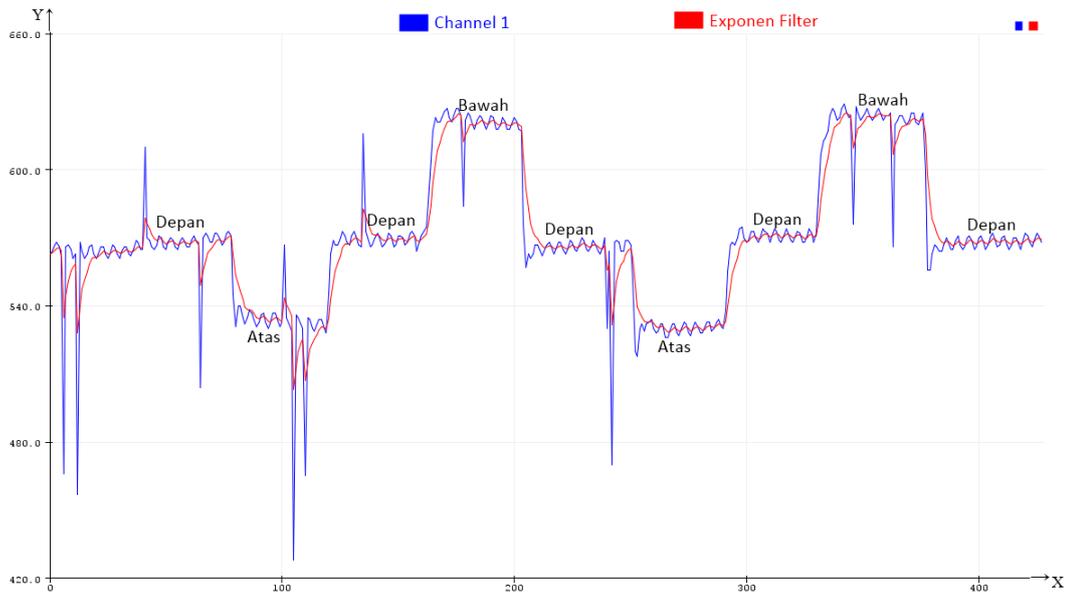
Dapat diperoleh hasil pengujian dari *exponential* filter yang dilakukan pada nilai bobot pertama yaitu 0,1 yang berarti 10%. Nilai bobot pada *exponential* filter berkisar 0-100%. Hasil nya nilai bobot 0,1 dapat ditunjukkan pada Gambar 6.1. Untuk nilai bobot 0,3 ditunjukkan pada Gambar 6.2 sedangkan untuk nilai bobot 0,8 ditunjukkan pada Gambar 6.3.



Keterangan:
 X adalah Nilai Waktu (Time)
 Y adalah Nilai Tegangan (ADC)

Gambar 6.1 Hasil Pengujian Nilai bobot 0,1 pada Exponential Filter

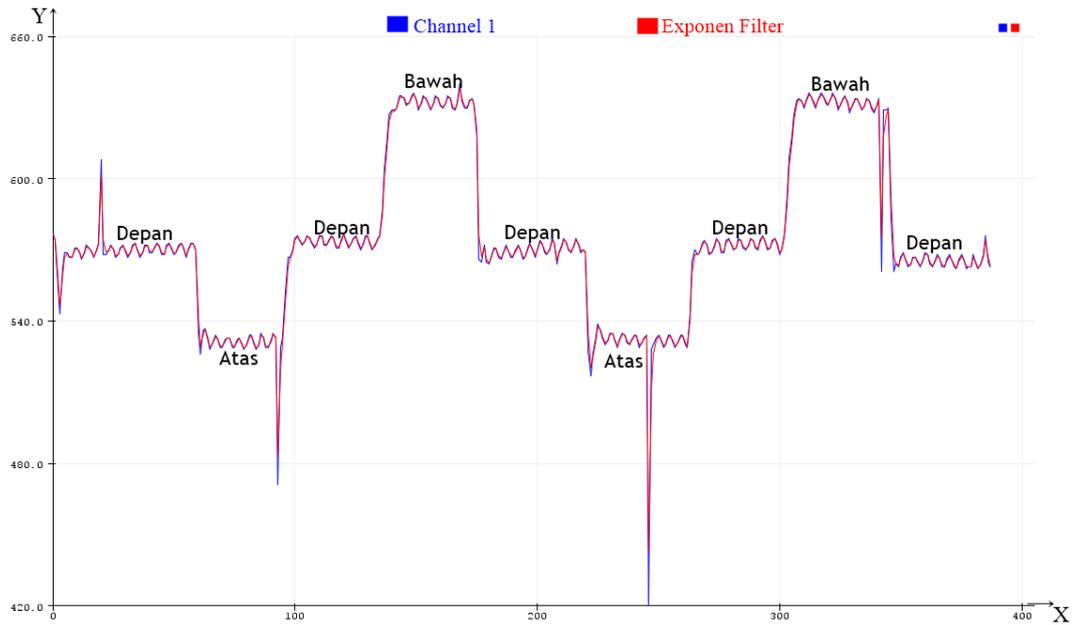
Dilihat dari Gambar 6.1 terdapat 2 keluaran yang dibandingkan pada grafik yaitu keluaran channel 1 *electrode sensor analog* dengan warna biru, sedangkan hasil *exponential filter* dengan warna merah.



Keterangan:
 X adalah Nilai Waktu (Time)
 Y adalah Nilai Tegangan (ADC)

Gambar 6.2 Hasil Pengujian Nilai bobot 0,3 pada Exponential Filter

Dilihat dari Gambar 6.2 terdapat 2 keluaran yang dibandingkan pada grafik yaitu keluaran channel 1 *electrode sensor analog* dengan warna biru, sedangkan hasil *exponential filter* dengan warna merah.



Keterangan:
 X adalah Nilai Waktu (Time)
 Y adalah Nilai Tegangan (ADC)

Gambar 6.3 Hasil Pengujian Nilai bobot 0,8 pada *Exponential Filter*

Dilihat dari Gambar 6.3 terdapat 2 keluaran yang dibandingkan pada grafik yaitu keluaran channel 1 *electrode sensor analog* dengan warna biru, sedangkan hasil *exponential filter* dengan warna merah.

6.1.4 Analisis Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian pada *exponential filter* dapat diamati dan dianalisa bahwa sinyal *electrooculography* sumbu x adalah waktu dan sumbu y adalah tegangan ADC, garis berwarna biru memiliki banyak noise yang terjadi ketika *electrode sensor* dipasang pada bagian area sekitar wajah menyebabkan hasil pembacaan sinyal tidak stabil membuat data tidak akurat untuk mengkatagorikan kelima gerakan mata tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *exponential filter* dengan garis berwarna merah tersebut dapat mengatasi kelemahan yang dimiliki oleh sinyal *electrooculography* karena memiliki hasil keluaran yang lebih bagus dan stabil. *Exponential filter* sendiri ada nilai bobot yang tersedia dalam penggunaannya yaitu 0-100%, hasil pengujian membuktikan bahwa jika nilai bobot semakin besar maka sinyal tidak berbeda jauh dengan sinyal aslinya, sedangkan jika nilai bobot semakin kecil maka sinyal akan lebih bagus dan stabil dari sinyal aslinya. Dari ketiga nilai bobot yang diujikan ketika nilai bobot 0,1 sinyal akan telat responnya terlalu pelan dibandingkan sinyal aslinya, sedangkan jika nilai bobot 0,3 sinyal lebih baik responnya tidak terlalu lama dan sesuai dengan yang diinginkan, dan sebaliknya jika nilai bobot 0,8 maka letak perubahan sinyal hampir tidak ada mirip sekali dari sinyal aslinya. Sehingga penulis menggunakan bobot yaitu nilai 0,3 atau 30% karena nilai bobot ini sesuai dengan apa yang diharapkan respon tidak terlalu lambat dan noise bisa teratasi.

6.2 Pengujian Gerakan Mata

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan sebuah obyek warna atau acuan pada dinding sebagai titik pusat setiap gerakan mata yaitu depan, ke kanan, ke kiri, ke atas, dan kebawah dengan jarak yang sudah ditentukan sebagai berikut: jarak mata dengan posisi duduk melihat ke dinding dengan jarak 100cm, jarak depan ke kanan 50cm, jarak depan ke kiri 50cm, jarak depan ke atas 50cm, dan jarak depan ke bawah 50cm, ketiga orang berbeda akan melakukan masing-masing gerakan sebanyak 10 kali.

6.2.1 Tujuan

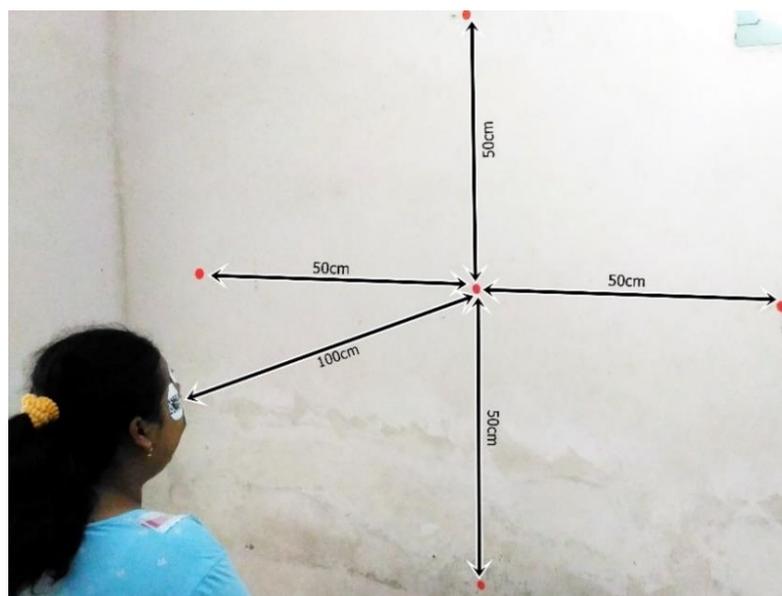
Bertujuan untuk mengetahui keakuratan sistem bisa menghasilkan sinyal *electrooculography* pada kelima gerakan depan, kanan, kiri, atas dan bawah dengan menggunakan 5 buah *electrode* sensor dengan *prototype output* LED.

6.2.2 Prosedur Pengujian

Beberapa prosedur pengujian dilakukan untuk menguji keakuratan kelima gerakan mata pada setiap relawan sebagai berikut:

1. Berikan sebuah tanda atau obyek di dinding yang mudah dilihat oleh relawan dan tempelkan obyek pada dinding yang telah diukur seperti pada Gambar 6.4.
2. Hubungkan lima buah *electrode* sensor ditempelkan dipermukaan wajah kepada relawan diduduk dikursi serta program yang sudah siap dijalankan untuk mengakuisisi data dan mengkatagorikan kelima gerakan mata.
3. Tentukan gerakan mata dengan aturan depan ke kanan sebanyak 10 kali dan dilanjutkan oleh gerakan lainnya. Kemudian melakukan pengamatan dan pencatatan nilai akurasi menggunakan persamaan (6.1).

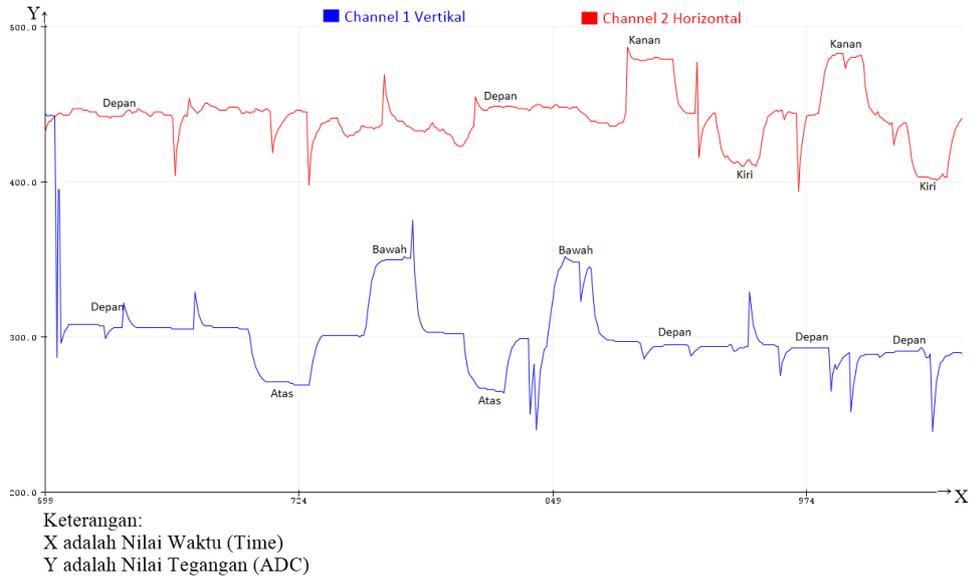
$$\text{Tingkat Akurasi} = \frac{\text{Data Sesuai}}{\text{Total Data}} \times 100\% \quad (6.1)$$



Gambar 6.4 Posisi Pengujian Kelima Gerakan Mata

6.2.3 Hasil Pengujian

Dapat diperoleh hasil pengujian akurasi sistem pada ketiga orang subyek yang berbeda, sebagai berikut.



Gambar 6.5 Hasil Sinyal EOG Pengujian Gerakan Setiap Orang

Dapat ditunjukkan pada Gambar 6.5 hasil sinyal *electrooculography* diketahui bahwa channel 1 warna biru adalah gerakan vertikal meliputi gerakan mata atas dan bawah. Sedangkan channel 2 warna merah adalah gerakan horizontal meliputi gerakan mata kanan dan kiri. Kedua channel tersebut menggunakan nilai bobot 0,3 pada *exponential filter*.

Tabel 6.1 Hasil Pengujian Akurasi Gerakan Mata Orang Pertama

Subyek	Gerakan Mata	Pengujian ke-	Hasil Sistem	Kesalahan Sistem
1	Depan	1	LED Depan	Tidak salah
		2	LED Depan	Tidak salah
		3	LED Depan	Tidak salah
		4	LED Depan	Tidak salah
		5	LED Depan	Tidak salah
		6	LED Depan	Tidak salah
		7	LED Depan	Tidak salah
		8	LED Depan	Tidak salah
		9	LED Depan	Tidak salah
		10	LED Depan	Tidak salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	

	Kiri	1	LED Kiri	Tidak salah	
		2	LED Kiri	Tidak salah	
		3	LED Kiri	Tidak salah	
		4	LED Kiri	Tidak salah	
		5	LED Kiri	Tidak salah	
		6	LED Kiri	Tidak salah	
		7	LED Kiri	Tidak salah	
		8	LED Kiri	Tidak salah	
		9	LED Kiri	Tidak salah	
		10	LED Kiri	Tidak salah	
		Tingkat Akurasi	100%		
		Tingkat Kesalahan	0%		
	Atas	1	LED Atas	Tidak salah	
		2	LED Atas	Tidak salah	
		3	LED Atas	Tidak salah	
		4	LED Atas	Tidak salah	
		5	LED Atas	Tidak salah	
		6	LED Atas	Tidak salah	
		7	LED Atas	Tidak salah	
		8	LED Atas	Tidak salah	
		9	LED Atas	Tidak salah	
		10	LED Atas	Tidak salah	
		Tingkat Akurasi	100%		
		Tingkat Kesalahan	0%		
	Bawah	1	LED Bawah	Tidak salah	
		2	LED Bawah	Tidak salah	
		3	LED Bawah	Tidak salah	
		4	LED Bawah	Tidak salah	
		5	LED Bawah	Tidak salah	
		6	LED Bawah	Tidak salah	
		7	LED Bawah	Tidak salah	
		8	LED Bawah	Tidak salah	
		9	LED Bawah	Tidak salah	
10		LED Bawah	Tidak salah		
Tingkat Akurasi		100%			

		Tingkat Kesalahan	0%	
		Kanan	1	LED Kanan
2	LED Kanan		Tidak salah	
3	LED Kanan		Tidak salah	
4	LED Kanan		Tidak salah	
5	LED Kanan		Tidak salah	
6	LED Kanan		Tidak salah	
7	LED Kanan		Tidak salah	
8	LED Kanan		Tidak salah	
9	LED Kanan		Tidak salah	
10	LED Kanan		Tidak salah	
Tingkat Akurasi	100%			
Tingkat Kesalahan	0%			

Pada Tabel 6.1, merupakan hasil pengujian yang dilakukan pada orang pertama jenis kelamin laki-laki usia 23 tahun dimana setiap gerakan dilakukan pengujian sebanyak 10 kali untuk diambil tingkat akurasinya. Dapat diketahui hasil rata-rata dari kelima gerakan mata pada orang pertama adalah 100%. Hasil cukup baik dikarenakan kondisi mata relawan sangat baik sehingga sinyal eog yang dihasilkan sangat stabil.

Tabel 6.2 Hasil Pengujian Akurasi Gerakan Mata Orang Kedua

Subyek	Gerakan Mata	Pengujian ke-	Hasil Sistem	Kesalahan Sistem
2	Depan	1	LED Depan	Tidak salah
		2	LED Depan	Tidak salah
		3	LED Depan	Tidak salah
		4	LED Depan	Tidak salah
		5	LED Depan	Tidak salah
		6	LED Depan	Tidak salah
		7	LED Depan	Tidak salah
		8	LED Depan	Tidak salah
		9	LED Depan	Tidak salah
		10	LED Depan	Tidak salah
	Tingkat Akurasi	100%		
	Tingkat Kesalahan	0%		
Kanan	1	LED Kanan	Tidak salah	
	2	LED Kanan	Tidak salah	

		3	LED Kanan	Tidak salah	
		4	LED Kanan	Tidak salah	
		5	LED Kanan	Tidak salah	
		6	LED Kanan	Tidak salah	
		7	LED Kanan	Tidak salah	
		8	LED Kanan	Tidak salah	
		9	LED Kanan	Tidak salah	
		10	LED Kanan	Tidak salah	
		Tingkat Akurasi	100%		
		Tingkat Kesalahan	0%		
	Kiri	1	LED Kiri	Tidak salah	
		2	LED Kiri	Tidak salah	
		3	LED Kiri	Tidak salah	
		4	LED Kiri	Tidak salah	
		5	LED Kiri	Tidak salah	
		6	LED Kiri	Tidak salah	
		7	LED Kiri	Tidak salah	
		8	LED Kiri	Tidak salah	
		9	LED Kiri	Tidak salah	
		10	LED Kiri	Tidak salah	
		Tingkat Akurasi	100%		
		Tingkat Kesalahan	0%		
	Atas	1	LED Atas	Tidak salah	
		2	LED Atas	Tidak salah	
		3	LED Atas	Tidak salah	
		4	LED Atas	Tidak salah	
		5	LED Atas	Tidak salah	
		6	LED Atas	Tidak salah	
		7	LED Atas	Tidak salah	
		8	LED Atas	Tidak salah	
		9	LED Atas	Tidak salah	
		10	LED Atas	Tidak salah	
		Tingkat Akurasi	100%		
Tingkat Kesalahan		0%			
Bawah	1	LED Bawah	Tidak salah		

		2	LED Bawah	Tidak salah
		3	LED Bawah	Tidak salah
		4	LED Bawah	Tidak salah
		5	LED Bawah	Tidak salah
		6	LED Bawah	Tidak salah
		7	LED Bawah	Tidak salah
		8	LED Bawah	Tidak salah
		9	LED Bawah	Tidak salah
		10	LED Bawah	Tidak salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	

Pada Tabel 6.2, merupakan hasil pengujian yang dilakukan pada orang kedua jenis kelamin perempuan usia 21 tahun dimana setiap gerakan dilakukan pengujian sebanyak 10 kali untuk diambil tingkat akurasinya. Dapat diketahui hasil rata-rata dari kelima gerakan mata pada orang kedua adalah 100% juga. Sedangkan untuk tingkat kesalahan sistem 0% tidak ada sama sekali kesalahan dikarenakan kondisi mata relawan sangat baik sehingga sinyal eog yang dihasilkan terhindar dari noise dan stabil.

Tabel 6.3 Hasil Pengujian Akurasi Gerakan Mata Orang Ketiga

Subyek	Gerakan Mata	Pengujian ke-	Hasil Sistem	Kesalahan Sistem	
3	Depan	1	LED Depan	Tidak salah	
		2	LED Depan	Tidak salah	
		3	LED Depan	Tidak salah	
		4	LED Depan	Tidak salah	
		5	LED Depan	Tidak salah	
		6	LED Depan	Tidak salah	
		7	LED Depan	Tidak salah	
		8	LED Depan	Tidak salah	
		9	LED Depan	Tidak salah	
		10	LED Depan	Tidak salah	
		Tingkat Akurasi	100%		
		Tingkat Kesalahan	0%		
		Kiri	1	LED Kiri	Tidak salah
	2		LED Kiri	Tidak salah	
	3		LED Kiri	Tidak salah	

		4	LED Kiri	Tidak salah
		5	LED Kiri	Tidak salah
		6	LED Kiri	Tidak salah
		7	LED Kiri	Tidak salah
		8	LED Kiri	Tidak salah
		9	LED Kiri	Tidak salah
		10	LED Kiri	Tidak salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	
	Kanan	1	LED Kanan	Tidak salah
		2	LED Atas	Salah
		3	LED Kanan	Tidak salah
		4	LED Kanan	Tidak salah
		5	LED Kanan	Tidak salah
		6	LED Kanan	Tidak salah
		7	LED Kanan	Tidak salah
		8	LED Kanan	Tidak salah
		9	LED Kanan	Tidak salah
		10	LED Kanan	Tidak salah
		Tingkat Akurasi	90%	
		Tingkat Kesalahan	10%	
	Bawah	1	LED Bawah	Tidak salah
		2	LED Bawah	Tidak salah
		3	LED Atas	Salah
		4	LED Bawah	Tidak salah
		5	LED Bawah	Tidak salah
		6	LED Bawah	Tidak salah
		7	LED Bawah	Tidak salah
		8	LED Bawah	Tidak salah
		9	LED Bawah	Tidak salah
		10	LED Bawah	Tidak salah
		Tingkat Akurasi	90%	
		Tingkat Kesalahan	10%	
Atas	1	LED Atas	Tidak salah	
	2	LED Atas	Tidak salah	

		3	LED Atas	Tidak salah
		4	LED Atas	Tidak salah
		5	LED Atas	Tidak salah
		6	LED Atas	Tidak salah
		7	LED Atas	Tidak salah
		8	LED Atas	Tidak salah
		9	LED Atas	Tidak salah
		10	LED Atas	Tidak salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	

Pada Tabel 6.3, merupakan hasil pengujian yang dilakukan pada orang ketiga jenis kelamin perempuan usia 15 tahun dimana setiap gerakan dilakukan pengujian sebanyak 10 kali untuk diambil tingkat akurasinya. Dapat diketahui hasil rata-rata dari kelima gerakan mata pada orang ketiga adalah 96%. Sedangkan untuk tingkat kesalahan sistem 4%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak sesuai atau error berada pada gerakan kanan dan bawah mempunyai satu kesalahan data di masing-masing gerakan tersebut.

Tabel 6.4 Rata-Rata Akurasi Sistem Pada Gerakan Mata

No	Gerakan Mata	Subyek 1	Subyek 2	Subyek 3
1	Depan	100%	100%	100%
2	Atas	100%	100%	100%
3	Bawah	100%	100%	90%
4	Kanan	100%	100%	90%
5	Kiri	100%	100%	100%
Rata-Rata Akurasi		100%	100%	96%
Rata-Rata Akurasi Keseluruhan		98,66%		
Rata-Rata Kesalahan Sistem		1,33%		

Berdasarkan semua pengujian pada Tabel 6.4, merupakan hasil total rata-rata keseluruhan dari 3 orang subyek disaat pengujian adalah 98,66%. Dan rata-rata kesalahan 1,33%.

6.2.4 Analisis Pengujian

Berdasarkan semua hasil pengujian kelima gerakan mata yang telah diujikan pada 3 orang tersebut bahwa sinyal *electrooculography* pada setiap mata manusia bisa berbeda sangat berpengaruh pada keluaran sinyal yang dihasilkan jika kondisi kornea dan retina mata tidak fit. Akan tetapi nilai perubahan setiap kelima gerakan

mata rata-rata setiap orang sama tidak berbeda jauh. Tingkat akurasi diatas sangat besar pada orang pertama dan kedua kesalahan sistem sangat kecil, orang ketiga juga masih bagus tingkat akurasinya meskipun ada 1 data tidak sesuai dengan katagorinya. Hasil akurasi yang bagus tidak lepas dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunaknya. *Electrode* sensor berhasil mengakuisisi kelima gerakan mata, peran penggunaan nilai bobot filter cukup baik serta penentuan nilai *threshold* sangat tepat dalam pengambilan sampel data. Ketiga orang tersebut bisa berbeda tergantung bagaimana orang tersebut melihat arah depan duduk tegap atau sebaliknya. Sinyal EOG ini rawan noise disebabkan oleh sinyal biomedis lainnya seperti EMG dan EEG karena peletakan *electrode* sensor pada permukaan wajah, sehingga ketika kepala goyang sedikit maka sinyal akan rusak atau tidak stabil. Maka dengan hasil pengujian tersebut, kelima gerakan mata depan, atas, bawah, kiri, dan kanan bisa dikatagorikan pada LED sebagai output prototype yang nantinya bisa diaplikasikan ke berbagai banyak hal. Rata-rata akurasi keseluruhan untuk masing-masing gerakan mata dari 3 subyek mencapai 98,66% dengan rata-rata kesalahan sistem 1,33%.

6.3 Pengujian Gerakan Mata Berurutan

Pengujian kelima gerakan mata sekaligus dilakukan dengan cara berurutan sebanyak 5 kali kepada ketiga subyek yang berbeda dimana skenario pengujian sudah ditentukan. Dengan begitu dapat diamati kelima gerakan tersebut yang dihasilkan dari tiap user yang berbeda.

6.3.1 Tujuan

Bertujuan untuk mengetahui karakteristik gerakan mata yang dapat dilakukan pengguna saat menggunakan sistem dengan mendapatkan hasil sinyal saat melakukan gerakan tertentu seperti mata menghadap depan, mata gerak kanan, gerak kiri, gerak atas, dan gerak bawah pada 3 orang subyek yang berbeda.

6.3.2 Prosedur Pengujian

Beberapa prosedur pengujian dilakukan untuk menguji keakuratan kelima gerakan mata pada setiap relawan sebagai berikut:

1. Berikan sebuah tanda atau obyek di dinding yang mudah dilihat oleh relawan dan tempelkan obyek pada dinding yang telah diukur seperti pada Gambar 6.4.
2. Hubungkan lima buah *electrode* sensor ditempelkan dipermukaan wajah kepada relawan yang duduk dikursi serta program yang sudah siap dijalankan untuk mengakuisisi data dan mengkatagorikan kelima gerakan mata.
3. Gerakan mata kekanan akan dikembalikan netral kedepan dahulu selanjutnya diikuti gerakan lainnya. Melakukan pengamatan dan pencatatan nilai berdasarkan nilai akurasi yang dihasilkan selama pengujian.

6.3.3 Hasil Pengujian

Dapat diperoleh hasil pengujian akurasi sistem pada ketiga orang subyek yang berbeda, sebagai berikut.

Tabel 6.5 Hasil Pengujian Akurasi Gerakan Mata Berurutan Pada Orang Pertama

Subyek	Pengujian ke-	Gerakan Mata	Hasil Sistem	Kesalahan Sistem
1	1	Depan	LED Depan	Tidak Salah
		Atas	LED Mati	Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
		Tingkat Akurasi	80%	
		Tingkat Kesalahan	20%	
	2	Depan	LED Depan	Tidak Salah
		Atas	LED Atas	Tidak Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	
	3	Depan	LED Depan	Tidak Salah
		Atas	LED Atas	Tidak Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	
	4	Depan	LED Depan	Tidak Salah
		Atas	LED Atas	Tidak Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	
5	5	Depan	LED Depan	Tidak Salah

		Atas	LED Atas	Tidak Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	

Pada Tabel 6.5, merupakan hasil pengujian yang dilakukan pada orang pertama jenis kelamin laki-laki usia 23 tahun dimana dilakukan kelima gerakan mata sekaligus secara berurutan sebanyak 5 kali untuk diambil tingkat akurasinya. Rata-rata akurasi sistem pengujian pada orang pertama mencapai 96% dengan tingkat kesalahan sistem adalah 4%.

Tabel 6.6 Hasil Pengujian Akurasi Gerakan Mata Berurutan Pada Orang Kedua

Subyek	Pengujian ke-	Gerakan Mata	Hasil Sistem	Kesalahan Sistem
2	1	Depan	LED Depan	Tidak Salah
		Atas	LED Atas	Tidak Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	
	2	Depan	LED Depan	Tidak Salah
		Atas	LED Atas	Tidak Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	
	3	Depan	LED Depan	Tidak Salah
		Atas	LED Atas	Tidak Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
Kiri		LED Kiri	Tidak Salah	

		Tingkat Akurasi	100%		
		Tingkat Kesalahan	0%		
	4	Depan	LED Depan	Tidak Salah	
		Atas	LED Atas	Tidak Salah	
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah	
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah	
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah	
		Tingkat Akurasi	100%		
		Tingkat Kesalahan	0%		
	5	Depan	LED Depan	Tidak Salah	
		Atas	LED Atas	Tidak Salah	
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah	
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah	
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah	
Tingkat Akurasi		100%			
Tingkat Kesalahan		0%			

Pada Tabel 6.6, merupakan hasil pengujian yang dilakukan pada orang kedua jenis kelamin perempuan usia 21 tahun dimana dilakukan kelima gerakan mata sekaligus secara berurutan sebanyak 5 kali untuk diambil tingkat akurasinya. Rata-rata akurasi sistem pengujian pada orang kedua mencapai 100% dengan tingkat kesalahan sistem adalah 0%.

Tabel 6.7 Hasil Pengujian Akurasi Gerakan Mata Berurutan Pada Orang Ketiga

Subyek	Pengujian ke-	Gerakan Mata	Hasil Sistem	Kesalahan Sistem
3	1	Depan	LED Atas	Salah
		Atas	LED Atas	Tidak Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
	Tingkat Akurasi	80%		
	Tingkat Kesalahan	20%		
	2	Depan	LED Depan	Tidak Salah
Atas		LED Atas	Tidak Salah	

		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	
	3	Depan	LED Depan	Tidak Salah
		Atas	LED Atas	Tidak Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Kanan	Tidak Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
		Tingkat Akurasi	100%	
		Tingkat Kesalahan	0%	
	4	Depan	LED Depan	Tidak Salah
		Atas	LED Atas	Tidak Salah
		Bawah	LED Bawah	Tidak Salah
		Kanan	LED Atas	Salah
		Kiri	LED Kiri	Tidak Salah
		Tingkat Akurasi	80%	
		Tingkat Kesalahan	20%	
	5	Depan	LED Depan	Tidak Salah
		Atas	LED Atas	Tidak Salah
Bawah		LED Bawah	Tidak Salah	
Kanan		LED Kanan	Tidak Salah	
Kiri		LED Kiri	Tidak Salah	
Tingkat Akurasi		100%		
Tingkat Kesalahan		0%		

Pada Tabel 6.7, merupakan hasil pengujian yang dilakukan pada orang ketiga jenis kelamin perempuan usia 15 tahun dimana dilakukan kelima gerakan mata sekaligus secara berurutan sebanyak 5 kali untuk diambil tingkat akurasinya. Rata-rata akurasi sistem pengujian pada orang ketiga mencapai 92% dengan tingkat kesalahan sistem adalah 8%.

Tabel 6.8 Rata-Rata Akurasi Sistem Gerakan Mata Berurutan

Kelima Gerakan	Pengujian ke-	Subyek 1	Subyek 2	Subyek 3
Depan, kanan, kiri, atas dan bawah	1	80%	100%	80%
Depan, kanan, kiri, atas dan bawah	2	100%	100%	100%
Depan, kanan, kiri, atas dan bawah	3	100%	100%	100%
Depan, kanan, kiri, atas dan bawah	4	100%	100%	80%
Depan, kanan, kiri, atas dan bawah	5	100%	100%	100%
Rata-Rata Akurasi		96%	100%	92%
Rata-Rata Akurasi Keseluruhan		96%		
Rata-Rata Kesalahan Sistem		4%		

Berdasarkan semua pengujian pada Tabel 6.8, merupakan hasil total rata-rata keseluruhan dari 3 orang subyek disaat pengujian adalah 96%. Dan rata-rata kesalahan 4%.

6.3.4 Analisis Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian kelima gerakan mata berurutan diuji sebanyak 5 kali ini dapat disimpulkan bahwa gerakan mata atas mempunyai tingkat kesalahan yang sama pada pengujian orang pertama dan ketiga, LED atas tidak menyala dan gerakan depan dan kanan dianggap gerakan atas, menurut analisa disebabkan oleh sinyal yang tidak bagus, banyak lonjakan noise kebawah, sehingga sedikit ada kesalahan katagori gerakan dalam *output* sebuah LED. Akan tetapi semua akan bisa teratasi jika kita tetap konsentrasi menghadap depan dengan melihat obyek yang sudah disediakan di dinding maka sinyal akan dengan mudah kita kontrol dengan dibuktikan bahwa pada pengujian kedua gerakan yang tidak bisa akan berubah menjadi bisa dikarenakan faktor mata kita berpengaruh, kepala kita juga berpengaruh serta wajah berpengaruh. Disarankan jika menggunakan *electrode* sensor yang gerak hanya bola mata saja, tidak diperlukan kepala sama wajah ikut bergerak. Serta penggunaan elektroda tidak disarankan untuk 2 kali pakai, karena keakuratan sinyal berada pada sensor tersebut. Daya tahan

elektroda hanya sekali pakai maksimal kurang dari 72 jam semua berdasarkan datasheet produk elektroda yang digunakan. Rata-rata akurasi keseluruhan untuk kelima gerakan mata dari 3 subyek mencapai 96% dengan rata-rata kesalahan sistem 4%.

6.4 Pengujian Delay

Pada pengujian ini akan dilakukan penentuan nilai delay untuk mengetahui seberapa cepat respon yang diberikan sistem dan seberapa akurat tingkat akurasi sistem ketika delay rendah dan tinggi. Dalam skenario ini tiga nilai delay yang berbeda yang akan diujikan dalam menguji tingkat kesesuaian program dalam mengkatagorikan kelima gerakan mata dan tingkat kecepatan respon sistem terhadap keluaran *prototype* LED. Sehingga kita dapat mengetahui delay yang optimal pada sebuah sistem pengenalan pergerakan bola mata.

6.4.1 Tujuan

Bertujuan untuk mengetahui karakteristik respon gerakan mata dari user dengan keluaran sistem yaitu LED dan mengetahui nilai delay yang optimal sebagai tolak ukur tingkat akurasi sistem. Jadi selain nilai bobot *exponential* filter, juga ada nilai delay yang diujikan untuk mengetahui seberapa besar akurasi sistem ketika nilai delay rendah, delay sedang dan delay tinggi. Yang dimaksud delay disini adalah waktu keseluruhan sebuah sistem yang akan menjalankan sebuah perintah dari user.

6.4.2 Prosedur Pengujian

Untuk melakukan sebuah pengujian delay mempunyai prosedur pengujian sebagai berikut:

1. Pada pengujian ini hubungkan lima buah *electrode* sensor ditempelkan dipermukaan wajah dan program yang sudah siap dijalankan untuk mengakuisisi data dan mengkatagorikan kelima gerakan mata.
2. Tentukan nilai delay antara lain 150ms, 550ms dan 1000ms pada kelima gerakan mata untuk membedakan kecepatan respon sistem serta hubungan delay dengan keakuratan sistem.
3. Lakukan pengamatan dan pencatatan yang dihasilkan oleh pengujian dari ketiga nilai delay.

6.4.3 Hasil Pengujian

Ketiga nilai delay yang ditentukan dalam pengujian ini adalah 150ms, 550ms dan 1000ms dalam kelima gerakan mata dilakukan secara bergantian, pengujian nilai delay yang pertama dimulai dari delay yang paling rendah atau sangat cepat yaitu 150ms. Kedua akan dilakukan pengujian delay 550ms. Ketiga akan dilakukan pengujian 1000ms. Hasil pengujian didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 0.9 Hasil Pengujian Delay 150ms

No.	Gerakan Mata	Perintah	Pengujian Ke-	Sesuai	Kesalahan
1	Depan	LED Depan	1	×	LED Atas
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
2	Atas	LED Atas	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
3	Bawah	LED Bawah	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
4	Kanan	LED Kanan	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
5	Kiri	LED Kiri	1	×	LED Atas
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
Rata-rata Akurasi Sistem				86,67%	
Rata-Rata Tingkat Kesalahan				13,33%	

Pada Tabel 6.9, merupakan hasil pengujian delay 150ms dengan dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pada setiap gerakan respon sangat cepat. Rata-rata akurasi sistem pengujian pada delay 150ms mencapai 86,67% dengan tingkat kesalahan sistem adalah 13,33%. Dimana pengujian delay ini berpengaruh pada keakuratan sistem.

Tabel 0.10 Hasil Pengujian Delay 550ms

No.	Gerakan Mata	Perintah	Pengujian Ke-	Sesuai	Kesalahan
1	Depan	LED Depan	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
2	Atas	LED Atas	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
3	Bawah	LED Bawah	1	×	LED Depan
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak

4	Kanan	LED Kanan	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
5	Kiri	LED Kiri	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
Rata-rata Akurasi Sistem				93,33%	
Rata-Rata Tingkat Kesalahan				6,66%	

Pada Tabel 6.10, merupakan hasil pengujian delay 550ms dengan dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pada setiap gerakan respon agak melambat. Rata-rata akurasi sistem pengujian pada delay 550ms mencapai 93,33% dengan tingkat kesalahan sistem adalah 6,66%. Dimana pengujian delay ini berpengaruh pada keakuratan sistem.

Tabel 0.11 Hasil Pengujian Delay 1000ms

No.	Gerakan Mata	Perintah	Pengujian Ke-	Sesuai	Kesalahan
1	Depan	LED Depan	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
2	Atas	LED Atas	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
3	Bawah	LED Bawah	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
4	Kanan	LED Kanan	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
5	Kiri	LED Kiri	1	√	Tidak
			2	√	Tidak
			3	√	Tidak
Rata-rata Akurasi Sistem				100%	
Rata-Rata Tingkat Kesalahan				0%	

Pada Tabel 6.11, merupakan hasil pengujian delay 1000ms dengan dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pada setiap gerakan respon lambat. Rata-rata akurasi sistem pengujian pada delay 1000ms mencapai 100% dengan tingkat kesalahan sistem adalah 0%. Dimana pengujian delay ini berpengaruh pada keakuratan sistem.

6.4.4 Analisis Pengujian

Berdasarkan semua pengujian delay 150ms, 550ms dan 1000ms dapat disimpulkan bahwa ketika delay rendah 150ms maka sistem keakuratannya menurun karena sinyal yang dihasilkan terlalu cepat menyebabkan beberapa noise akan keluar, jika delay bernilai 550ms maka noise sedikit berkurang, respon juga tidak terlalu lambat. Sedangkan untuk delay 1000ms sinyal akan berjalan lambat sehingga data yang diperoleh lebih akurat. Dalam ketiga nilai delay tersebut juga mempengaruhi kecepatan pergerakan mata dengan keluaran LED, semakin rendah delaynya semakin cepat LED akan bergerak respon sangat cepat, sebaliknya jika semakin tinggi delaynya maka semakin lambat pergerakan LED nya.