

LAPORAN TUGAS AKHIR / *CAPSTONE DESIGN*

Xmotify Mark 2: *Low-cost Emotion Classifier* Berbasis Sinyal Otak dan Sinyal Jantung



Penyusun:

Dimas Maulana Arbi (18524078)

Febby Tri Andika (17524104)

Nauval Fata Rifka Fakhurrozy (18524070)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Xmotify Mark 2: *Low-cost Emotion Classifier* Berbasis Sinyal Otak dan Sinyal Jantung

Penyusun:

Dimas Maulana Arbi (18524078)

Febby Tri Andika (17524104)

Nauval Fata Rifka Fakhurrozy (18524070)

Yogyakarta, 25 Juli 2022

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Dwi Ana Ratna Wati S.T., M.Eng.

035240102



Suatmi Murnani, S.T., M.Eng.

205241301

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Xmotify Mark 2: Low-cost Emotion Classifier Berbasis Sinyal Otak dan Sinyal Jantung



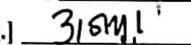
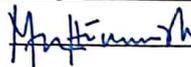
Disusun oleh:

Dimas Maulana Arbi 18524078
Febby Tri Andika 17524104
Nauval Fata Rifka Fakhrurrozy 18524070

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 01 Agustus 2022



Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji : [Ir. Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng., IPM] 
Anggota Penguji 1 : [Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd., M.Eng.] 
Anggota Penguji 2 : [Izzati Muhimmah, S.T., M.Sc., Ph.D.] 

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 01 Agustus 2022



Husni Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 01 Agustus 2022



METERAI
TEMPEL
30CAJX892782861

Dimas Maulana Arbi (18524078)



METERAI
TEMPEL
30CAJX951208436

Febby Tri Andika (17524104)



METERAI
TEMPEL
CCE25AJX950371080

Nauval Fata Rifka Fakhurrozy (18524070)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
DAFTAR ISI	v
RINGKASAN TUGAS AKHIR	1
BAB 1: Definisi Permasalahan	2
BAB 2: Observasi	4
BAB 3: Usulan Perancangan Sistem	7
3.1 Usulan Rancangan Sistem	7
3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem	10
3.2.1 Kalibrasi Sensor	10
3.2.2 Metode Uji Coba Elektrokardiogram (EKG)	12
3.2.3 Metode Uji Coba <i>Electroencephalograph</i> (EEG)	13
3.2.4 Eksperimen	14
3.2.5 Klasifikasi Emosi	17
3.2.6 Metode Validasi Alat	18
3.2.7 Pengalaman Pengguna	18
BAB 4: Hasil Perancangan Sistem	20
4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem	20
4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	21
4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi	22
BAB 5: Implementasi Sistem dan Analisis	24
5.1 Hasil dan Analisis Implementasi	24
5.1.1 Kalibrasi Sensor	24
5.1.2 Hasil dan Analisis Uji Coba Elektrokardiogram (EKG)	25
5.1.3 Hasil dan Analisis Uji Coba <i>Electroencephalography</i> (EEG)	30
5.1.4 Hasil Klasifikasi	33
5.1.5 Hasil Validasi Alat	36
5.2 Pengalaman Pengguna	37
5.3 Dampak Implementasi Sistem	38
5.3.1 Teknologi/Inovasi	38
5.3.3 Ekonomi	39
5.3.4 Kesehatan	39
5.3.5 Lingkungan	39
BAB 6: Kesimpulan dan Saran	40

6.1 Kesimpulan	40
6.2 Saran	40
Daftar Pustaka	41
LAMPIRAN – LAMPIRAN	43
a. <i>Logbook</i> kegiatan Tugas Akhir 2	43
b. Dokumen <i>Technical Report Tugas Akhir</i>	49
c. Dokumentasi keuangan	51



RINGKASAN TUGAS AKHIR

Kesadaran masyarakat yang meningkat terhadap kesehatan mental ditunjukkan dengan maraknya kampanye kesehatan mental dan mulai munculnya istilah seperti bipolar, *anxiety*, dan skizofrenia. Dalam penanganannya hanya dapat dilakukan oleh tenaga ahli, yaitu psikolog atau psikiater salah satunya melalui program konseling. Namun, terdapat permasalahan yang terjadi pada saat konseling dan mengganggu diagnosis yang diberikan kepada klien. Subjektivitas dan pemalsuan emosi sering dilakukan untuk memberikan kesan positif, dampak dari hal tersebut yaitu kurang tepatnya penanganan masalah klien oleh psikolog atau psikiater. Sehingga diperlukan alat yang dapat mengklasifikasikan emosi secara objektif. Beberapa alat untuk mengklasifikasikan kondisi psikologis seseorang telah terdapat di lokapasar, namun dengan harga yang cukup mahal. Sebelumnya, telah terdapat penelitian berupa solusi untuk mengklasifikasikan emosi berdasarkan sinyal jantung. Emosi yang diklasifikasikan yaitu emosi positif dan negatif. Selain itu, penggunaan sensor PPG yang mudah terkena gangguan dari gerakan klien yang mengakibatkan data sinyal jantung terganggu. Sehingga untuk mengatasi solusi tersebut diberikan suatu alternatif solusi yaitu *Low-cost Emotion Classifier* berbasis sinyal otak dan sinyal jantung yang diberi nama Xmotify Mark 2. Solusi tersebut ditujukan untuk meningkatkan ketepatan diagnosis psikolog atau psikiater. Cara kerja sistem pengklasifikasi emosi yaitu data sinyal jantung dan sinyal otak klien dilakukan perhitungan dalam model emosi yang diperoleh dari regresi logistik multinomial, dengan berupa peluang dari setiap emosi. Peluang tertinggi merupakan emosi yang dirasakan oleh klien. Namun pada tahap perancangan, sensor EEG yang digunakan tidak dapat bekerja, sehingga dalam realisasinya klasifikasi emosi didasarkan pada perubahan sinyal jantung. Kesesuaian realisasi dengan perencanaan dalam perancangan alat, secara umum mencapai 62%. Hasil dari implementasi sistem yaitu alat hanya dapat mendeteksi emosi sedih, hal tersebut dikarenakan kurangnya basis data yang digunakan untuk memodelkan setiap emosi secara akurat. Sehingga alat belum dapat digunakan sebagai acuan oleh psikolog atau psikiater untuk mendapatkan emosi secara objektif. Implementasi Xmotify Mark 2 memberi dampak terhadap aspek teknologi, ekonomi, kesehatan, dan lingkungan.

BAB 1: Definisi Permasalahan

Seiring berkembangnya zaman masyarakat semakin menyadari akan pentingnya kesehatan mental. Hal tersebut ditunjukkan dengan maraknya kampanye kesehatan mental dan mulai munculnya istilah seperti bipolar, *anxiety*, dan skizofrenia[1]. Namun, penanganan kesehatan mental tidak dapat dilakukan secara mandiri. Penanganan kesehatan mental hanya dapat dilakukan oleh tenaga profesional. Umumnya psikolog menggunakan metode kuesioner dalam mengumpulkan data untuk menganalisis kondisi emosional klien, namun hasil dari metode ini kerap kali tidak akurat. Ketidakakuratan tersebut terjadi karena adanya *faking* dan subjektivitas yang dilakukan oleh klien pada saat mengisi data kuesioner (*response error*). *Response error* terjadi salah satunya berasal dari faktor partisipan, beberapa diakibatkan oleh upaya partisipan untuk memberikan kesan positif. Partisipan yang kurang teliti dalam memahami butir pernyataan dan cara partisipan dalam merespon skala penilaian dari psikolog atau psikiater yang mengakibatkan hasil respon yang ekstrem[2], [3].

Oleh sebab itu untuk dapat mendiagnosis emosi yang lebih objektif dapat dilakukan dengan menggunakan data fisiologis, dalam hal ini data fisiologis yang digunakan yaitu sinyal jantung dan sinyal otak[4]. Penelitian sebelumnya telah menggunakan data fisiologis tersebut untuk mendiagnosis emosi, namun diperlukan peningkatan sistem. Peningkatan sistem diagnosis emosi ditujukan untuk mendapatkan hasil diagnosis yang lebih akurat. Peningkatan sistem tersebut dilakukan pada beberapa aspek sistem, antara lain perbaikan pada modul sensor EEG, penggantian sensor PPG, dan peningkatan akurasi deteksi emosi[5], [6]. Penelitian sebelumnya digunakan stimulus berupa gambar statis, sehingga respon subjek uji coba kurang terbangun[7]. Penggunaan kabel untuk menghubungkan alat dengan komputer pada penelitian sebelumnya, menyebabkan pengguna memiliki gerak yang terbatas. Dimensi fisik alat yang besar, mengakibatkan portabilitas alat berkurang[8], [9].

Berdasarkan paparan permasalahan sebelumnya, maka diperlukan peningkatan teknologi untuk membantu psikolog dan psikiater dalam mendiagnosis emosi berdasarkan data fisiologis klien. Peningkatan teknologi yang dirumuskan yaitu penggunaan alat ukur fisiologis yang lebih akurat. Data fisiologis yang digunakan untuk mendiagnosis emosi klien yaitu sinyal jantung dan sinyal otak.

Adapun batasan realistis pada pengembangan sistem, antara lain penggunaan sensor *non-invasive*, nirkabel, dan dimensi alat ringkas. Sensor *non-invasive* merupakan sensor yang dalam penggunaannya tanpa dimasukkan ke dalam tubuh. Nirkabel yaitu komunikasi yang digunakan antara sistem klasifikasi emosi dengan laptop psikolog atau psikiater tanpa kabel. Batasan realistis yang ditetapkan ditujukan agar alat bersifat nyaman dan aman untuk digunakan oleh klien.

Batasan permasalahan dari pengembangan sistem yaitu jenis emosi yang dapat diklasifikasikan merupakan emosi dasar, antara lain: bahagia, sedih, marah, jijik, takut, dan sedih. Parameter fisiologis tubuh yang digunakan untuk mengklasifikasikan emosi yaitu sinyal jantung dan sinyal otak. Fitur nirkabel ditunjang dengan penggunaan komunikasi *bluetooth* dan penggunaan catu daya baterai.

Usulan alat untuk mengklasifikasikan emosi ditujukan untuk memberikan solusi kepada psikolog dan psikiater berupa sistem yang dapat mendiagnosis emosi berdasarkan data fisiologis. Algoritma dan alat untuk mengklasifikasikan emosi berdasarkan parameter fisiologis telah terdapat pada beberapa penelitian sebelumnya, dan alat yang dapat mengklasifikasikan emosi berdasarkan sinyal otak sudah terdapat dipasaran, namun memiliki harga mahal dan harus mengimpor dari luar negeri. Sehingga dengan pembuatan alat ini dapat memberikan kontribusi kepada Indonesia berupa alat yang dapat membantu psikolog atau psikiater dengan harga yang lebih terjangkau.



BAB 2: Observasi

Tahap observasi memiliki tujuan untuk mendapat informasi yang berkaitan dengan rumusan masalah yang akan dipecahkan dengan solusi yang akan dirancang. Studi literatur menjadi langkah awal dari tahap observasi. Informasi yang diperoleh dari hasil studi literatur terdapat pada Tabel 2.1. Hasil studi literatur berisi alternatif solusi dari penelitian sebelumnya untuk mengklasifikasikan emosi seseorang berdasarkan parameter fisiologis.

Tabel 2.1. Kumpulan informasi hasil studi literatur berdasarkan penelitian sebelumnya

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
P.R. Sofyan, dkk. (2021) [5]	Penggunaan sensor PPG (<i>Photoplethysmograph</i>) untuk mendapatkan data sinyal jantung.	Sensor PPG yang digunakan memiliki rata-rata kesalahan pembacaan kecepatan detak jantung mencapai 0.791667 BPM. Sehingga sensor sudah memenuhi standar peralatan medis yaitu memiliki kesalahan pembacaan ± 5 BPM. Namun pembacaan sensor PPG mudah terdistraksi oleh gerakan klien dan cahaya sekitar.
Sulis Setiowati, dkk. (2020) [10]	Penggunaan metode <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT) untuk menghilangkan noise sinyal EKG.	Noise sinyal EKG dapat dihilangkan dengan baik menggunakan metode FFT, sehingga dapat diproses ke tahap berikutnya.
Roylan Quesada-Tabares, dkk. (2017) [11]	Penggunaan metode SAM (<i>Self Assessment Manikin</i>) untuk mengetahui emosi klien dilakukan diakhir eksperimen.	Data yang diperoleh dari pengujian SAM diakhir eksperimen dapat mempengaruhi hasil korespondensi dari subjek.
A.M. Agusti, dkk. (2018) [12]	Pemetaan biometrik menggunakan sinyal EEG gelombang <i>alpha</i> dan <i>beta</i> .	Pemetaan biometrik dengan gelombang <i>alpha</i> dan <i>beta</i> diperoleh hasil akurasi sebesar 74%.
Shing-Tai Pan dan Wei-Ching Li (2020)[13]	Pendeteksian emosi menggunakan sinyal EKG.	Ekstraksi fitur dari sinyal EKG untuk pendeteksian emosi diperoleh hasil akurasi diatas 90%.

Penggunaan EKG dapat digunakan untuk mengukur emosi sehingga akurasi pengukuran semakin meningkat. Kendala yang terdapat pada penelitian sebelumnya yaitu pengujian *Self Assessment Manikin* (SAM) di akhir eksperimen menyebabkan hasil data yang terpengaruh oleh kondisi subjek di akhir eksperimen saja.

Tahap observasi berikutnya yaitu wawancara dengan mahasiswa Program Studi Psikologi Universitas Islam Indonesia yang tergabung dalam Pusat Informasi Konseling Mahasiswa (PIKM) AUSHAF. Hasil yang diperoleh yaitu kendala-kendala konselor untuk mendapatkan informasi emosi klien. Sehingga informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan spesifikasi alat untuk membantu psikolog maupun psikiater dalam mendiagnosis emosi seseorang. Tabel 2.2 berisi daftar pertanyaan dan respon dari mahasiswa psikologi Universitas Islam Indonesia yang dapat diamati.

Tabel 2.2. Hasil wawancara dengan narasumber

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Berdasarkan pengalaman anda selama menjadi konselor sebaya, kendala apa saja yang didapati ketika menggali informasi?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kurangnya informasi yang diberikan oleh klien (terlalu singkat dalam bercerita), ketika klien cerita dengan terlalu singkat ketika mengisi form, ketika teman-teman terlalu singkat dalam mengisi form, akan sulit untuk menentukan konselor yang tepat. 2. Beberapa klien sulit mengungkapkan emosi. karena belum terbangunnya kepercayaan terhadap konselor. 3. Sulitnya konselor dalam mengetahui emosi klien karena kurangnya pengalaman. Sehingga konselor sering tidak dapat diketahui emosi klien secara langsung. 4. Klien sering memalsukan emosi yang dirasakan sesungguhnya dikarenakan ingin memberikan kesan positif, makanya itu yang ingin kita coba ubah stigma masyarakat ketika datang ke psikolog. 5. Terjadinya <i>blocking</i> dari klien, seperti ada benteng antara klien dengan psikolog. Hal tersebut menyusahakan psikolog
Metode yang digunakan oleh anda ketika menggali informasi emosi klien?	Emosi merupakan hal yang cepat berubah, sehingga sangat sulit dalam mendeteksi emosi. Sehingga diperlukan <i>sense</i> dalam mengetahui emosi klien. Selain itu juga penggunaan formulir untuk menyampaikan keluhan klien dapat digunakan untuk mengetahui emosi klien.
Apakah dengan adanya alat ukur emosi konselor dapat terbantu?	Tentu hal tersebut dapat membantu baik konselor maupun klien. Konselor akan semakin terbantu dengan adanya alat ukur emosi sehingga lebih mudah untuk menentukan pendekatan terhadap klien. Sedangkan dari sisi klien, klien akan mendapatkan penanganan yang lebih tepat. Namun perlu diingat alat ukur tersebut tidak mengganggu kenyamanan klien ketika menggunakannya.

Survei harga alat pengklasifikasi emosi yang terdapat dipasaran. Observasi tersebut ditujukan untuk mengetahui harga di pasaran. Tabel 2.3 berisi harga alat pengklasifikasi emosi yang telah terdapat pada lokapasar. Harga alat untuk mengklasifikasikan kondisi psikologi tertentu memiliki rentang harga Rp. 5.850.000,- sampai Rp. 10.461.000,-.

Tabel 2.3 Perbandingan harga dan spesifikasi alat pengklasifikasi emosi

No.	Nama Produk	Spesifikasi	Harga	Sumber
1	EMOTIV EPOC+	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor : EEG 14 Kanal - Kondisi yang dapat dideteksi : gembira, keterikatan, rileks, ketertarikan, stres,dan fokus - Koneksi : <i>Bluetooth Low Energy</i> - Resolusi ADC : 14 bit 	Rp. 10.461.688,-	https://www.emotiv.com/product/emotiv-epoc-14-channel-

No.	Nama Produk	Spesifikasi	Harga	Sumber
		- Platform : Windows 10, Mac, iOS		mobile-eeg/#tab-description
2	Neurosky Mindwave	- Sensor : EEG satu kanal - Kondisi yang dapat dideteksi : perhatian, dan meditasi - Koneksi : <i>Bluetooth Low Energy</i> - Resolusi ADC : 12 bit - Platform : Windows 7/8/10, Mac, iOSproduct	Rp. 6.303.200,-	https://www.tokopedia.com/serbamarahoriginal/mindwave-bluetooth-headset-mobile-dry-electrode-eeg-gardie
3	OMNIFIT Brain	- Sensor : EEG - Kondisi yang dapat dideteksi : konsentrasi, dan rileks - Koneksi : <i>Bluetooth 4.2</i> - Platform : Android dan iOS	Rp. 5.853.870,-	https://www.amazon.co.uk/OMNIFIT-brainwave-neuro-feedback-training-device/dp/B07HC3J5JN

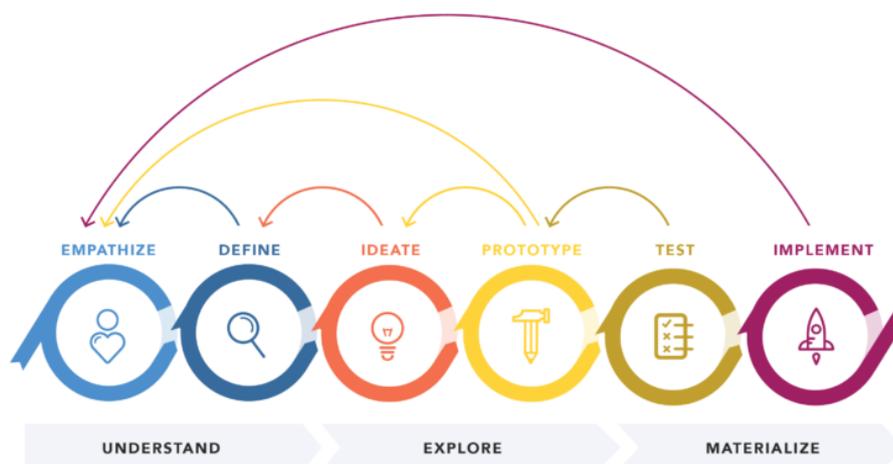
Berdasarkan informasi yang diperoleh dari studi literatur dan wawancara, maka dapat ditentukan spesifikasi alat untuk mengatasi permasalahan psikolog atau psikiater dalam mendiagnosis emosi. Berikut merupakan daftar spesifikasi yang digunakan sebagai kriteria dalam perancangan sistem.

- Sistem dirancang untuk dapat mengklasifikasikan enam emosi (bahagia, jijik, sedih, marah, takut, dan terkejut).
- Sensor yang digunakan yaitu EEG (elektroda) dan EKG (elektroda).
- Kemasan alat dirancang dengan menggunakan material plastik dan memiliki dimensi (90 mm × 60 mm × 50 mm)
- Alat dirancang agar dapat berkomunikasi secara nirkabel.
- Alat menggunakan baterai sebagai sumber tenaga.
- Alat menampilkan hasil pembacaan melalui aplikasi pada laptop/komputer.

BAB 3: Usulan Perancangan Sistem

3.1 Usulan Rancangan Sistem

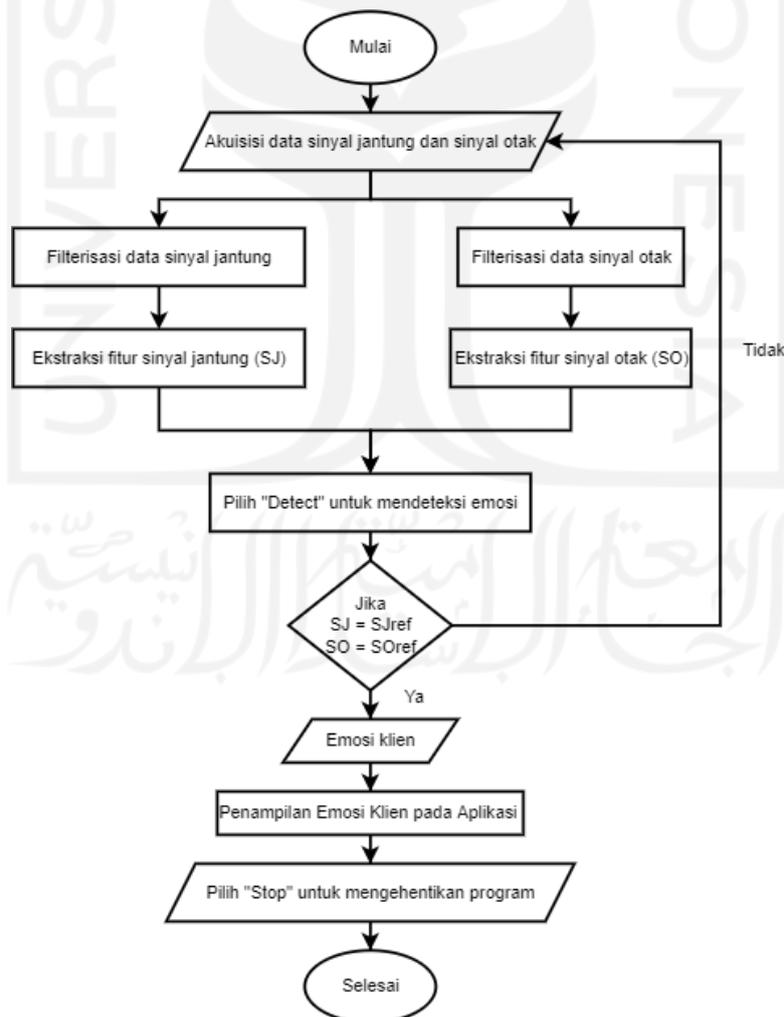
Metode *design thinking* digunakan pada perancangan alat seperti pada Gambar 3.1. *Design thinking* secara umum terbagi menjadi tiga aspek, *understand*, *explore*, dan *materialize*. Aspek *understand* terbagi menjadi dua tahap yaitu *empathize* dan *define*. Tahap *empathize* diawali dengan pengumpulan informasi mengenai permasalahan yang terjadi pada psikolog atau psikiater terkait sulitnya penggalian emosi klien secara objektif. Informasi tersebut merupakan hasil studi literatur dan wawancara terhadap mahasiswa Program Studi Psikologi Universitas Islam Indonesia. Tahap *define* dilakukan perumusan masalah yang berfokus pada subjektivitas dan pemalsuan emosi yang dilakukan oleh klien serta dampaknya terhadap penanganan selanjutnya. Aspek *explore* terbagi menjadi dua, yaitu *ideate* dan *prototype*. Tahap *ideate* dirumuskan usulan solusi berupa alat pengklasifikasi emosi berbasis sinyal otak dan sinyal jantung. Usulan solusi tersebut dituangkan dalam bentuk spesifikasi untuk nantinya menjadi target dalam pembuatan purwarupa. Tahap *prototype* dilakukan dengan perancangan alat yang sesuai dengan spesifikasi usulan solusi. Aspek *materialize* terbagi menjadi dua tahap *test* dan *implement*. Tahap *test* ditujukan untuk mengetahui keberhasilan alat sebagai pemecah masalah psikolog atau psikiater. Tahap *implement* merupakan penerapan langsung alat kepada psikolog atau psikiater dengan hasil berupa masukan untuk pengembangan alat selanjutnya.



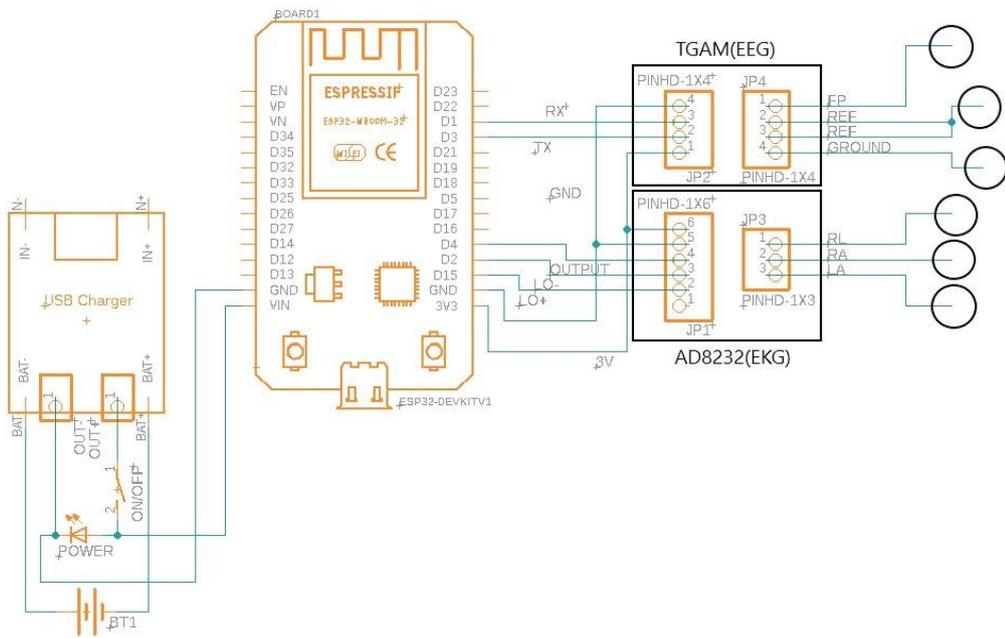
Gambar 3.1 Siklus perancangan suatu sistem rekayasa

Perancangan alat pengklasifikasi emosi berbasis sinyal otak dan sinyal jantung terdapat beberapa standar keteknikan yang digunakan sebagai acuan dalam perancangannya. Adapun standar keteknikan yang digunakan pada perancangan ini untuk sensor EKG yaitu ECRI (*Emergency Care Research Institute*) nomor 410-0595. Standar tersebut berisi toleransi kesalahan pembacaan kecepatan detak jantung sebesar $\pm 5 \text{ beats per minute}$ [14].

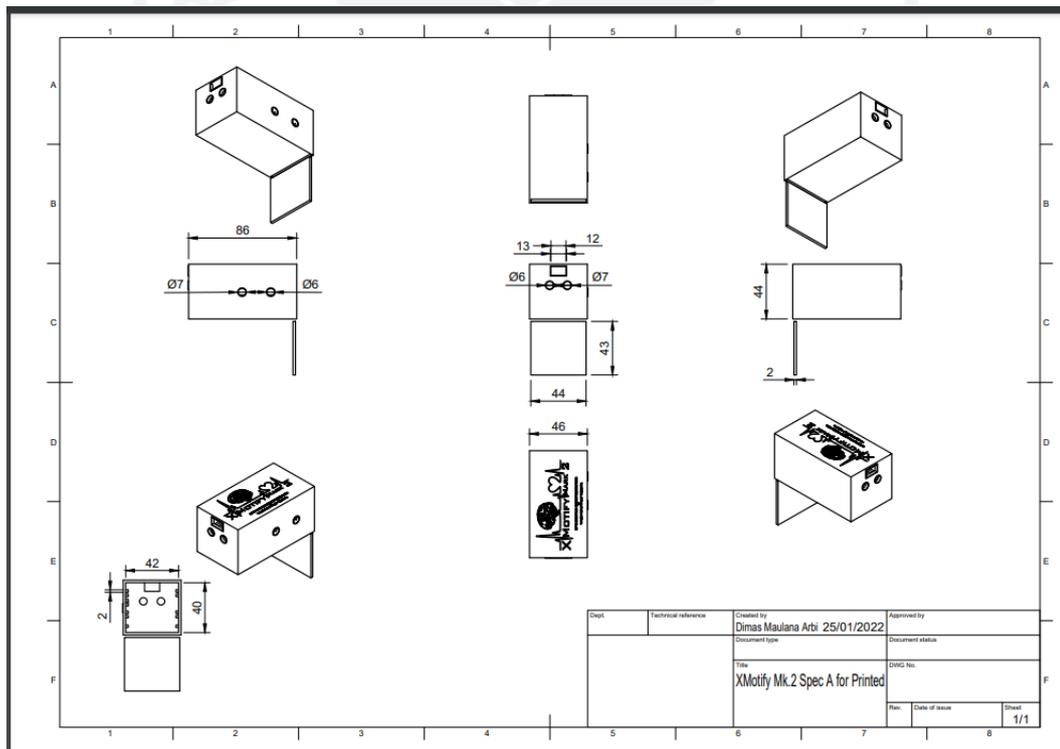
Alur kerja alat pengklasifikasi emosi berbasis sinyal otak dan sinyal jantung ditampilkan pada Gambar 3.2. Kerja alat diawali dengan akuisisi data sinyal jantung dan sinyal otak. Akuisisi data sinyal otak menggunakan sensor EEG satu kanal dan akuisisi data sinyal jantung menggunakan sensor EKG. Rangkaian komponen yang digunakan untuk membaca sinyal jantung dan sinyal otak dapat diamati pada Gambar 3.3. Rangkaian tersebut ditempatkan pada suatu kemasan untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan klien. Data yang telah terbaca dari sensor EEG dan sensor EKG kemudian dikirimkan ke laptop atau komputer. Pengiriman data dilakukan secara nirkabel menggunakan komunikasi *bluetooth*. Data sinyal otak dan sinyal jantung yang telah terkirim ke laptop, dilakukan penyaringan menggunakan *filter* digital untuk membersihkan *noise* yang dapat mengganggu pengklasifikasian emosi. Data sinyal jantung dilakukan penyaringan menggunakan *Bandpass Filter*. Setelah data sinyal otak dan sinyal jantung tersaring, kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan parameter yang akan digunakan untuk mengklasifikasikan emosi. Parameter sinyal jantung dan sinyal otak yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan parameter referensi sinyal otak dan sinyal jantung untuk setiap emosi. Emosi klien yang telah terklasifikasi ditampilkan pada aplikasi.



Gambar 3.2 Diagram alir usulan sistem kerja alat



Gambar 3.3 Usulan rangkaian komponen alat



Gambar 3.4 Usulan desain kemasan untuk komponen

Realisasi rancangan sistem diawali dengan inventarisasi komponen yang dibutuhkan beserta penjelasannya. Tabel 3.1 berisi penyajian inventarisasi komponen untuk realisasi

rancangan sistem yang dapat diamati. Inventarisasi komponen tersebut telah disesuaikan dengan spesifikasi rancangan.

Tabel 3.1 Inventarisasi komponen untuk realisasi rancangan alat

No	Nama Alat	Keterangan
1.	Perangkat untuk Kemasan Alat	Kemasan memiliki fungsi untuk mengemas komponen sistem dan memberikan kenyamanan bagi pengguna alat Xmotify Mark 2. Pembuatan kemasan dibuat menggunakan teknologi <i>3D Printing</i> dengan material PLA.
2.	Mikrokontroler ESP 32	Penggunaan mikrokontroler ESP 32 dikarenakan memiliki spesifikasi resolusi <i>analog to digital converter</i> (ADC) sebesar 12 bit. Pemilihan resolusi ADC 12 bit karena sensor-sensor yang digunakan memiliki spesifikasi resolusi ADC sebesar 12 bit. Penyesuaian resolusi ADC mikrokontroler dengan sensor ditujukan agar tidak ada informasi yang tidak tersampaikan. Selain itu, penggunaan mikrokontroler ESP 32 dikarenakan memiliki fitur <i>bluetooth</i> yang sudah terintegrasi, sehingga tidak memerlukan modul <i>bluetooth</i> tambahan.
3.	Baterai	Baterai yang digunakan oleh sistem Xmotify Mark 2 yaitu Li-ion 3,7 Volt 1200 mAh. Kapasitas tegangan baterai 3,7 V disesuaikan dengan kebutuhan mikrokontroler dan sensor yang digunakan. Kapasitas arus baterai dipilih untuk dapat memenuhi kebutuhan arus komponen yang digunakan. Kebutuhan arus sensor EKG dan mikrokontroler yang dibutuhkan sebesar 241,7 mA.
4.	Sensor AD8232 (EKG)	Sensor AD8232 digunakan untuk mengukur perubahan kecepatan detak jantung. Sensor ini memiliki tiga kanal untuk mengukur perubahan kecepatan detak jantung. Penempatan kanal tersebut terletak di dada kanan, dada kiri, dan perut bagian kanan.
5.	Sensor TGAM (EEG)	Modul sensor TGAM merupakan piranti yang digunakan untuk membaca perubahan sinyal otak. Sensor tersebut memiliki tiga kanal yang penempatannya terdapat di dahi untuk kanal Fpz, kanal referensi, dan kanal <i>ground</i> penempatannya di telinga.

Perancangan sistem untuk perangkat lunak sebagai penampil hasil klasifikasi emosi dirancang menggunakan bahasa pemrograman Java. Antarmuka aplikasi didesain agar mudah digunakan oleh psikolog dan psikiater. Aplikasi Xmotify Mark 2 memiliki beberapa fitur antara lain, grafik sinyal jantung, grafik sinyal otak, dan kolom penampil hasil diagnosis emosi.

3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem

Uji coba dan pengujian usulan rancangan sistem ditujukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat. Pengujian dan uji coba yang dilakukan antara lain, uji coba sensor, eksperimen, klasifikasi emosi, validasi alat, dan uji coba oleh pengguna.

3.2.1 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi pembacaan sensor EKG dan EEG dilakukan untuk memvalidasi hasil pengukuran yang dari alat dari sistem yang diusulkan dengan alat yang sudah terstandarisasi peralatan medis. Hasil pengukuran sensor EEG *neurosky* akan dibandingkan dengan hasil pengukuran sensor EEG terstandarisasi. Toleransi pembacaan kesalahan detak jantung pada spesifikasi yang telah ditentukan yaitu sebesar ± 5 BPM (*Beats Per Minute*). Kalibrasi EKG dilakukan dengan cara

membandingkan hasil pengukuran kecepatan detak jantung dari EKG yang digunakan dengan hasil pengukuran dari alat EKG standar medis. Alat ukur pembanding yang digunakan yaitu *Philips SureSigns VM8 Vital Signs Monitor*. Kecepatan Detak Jantung merupakan banyaknya detak jantung dalam satu menit dengan satuan *Beats per Minute* (BPM). Namun, nilai rata-rata dari selisih setiap puncak R (*Mean RR*) dalam sinyal jantung perlu diketahui terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai kecepatan detak jantung. Persamaan 3.1 dapat diamati persamaan untuk *mean RR* dan Persamaan 3.2 merupakan persamaan untuk kecepatan detak jantung.

$$Mean\ RR = \frac{\sum_{i=1}^n RR_i}{N} \quad (3.1)$$

keterangan:

Mean RR = rata-rata RR interval (detik)

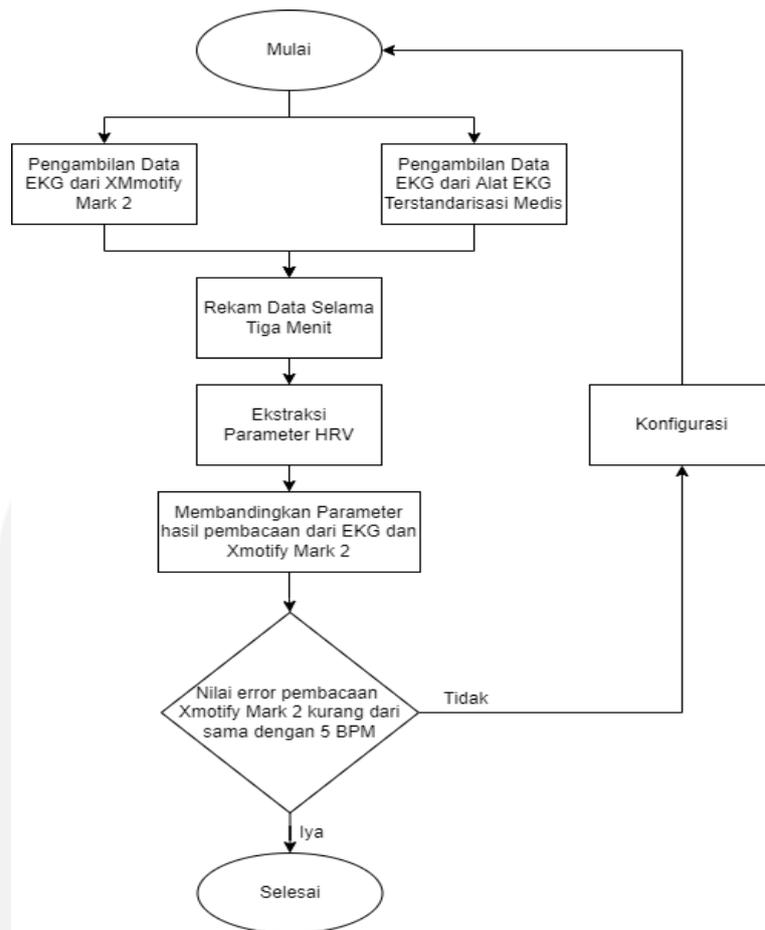
RR_i = Data RR interval ke- i

N = Jumlah RR interval

Berikut merupakan persamaan dari kecepatan detak jantung:

$$Kecepatan\ detak\ jantung\ (BPM) = \frac{60}{Mean\ RR} \quad (3.2)$$

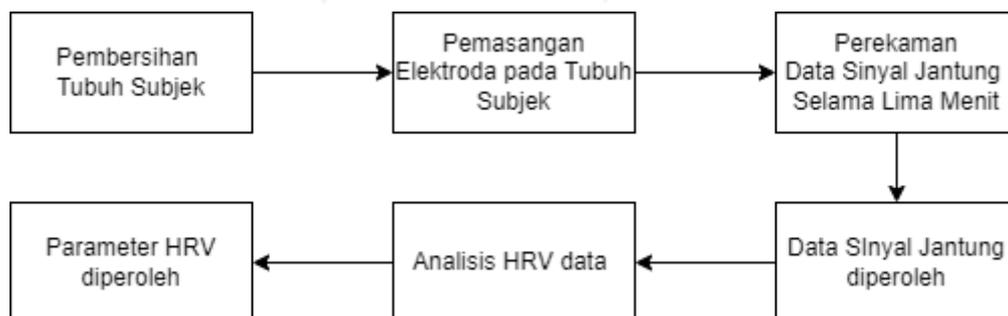
Prosedur kalibrasi dari sensor EKG dapat diamati pada Gambar 3.6. Kalibrasi diawali dari pengambilan data sinyal jantung dari EKG yang digunakan dan EKG alat terstandarisasi medis, dengan perekaman data yang dilakukan selama tiga menit. Data sinyal jantung yang terekam dari alat rancangan dihitung untuk mendapatkan nilai kecepatan detak jantung, sehingga dapat dibandingkan nilainya dengan hasil pengukuran alat terstandarisasi. Hasil perbandingan tersebut berupa nilai *error* dari pembacaan EKG alat rancangan. Apabila nilai *error* melebihi ± 5 BPM, maka diperlukan konfigurasi terhadap sensor yang digunakan.



Gambar 3.6 Prosedur Kalibrasi Sensor EKG

3.2.2 Metode Uji Coba Elektrokardiogram (EKG)

Uji coba EKG dilaksanakan untuk mengetahui fitur sinyal jantung untuk pengklasifikasian emosi. Uji coba dilakukan dengan alat EKG yang telah terstandarisasi yaitu Mitsar EEG-BT dengan menggunakan *poly channel*, sehingga data yang diperoleh lebih akurat. Pengambilan data sinyal jantung dilakukan setiap lima menit yang dilaksanakan di Laboratorium Biomedis Universitas Islam Indonesia. Prosedur uji coba EKG ditampilkan melalui diagram blok pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Diagram Blok Uji Coba Elektrokardiogram (EKG)

Metode yang digunakan untuk menganalisis sinyal EKG yaitu metode *Heart Rate Variability (HRV) Analysis* dan *Heart Rate*. Fitur yang terdapat pada HRV yaitu *Mean RR* (rata-rata R-R Interval), *SDRR* (standar deviasi R-R Interval), dan *CVRR* (Perbandingan antara *SDRR* dengan *Mean RR*)[15]. Fitur HRV dapat diperoleh ketika diketahui jarak antara puncak R (*R to R Interval*). *RR Interval* memiliki satuan waktu. Persamaan 3.1 hingga Persamaan 3.4 dapat diamati persamaan analisis HRV.

SDRR merupakan nilai standar deviasi dari seluruh RR interval dalam rentang waktu tertentu. Berikut merupakan persamaan dari *SDRR*:

$$SDRR = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RR_i - MeanRR)^2}{N}} \quad (3.3)$$

keterangan:

SDRR = Standar deviasi RR interval (detik)
RR_i = Data RR interval ke-i
N = Jumlah RR interval

CVRR merupakan nilai perbandingan antara *SDRR* dengan *Mean RR* dalam bentuk persentase. Berikut merupakan persamaan dari *CVRR*:

$$CVRR = \frac{SDRR}{Mean RR} \times 100\% \quad (3.4)$$

keterangan:

CVRR = Perbandingan antara *SDRR* dan *Mean RR* (%)

3.2.3 Metode Uji Coba *Electroencephalograph (EEG)*

Uji coba EEG ditujukan untuk mengetahui fitur sinyal otak yang terdapat perubahan secara signifikan terhadap perubahan emosi. Alat ukur yang digunakan yaitu EEG-BT *Mitsar* yang terdiri dari 19 kanal. Sensor EEG *Neurosky* satu kanal pada sistem akan ditempatkan di bagian otak paling sensitif. Terdapat lima rentang frekuensi yang diperoleh dari hasil pengujian, yaitu *Alpha*, *Beta*, *Delta*, *Gamma*, dan *Theta*. Penyebab munculnya *band power* dapat diamati pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 *Band Power* beserta penyebab

<i>Band Power</i>	Rentang Frekuensi	Penyebab
<i>Delta</i>	1 - 4 Hz	Tidur disertai mimpi.
<i>Theta</i>	4 - 8 Hz	Tidur.
<i>Alpha</i>	8 - 12 Hz	Kondisi tubuh mengantuk, rileks, meditasi, dan memejamkan mata.
<i>Beta</i>	12 - 30 Hz	Aktivitas dengan intensitas normal.
<i>Gamma</i>	> 30 Hz	Aktivitas dengan intensitas tinggi (memacu adrenalin tinggi).

Analisis data EEG yang digunakan metode *band power* dengan proses awal dekomposisi data *raw* sinyal otak[5]. Pemecahan data dilakukan dengan merubah dari domain waktu ke domain frekuensi dengan menggunakan transformasi *fourier*. Sinyal otak kemudian dibagi menjadi setiap gelombang, pembagian tersebut dilakukan dengan filtrasi menggunakan filter *bandpass*. *Interval Power* merupakan kuat gelombang dalam suatu rentang frekuensi. Sehingga, *power ratio* adalah perbandingan *band power* pada tiap interval dengan keseluruhan interval dengan persamaan sebagai berikut:

$$Power\ ratio = \left(\frac{\sum interval\ power}{\sum power\ total} \right) \times 100\% \quad (3.5)$$

keterangan:

Power ratio = Rasio kuat rentang sinyal otak tiap interval dengan keseluruhan interval (%)

Interval power = Kuat gelombang otak dalam suatu rentang frekuensi (μV^2)

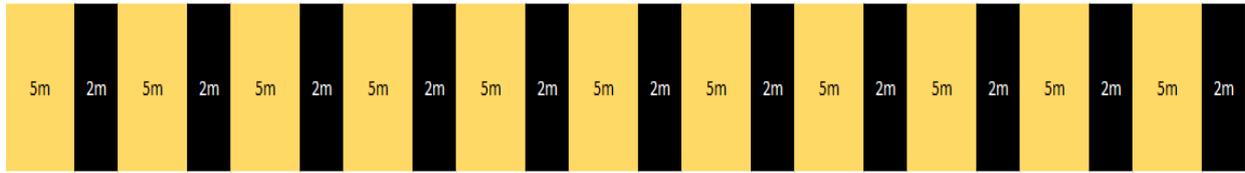
Power total = Kuat gelombang otak seluruh rentang frekuensi (μV^2)

3.2.4 Eksperimen

Eksperimen ditujukan untuk membangkitkan emosi subjek dengan hasil berupa reaksi sinyal biologis terhadap perubahan emosi. Subjek yang digunakan untuk eksperimen yaitu mahasiswa tingkat akhir Universitas Islam Indonesia berjenis kelamin laki-laki. Pemilihan subjek eksperimen didasarkan pada usia yang cenderung sama dan jenis stressor yang sama.

Stimulasi yang diberikan kepada subjek berupa video yang dapat menstimulasi enam emosi dasar. Pemilihan stimulus didasarkan pada penelitian sebelumnya yang telah tervalidasi[5], [16]. Video stimulan memiliki durasi sepanjang 01:17:59, dengan setiap stimulus emosi berdurasi 10 menit yang terbagi menjadi dua dan terdapat jeda selama dua menit untuk mengisi formulir.

Pemilihan durasi video stimulus setiap lima menit didasarkan pada penelitian sebelumnya yang telah terbukti dapat membangkitkan emosi[16]. Pembagian durasi tersebut agar emosi subjek lebih terbangun. Gambar 3.7 menunjukkan rincian durasi dari video stimulan emosi.



Gambar 3.7 Rincian Durasi Video Stimulan Emosi

Subjek menyampaikan emosi yang dirasakan setelah terstimulasi melalui formulir SAM (*Self Assessment Manikin*) yang telah disediakan. Subjek mengisi nama subjek, ketertarikan, kesan, dan seberapa terpengaruh terhadap video stimulan dalam skala satu sampai sembilan. Gambar 3.8 merupakan formulir yang digunakan oleh subjek untuk menyampaikan emosi yang dirasakan. Selama eksperimen berlangsung, subjek mengisi formulir SAM sebanyak sebelas kali. Pengambilan data emosi subjek setiap lima menit sekali ditujukan untuk memperoleh data respon sinyal biologis pada setiap perubahan emosi, sehingga perubahan emosi dapat diprediksi.

The image shows a digital form titled 'Video 1' with three main sections for self-assessment:

- Arousal Section:** Titled 'Seberapa menggairahkan perasaan anda saat ini -- (Arousal) *'. It features a 9-point scale with icons of a person's face showing increasing levels of arousal from neutral to highly excited. Below the scale are radio buttons for 'Tenang/Calm' and 'Senang/Tertarik/Excited'.
- Valence Section:** Titled 'Kesan apa yang anda rasakan saat ini -- (Valence) *'. It features a 9-point scale with icons of a person's face showing increasing levels of happiness from neutral to highly happy. Below the scale are radio buttons for 'Tidak menyenangkan/Unhappy' and 'Menyenangkan/Happy'.
- Dominance Section:** Titled 'Seberapa besar anda terpengaruh/Larut dengan apa yang anda lihat saat ini -- (Dominance) *'. It features a 9-point scale with icons of a person's face showing increasing levels of being influenced or controlled from neutral to highly independent. Below the scale are radio buttons for 'Dipengaruhi/dikontrol perasaannya/Dependant' and 'Tidak Terpengaruh/Independent'.

At the bottom of the form, there is a text input field labeled 'Deksripsikan emosi anda saat ini *'.

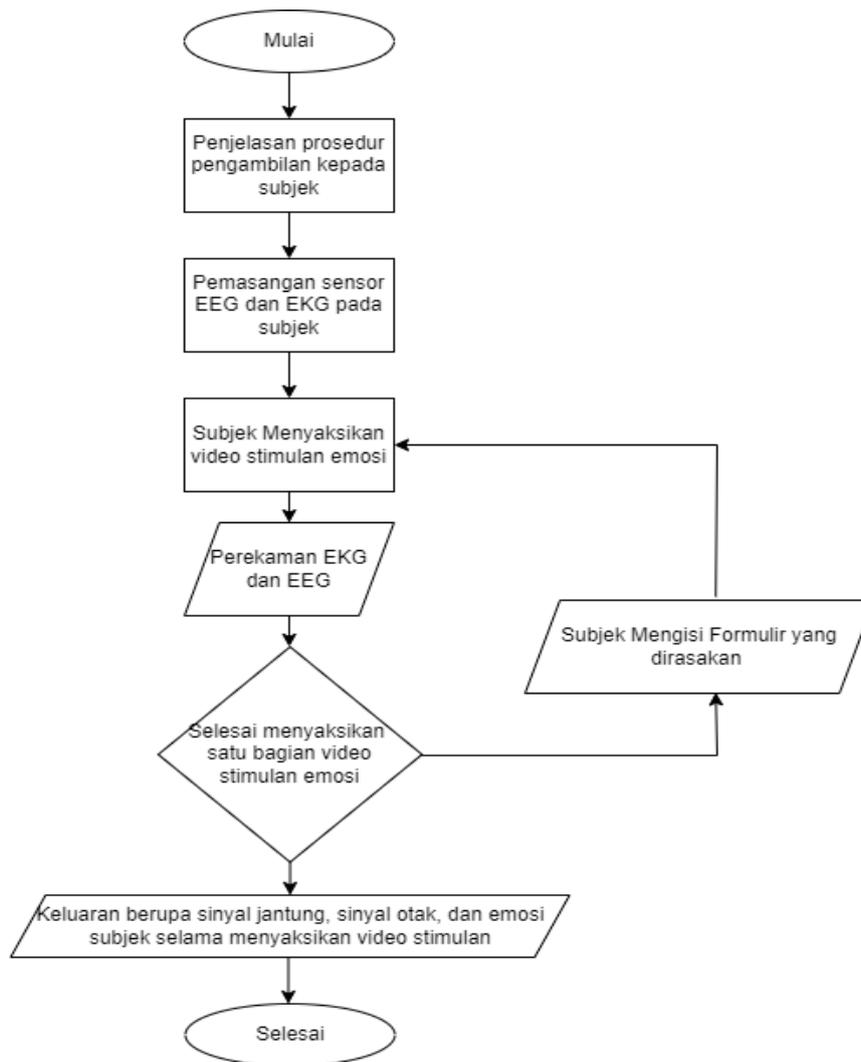
Gambar 3.8 Formulir SAM sebagai sarana subjek untuk merepresentasikan emosi yang dirasakan.

Prosedur pelaksanaan eksperimen ditampilkan pada Gambar 3.9. Prosedur eksperimen diawali dari penjelasan prosedur yang dilakukan oleh subjek selama pengambilan data. Prosedur yang dilakukan oleh subjek, sebagai berikut:

1. Duduk dengan posisi nyaman berdasarkan referensi subjek.
2. Selama eksperimen subjek tidak diperkenankan untuk banyak bergerak.
3. Selama menyaksikan video stimulan subjek tidak diperkenankan untuk mempercepat video.
4. Selama eksperimen lampu ruangan akan dimatikan dan tidak dilakukan pengawasan.

Duduk dengan posisi nyaman ditujukan agar subjek tidak merasa lelah selama eksperimen berlangsung, sehingga fokus subjek tidak teralihkan. Subjek selama eksperimen berlangsung tidak diperkenankan untuk banyak bergerak guna mengurangi *noise* akibat gerakan subjek. Adapun tujuan subjek tidak diperkenankan untuk mempercepat video, yaitu agar jumlah indeks data sinyal biologis yang terekam secara utuh. Lampu ruangan dimatikan dan tidak dilakukan pengawasan ditujukan agar subjek tidak terintimidasi dan penginduksian emosi kepada subjek lebih tersampaikan.

Pemasangan sensor EKG dan EEG dilakukan untuk mendapatkan sinyal biologis yang dibutuhkan yaitu sinyal jantung dan sinyal otak. Video stimulan yang disaksikan subjek ditujukan agar emosi dari subjek terbangkitkan. Perangkat keras yang digunakan untuk mendapatkan sinyal biologis yaitu Mitsar EEG-BT, hal tersebut ditujukan untuk memperoleh sinyal jantung yang akurat. Keluaran dari perangkat keras tersebut berupa data sinyal jantung. Pemasangan EKG diawali dengan pembersihan tubuh subjek menggunakan alkohol 70%.



Gambar 3.9 Diagram alir Prosedur Eksperimen

3.2.5 Klasifikasi Emosi

Klasifikasi emosi didasarkan pada fitur yang diperoleh dari analisis sinyal jantung, dan sinyal otak. Emosi akan diklasifikasikan dengan pemodelan regresi logistik multinomial[17]. Parameter yang digunakan untuk mengklasifikasikan emosi yaitu *Heart Rate Variability* (HRV) dan sinyal otak. Berikut merupakan model regresi logistik multinomial:

$$\log \frac{p(M_i)}{p(M_j)} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k + e \quad (3.6)$$

keterangan:

- P = probabilitas
- M_i = Kategori ke i
- M_j = Kategori referensi
- a = konstanta

b = Koefisien regresi

X_k = variabel bebas

3.2.6 Metode Validasi Alat

Validasi alat ditujukan untuk mengetahui keberhasilan alat klasifikasi emosi. Prosedur validasi keberhasilan alat dilaksanakan dengan membandingkan antara emosi yang dirasakan oleh subjek dengan emosi yang deteksi oleh alat. Emosi yang dirasakan oleh subjek disampaikan melalui formulir yang telah disediakan. Pengujian dilakukan dengan pemberian video yang dapat membangun emosi subjek. Tingkat keberhasilan alat dalam mendeteksi emosi disampaikan melalui nilai persentase. Nilai persentase tersebut dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah data emosi terdeteksi benar}}{\text{Jumlah seluruh data}} \times 100\% \quad (3.7)$$

3.2.7 Pengalaman Pengguna

Pengujian oleh pengguna ditujukan untuk mengetahui keberhasilan alat usulan untuk memecahkan permasalahan. Selain itu, pengujian dilakukan untuk mengetahui kemudahan alat untuk digunakan oleh pengguna. Alat dinilai oleh pengguna berdasarkan beberapa aspek antara lain, *learnability*, *efficiency*, *memorability*, dan *satisfaction*[18]. Penilaian tersebut dilakukan pada formulir yang telah disediakan, bentuk formulir ditunjukkan pada Tabel 3.3. Aspek *learnability* untuk ditujukan untuk mengukur kemudahan penggunaan alat untuk dipahami oleh pengguna. Pengukuran kemudahan alat untuk digunakan oleh pengguna diukur berdasarkan aspek *efficiency*. Aspek *memorability* digunakan untuk mengukur kemudahan penggunaan alat untuk diingat oleh pengguna. Impresi pengguna dalam menggunakan alat dapat diukur berdasarkan aspek *satisfaction*. Survei dilakukan dengan cara mendemokan alat kepada responden. Hal tersebut dilakukan untuk mengenalkan tujuan dan alasan pembuatan alat, fungsi, dan cara pakai alat.

Tabel 3.3 Formulir penilaian pengalaman pengguna

<i>usefulness</i>							
Apakah Xmotify Mark 2 bekerja dengan baik?	Sangat Buruk	1	2	3	4	5	Sangat Baik
<i>efficiency</i>							
Apakah Xmotify Mark 2 mudah digunakan?	Sangat sulit	1	2	3	4	5	Sangat Mudah
Apakah dibutuhkan usaha yang besar dalam menggunakan	Tidak dibutuhkan	1	2	3	4	5	Dibutuhkan

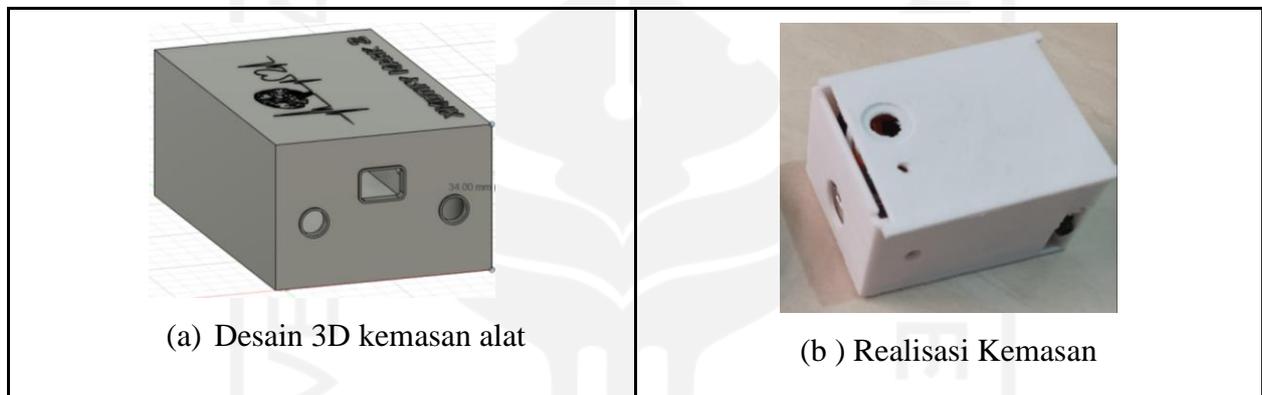
Xmotify Mark 2?							
<i>learnability</i>							
Apakah penggunaan Xmotify Mark 2 mudah dipahami?	Sangat sulit	1	2	3	4	5	Sangat mudah
<i>satisfaction</i>							
Apakah anda puas dengan kinerja Xmotify Mark 2	Sangat kecewa	1	2	3	4	5	Sangat Puas



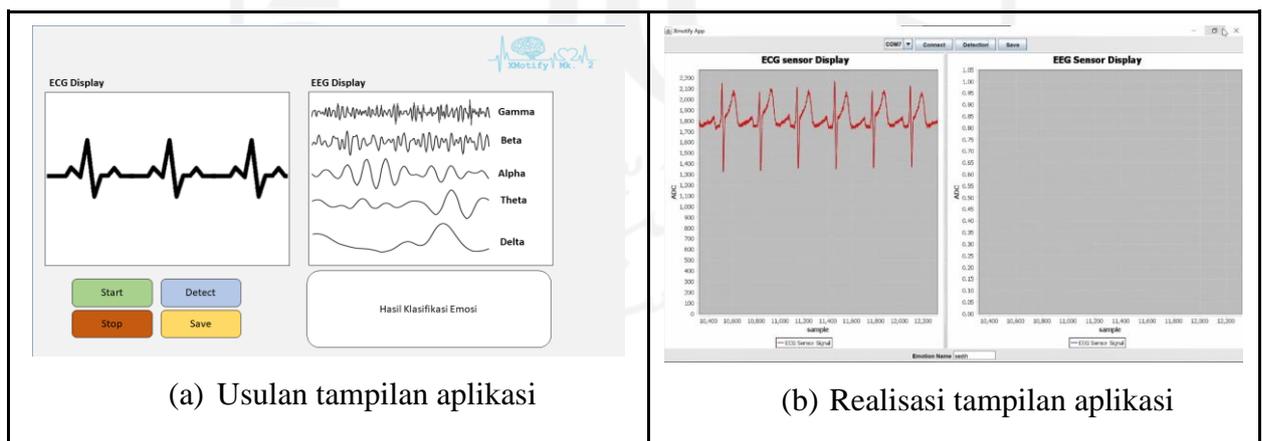
BAB 4: Hasil Perancangan Sistem

4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

Hasil perancangan sistem alat pengklasifikasi emosi berbasis sinyal jantung dan sinyal otak terdapat beberapa perubahan. Kesesuaian antara desain kemasan alat rancangan sistem dan realisasi dapat diamati pada Gambar 4.1. Desain kemasan alat memiliki pola desain yang sama, yaitu berbentuk kotak. Gambar 4.2 dapat diamati kesesuaian tampilan antarmuka aplikasi antara rancangan dengan realisasi. Perbedaan antarmuka aplikasi terdapat pada tombol dan kolom penampil emosi hasil klasifikasi alat. Pada aspek spesifikasi terjadi beberapa perubahan yang ditujukan untuk menyempurnakan sistem. Perubahan spesifikasi tersebut dapat diamati Tabel 4.1, dengan perubahan yang terjadi, yaitu dimensi kemasan alat, jenis serial komunikasi, antarmuka, dan sensor yang digunakan.



Gambar 4.1 Kesesuaian Desain Kemasan alat



Gambar 4.2 Kesesuaian desain tampilan aplikasi

Tabel 4.1 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang × lebar × tinggi)	9 × 6 × 5 cm	6,7 × 5,2 × 3,8 cm
2	Resolusi ADC	12 bit	12 bit
3	Serial komunikasi	Bluetooth 2.1	Bluetooth Low Energy
4	Catu daya	Baterai Li-ion 3.7 V 1200 mAh	Baterai Li-ion 3.7 V 1200 mAh
5	Frekuensi sampling	512 Hz	512 Hz
6	Antarmuka	USB Type-C	Micro USB
7	Sistem operasi	Windows	Windows
8	Jumlah kanal sensor EKG	EKG 3 channels: <ul style="list-style-type: none"> • 1 RA (Terletak di Lengan atau Dada Kanan) • 1 LL (Terletak di Perut Bagian Kanan) • 1 LA (Terletak di Lengan atau Dada Kiri) 	EKG 3 channels: <ul style="list-style-type: none"> • 1 RA (Terletak di Lengan atau Dada Kanan) • 1 LL (Terletak di Perut Bagian Kanan) • 1 LA (Terletak di Lengan atau Dada Kiri)
9	Toleransi kesalahan pembacaan kecepatan detak jantung	± 5 bpm	± 5 bpm
10	Sensor	EKG & EEG	EKG

4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Perencanaan dalam manajemen tim untuk realisasi perancangan alat terdapat beberapa perubahan alur waktu pengerjaan rancangan sistem dan biaya realisasi. Perubahan tersebut diakibatkan oleh beberapa hal eksternal, antara lain barang yang dikirimkan oleh penjual tidak dapat berfungsi dengan baik, sehingga terjadi perubahan alur waktu realisasi dengan alur waktu perencanaan. Perbandingan antara alur waktu realisasi pengerjaan dengan rencana pengerjaan ditunjukkan pada Tabel 4.2. Sedangkan untuk biaya realisasi, perubahan terjadi diakibatkan biaya pengiriman komponen dan komponen yang telah tersedia. Tabel 4.3 berisi perbandingan antara usulan biaya dengan realisasi biaya implementasi.

Tabel 4.2 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Februari – Maret	Februari - Maret

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
2	Pengambilan data referensi	Mei - Juni	Mei - Juni
3	Pengujian sensor yang digunakan	Mei - Juni	Mei - Juni
4	Perancangan alat	Maret - Mei	Maret - Juli
5	Pengujian dan validasi alat	April - Mei	Juni - Juli
6	Pengumpulan laporan akhir	Juli	Juli
7	Expo	Agustus	Agustus

Tabel 4.3 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

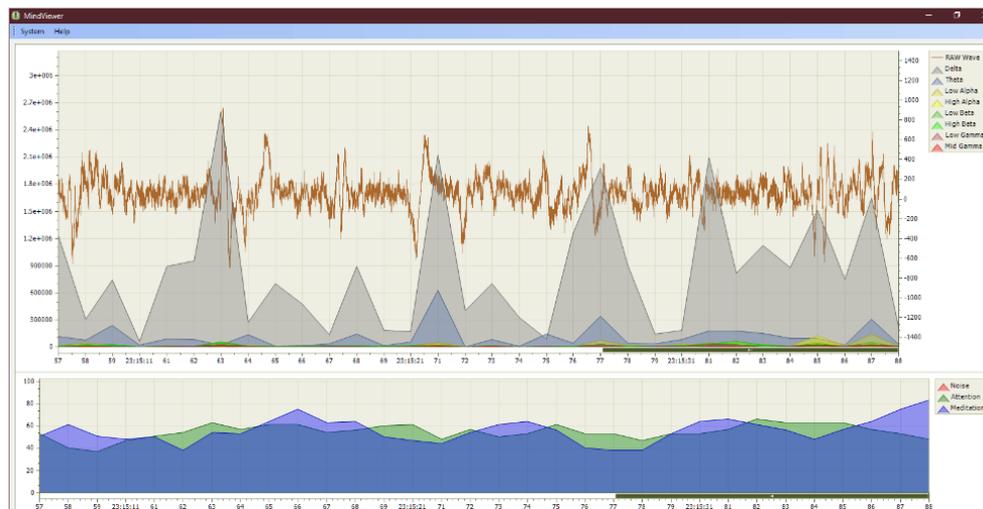
No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	WEMOS LOLIN 32	1 pc	Rp. 161.153,-	1 pc	Rp. 114.100,-
2	Baterai Li-ion 3,7 V 1000 mAh	1 pc	Rp. 90.00,-	1 pc	Rp. 86.000,-
3	Modul Charger Li-ion Micro USB	1 pc	Rp. 5.000,-	1 pc	Rp. 5.000,-
4	Modul Sensor EEG	1 pc	Rp. 750.000,-	1 pc	Rp. 1.414.000,-
5	Modul Sensor EKG	1 pc	Rp. 80.000,-	1 pc	Rp. 72.500,-
6	Biaya pembuatan kemasan	1 Kg	Rp. 160.000,-	29,5 gr	Rp. 44.250,-
7	Kabel Jumper	25 pcs	Rp. 10.000,-	25 pcs	Rp. 10.000,-
8	LED 5 mm	5 pcs	Rp. 3.750,-	5 pcs	Rp. 3.750,-
9	Resistor 100 Ohm	5 pcs	Rp. 625,-	5 pcs	Rp. 625,-
10	Switch Button	2 pcs	Rp. 10.000,-	2 pcs	Rp. 10.000,-
	Total		Rp. 1.430.528,-	Total	Rp. 1.760.225,-

4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi

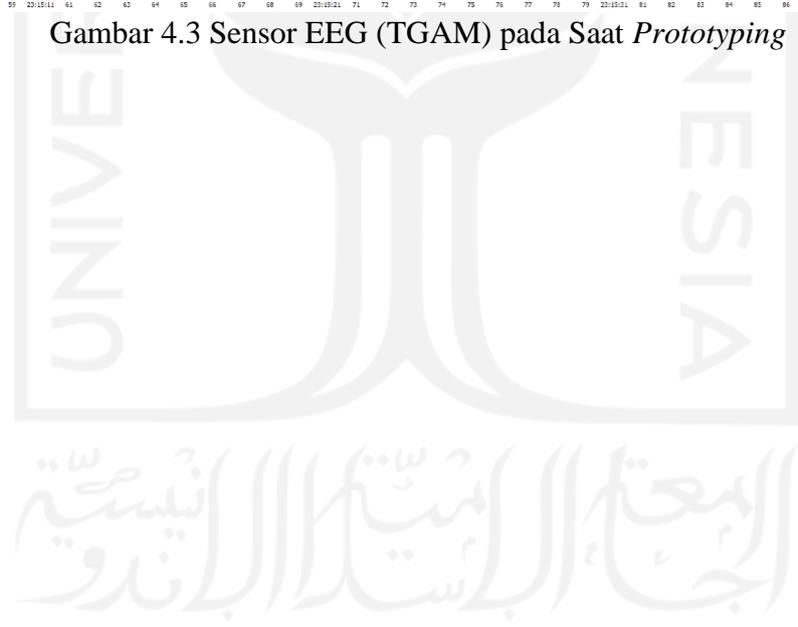
Perubahan realisasi rancangan dari perencanaan terjadi dikarenakan oleh beberapa hal, yaitu penyempurnaan alat, kondisi komponen yang dikirimkan oleh pedagang, perubahan jadwal, dan hasil diskusi antara tim dengan dosen pembimbing. Berikut aspek yang terjadi perubahan beserta pembahasan yang lebih mendalam:

- Selaras dengan pembahasan pada Sub Bab 4.1 dan Sub Bab 4.2 dicapai persentase kesesuaian sebesar 62%.
- Ketidaksesuaian spesifikasi realisasi dengan perancangan terdapat pada aspek dimensi, serial komunikasi, sensor EEG, dan antarmuka. Perubahan dimensi menjadi lebih kecil ditujukan

untuk meningkatkan kenyamanan klien pada saat menggunakan Xmotify Mark 2. Serial komunikasi menjadi *bluetooth low energy* (BLE) agar penggunaan daya baterai semakin berkurang dan dapat menghemat ruang pada kemasan dikarenakan fitur telah terintegrasi dengan *board* mikrokontroler yang digunakan. Terjadi kerusakan pada sensor EEG sebanyak dua kali, pada sensor EEG yang pertama tidak dapat bekerja pada saat *prototyping* dan yang kedua karena sensor cacat produksi, sehingga menyebabkan diperlukan pembelian kembali. Sensor EEG baru terdapat kendala berupa keterlambatan pengiriman.



Gambar 4.3 Sensor EEG (TGAM) pada Saat *Prototyping*



BAB 5: Implementasi Sistem dan Analisis

5.1 Hasil dan Analisis Implementasi

Hasil implementasi rancangan dapat diukur melalui hasil pengujian dan uji coba yang telah dilakukan, antara lain pengujian sensor dan pengujian validitas alat.

5.1.1 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor yang di awal rencana untuk sensor EKG dan EEG pada realisasinya pengujian dilakukan untuk sensor EKG. Sensor EEG yang akan digunakan tidak dapat berfungsi. Hasil pengukuran sinyal jantung dari alat rancangan dengan alat yang telah terstandarisasi medis terdapat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Sinyal Jantung

Alat Rancangan (BPM)	Alat Terstandarisasi (BPM)	Nilai Error (BPM)
86	80	6
90	89	1
96	94	2
94	96	2
84	82	2
84	88	4
Rata – Rata Nilai Error (BPM)		2,8
Standar Deviasi (BPM)		1,67

Berdasarkan analisis hasil pengukuran sinyal jantung tersebut diperoleh nilai rata-rata selisih antara pengukuran sinyal jantung pada alat rancangan dengan alat terstandarisasi sebesar 2,8 BPM, dengan standar deviasi sebesar 1,67 BPM. Perhitungan rata-rata selisih hasil pengukuran kecepatan detak jantung dan standar deviasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Rata – Rata Selisih Heart Rate} = \frac{\sum_{i=1}^n (HR_r - HR_t)}{N} \quad (5.1)$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^6 (HR_r - HR_t)}{6}$$

$$BPM = 2,8 \quad (5.2)$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (HR_r - \underline{HR})^2}{N - 1}} \quad (5.3)$$

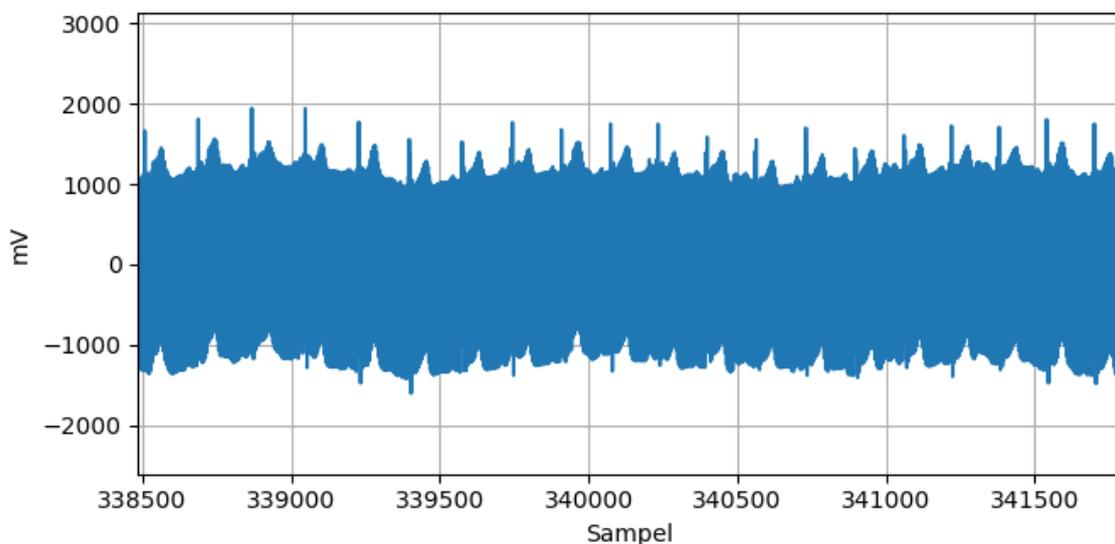
$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (HR_r - \underline{HR})^2}{6 - 1}}$$

$$\text{Standar Deviasi} = 1,67 \text{ BPM} \quad (5.4)$$

Nilai rata-rata selisih *Heart Rate* tersebut menunjukkan angka yang sudah sesuai dengan rancangan yang diusulkan. Rancangan usulan memiliki nilai toleransi kesalahan pembacaan kecepatan detak jantung sebesar ± 5 BPM.

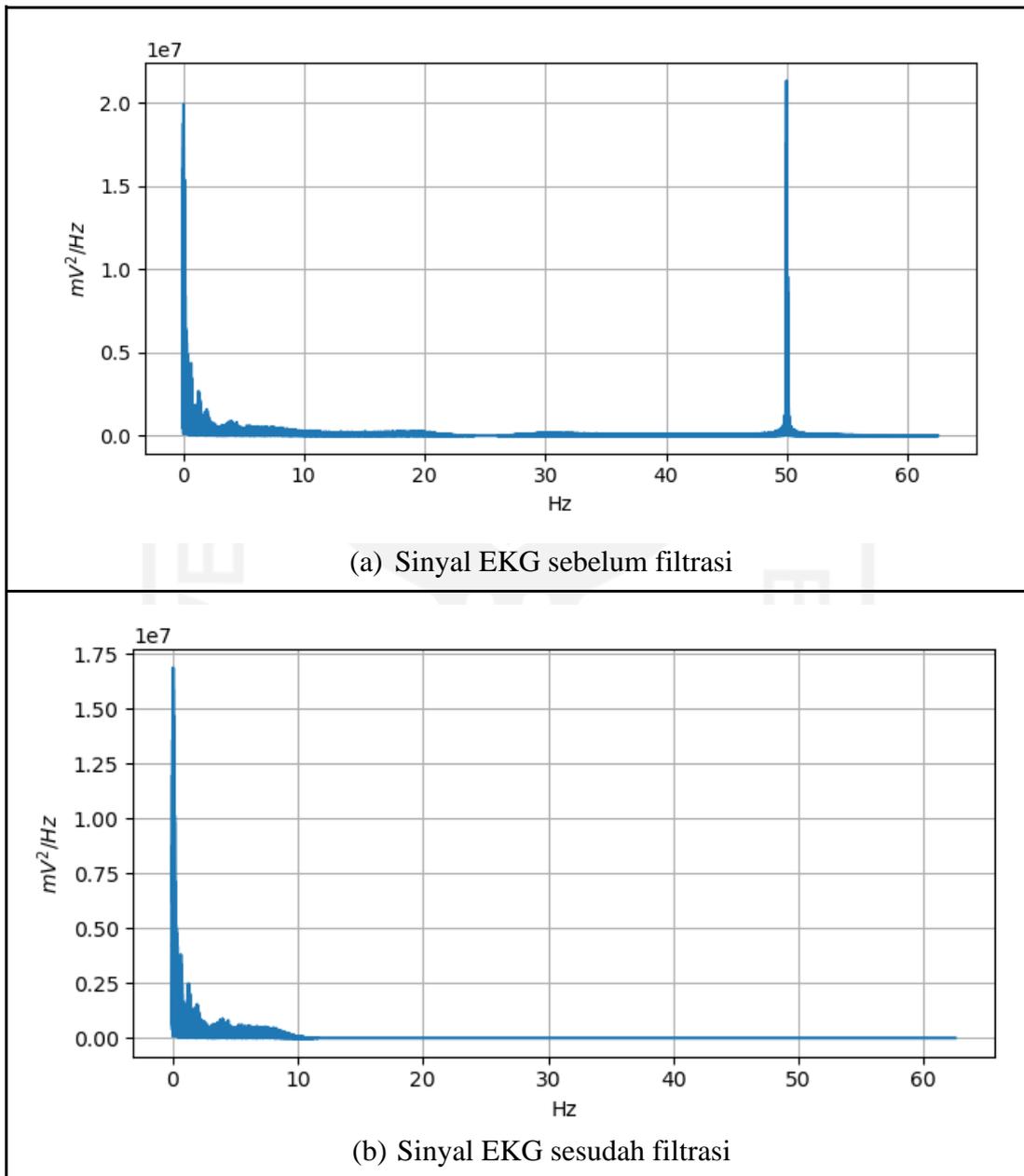
5.1.2 Hasil dan Analisis Uji Coba Elektrokardiogram (EKG)

Uji coba EKG diperoleh hasil berupa parameter sinyal jantung yang akan digunakan untuk mengklasifikasikan emosi. Hasil pengujian EKG berupa sinyal jantung dari salah satu subjek dapat dilihat pada Gambar 5.1. Sinyal jantung tersebut kemudian difiltrasi dan dideteksi puncak R.



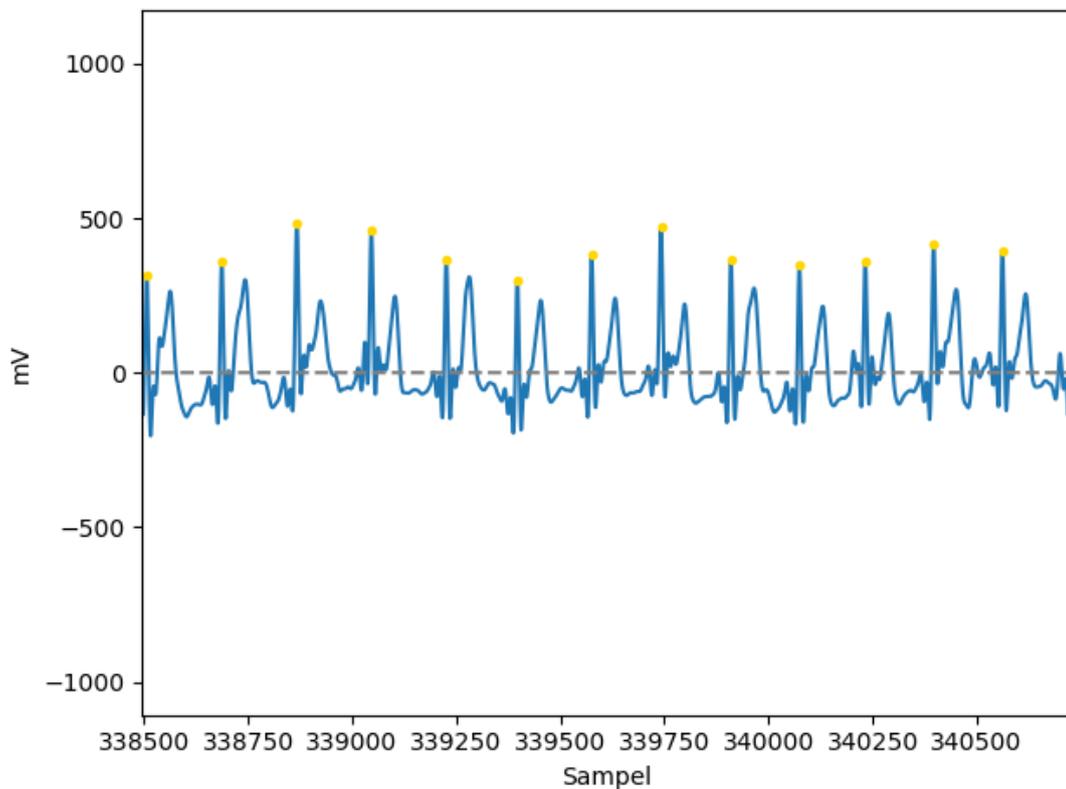
Gambar 5.1 Grafik sinyal jantung hasil pengujian EKG

Filter yang digunakan berjenis filter *bandpass*, dikarenakan frekuensi yang dilewatkan berada pada rentang frekuensi 0,5 Hz sampai 10 Hz. Filter tersebut berhasil melewatkan frekuensi sinyal jantung, sehingga puncak R dapat dideteksi. Perbandingan antara sinyal jantung sebelum dan sesudah filtrasi dapat diamati pada Gambar 5.2. Perbandingan tersebut berada pada domain frekuensi, agar *noise* dapat diketahui letaknya.



Gambar 5.2 Hasil pengaplikasian filter pada sinyal EKG

Puncak R yang telah terdeteksi dari sinyal jantung salah satu subjek dapat diamati pada Gambar 5.3. Parameter sinyal jantung yang akan digunakan untuk klasifikasi emosi antara lain, *mean RR*, *SDRR*, *CVRR*.



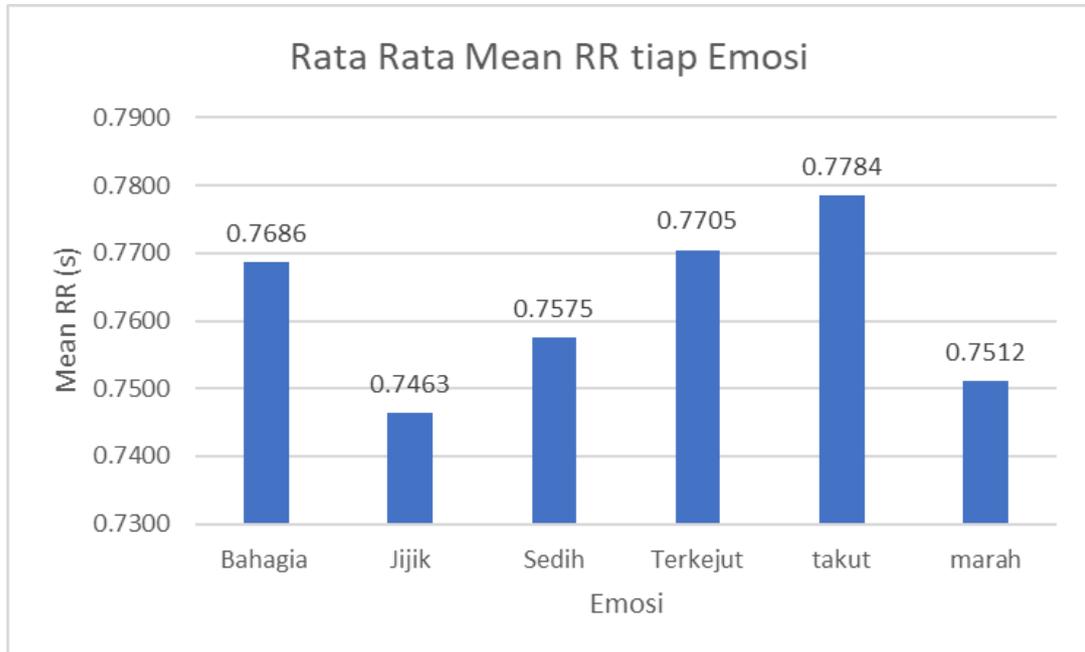
Gambar 5.3 Grafik sinyal jantung dengan puncak R telah terdeteksi

Setelah diperoleh *R-R Interval* dilakukan analisis HRV. Tabel 5.2 merupakan hasil analisis HRV dari data *R-R Interval*. Analisis HRV sinyal jantung dilakukan pada data dalam rentang waktu lima menit dengan jumlah data 75000. Parameter sinyal jantung dihitung berdasarkan Persamaan 3.1 sampai Persamaan 3.4.

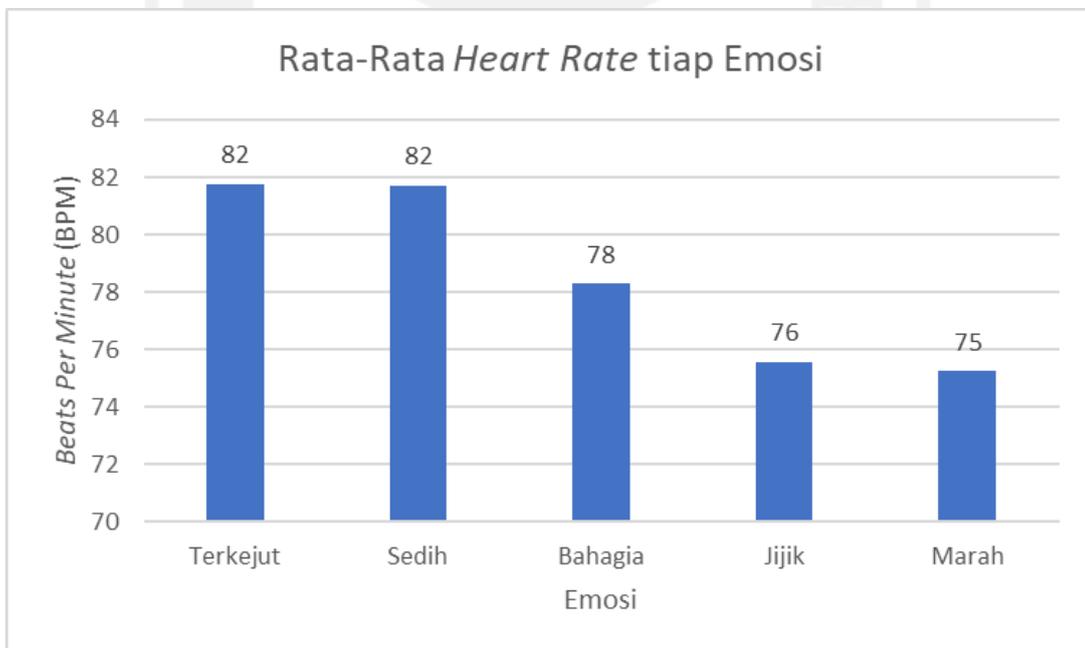
Tabel 5.2 Analisis HRV untuk mendapatkan parameter sinyal jantung

Parameter	Nilai
<i>Mean RR</i>	0.7580 detik
Kecepatan Detak Jantung	79 BPM
<i>SDRR</i>	0.1410 detik
<i>CVRR</i>	18.6046 %

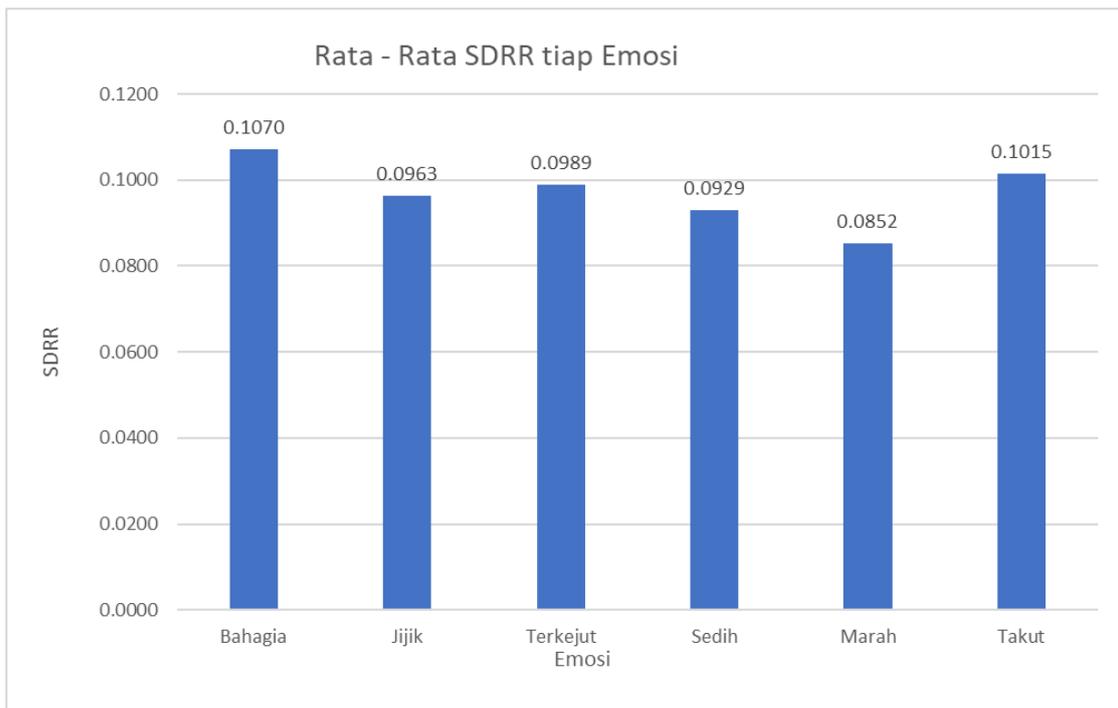
Analisis HRV dilakukan untuk setiap emosi yang dirasakan subjek. Rata-rata nilai parameter sinyal jantung untuk setiap emosi ditunjukkan melalui grafik pada Gambar 5.4 hingga Gambar 5.7. Perbedaan parameter sinyal jantung pada setiap emosi tersebut tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan setiap emosinya.



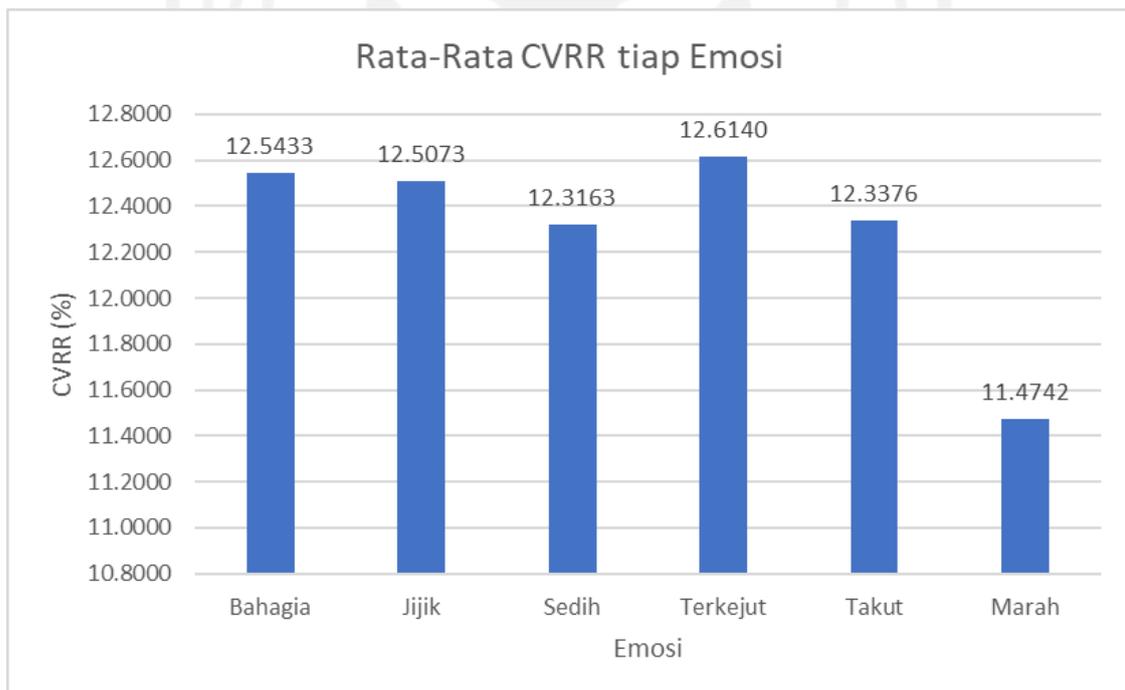
Gambar 5.4 Rata-rata nilai *Mean RR* untuk setiap emosi



Gambar 5.5 Rata-rata nilai *Heart Rate* setiap emosi



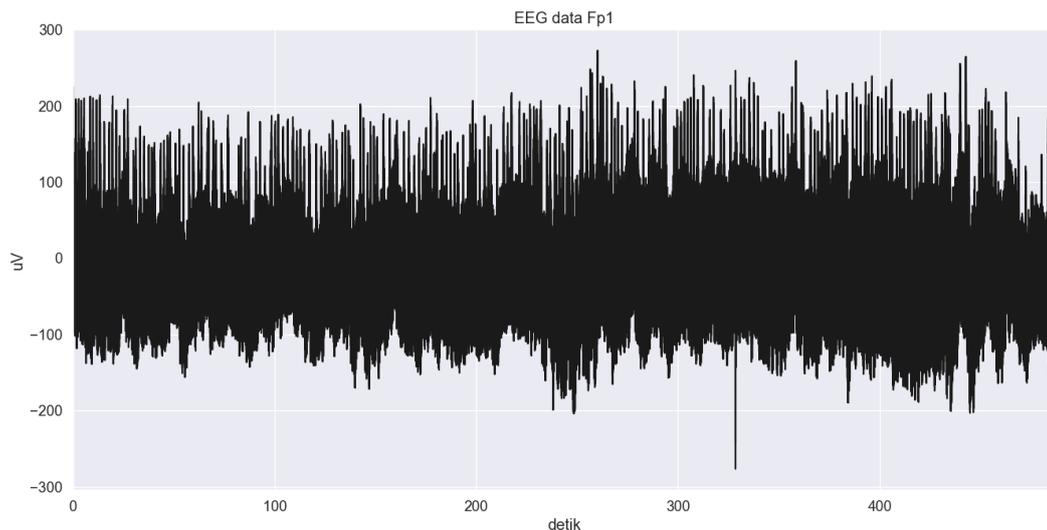
Gambar 5.6 Rata-rata nilai SDRR setiap emosi



Gambar 5.7 Rata-rata nilai CVRR setiap emosi

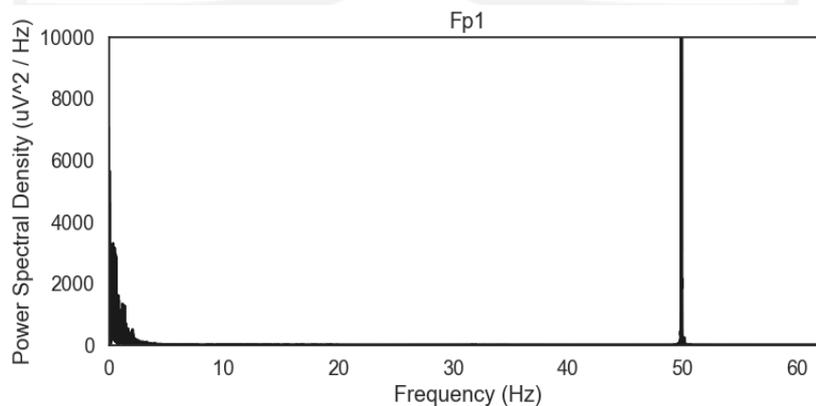
5.1.3 Hasil dan Analisis Uji Coba *Electroencephalography* (EEG)

Analisis hasil uji coba EEG dilakukan dalam rentang frekuensi *alpha* dan *beta*. Hal tersebut dikarenakan rentang frekuensi *alpha* dan *beta* bekerja saat subjek dalam kondisi rileks dan sadar. Analisis *power ratio* dilakukan pada kanal Fp1 dan F3, dikarenakan berdasarkan informasi hasil studi literatur kanal tersebut memiliki reaksi yang signifikan terhadap perubahan emosi[19]. Data sinyal otak dari salah satu subjek yang merupakan hasil uji coba EEG dapat diamati pada Gambar 5.8. Data tersebut kemudian dilakukan transformasi *fourier* dan pemecahan menjadi tiap jenis rentang gelombang otak.



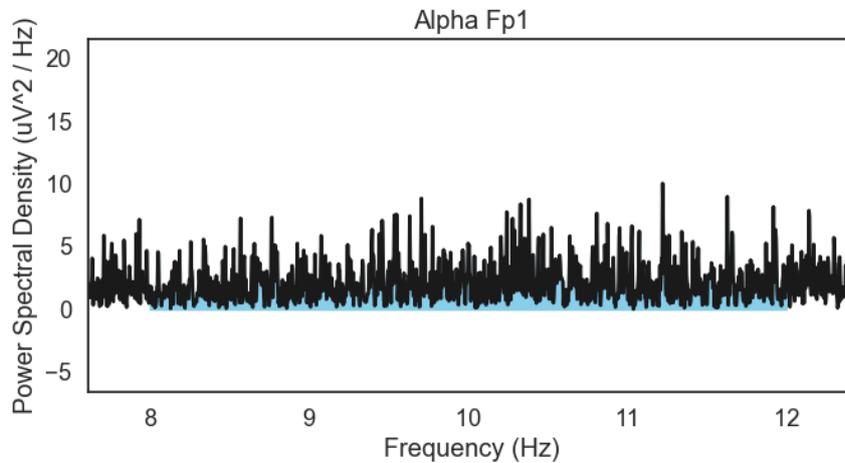
Gambar 5.8 Grafik sinyal otak hasil uji coba EEG

Hasil pengubahan sinyal otak dalam domain frekuensi dapat diamati pada Gambar 5.9. Lebar *window* yang digunakan yaitu selama lima menit, karena disesuaikan dengan durasi stimulus emosi. Kemudian untuk mendapatkan kuat rentang jenis gelombang tertentu, dilakukan *plotting*.



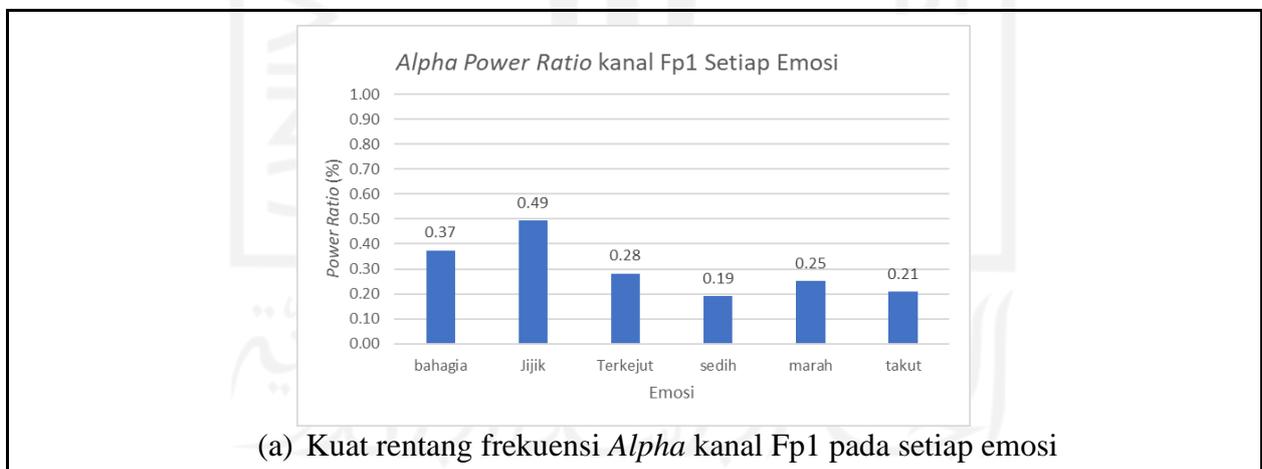
Gambar 5.9 Grafik sinyal otak dalam domain frekuensi

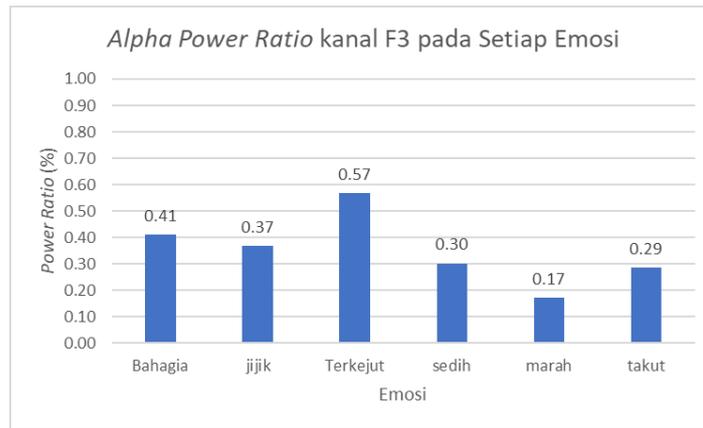
Gambar 5.10 dapat dilihat hasil pengkategorian gelombang *Alpha* dari kanal Fp1 subjek uji coba. Kuat rentang gelombang *Alpha* dapat diketahui dengan menjumlahkan *power spectral density* dalam rentang frekuensi 8 Hz hingga 12 Hz.



Gambar 5.10 Hasil pengkategorian *Alpha Band* kanal Fp1

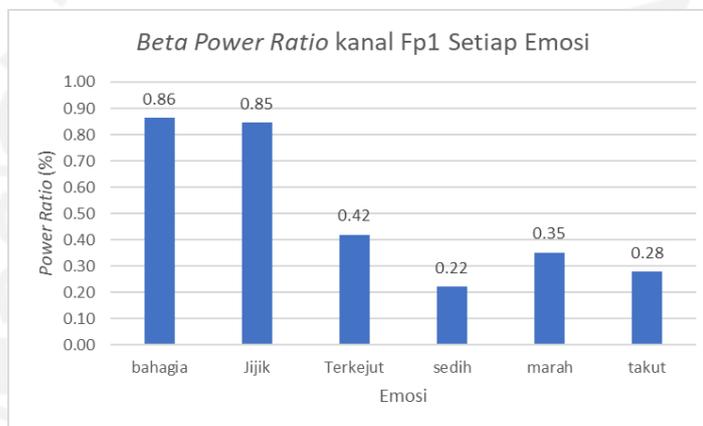
Analisis kemudian dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata *power ratio* pada setiap emosi. Gambar 5.11 dapat diamati perbedaan *Alpha Power Ratio* kanal Fp1 dan F3 pada setiap emosi. Perbedaan *Alpha power ratio* pada setiap kanal tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada setiap emosi. Gambar 5.12 dapat diamati untuk nilai *Beta Power Ratio* kanal Fp1 dan F3 untuk setiap emosi. Perbedaan yang tidak signifikan pada setiap emosi juga ditunjukkan pada *Beta Power Ratio*.



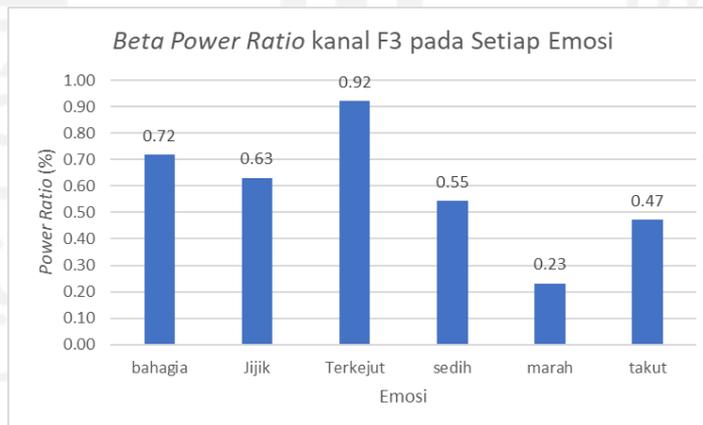


(b) Kuat rentang frekuensi *Alpha* kanal F3 pada setiap emosi

Gambar 5.11 *Alpha Power Ratio* kanal Fp1 dan F3 pada setiap emosi



(a) Kuat Rentang Frekuensi *Beta* kanal Fp1 pada Setiap Emosi



(b) Kuat Rentang frekuensi *Beta* kanal F3 pada Setiap Emosi

Gambar 5.12 *Beta Power Ratio* kanal Fp1 dan F3 pada setiap emosi

5.1.4 Hasil Klasifikasi

Eksperimen dengan subjek 18 mahasiswa tingkat akhir Universitas Islam Indonesia berjenis kelamin laki-laki terlaksana dengan hasil berupa nilai parameter sinyal jantung pada setiap emosi, yaitu *Mean RR*, *SDRR*, dan *CVRR*. Jenis emosi yang dirasakan subjek, yaitu bahagia, sedih, jijik, marah, takut, dan terkejut. Hasil eksperimen dari beberapa subjek beserta emosi yang dirasakan dapat diamati pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Data parameter sinyal jantung

No.	Mean RR(s)	SDRR(s)	CVRR %	Emosi
1	0.8555	0.2468	28.85	Bahagia
2	0.8253	0.2345	28.42	Jijik
3	0.8739	0.2382	27.26	Jijik
4	0.6622	0.0944	14.26	Sedih
5	0.6586	0.1211	18.39	Sedih
6	0.7051	0.1801	25.54	Sedih
7	0.7191	0.1743	24.24	Terkejut
8	0.7744	0.0601	7.76	Terkejut
9	0.8007	0.0549	6.86	Sedih
10	0.7861	0.0622	7.91	Sedih
11	0.7764	0.0401	5.16	Sedih
12	0.8424	0.0382	4.53	Bahagia
13	0.8145	0.0389	4.77	Bahagia
14	0.7693	0.0505	6.56	Bahagia
15	0.8309	0.0671	8.07	Jijik
16	0.8385	0.0421	5.02	Jijik
17	0.8167	0.053	6.49	Marah
18	0.8226	0.0324	3.94	Marah
19	0.8111	0.1672	20.61	Takut
20	0.8030	0.0386	4.80	Bahagia

Parameter *Mean RR*, kecepatan detak jantung (BPM), *SDRR*, dan *CVRR* dijadikan sebagai variabel bebas untuk pemodelan setiap emosi dengan metode regresi logistik multinomial.

Variabel terikat yang digunakan yaitu emosi yang dirasakan oleh subjek. Emosi yang dirasakan oleh subjek diubah dalam bentuk skala nominal, dimana untuk emosi Bahagia = 1, Jijik = 2, Sedih = 3, Terkejut = 4, Marah = 5, dan Takut = 6. Pemodelan regresi logistik multinomial akan diperoleh lima model. Kategori emosi bahagia akan dijadikan sebagai referensi. Berikut merupakan pemodelan untuk setiap kategori emosi.

Model 1

$$\log \frac{p(\text{Jijik})}{p(\text{Bahagia})} = -98,284 + 58,677 \text{Mean}_{RR} + 58,717 \text{SDRR} - 0,466 \text{CVRR} \quad (5.5)$$

Model 2

$$\log \frac{p(\text{Sedih})}{p(\text{Bahagia})} = -64,023 + 45,89 \text{Mean}_{RR} - 116,225 \text{SDRR} + 0,841 \text{CVRR} \quad (5.6)$$

Model 3

$$\log \frac{p(\text{Terkejut})}{p(\text{Bahagia})} = 76,882 - 54,867 \text{Mean}_{RR} - 7,621 \text{SDRR} - 0,092 \text{CVRR} \quad (5.7)$$

Model 4

$$\log \frac{p(\text{Marah})}{p(\text{Bahagia})} = -119,82 + 87,902 \text{Mean}_{RR} - 143,611 \text{SDRR} - 0,966 \text{CVRR} \quad (5.8)$$

Model 5

$$\log \frac{p(\text{Marah})}{p(\text{Bahagia})} = 1,597 + 8,297 \text{Mean}_{RR} - 106,006 \text{SDRR} - 0,83 \text{CVRR} \quad (5.9)$$

Nilai peluang dari setiap kategori dapat diperoleh dari model regresi logistik multinomial. Nilai peluang untuk setiap kategori disimbolkan sebagai berikut, p(B) = peluang emosi bahagia, p(J) = peluang emosi jijik, p(S) = peluang emosi sedih, p(K) = peluang emosi terkejut, p(M) = peluang emosi marah, dan p(T) = peluang emosi takut. Model regresi logistik multinomial pada tiap dilakukan penyederhanaan sebagai berikut:

$$\log \frac{P(M_i)}{p(M_j)} = \text{RHS}_{Mi} \quad (5.10)$$

Keterangan:

RHS_Mi = Model Regresi Logistik Multinomial tiap Kategori Emosi

Nilai peluang dari setiap kategori emosi diperoleh dengan perhitungan menggunakan persamaan berikut:

$$p(M_i) = P(M_j). \exp (RHS M_i) \quad (5.11)$$

Nilai peluang dari setiap kategori dapat diperoleh apabila nilai peluang referensi telah diketahui. Maka dari itu untuk mengetahui nilai peluang referensi dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut:

$$p(M_j) = \frac{1}{1 + \exp (RHS M_j + \dots + RHS M_i)} \quad (5.12)$$

Nilai peluang yang besar dapat menunjukkan hasil emosi berdasarkan parameter sinyal jantung. Tabel 5.4 berisi data parameter sinyal jantung dan emosi yang dirasakan subjek. Data tersebut dianalisis untuk mengetahui nilai peluang tertinggi berdasarkan model regresi logistik multinomial.

Tabel 5.4 Data sampel untuk pengujian pengujian model

No.	Mean RR(s)	SDRR(s)	CVRR %	Emosi
1.	0,7693	0,0505	6,56	Bahagia
2.	0,6622	0,0944	14,26	Sedih
3.	0,8385	0,0421	5,02	Jijik
4.	0,7744	0,0601	7,76	Terkejut
5.	0,8226	0,0324	3,94	Marah
6.	0,8111	0,1672	20,61	Takut

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diperoleh nilai peluang dari data sampel. Hasil pengujian menunjukkan terdapat tiga data yang menunjukkan hasil yang tepat, yaitu emosi bahagia, emosi sedih, dan emosi marah. Tabel 5.5 berisi data nilai peluang dari setiap kategori emosi.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Data Terhadap Model setiap Kategori Emosi

No.	p(B)	p(J)	p(S)	p(K)	p(M)	p(T)	Nilai p Tertinggi	Emosi
1	0,3227	0,1179	0,2811	0,1304	0,1478	4×10^{-5}	0,3227	Bahagia
2	0,1697	0,2251	0,403	0,1084	0,0937	4×10^{-6}	0,403	Sedih

No.	p(B)	p(J)	p(S)	p(K)	p(M)	p(T)	Nilai p Tertinggi	Emosi
3	0,2027	0,0711	0,2829	0,0326	0,4107	3×10^{-5}	0,4107	Marah
4	0,3345	0,1206	0,274	0,1341	0,1368	4×10^{-5}	0,3345	Bahagia
5	0,2124	0,0675	0,2969	0,0422	0,3809	3×10^{-5}	0,3809	Marah
6	0,4567	0,2376	0,1062	0,1765	0,0229	9×10^{-5}	0,4567	Bahagia

Analisis nilai peluang kemudian dibandingkan dengan persentase kebenaran dari hasil klasifikasi antara data pengamatan dengan nilai prediksi. Tabel 5.6 berisi data hasil klasifikasi yang berupa persentase kebenaran antara data pengujian dengan nilai prediksi. Persentase kebenaran yang sangat kecil terdapat emosi terkejut dan emosi takut. Sehingga, emosi yang dapat diklasifikasikan oleh sistem yaitu bahagia, jijik, sedih, dan marah.

Tabel 5.6 Klasifikasi antara Pengamatan dengan Nilai Prediksi

Pengamatan	Prediksi						Persentase Kebenaran
	Bahagia	Jijik	Sedih	Terkejut	Marah	Takut	
Bahagia	20	1	9	1	3	1	57%
Jijik	11	4	6	0	1	0	18,2%
Sedih	15	2	17	0	1	0	48,6%
Terkejut	6	0	10	0	0	0	0%
Marah	7	1	5	0	2	0	13,3%
Takut	12	3	3	0	0	0	0%
Persentase Keseluruhan	50,4%	7,8%	35,5%	0,7%	5,0%	0,7%	30,5%

5.1.5 Hasil Validasi Alat

Validasi alat pengklasifikasi emosi berbasis sinyal otak hanya digunakan sensor EKG. Hal tersebut dikarenakan sensor EEG yang akan digunakan tidak berfungsi. Sehingga proses

klasifikasi emosi dilakukan dengan fitur sinyal jantung. Terdapat lima subjek yang digunakan pada validasi alat. Data hasil pengujian validitas alat dapat diamati pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Validasi Alat

Nama Subjek	Kemunculan Emosi Pada Pengujian							
	Video bahagia		Video Sedih		Video Jijik		Video Marah	
	Emosi Subjek	Hasil Deteksi	Emosi Subjek	Hasil Deteksi	Emosi Subjek	Hasil Deteksi	Emosi Subjek	Hasil Deteksi
Subjek 1	Bahagia	Sedih	Sedih	Sedih	Jijik	Sedih	Bahagia	Sedih
Subjek 2	Bahagia	Sedih	Sedih	Sedih	Jijik	Sedih	Marah	Sedih
Subjek 3	Bahagia	Sedih	Sedih	Sedih	Jijik	Sedih	Marah	Sedih
Subjek 4	Bahagia	Sedih	Sedih	Sedih	Jijik	Sedih	Marah	Sedih
Subjek 5	Bahagia	Sedih	Sedih	Sedih	Bahagia	Sedih	Bahagia	Sedih

Hasil pengujian validitas alat menunjukkan bahwa alat hanya dapat mendeteksi emosi sedih. Hal tersebut ditunjukkan hasil pendeteksian berupa emosi sedih. Kesalahan pendeteksian tersebut dapat terjadi karena model yang digunakan kurang memiliki basis data cukup akurat untuk mengkategorikan emosi selain sedih, hal tersebut ditunjukkan pada hasil persentase masing-masing emosi pada model.

5.2 Pengalaman Pengguna

Pengujian alat pengklasifikasi emosi berbasis sinyal jantung dan sinyal otak oleh pengguna diperoleh berbagai respon yang dapat diamati pada Tabel 5.8. Pengguna dalam pengujian ini yaitu mahasiswa Program Studi Psikologi. Pemilihan responden tersebut dikarenakan ilmu yang dipelajari oleh responden berkaitan dengan alat yang telah dirancang. Respon yang diberikan oleh pengguna dijadikan sebagai evaluasi untuk pengembangan berikutnya.

Tabel 5.8 Rekapitulasi hasil survei pengalaman pengguna

Pertanyaan	Responden	
	Responden 1	Responden 2
Apakah Xmotify Mark 2 bekerja dengan baik?	Baik	Baik
Apakah Xmotify Mark 2 mudah digunakan?	Mudah	Sangat Mudah
Apakah dibutuhkan usaha yang besar dalam menggunakan Xmotify Mark 2?	Biasa	Tidak
Apakah penggunaan Xmotify Mark 2 mudah dipahami?	Biasa	Sangat Mudah

Pertanyaan	Responden	
	Responden 1	Responden 2
Apakah anda puas dengan kinerja Xmotify Mark 2	Puas	Puas

Hasil survei kepada mahasiswa Program Studi Psikologi menunjukkan bahwa kebutuhan untuk diagnosis klien dapat terpenuhi. Selain itu terdapat beberapa saran berupa perbaikan bentuk alat dan kadar emosi yang dirasakan. Saran tersebut dijadikan sebagai pengembangan untuk perancangan berikutnya.

5.3 Dampak Implementasi Sistem

Rancangan alat pengklasifikasi emosi berbasis sinyal jantung dan sinyal otak terdapat dampak terhadap beberapa aspek. Aspek yang terdampak dengan diimplementasikan alat rancangan antara lain, aspek teknologi, aspek ekonomi, aspek kesehatan, dan aspek lingkungan.

5.3.1 Teknologi/Inovasi

Alat pengklasifikasi emosi ditujukan kepada psikolog maupun psikiater untuk mendapatkan data emosi klien yang lebih objektif. Hal tersebut dikarenakan pada sistem klasifikasinya digunakan sinyal jantung dan sinyal otak. Penelitian mengenai pengklasifikasian emosi berbasis sinyal tubuh telah ada sebelumnya yang telah dilakukan oleh Pramudya Rakhmadyansyah Sofyan, Diandri Perkasa Putra, dan Rizdha Wahyudi. Penelitian tersebut berjudul *Xmotify : Experimental Emotion Classifier* sebagai Alat Ukur Emosi Berbasis Sinyal Biologis Tubuh. Sinyal biologis tubuh yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu sinyal jantung. Sinyal jantung yang diperoleh dari sensor *Photoplethysmograph* (PPG) rentan terdistraksi oleh gerakan klien dan cahaya sekitar. Selain hal tersebut, emosi yang terklasifikasi pada penelitian sebelumnya hanya terbagi menjadi dua emosi. Perbandingan alat hasil perancangan dengan hasil penelitian sebelumnya ditunjukkan pada Tabel 5.3. Perbandingan dilakukan antara fitur atau komponen antara alat hasil perancangan dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Adapun tujuan perbandingan fitur atau komponen tersebut untuk mengetahui dampak alat klasifikasi emosi berbasis sinyal jantung dan sinyal otak terhadap perkembangan teknologi.

Tabel 5.3 Perbandingan fitur hasil perancangan dengan penelitian sebelumnya

No	Fitur/Komponen	Xmotify Mark 2	Xmotify
1	Jumlah emosi yang dapat diklasifikasikan	Empat emosi (Bahagia, Sedih, Marah, dan Jijik)	Dua emosi (positif dan negatif)
2	Komunikasi nirkabel	<i>Bluetooth</i>	tidak ada

No	Fitur/Komponen	Xmotify Mark 2	Xmotify
3	Sensor sinyal jantung	EKG (Elektrokardiogram)	PPG (<i>Photoplethysmograph</i>)

5.3.3 Ekonomi

Xmotify Mark 2 dirancang dengan biaya rendah dibandingkan dengan alat EKG dan EEG portabel yang terdapat di lokapasar. Tabel 5.4 berisi perbandingan antara biaya pembuatan Xmotify Mark 2 dengan harga EKG dan EKG portabel.

Tabel 5.4 Perbandingan harga

No	Pembanding	Xmotify Mark 2	EMOTIV EPOC +	<i>Neurosky Mindwave EEG Headset</i>
1	Harga	Rp. 1.760.225,-	Rp. 10.461.688,-	Rp. 3.240.000,-

5.3.4 Kesehatan

Alat Xmotify Mark 2 dapat membantu klien dari psikolog atau psikiater dalam mendapatkan penanganan yang tepat. Subjektivitas yang sebelumnya kerap menyulitkan psikolog atau psikiater untuk mendiagnosis klien akan semakin berkurang.

5.3.5 Lingkungan

Elektroda basah sekali pakai yang digunakan pada sensor EKG dibutuhkan penanganan khusus. Dikarenakan limbah elektroda basah sekali pakai tergolong limbah medis padat sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 7 Tahun 2019. Penanganan limbah medis yang tidak tepat dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

BAB 6: Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sebagai berikut:

1. Hasil kalibrasi sensor EKG sesuai dengan toleransi kesalahan pembacaan, yaitu sebesar ± 5 BPM. Kesalahan pembacaan dari sensor EKG alat rancangan sebesar $2,8 \pm 1,67$ BPM.
2. Video stimulus yang digunakan efektif untuk membangkitkan emosi bahagia, sedih, jijik, dan marah. Efektifitas tersebut ditunjukkan melalui persentase kebenaran untuk setiap emosi tersebut, yaitu 57% untuk bahagia, 48% untuk sedih, 18,2% untuk jijik, dan 13,3% untuk marah.
3. Nilai rata-rata fitur sinyal jantung dan sinyal otak pada setiap emosi tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Sehingga klasifikasi emosi berdasarkan nilai rata-rata kurang efektif.
4. Berdasarkan hasil validasi alat, alat hanya dapat mendeteksi emosi sedih. Hal tersebut ditunjukkan dengan hasil deteksi emosi setiap subjek menunjukkan emosi sedih. Penyebab terjadinya kesalahan deteksi diakibatkan kurangnya variasi data yang digunakan untuk pemodelan emosi. Sehingga alat tidak dapat dijadikan sebagai rujukan utama tenaga ahli kesehatan mental dalam mendiagnosis klien.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem, diperoleh beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan sistem dimasa depan, diantaranya:

1. Penggunaan jenis video stimulus yang lebih efektif dalam membangkitkan setiap emosi subjek dibandingkan dengan stimulasi video.
2. Penambahan sensor lain, seperti EEG atau kelembaban kulit. Sehingga diperoleh fitur sinyal biologis yang lebih bervariasi dan hasil klasifikasi semakin akurat.
3. Peningkatan jumlah subjek eksperimen untuk mendapatkan data perubahan sinyal biologis yang lebih bervariasi.

Daftar Pustaka

- [1] R. Tuasikal, "Kesehatan Jiwa: Indonesia Makin Sadar tapi Terganjil Stigma," Bandung, Indonesia, Oktober 2019. Accessed: Jul. 15, 2022. [Online]. Available: <https://www.voaindonesia.com/a/kesehatan-jiwa-indonesia-makin-sadar-tapi-terganjal-stigma/5125203.html>
- [2] S. Sudman, "Reducing Response Error in Surveys," *The Statistician*, vol. 29, no. 4, p. 237, Dec. 1980, doi: 10.2307/2987730.
- [3] M. S. Henry and N. S. Raju, "The effects of trait and situational impression management on a personality test: an empirical analysis," *Impr. Manag.*, p. 21.
- [4] S. Kaplan, R. S. Dalal, and J. N. Luchman, "Measurement of Emotions," p. 21.
- [5] P. R. Sofyan, D. P. Putra, and R. Wayudi, "Xmotify : Experimental Emotion Classifier sebagai Alat Ukur Emosi Berbasis Sinyal Biologis Tubuh," Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2021.
- [6] V. Tóth, "Measurement of stress intensity using EEG," 2015, doi: 10.13140/RG.2.1.3441.6162.
- [7] P. Tommy. Y. S. Suyasa, "Pengukuran Emotional Recognition dan Faktor-faktor yang Memengaruhinya," Jun. 2010, Accessed: Jan. 05, 2022. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/260750941_Pengukuran_Emotional_Recognition_dan_Faktor-faktor_yang_Memengaruhinya?enrichId=rgreq-1b9a8cda910a0c1c7e27c22ad77e798e-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI2MDc1MDk0MTtBUzo5OTgzOTg0OTI3MTMxMUAXNDAwODE1MDgzNjc4&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf
- [8] M. S. Kheerthana, "A Survey on Wearable ECG Monitoring System using Wireless Transmission of Data," vol. 4, no. 7, p. 3.
- [9] P. Vidwan, P. Panchal, and S. Sharma, "Real Time Portable Wireless ECG Monitoring System," p. 5.
- [10] S. Setiowati and M. E. H. Sitompul, "Denoising Sinyal Elektrokardiogram (EKG) Menggunakan Metode Fast Fourier Transform pada Sistem Deteksi Kantuk," *J. Elektro Dan Telekomun. Terap.*, vol. 7, no. No.1, pp. 789–796, Jul. 2020, doi: <https://doi.org/10.25124/jett.v6i2.3095>.

- [11] R. Quesada-Tabares, A. J. Molina-Cantero, I. Gómez-González, M. Merino-Monge, J. A. Castro-García, and R. Cabrera-Cabrera, “Emotions Detection based on a Single-electrode EEG Device;,” in *Proceedings of the 4th International Conference on Physiological Computing Systems*, Madrid, Spain, 2017, pp. 89–95. doi: 10.5220/0006476300890095.
- [12] A. M. Agusti and I. Wijayanto, “ANALISIS PEMETAAN BIOMETRIK MENGGUNAKAN EEG BRAINWAVE DAN STIMULI BERUPA GAMBAR,” p. 8.
- [13] S. Pan and W. Li, “Fuzzy-HMM modeling for emotion detection using electrocardiogram signals,” *Asian J. Control*, vol. 22, no. 6, pp. 2206–2216, Nov. 2020, doi: 10.1002/asjc.2375.
- [14] Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, “Jaminan mutu dan keselamatan EKG Melalui Standar dan Pengujian.” SMPT-LIPI, Agustus 2016. Accessed: Jan. 05, 2022. [Online]. Available: <http://smtp.lipi.go.id/berita386-Jaminan-mutu-dan-keselamatan-EKG--Melalui-Standar-dan-Pengujian.html>
- [15] B. Pradipta, “Prototipe Aplikasi Pengolahan Sinyal HRV Menggunakan MATLAB,” Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2020.
- [16] J. Smallwood, A. Fitzgerald, L. K. Miles, and L. H. Phillips, “Shifting moods, wandering minds: Negative moods lead the mind to wander.,” *Emotion*, vol. 9, no. 2, pp. 271–276, Apr. 2009, doi: 10.1037/a0014855.
- [17] A. M. El-Habil, “An Application on Multinomial Logistic Regression Model,” *Pak. J. Stat. Oper. Res.*, vol. 8, no. 2, p. 271, Mar. 2012, doi: 10.18187/pjsor.v8i2.234.
- [18] J. Nielsen, “Usability 101: Introduction to Usability,” Jan. 2012, Accessed: Jul. 14, 2022. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- [19] A. Topic, M. Russo, M. Stella, and M. Saric, “Emotion Recognition Using a Reduced Set of EEG Channels Based on Holographic Feature Maps,” *Sensors*, vol. 22, no. 9, p. 3248, Apr. 2022, doi: 10.3390/s22093248.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

a. Logbook kegiatan Tugas Akhir 2

Waktu	Rencana	Realisasi dan Capaian
05 Maret 2022	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2.	Penyampaian perkembangan TA 2 yang meliputi: - Pengambilan data EKG dan EEG - Pengolahan data EKG
09 Maret 2022	Melakukan pemrograman untuk pengolahan data EKG meliputi penyaringan data.	Program pengolahan data terbuat dengan keluaran data yang terfilter.
09 Maret 2022	Melakukan pembelian beberapa komponen.	Pembelian modul TGAM (EEG).
17 Maret 2022	Melakukan pengambilan data EKG dan EEG subjek.	Diperoleh data EEG dan EKG subjek.
18 Maret 2022	Melakukan pengambilan data EKG dan EEG dua subjek.	Diperoleh data EEG dan EKG dari dua subjek.
19 Maret 2022	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2..	Melaporkan perkembangan pengolahan data.
24 Maret 2022	Pengolahan data EKG untuk mencari puncak Q sinyal EKG.	Pengolahan data EKG untuk mencari puncak Q sinyal EKG terlaksana dengan hasil belum tercapai.
26 Maret 2022	Pengolahan data EKG untuk mencari puncak Q sinyal EKG.	Pengolahan data EKG untuk mencari puncak Q sinyal EKG terlaksana dengan hasil belum tercapai.
28 Maret 2022	Pengolahan data EKG untuk mencari puncak Q sinyal EKG.	Pengolahan data EKG untuk mencari puncak Q sinyal EKG terlaksana dengan hasil tercapai.
2 April 2022	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2.	Diperoleh saran untuk pengolahan data selanjutnya berupa pengetahuan mengenai perhitungan nilai detak per menit.

Waktu	Rencana	Realisasi dan Capaian
5 April 2022	Pengerjaan rangkaian elektronis untuk pembacaan kecepatan detak jantung.	Rangkaian elektronis untuk pembacaan detak jantung sudah terangkai.
7 April 2022	Pengolahan data EKG untuk mencari nilai kecepatan detak jantung.	Pengolahan data EKG tercapai dengan nilai kecepatan detak jantung tidak diperoleh.
8 April 2022	Pengolahan data EKG untuk mencari nilai kecepatan detak jantung.	Pengolahan data EKG tercapai dengan nilai kecepatan detak jantung diperoleh.
9 April 2022	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2	Penyampain <i>progress</i> yang telah dilakukan meliputi : - Nilai Kecepatan Detak Jantung yang telah dapat dihitung dan diperoleh saran dari dosen pembimbing berupa pengolahan data yang dilakukan setiap sekian menit.
11 April 2022	Pengerjaan program untuk alat pembacaan kecepatan detak jantung.	pemrograman terlaksana, dengan hasil detak jantung belum dapat terbaca.
13 April 2022	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2.	Penyampaian <i>timeline</i> dan target untuk tim oleh dosen pembimbing.
16 April 2022	Merancang <i>hardware</i> beserta program yang dijalankan di dalamnya	<i>Hardware</i> dapat menyala namun belum dapat berjalan.
18 April 2022	Melakukan pengambilan data EKG dan EEG subjek.	Diperoleh data EEG dan EKG subjek.
20 April 2022	Melakukan pengambilan data EKG dan EEG dua subjek.	Diperoleh data EEG dan EKG dua subjek.
23 April 2022	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2.	Diperoleh beberapa evaluasi mengenai pengolah data yang masih kurang tepat.

Waktu	Rencana	Realisasi dan Capaian
1 Mei 2022	Menyempurnakan program pada <i>hardware</i> agar dapat berjalan dengan baik.	<i>Hardware</i> untuk EEG dapat berjalan sedangkan untuk EKG masih terdapat <i>noise</i> .
14 Mei 2022	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2.	Diperoleh beberapa evaluasi mengenai pengolahan data yang masih kurang tepat.
14 Mei 2022	Mengerjakan pemrograman dalam rangka pembuatan perangkat lunak sebagai penampil data pembacaan dari alat.	Mengerjakan pemrograman dalam rangka pembuatan perangkat lunak sebagai penampil data pembacaan dari alat terlaksana.
15 Mei 2022	Mengerjakan pemrograman dalam rangka pembuatan perangkat lunak sebagai penampil data pembacaan dari alat dan pemrograman alat untuk pembacaan kecepatan detak jantung dan perubahan sinyal otak.	Mengerjakan pemrograman dalam rangka pembuatan perangkat lunak sebagai penampil data pembacaan dari alat dan pemrograman alat untuk pembacaan kecepatan detak jantung dan perubahan sinyal otak terlaksana.
16 Mei 2022	Mengerjakan pemrograman dalam rangka pembuatan perangkat lunak sebagai penampil data pembacaan dari alat dan pemrograman alat untuk pembacaan kecepatan detak jantung dan perubahan sinyal otak.	Mengerjakan pemrograman dalam rangka pembuatan perangkat lunak sebagai penampil data pembacaan dari alat dan pemrograman alat untuk pembacaan kecepatan detak jantung dan perubahan sinyal otak terlaksana.
17 Mei 2022	Mengerjakan pemrograman untuk alat pembacaan kecepatan detak jantung dan perubahan sinyal otak.	pemrograman terlaksana, dengan hasil detak jantung belum dapat terbaca dan modul sensor TGAM (EEG) mengalami kerusakan.
18 Mei 2022	Mengerjakan pemrograman untuk alat pembacaan kecepatan detak jantung.	pemrograman terlaksana, dengan hasil detak jantung sudah dapat terbaca.
19 Mei 2022	Mengerjakan pemrograman alat untuk pembacaan kecepatan detak jantung dan pemrograman untuk perangkat lunak sebagai penampil data yang terbaca dari alat.	Mengerjakan pemrograman alat untuk pembacaan kecepatan detak jantung dan pemrograman untuk perangkat lunak sebagai penampil data yang terbaca dari alat terlaksana. Hasil yang

Waktu	Rencana	Realisasi dan Capaian
		diperoleh berupa detak jantung yang sudah dapat terbaca, sedangkan dari sisi perangkat lunak masih tidak dapat menampilkan data.
21 Mei 2022	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2.	Penyampaian perkembangan TA 2 yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Pengambilan data EKG dan EEG - Pengolahan data EKG - Pembuatan Aplikasi
23 Mei 2022	Pemrograman aplikasi untuk dapat membaca sinyal yang terkirim dari alat rancangan.	Pemrograman aplikasi terlaksana dengan aplikasi yang belum berhasil menerima sinyal yang terkirim dari alat rancangan.
24 Mei 2022	Melakukan pengolahan data EKG untuk ekstraksi fitur	Pengolahan data EKG terlaksana dengan fitur telah diperoleh.
25 Mei 2022	Melakukan pembuatan perangkat keras alat rancangan.	pembuatan perangkat keras terlaksana.
26 Mei 2022	Melakukan konsultasi pemrograman aplikasi dengan dosen pembimbing TA 2.	Konsultasi terlaksana dengan hasil aplikasi dapat menampilkan grafik sinyal EKG yang dikirim oleh alat rancangan.
28 Mei 2022	Melakukan perbaikan aplikasi.	Perbaikan aplikasi terlaksana dengan hasil grafik yang terbaca tidak menumpuk.
29 Mei 2022	Melakukan pemrograman perangkat keras alat rancangan untuk dapat mengirimkan	Pemrograman perangkat keras alat rancangan terlaksana dengan hasil alat belum bisa mengirimkan data melalui bluetooth.
30 Mei 2022	Melakukan pemrograman perangkat keras alat rancangan untuk dapat mengirimkan	Pemrograman perangkat keras alat rancangan terlaksana dengan hasil alat bisa mengirimkan data melalui bluetooth.

Waktu	Rencana	Realisasi dan Capaian
31 Mei 2022	Melakukan pengambilan data EKG, EEG, dan emosi subjek.	Pengambilan data EKG, EEG, dan emosi terlaksana dengan diperoleh satu subjek.
2 Juni 2022	Melakukan pengambilan data EKG, EEG, dan emosi subjek.	Pengambilan data EKG, EEG, dan emosi terlaksana dengan diperoleh satu subjek.
3 Juni 2022	Melakukan pengambilan data EKG, EEG, dan emosi subjek.	Pengambilan data EKG, EEG, dan emosi terlaksana dengan diperoleh dua subjek.
4 Juni 2022	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2.	Penyampaian perkembangan TA 2 yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Pengambilan data EKG dan EEG - Pengklasifikasian emosi dengan data EKG - Pembuatan Aplikasi
6 Juni 2022	Pembuatan perangkat keras alat rancangan untuk sensor EEG TGAM.	Pembuatan perangkat keras alat rancangan untuk sensor EEG TGAM tidak terlaksana.
8 Juni 2022	Melakukan konsultasi perangkat keras alat rancangan dengan dosen pembimbing TA 2.	Konsultasi terlaksana dengan hasil alat rancangan dapat mengirimkan sinyal melalui bluetooth, namun aplikasi belum dapat menerima data tersebut.
8 Juni 2022	Melakukan pengambilan data EKG, EEG, dan emosi subjek.	Pengambilan data EKG, EEG, dan emosi terlaksana dengan diperoleh tiga subjek.
9 Juni 2022	Melakukan pengambilan data EKG, EEG, dan emosi subjek.	Pengambilan data EKG, EEG, dan emosi terlaksana dengan diperoleh dua subjek.
9 Juni 2022	Pembuatan perangkat keras alat rancangan untuk sensor EEG TGAM.	Pembuatan perangkat keras alat rancangan untuk sensor EEG TGAM terlaksana, dengan hasil data dapat terkirim ke serial monitor.
10 Juni 2022	Melakukan pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi emosi.	Pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi setiap emosi terlaksana dengan hasil

Waktu	Rencana	Realisasi dan Capaian
		klasifikasi emosi belum didapatkan.
11 Juni 2022	Melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2.	Penyampaian perkembangan TA 2 yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Pengambilan data EKG dan EEG - Pengklasifikasian emosi dengan data EKG
10 Juni 2022	Melakukan pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi emosi.	Pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi setiap emosi terlaksana dengan hasil klasifikasi emosi belum didapatkan.
11 Juni 2022	Melakukan pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi emosi.	Pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi setiap emosi terlaksana dengan hasil klasifikasi emosi belum didapatkan.
12 Juni 2022	Melakukan pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi emosi.	Pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi setiap emosi terlaksana dengan hasil klasifikasi emosi belum didapatkan.
13 Juni 2022	Pembuatan perangkat keras alat rancangan untuk sensor EEG TGAM.	Pembuatan perangkat keras alat rancangan untuk sensor EEG TGAM terlaksana, dengan hasil data tidak terkirim ke serial monitor dikarenakan terjadi kerusakan pada modul EEG TGAM.
14 Juni 2022	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan dosen pembimbing mengenai perkembangan TA 2.	Penyampaian perkembangan TA 2 yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Pengambilan data EKG dan EEG - Pengklasifikasian emosi dengan data EKG - Outline Technical Report TA 202
15 Juni 2022	Melakukan pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi emosi.	Pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi setiap emosi terlaksana dengan hasil

Waktu	Rencana	Realisasi dan Capaian
		klasifikasi emosi belum didapatkan.
16 Juni 2022	Melakukan pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi emosi.	Pengolahan data untuk mendapatkan klasifikasi setiap emosi terlaksana dengan hasil klasifikasi emosi belum didapatkan.

b. Dokumen *Technical Report* Tugas Akhir



Capstone

TECHNICAL REPORT

IDENTITAS

Dokumentasi Proses	TA101
Topik / Judul Capstone Design	Xmotify Mik 2: Pengembangan dari low-cost system untuk mendeteksi perubahan emosi berbasis sinyal otak dan detak jantung versi sebelumnya.
Nama Lengkap	Nhuval Fara Rizka Fakhrerroy
No. Induk Mahasiswa (NIM)	8524070
Dosen Pembimbing 1	Alvin Sahroni, S.T., M.Eng., Ph.D.
Dosen Pembimbing 2	Sustrini Murnani, S.T., M.Eng.

Latar Belakang dan Identifikasi Masalah

Di zaman yang semakin berkembang mulai banyak orang yang sadar akan kesehatan mental, namun untuk mengatasi kesehatan mental tidak bisa dilakukan *self diagnosis* secara sembarangan harus dilakukan oleh tenaga profesional. Pada umumnya psikolog menggunakan metode kuisioner dalam mengumpulkan data untuk menganalisa kondisi emosional *client*, namun hasil dari metode ini kerap kali kurang akurat. Hal ini terjadi karena adanya *faking* dan subjektivitas yang dilakukan oleh *client* pada saat mengisi data kuisioner (*response error*). *Response error* yang terjadi salah satunya berasal dari faktor partispipan. Beberapa *response error* yang terjadi adalah upaya partispipan untuk memberikan kesan positif [1]. Maka dari itu untuk pengambilan data yang lebih akurat akan dilakukan dengan menggunakan pengambilan data fisiologis tubuh [2]. Pada penelitian sebelumnya metode ini pernah digunakan namun memerlukan beberapa peningkatan di dalamnya, antara lain perbaikan pada sensor accuracy (EEG), penggunaan sensor PPG yang memiliki akurasi deteksi emosi positif sebesar 50% dan emosi negatif sebesar 43% menjadi EKG yang tidak terpengaruh cahaya *ambient* dan pengaruh gerakan tubuh pengguna tidak sebesar PPG, sehingga akurasi akan menjadi lebih tinggi [3], [11]. Selain itu pada penelitian sebelumnya stimulus yang digunakan hanya berupa gambar statis, sehingga respon subjek uji coba masih kurang alami [4]. Penggunaan label untuk menyambungkan alat dengan komputer pada penelitian sebelumnya menyulitkan pengguna dalam gerak hidupnya (terbatas), serta ukuran alat yang masih terlalu besar untuk dibawa-bawa [5], [6]. Alat ini menargetkan pada orang-orang yang membutuhkan seperti, para psikolog dan psikiatris profesional, pasien rumah sakit yang tidak bisa bergerak dan berbicara, orang-orang yang sulit mengakses tenaga psikologi profesional, dan orang-orang yang tidak sulit mengenai emosinya sendiri.

Kebutuhan (Requirements) untuk menyelesaikan masalah

- Menyempurnakan Sensor Neurosky (EEG)
- Ditempatkan kembali metode pengambilan datanya [2], [7], [11]
- Penggantian Sensor PPG menjadi EKG
- PPG kurang maksimal jika digunakan di tempat yang memiliki intensitas cahaya yang terlalu terang, kemungkinan terjadi noise tinggi pada saat pengguna menggunakan tabung, penggantian cahaya PPG harus disesuaikan dengan kondisi kulit pengguna (warna, ketebalan, dll.) [8], [9]
- Mengganti Metode Pembenihan Stimulus
Pada Xmotify versi pertama stimulus yang diberikan berupa gambar sehingga respon subjek uji coba kurang natural, maka perlu diganti dengan menggunakan metode pembenihan video yang memiliki intensitas alat emosi video yang dinamis [4]
- Membuat alat menjadi *wireless*



Capstone Design 2021 – 2022

TECHNICAL REPORT

IDENTITAS

Dokumentasi Proses	TA102
Topik / Judul Capstone Design	Xmotify Mik 2: Pengembangan dari low-cost system untuk mendeteksi perubahan emosi berbasis sinyal otak dan detak jantung versi sebelumnya.
Nama Lengkap	Nhuval Fara Rizka Fakhrerroy
No. Induk Mahasiswa (NIM)	8524070
Dosen Pembimbing 1	Alvin Sahroni, S.T., M.Eng., Ph.D.
Dosen Pembimbing 2	Sustrini Murnani, S.T., M.Eng.

Batasan Realistis Engineering Aspects

- Menggunakan Sensor low cost
- XMOTIFY versi dua dibuat memiliki perubahan sinyal otak dan perubahan laju detak jantung untuk menggunakan sensor non invasif bisa dilakukan dengan mudah dan menggunakan sensor non-invasif dan tidak mahal. Sensor yang digunakan pada XMOTIFY versi dua yaitu sensor EKG untuk membaca perubahan laju detak jantung dan sensor EEG untuk membaca perubahan sinyal otak [1], [9], [9], [9], [12]
- Wireless
- Desain alat yang wireless untuk XMOTIFY versi dua memiliki tujuan agar *client* yang menggunakan sensor lebih nyaman. Selain itu desain alat yang wireless memiliki tujuan agar *client* tidak terganggu dengan kabel/penggunaan alat [1], [9], [12]
- Portabel
- Tidak menggunakan alat XMOTIFY versi dua memiliki tujuan untuk menggunakan sensor *client* pada saat kemaling. Penggunaan alat yang lebih kecil, dapat dimasukkan ke dalam tas ransel atau saku untuk dapat lebih mudah dibawa kemana-mana [1], [9], [12]
- Capstone
- Desain alat XMOTIFY versi dua akan dibuat menjadi lebih *userfriendly* dibanding alat sebelumnya. Hal tersebut memiliki tujuan agar alat menjadi lebih nyaman ketika digunakan oleh *client* pada saat kemaling. Sehingga akan lebih mudah digunakan dengan desain alat yang lebih kecil [1], [9], [12]
- Akumulasi
- Mengumpulkan akurasi perubahan parameter dengan cara menggunakan sensor yang digunakan, menambah parameter fisiologi tubuh yang akurat, dan menggunakan sistem *file* di *gagal* yang tepat sehingga menghasilkan hasil laporan parameter yang lebih baik secara [10], [11], [13]

Spesifikasi

- Spesifikasi 1



Capstone Design 2021 – 2022

Tebalnya kawatnya dikit jarum	wi 3 tips
Apa bahan	<ul style="list-style-type: none"> Ground <= 300 ah Estimasi <= 10ah

Ruang lingkup penelitian yang menjadi acuan jika ada dalam merancang spesifikasi sistem

- Elemen alat yang lebih ringan memiliki program dalam perambannya, sehingga menjadi lebih *simple* dan nyaman [1], [9], [12]
- Penggunaan data parameter fisiologi tubuh terapan dalam jarum (EKG) dan sinyal otak (EEG) akan menggunakan sensor digital. Karena pada penelitian sebelumnya alat hanya memiliki 1 sensor berupa laju detak jantung menggunakan PPG yang kurang akurat dipaparkan pengaruh gerak tubuh. Hal tersebut mengakibatkan dalam program 9 *file* tidak, yaitu 7 *file* tidak terdapat untuk EKG dan 7 *file* tidak terdapat untuk EEG [1], [9], [9], [9], [12]
- Nah untuk kawat akan lebih baik pada saat pembelian dan alih-alih EKG yang alih-alih di Peranan dan Kebutuhan Perawatan (Perawatan) Indonesia tahun 2016 sebesar 14 orang dengan standar internasional IECIE 609-99 [9], [9]
- Jumlahkan elemen yang relatif lebih sedikit memiliki kemauan daya yang rendah, sehingga dapat menggunakan waktu penggunaan alat dan lebih penghematan biaya pembuatan yang lebih [12], [12]
- Nah impedansi kawat 5002 sehingga impedansi sinyal yang dipaparkan lower, hal tersebut memudahkan sinyal akan diteliti. Nilai impedansi 5002 menggunakan impedansi antara 1000 terapan dengan 1 kΩ [17], [18], [17]
- Nah untuk port *usb* akan lebih baik dengan standar IEC 60661-7-41-10:2009 [19], [20]

Logs / Catatan Aktivitas (meliputi perencanaan, aktivitas/tugas, dan capaiannya)

Waktu	Rencana	Realisasi dan Capaian
Januar, 19 Desember 2021	Merencanakan dengan dosen pembimbing mengenai perencanaan spesifikasi produk.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa perencanaan spesifikasi produk. versi dengan bimbingan realisasi.
Febru, 24 Desember 2021	Mencari informasi spesifikasi EKG dan EEG.	Merencanakan dengan hasil bimbingan spesifikasi produk dengan bimbingan realisasi.
Januar, 27 Desember 2021	Merencanakan dengan dosen pembimbing mengenai spesifikasi yang akan dibuat.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa spesifikasi produk yang akan dibuat dengan bimbingan realisasi.
Febru, 10 Desember 2021	Mencari informasi mengenai jenis data yang akan digunakan.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa spesifikasi produk yang akan dibuat dengan bimbingan realisasi.
Febru, 01 Desember 2021	Mencari informasi mengenai dimensi alat.	Merencanakan dengan hasil spesifikasi dimensi alat yang telah ditentukan dengan ukuran



Capstone

Logs / Catatan Aktivitas (meliputi perencanaan, aktivitas/tugas, dan capaiannya)

TA 101 merupakan tahap mendefinisikan masalah, hal yang kami telah kami lakukan untuk mendefinisikan masalah adalah sebagai berikut:

- Melakukan studi literatur mengenai teori-teori yang dapat mendukung untuk rencana perubahan sistem. Proses studi literatur kami lakukan sejak 14 Oktober 2021 sampai 04 November 2021.
- Melakukan diskusi dengan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang menggunakan alat XMOTIFY versi pertama. Pelaksanaan diskusi dimulai dari tanggal 26 Oktober 2021 sampai 01 November 2021, waktu tersebut terhitung mulai dari mencari narasumber dan diskusi yang telah dilaksanakan sebanyak dua kali.
- Melakukan diskusi kelompok XMOTIFY versi kedua melalui media daring. Pelaksanaan dimulai sejak 09 Oktober 2021 sampai 05 November 2021.

Dari uraian proses tersebut, capaian yang kami peroleh untuk masing-masing proses ditunjukkan pada tabel 1.0

No.	Proses yang Telah dilakukan	Capaian
1.	Melakukan studi literatur tentang teori-teori yang mendukung rencana rancang bangun sistem.	<ul style="list-style-type: none"> Memahami kekurangan XMOTIFY versi pertama Teori-teori yang berkaitan dengan jenis-jenis emosi dasar, proses terbentuknya emosi, tanda-tanda perubahan emosi. Bagian otak yang berfungsi mengatur terjadinya emosi. Metode untuk mengembangkan emosi
2.	Melakukan diskusi dengan narasumber terkait.	<ul style="list-style-type: none"> Mengetahui kendala-kendala pada proses pembuatan XMOTIFY versi pertama Mengetahui permasalahan pada alat XMOTIFY versi pertama.
3.	Melakukan <i>progress meeting</i> dengan kelompok.	<ul style="list-style-type: none"> Perencanaan sudut pandang antar anggota kelompok terhadap masalah yang akan diselesaikan

Catatan tambahan (jika diperlukan)

Tidak terdapat dari kelompok kami yaitu merencanakan spesifikasi sistem alat kami sebagai batasan solusi, terutama pada rancang bangun mahasiswa tingkat akhir. Perancangan spesifikasi sistem akan dilakukan dengan studi literatur mengenai penelitian alat yang sudah ada sebelumnya atau serupa. Sehingga dari studi literatur tersebut kami dapat menentukan spesifikasi yang dapat diimplementasikan pada alat kami. Selain studi literatur, kami juga akan melakukan komunikasi dengan para ahli di bidang terkait untuk mendapatkan masukan spesifikasi pada alat kami.

Referensi (menggunakan format IEEE dalam penulisan referensi)

- Henry Michael S. and Raju Narbury S., "The Effects of Traits and Situational Impression Management on a Personality Test: An Empirical Analysis", *Germany: Pubat Science Publishers*, 3, 48 247-67, 2006.
- S. Kaplan, R. S. Dalal and J. N. Luchman, "Measurement of Emotion", *ResearchGate, Fairfax County*, 2013



Capstone Design 2021 – 2022

Waktu	Rencana	Realisasi dan Capaian
Januar, 02 Desember 2021	Merencanakan dengan dosen pembimbing mengenai perencanaan spesifikasi produk.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa perencanaan spesifikasi produk. versi dengan bimbingan realisasi.
Januar, 09 Desember 2021	Merencanakan dengan dosen pembimbing mengenai spesifikasi yang akan dibuat.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa spesifikasi produk yang akan dibuat dengan bimbingan realisasi.
Febru, 04 Desember 2021	Mencari informasi mengenai jenis data yang akan digunakan.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa spesifikasi produk yang akan dibuat dengan bimbingan realisasi.
Febru, 04 Desember 2021	Mencari informasi mengenai dimensi alat.	Merencanakan dengan hasil spesifikasi dimensi alat yang telah ditentukan dengan ukuran
Januar, 09 Desember 2021	Merencanakan dengan dosen pembimbing mengenai spesifikasi yang akan dibuat.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa spesifikasi produk yang akan dibuat dengan bimbingan realisasi.
Januar, 09 Desember 2021	Merencanakan dengan dosen pembimbing mengenai spesifikasi yang akan dibuat.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa spesifikasi produk yang akan dibuat dengan bimbingan realisasi.
Januar, 10 Desember 2021	Merencanakan dengan dosen pembimbing mengenai spesifikasi yang akan dibuat.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa spesifikasi produk yang akan dibuat dengan bimbingan realisasi.
Febru, 13 Desember 2021	Mencari informasi mengenai standar EKG dan EEG.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa spesifikasi produk yang akan dibuat dengan bimbingan realisasi.
Januar, 16 Desember 2021	Merencanakan dengan dosen pembimbing mengenai spesifikasi yang akan dibuat.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa spesifikasi produk yang akan dibuat dengan bimbingan realisasi.
Januar, 17 Desember 2021	Merencanakan dengan dosen pembimbing mengenai spesifikasi yang akan dibuat.	Merencanakan dengan hasil bimbingan berupa spesifikasi produk yang akan dibuat dengan bimbingan realisasi.

Catatan tambahan

TECHNICAL REPORT

IDENTITAS	
Dokumentasi Proses	TA203
Topik / Judul Capstone Design	Xmotify Mark 2: Pengapungan dan pemrosesan sinyal mendeteksi perubahan mood berbasis sinyal otak dan detak jantung
Nama Lengkap	Nauval Fata Rifka Fakhrrurrozy
No. Induk Mahasiswa (NIM)	18524070
Dosen Pembimbing 1	Siti Nurhasanah, S.T., M.Eng.
Dosen Pembimbing 2	Suatri Murnani, S.T., M.Eng.

Spesifikasi Sistem	
Tabel 1 Spesifikasi Sistem	
Aspek	Keterangan
Dimensi	Device: • Lebar 6cm • Panjang 9cm • Tinggi 5cm Headband: • Diameter 15 cm
Panjang Kabel EEG	• FPz 45 cm • Ref dan Gnd 25 cm
Panjang Kabel EKG	• RA 25 cm • LL 25 cm • LA 10 cm
Elektroda	• 3 buah elektroda basah (EKG) • 3 buah elektroda kering (EEG)
Device Platform	PC (OS Windows 10)
Serial Komunikasi	Bluetooth 2.0
Sampling Rate	512 Hz
Indikator LED	• 1 buah warna hijau (menyala) • 1 buah warna merah (dipusatkan karena sinyal negatif)
Resolusi ADC	12 bit

Daftar Isi
 1. Latar Belakang
 2. Maksud dan Tujuan
 3. Batasan Masalah
 4. Metodologi Penelitian
 5. Hasil dan Pembahasan
 6. Kesimpulan dan Saran

Logu / Catatan Aktivitas (tanggal pertemuan, aktivitas/kegiatan, dan capaian)

No. Pertemuan	Isi Kegiatan	Realisasi dan Capaian
28 Desember 2021	Melakukan studi literatur untuk mendapatkan spesifikasi alat dan material, perencanaan awal capaian TA 101.	Dipenuhi spesifikasi akhir
29 Desember 2021	Melakukan progress meeting dengan dosen pembimbing mengenai spesifikasi alat dan perencanaan capaian TA 101.	Progress meeting terlaksana dengan lancar sesuai rencana spesifikasi alat dan perencanaan capaian TA 101.
29 Desember 2021	Melakukan review spesifikasi alat dan menyelesaikan dokumen TA 101.	Dokumen TA 101
30 Desember 2021	Mengumpulkan dokumen akhir TA 101.	Dokumen TA 101 terlampir
21 Januari 2022	Membuat draft ID dan produk XMOOTIFY MARK 2 dan membuat presentasi untuk progress meeting minggu.	Draft ID dan produk referensi dan dokumen untuk presentasi minggu terlampir.
22 Januari 2022	Progress meeting minggu dengan dosen pembimbing mengenai progress TA 101.	Dipenuhi realisasi dari Draft Perincian yang dibutuhkan termasuk bahan dan komponen untuk pembuatan produk XMOOTIFY MARK 2.
24 Januari 2022	Melakukan studi literatur mengenai komponen dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan XMOOTIFY MARK 2.	Dipenuhi informasi lengkap mengenai komponen dan bahan yang akan digunakan.
27 Januari 2022	Melakukan survey mengenai target dan komponen dan bahan yang	Dipenuhi informasi lengkap dan bahan.

No. Pertemuan	Isi Kegiatan	Realisasi dan Capaian
28 Januari 2022	Melakukan pembagian minggu progress yang masih dibutuhkan dalam menyelesaikan awal capaian TA 101.	Dipenuhi realisasi terhadap perencanaan bahan dan komponen. Tindakan hingga kemudian perencanaan yang lebih detail.
4 Februari 2022	Melakukan review dokumen	Tidak terlaksana dikarenakan sakit capaian TA 101.
10 Februari 2022	Melakukan review dokumen capaian TA 101	Proses review terlaksana dengan capaian 10%
12 Februari 2022	Melakukan review dokumen capaian TA 101	Proses review terlaksana dengan capaian 10%

Daftar Pustaka
 Pengujian nilai impedansi dari 500 Ω resistansi 11 kΩ karena nilai resistansi yang rendah, serta pengamatan pada bentuk yang digunakan dari bentuk tersebut. Lila, Nurulita Lila, yang lebih ringan dan nyaman. <https://doi.org/10.30605/teknika.v1i1.1111>

Referensi (menggunakan format IEEE dalam penulisan referensi)

- [1] Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018 (Riskesdas 2018)", Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Maret 2018.
- [2] P. Cengiz, "The sigma interface with mental health care", *American Psychologist*, vol. 55, no. 7, pp. 64-65, 2004, doi: 10.1037/0003-065X.55.07.64.
- [3] M. Rober, "The effects of mental health education on reducing stigma and increasing positive attitudes toward seeking therapy", *Frontiers in Psychology*, vol. 9, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.876211>.
- [4] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.118 Tahun 2014, Tentang Kompetensi Klat Kesehatan.
- [5] IEC 60601 Class II, Type CF
- [6] IEC 61439-3
- [7] IEC 60800
- [8] IEC 60601
- [9] IEEE 802.15.4-2003.
- [10] Kepribatan Nomor Kesehatan Nomor 1004/Minister/2020/04.
- [11] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 13 tahun 2014.
- [12] C. Dicker and P. Kuffner, *EEG methods for the psychophysicist*, 2014, p. 168-66. doi:10.1007/978-1-4419-2709-9

TECHNICAL REPORT

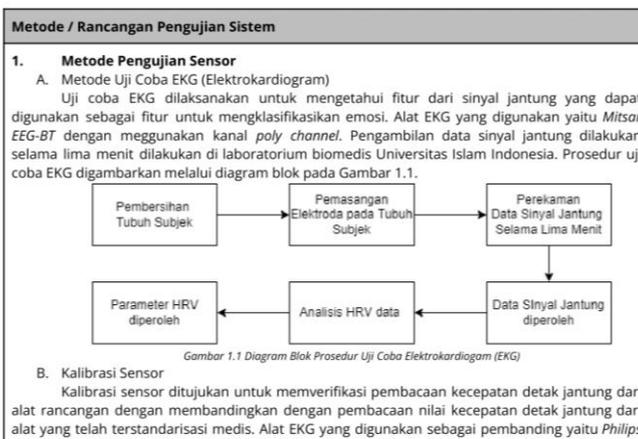
IDENTITAS	
Dokumentasi Proses	TA201
Topik / Judul Capstone Design	Xmotify Mark 2: Low-cost Emotion Classifier Berbasis Sinyal Otak dan Detak Jantung
Nama Lengkap	Nauval Fata Rifka Fakhrrurrozy
No. Induk Mahasiswa (NIM)	18524070
Dosen Pembimbing 1	Suatri Murnani, S.T., M.Eng

Spesifikasi Sistem	
Tabel 1 Spesifikasi Sistem	
Aspek	Keterangan
Dimensi	Device: • Lebar 6cm • Panjang 9cm • Tinggi 5cm Headband: • Diameter 15 cm
Panjang Kabel EEG	• FPz 45 cm • Ref dan Gnd 25 cm
Panjang Kabel EKG	• RA 25 cm • LL 25 cm • LA 10 cm
Elektroda	• 3 buah elektroda basah (EKG) • 3 buah elektroda kering (EEG)
Device Platform	PC (OS Windows 10)
Serial Komunikasi	Bluetooth 2.0
Sampling Rate	512 Hz
Indikator LED	• 1 buah warna hijau (menyala)

TECHNICAL REPORT

IDENTITAS

Dokumentasi Proses	TA202
Topik / Judul Capstone Design	Xmotify Mark 2: Low-cost Emotion Classifier Berbasis Sinyal Otak dan Detak Jantung
Nama Lengkap	Nauval Fata Rifka Fakhurrozy
No. Induk Mahasiswa (NIM)	18524070
Dosen Pembimbing 1	Dwi Ana Ratna Wati S.T., M.Eng
Dosen Pembimbing 2	Suatmi Murnani, S.T., M.Eng



c. Dokumentasi keuangan

No	Jenis Pengeluaran	Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga
1	WEMOS LOLIN 32	1 pc	Rp. 114.100,-
2	Baterai Li-ion 3,7 V 1000 mAh	1 pc	Rp. 86.000,-
3	Modul Charger Li-ion Micro USB	1 pc	Rp. 5.000,-
4	Modul Sensor EEG	1 pc	Rp. 1.414.000,-
5	Modul Sensor EKG	1 pc	Rp. 72.500,-
6	Biaya pembuatan kemasan	29,5 gr	Rp. 44.250,-
7	Kabel Jumper	25 pcs	Rp. 10.000,-
8	LED 5 mm	5 pcs	Rp. 3.750,-
9	Resistor 100 Ohm	5 pcs	Rp. 625,-
10	Switch Button	2 pcs	Rp. 10.000,-
	Total		Rp. 1.760.225,-