




# UMN Libtii SI 5

## File-VD.docx

 IBNU HAKIM NURLAN  
 2025 GANJIL - SKRIPSI SISTEM INFORMASI  
 Universitas Multimedia Nusantara

---

### Document Details

**Submission ID**

trn:oid::1:3420888359

**Submission Date**

Nov 22, 2025, 9:01 PM GMT+7

**Download Date**

Nov 25, 2025, 4:05 PM GMT+7

**File Name**

File-VD.docx

**File Size**

117.8 KB

**9 Pages****2,411 Words****15,856 Characters**

# 12% Overall Similarity




The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

---

## Top Sources

- 9%  Internet sources
  - 1%  Publications
  - 9%  Submitted works (Student Papers)
-

## Top Sources

- 9% Internet sources
- 1% Publications
- 9% Submitted works (Student Papers)

## Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Student papers	Universitas Muslim Indonesia	3%
2	Student papers	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	3%
3	Student papers	Universitas Brawijaya	1%
4	Internet	www.mdpi.com	<1%
5	Internet	apps.um-surabaya.ac.id	<1%
6	Internet	ejournal2.undip.ac.id	<1%
7	Internet	pdfcoffee.com	<1%
8	Internet	jurnal.usu.ac.id	<1%
9	Publication	Erin Eka Citra, Siti Mutmainah, Bambang Hermanto. "Breast Cancer Detection Usi...	<1%
10	Internet	pusbangsdm.kemenparekraf.go.id	<1%
11	Internet	times.co.id	<1%

12	Internet	
docplayer.info		<1%
13	Internet	
jurnal.umk.ac.id		<1%
14	Publication	
Li, Guangli, Sizhe Wang, and Yanwen Y. Duan. "Towards gel-free electrodes: A sys...		<1%

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gangguan neurologis akut seperti stroke, intoksikasi obat, dan gangguan motorik awal merupakan masalah kesehatan yang sering muncul tanpa tanda visual yang jelas. Penelitian menunjukkan bahwa lebih dari 70% pasien stroke datang terlambat ke fasilitas kesehatan karena gejala awal seperti kebingungan mendadak, bicara pelo, atau kelemahan fokal sering disalahartikan sebagai kondisi ringan yang tidak memerlukan penanganan cepat (Campbell & Khatri, 2020). Pada kasus intoksikasi obat, studi memperlihatkan bahwa perlambatan kesadaran akibat sedatif atau opioid sering dikira sebagai kondisi “mengantuk biasa” oleh keluarga, padahal perlambatan aktivitas listrik otak yang signifikan sudah terjadi dan dapat berujung pada penurunan pernapasan dan kehilangan kesadaran (Kaskie et al., 2020). Sementara itu, gejala awal Parkinson yang ditandai oleh peningkatan aktivitas beta abnormal pada korteks motorik juga tidak tampak secara kasat mata dan umumnya baru terdeteksi pada fase klinis yang lebih lanjut (Cassani et al., 2022). Ketiga kondisi ini menandakan perlunya teknologi skrining neurologis yang mampu memberikan deteksi cepat berbasis biomarker aktivitas otak.

Teknologi pemantauan kesehatan yang umum digunakan masyarakat seperti smartwatch atau oksimeter hanya mendeteksi parameter fisiologis sekunder seperti detak jantung dan saturasi oksigen, tetapi tidak dapat menganalisis aktivitas listrik otak yang merupakan indikator primer kondisi neurologis. Di sisi lain, perangkat EEG klinis di rumah sakit bersifat stasioner, mahal, membutuhkan operator terlatih, dan tidak praktis untuk situasi cepat di rumah atau di fasilitas pelayanan kesehatan dasar. Padahal, penelitian terbaru menunjukkan bahwa EEG portable dengan 2–4 kanal telah cukup untuk mengidentifikasi tiga biomarker klinis penting: Brain Symmetry Index (BSI) untuk indikasi stroke, Delta–Alpha Ratio (DAR) untuk intoksikasi obat, dan anomali Beta Power untuk gangguan motorik seperti Parkinson (Finnigan & van Putten, 2013; Cassani et al., 2022). Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi skrining berbasis EEG minimalis dapat dikembangkan untuk mendeteksi kondisi neurologis dalam kurun waktu sangat singkat.

Perkembangan kecerdasan buatan (AI) dalam domain EEG semakin memperkuat urgensi tersebut. Metode deep learning seperti Convolutional Neural Networks (CNN) terbukti efektif mengekstraksi pola spektral kompleks dari sinyal EEG berdurasi pendek, sedangkan algoritma machine learning ringan seperti Random Forest dan Logistic Regression mampu melakukan klasifikasi cepat dengan konsumsi daya rendah, cocok untuk diimplementasikan pada perangkat mobile (Craik et al., 2021; Roy et al.,

2020). Dalam beberapa studi, kombinasi model CNN sebagai ekstraktor fitur dan model ML klasik sebagai classifier mampu mencapai akurasi tinggi untuk mendeteksi pola abnormal pada sinyal EEG, termasuk pola yang berkaitan dengan stroke, intoksikasi, dan Parkinson. Teknologi ini menjadi dasar inspirasi pengembangan sistem skrining otomatis yang tidak memerlukan interpretasi langsung oleh ahli saraf.

Berdasarkan kesenjangan teknologi dan hasil riset sebelumnya, proyek ini mengusulkan pengembangan CerebraSense Rapid EEG Screening Device, yaitu prototipe perangkat EEG portabel 2–4 kanal yang terintegrasi dengan sistem AI hybrid untuk analisis otomatis. Tidak seperti headband EEG wearable yang harus dikenakan sepanjang hari, perangkat ini dirancang sebagai alat skrining cepat (rapid check) yang digunakan hanya pada situasi tertentu. Perangkat ini dapat digunakan ketika pengguna mengalami gejala neurologis mendadak, ketika keluarga ingin mengevaluasi kondisi orang tua yang menunjukkan perubahan perilaku atau tingkat kesadaran, atau sebagai alat skrining di layanan kesehatan dasar seperti klinik dan Puskesmas sebelum rujukan ke rumah sakit. Dalam setiap situasi tersebut, perangkat melakukan perekaman EEG singkat selama 20–30 detik dan menghasilkan keputusan awal berbasis biomarker EEG melalui analisis AI dalam hitungan detik.

Keterbaruan (novelty) dari inovasi ini terletak pada integrasi simultan tiga biomarker EEG klinis (BSI, DAR, dan Beta Power Abnormality) dalam perangkat portabel, pemanfaatan AI hybrid yang menggabungkan CNN sebagai ekstraktor fitur dan algoritma machine learning ringan sebagai classifier, serta desain penggunaan berbasis situasi (event-triggered) yang memungkinkan masyarakat awam maupun tenaga kesehatan melakukan skrining neurologis cepat tanpa keahlian khusus. Selain itu, penyederhanaan hardware EEG menjadi 2–4 kanal menjadikan perangkat ini jauh lebih praktis, ekonomis, dan dapat digunakan di luar lingkungan klinis tanpa mengurangi relevansi diagnostiknya.

Fase akhir PKM-KC ini menargetkan terciptanya sebuah prototipe fungsional meliputi perangkat EEG portable, aplikasi pemrosesan sinyal, algoritma AI yang telah terintegrasi, dan sistem interpretasi hasil secara real-time. Luaran yang diharapkan antara lain: (1) peningkatan kemampuan masyarakat dalam mengenali tanda awal stroke dan intoksikasi obat, (2) peningkatan efektivitas skrining awal di fasilitas kesehatan dasar, dan (3) kontribusi pada pengembangan teknologi kesehatan lokal yang adaptif, murah, dan relevan untuk kondisi darurat neurologis. Melalui pengembangan teknologi ini, program **PKM bidang Kesehatan dan Gizi Masyarakat** diharapkan dapat berkontribusi dalam meningkatkan kesejahteraan

kesehatann masyarakat serta memperluas akses terhadap layanan kesehatan berbasis teknologi di lingkungan komunitas.

### 1.2 Rumusan Masalah

Usulan Program Kreativitas Mahasiswa Karsa Cipta ini dibuat untuk membantu menyelesaikan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang perangkat EEG low-cost yang nyaman dan dapat digunakan untuk deteksi dini kondisi otak secara mandiri?
2. Bagaimana mengintegrasikan pembacaan EEG dengan model kecerdasan buatan menggunakan CNN atau LSTM sehingga mampu mendeteksi pola abnormal secara akurat?
3. Bagaimana menguji performa dan keandalan sistem agar alat dapat digunakan oleh keluarga, pasien, maupun klinik mandiri?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan Program Kreativitas Mahasiswa Karsa Cipta ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang prototipe perangkat EEG low-cost yang mampu menangkap sinyal otak secara stabil.
2. Mengembangkan model AI berbasis CNN-LSTM untuk mengklasifikasikan kondisi otak pengguna.
3. Menghasilkan perangkat fungsional yang dapat digunakan untuk deteksi dini gejala neurologis ringan.
4. Menyediakan aplikasi pendukung yang ramah pengguna untuk menampilkan hasil analisis.

### 1.4 Manfaat

Pelaksanaan Program Kreativitas Mahasiswa Karsa Cipta dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan solusi teknologi deteksi dini kondisi otak yang terjangkau dan mudah digunakan.
2. Mendukung upaya keluarga dalam memantau kesehatan lansia secara berkala.
3. Menjadi kontribusi pada pengembangan perangkat biometrik cerdas di Indonesia.
4. Mempercepat proses diagnosis awal sehingga risiko komplikasi neurologis berat dapat diminimalkan.

### 1.5 Luaran yang diharapkan

Luaran kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa Karsa Cipta (PKM -KC) ini meliputi sebagai berikut.

#### 1. Laporan Kemajuan

Penyusunan laporan kemajuan dilaksanakan sesuai dengan waktu pelaksanaan program selama 4 bulan mengikuti Pedoman PKM 2025.

Laporan ini berisi progres perancangan perangkat EEG, pengembangan model AI, serta hasil uji awal terhadap sinyal otak.

## 2. Laporan Akhir

Penyusunan laporan akhir dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan dari implementasi prototipe alat deteksi kondisi otak menggunakan EEG dan AI selama kegiatan PKM 2025 berlangsung, sesuai dengan ketentuan Pedoman PKM 2025. Laporan akan mencakup evaluasi kinerja alat, hasil pengujian, dan analisis kebermanfaatan.

## 3. Prototipe dan Aplikasi

Sebuah prototipe teknologi berupa perangkat EEG portabel yang mampu melakukan deteksi dini kondisi otak (normal, kelelahan, stres, atau tanda awal gangguan neurologis) menggunakan sistem kecerdasan buatan. Prototipe dilengkapi aplikasi pendukung yang menampilkan hasil deteksi dan rekomendasi tindak lanjut secara real time.

## 4. Akun dan Media Sosial

Pembuatan akun media sosial Instagram dilakukan untuk sosialisasi dan promosi pelaksanaan kegiatan PKM. Konten edukasi terkait kesehatan otak, EEG, dan proses pembuatan inovasi akan diunggah setiap bulan setelah dinyatakan lolos pendanaan, dimulai tanggal 5 Mei 2025.

## 5. Potensi Publikasi Artikel Ilmiah

Inovasi alat yang dibuat berpotensi untuk dipublikasikan dalam jurnal atau seminar nasional, khususnya dalam bidang teknologi kesehatan, neuroengineering, dan kecerdasan buatan, sehingga dapat memberikan kontribusi ilmiah pada perkembangan penelitian terkait di Indonesia.

## 6. Potensi Hak Kekayaan Intelektual

Inovasi teknologi ini berpotensi untuk diajukan sebagai Hak Kekayaan Intelektual (HKI) karena belum terdapat pengembangan teknologi serupa di Indonesia yang menggabungkan EEG portable dan klasifikasi kondisi otak berbasis AI. Pendaftaran HKI akan dilakukan melalui Direktorat Inovasi dan Kawasan Sains Teknologi (DIKST) Universitas Brawijaya.

# BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Elektrode EEG

Elektroensefalografi (EEG) merupakan teknik perekaman aktivitas listrik otak menggunakan elektrode yang ditempatkan pada permukaan kulit kepala. Elektrode EEG berfungsi menangkap perubahan potensial listrik yang dihasilkan oleh jutaan neuron kortikal secara sinkron (Paszkiel, 2020). Pada perangkat modern, tersedia beberapa jenis elektrode seperti *wet electrode*, *dry electrode*, dan *semi-dry electrode*. Dry electrode semakin populer karena tidak



memerlukan gel konduktif, lebih praktis digunakan, dan cocok untuk aplikasi portable. Penelitian Nguyen et al. (2020) menunjukkan bahwa elektroda kering mampu menghasilkan kualitas sinyal yang stabil untuk klasifikasi kondisi neurologis ringan, sehingga sangat sesuai untuk desain alat deteksi kondisi otak berbasis EEG.

## 2.2 Gelombang Otak dan Biomarker EEG

Aktivitas otak terbagi menjadi beberapa frekuensi utama: delta, theta, alfa, beta, dan gamma. Perubahan komposisi gelombang ini dapat menandai kondisi fisiologis seperti relaksasi, fokus, kelelahan, atau stres (O'Reilly et al., 2021). Beberapa biomarker penting yang digunakan sebagai indikator kondisi otak antara lain *Brain Symmetry Index (BSI)* untuk asimetri otak, *Delta–Alpha Ratio (DAR)* untuk perlambatan aktivitas otak, dan *beta power* sebagai indikator peningkatan beban kognitif atau stres (Finnigan & van Putten, 2013; Kaskie et al., 2020; Cassani et al., 2022). Biomarker ini menjadi dasar dalam sistem deteksi dini berbasis EEG.

## 2.3 Deep Learning (CNN–LSTM)

Deep learning telah menjadi teknologi penting dalam analisis sinyal EEG karena mampu mengenali pola kompleks tanpa rekayasa fitur manual. *Convolutional Neural Network (CNN)* efektif dalam mengekstraksi pola frekuensi maupun representasi spasial, sementara *Long Short-Term Memory (LSTM)* unggul dalam menangkap dinamika temporal sinyal (Craik et al., 2021; Zou et al., 2023). Pendekatan hybrid CNN–LSTM terbukti memberikan akurasi tinggi dalam klasifikasi kondisi otak secara real time. Integrasi kedua model ini sesuai untuk sistem yang membutuhkan deteksi cepat berbasis rekaman EEG pendek.

## 2.4 Power Spectral Density (PSD)

*Power Spectral Density (PSD)* adalah metode analisis untuk melihat distribusi energi sinyal pada domain frekuensi. Teknik ini digunakan untuk menghitung kekuatan gelombang otak pada rentang frekuensi tertentu, sehingga dapat mengekstraksi biomarker seperti DAR atau beta power (O'Reilly et al., 2021). Metode PSD berbasis Welch merupakan teknik paling banyak digunakan dalam pemrosesan sinyal EEG karena stabil, ringan secara komputasi, dan memberikan hasil yang akurat. PSD menjadi komponen penting dalam sistem yang dikembangkan karena digunakan sebagai langkah awal sebelum klasifikasi oleh AI.

# BAB 3. TAHAP PELAKSANAAN

## 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

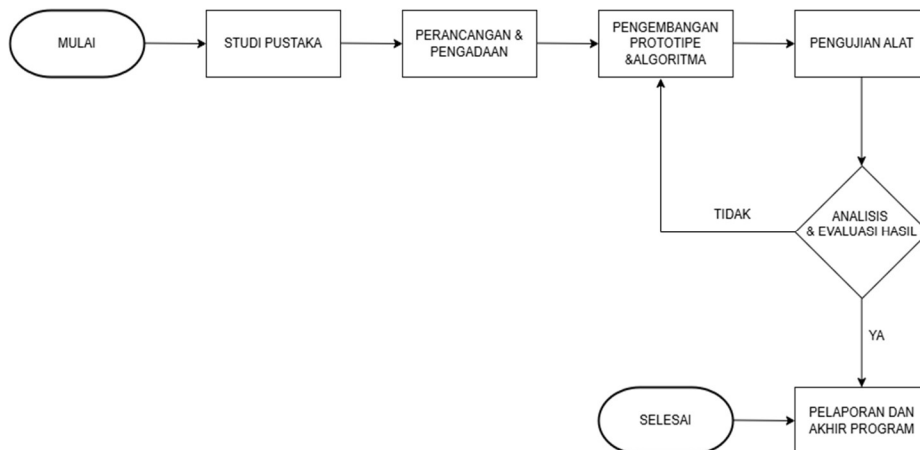
Proses pembuatan alat dilaksanakan selama 4 bulan. Dalam proses perancangan alat dilaksanakan secara online dengan menggunakan zoom meeting dan secara offline yang dilakukan di Laboratorium Desain dan

6

Prototipe Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Jl. Veteran No.10-11, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145.

### 3.2 Tahap Pelaksanaan Program

Adapun tahap pada pelaksanaan program ditunjukkan pada diagram alir berikut.



2

**Gambar 3. 1** Diagram alir tahapan pelaksanaan program

### 3.3 Pengumpulan Data Sekunder

Tahap pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi pustaka untuk mempelajari teori-teori terkait sinyal EEG, biomarker klinis otak, metode pemrosesan sinyal, dan teknik kecerdasan buatan. Sumber data diperoleh dari e-book, artikel jurnal ilmiah, prosiding, laporan penelitian, serta informasi relevan dari internet. Fokus utama studi pustaka meliputi karakteristik gelombang otak, fungsi biomarker EEG seperti BSI, DAR, dan beta power, serta kajian terbaru terkait penggunaan CNN-LSTM untuk klasifikasi kondisi otak.

### 3.4 Penyusunan Desain Teknis

Desain teknis CerebraLife terdiri dari tiga sistem utama yang terintegrasi:

- Sistem Akuisisi EEG:** Menggunakan modul EEG portabel dengan elektroda kering yang dipasang pada area frontal. Sistem ini berfungsi merekam aktivitas listrik otak dalam bentuk sinyal EEG mentah pada rentang frekuensi 0,5–40 Hz. Modul dilengkapi penguat sinyal (*amplifier*) dan *analog-to-digital converter* untuk memastikan kualitas sinyal yang stabil dan minim noise.
- Sistem Pemrosesan dan Kontrol:** Berbasis mikrokontroler (misalnya ESP32 atau STM32) yang menerima sinyal EEG dan melakukan tahap awal pemrosesan seperti *filtering*, *artifact removal*, serta perhitungan *Power Spectral Density (PSD)*. Sistem ini juga mengekstraksi biomarker EEG seperti Brain Symmetry Index (BSI), Delta-Alpha

4

Ratio (DAR), dan beta power. Hasil ekstraksi fitur dikirimkan ke model kecerdasan buatan (CNN–LSTM) yang bertugas mengklasifikasikan kondisi otak secara real time menjadi kategori seperti normal, stres, kelelahan, atau aktivitas abnormal.

- c. **Sistem Tampilan dan Aplikasi:** Sistem ini berupa aplikasi pendukung berbasis desktop atau mobile yang menerima output dari model AI. Aplikasi menampilkan status kondisi otak, grafik gelombang EEG, indikator biomarker, serta rekomendasi tindak lanjut. Tampilan dirancang sederhana sehingga mudah digunakan oleh keluarga, pengguna umum, maupun tenaga kesehatan.

### 3.5 Pembuatan Produk atau Jasa Layanan

#### 3.5.1 Tahapan Persiapan dan Koordinasi Pihak Ketiga

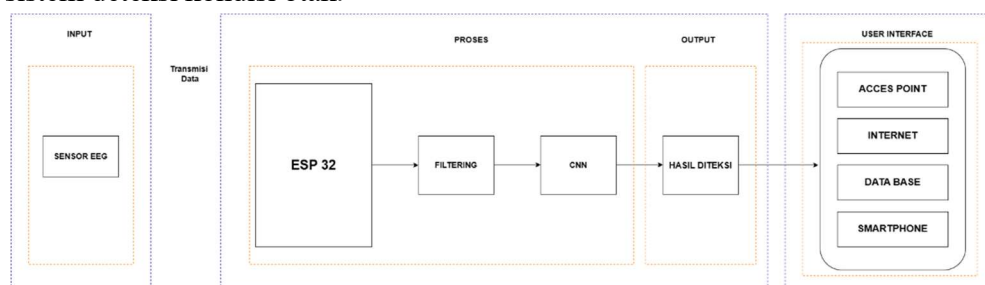
- Bahan yang digunakan terdiri dari modul EEG portable, elektroda kering, mikrokontroler dengan konektivitas Bluetooth/USB, dan casing ergonomis.
- Koordinasi dengan pihak ketiga dilakukan terkait pembuatan desain fisik alat, pemilihan material casing, dan proses manufaktur prototipe fungsional.

#### 3.5.2 Tahapan Pembuatan Alat

Pada tahap ini, pembuatan alat dilakukan mengikuti standar teknis yang telah ditetapkan. Proses ini meliputi perakitan modul EEG, pemasangan elektroda, integrasi mikrokontroler, serta pengujian fungsi kelistrikan dan kestabilan sinyal EEG. Setiap komponen diuji secara terpisah sebelum dirakit menjadi satu unit prototipe.

#### 3.5.3 Sistem Instrumentasi Alat

Secara umum, sistem instrumentasi alat terdiri dari satu sistem utama yaitu sistem deteksi kondisi otak.



**Gambar 3.2** Blok diagram sistem deteksi alat

Sistem deteksi dimulai dari perekaman sinyal otak menggunakan sensor EEG, kemudian data yang diperoleh dikirim ke modul ESP32 untuk diproses. ESP32 melakukan *filtering* untuk menghilangkan noise seperti interferensi listrik 50 Hz dan artefak gerakan, sehingga hanya sinyal EEG relevan yang digunakan. Sinyal yang telah dibersihkan selanjutnya dianalisis menggunakan model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang telah dilatih untuk mengenali pola gelombang otak

terkait indikasi stroke awal. Hasil klasifikasi dikirim sebagai output ke antarmuka pengguna melalui *access point*, kemudian ditampilkan dan disimpan di smartphone.

### 3.6 Pengujian Keandalan Produk

Pengujian sistem dilakukan secara terintegrasi untuk mengevaluasi kemampuan alat dalam mendeteksi kondisi otak melalui sinyal EEG. Relawan diminta melakukan beberapa kondisi seperti relaksasi, fokus, atau kondisi lelah. Hasil rekaman dibandingkan dengan pola biomarker yang sudah divalidasi dalam literatur (misal peningkatan beta power pada stres).

Algoritma PSD diuji untuk memastikan peningkatan kualitas sinyal setelah proses filtering. Model CNN-LSTM diuji menggunakan dataset yang telah diberi label, dan evaluasi dilakukan dengan menghitung akurasi, sensitivitas, serta spesifisitas untuk menilai keandalan prediksi.

### 3.7 Evaluasi dan Prediksi Penerimaan Masyarakat

Tahap evaluasi akan dilakukan setelah uji coba alat dengan cara mengevaluasi kemudahan, kenyamanan, dan keamanan dari penggunaan alat yang telah dibuat. Pada tahapan ini akan dilakukan perbaikan alat untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Prediksi penerimaan alat ini di masyarakat akan baik karena belum ada inovasi sejenis.

## BAB 4 BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN

### 4.1. Anggaran Biaya

Tabel 4.1 menyajikan rancangan anggaran biaya yang akan digunakan dalam kegiatan penelitian CerebraLife: Alat Stimulasi Magnetik dan Monitoring Aktivitas Otak Non-Invasif Berbasis Electroencephalography dan Internet Of Things untuk Rehabilitasi Pasien Stroke dan Parkinson ringan.

**Tabel 4. 1** Sistem Instrumentasi Alat

No	Jenis Pengeluaran	Sumber Dana	Besaran Dana (Rp)
1	Bahan Habis Pakai	Belmawa	4.556.000
		Perguruan Tinggi	1.128.000
		Instansi Lain	-
2	Sewa dan Jasa	Belmawa	1.353.000
		Perguruan Tinggi	272.000
		Instansi Lain	-
3	Transportasi Lokal	Belmawa	891.000
		Perguruan Tinggi	300.000
		Instansi Lain	-
4	Lain-lain	Belmawa	1.200.000
		Perguruan Tinggi	300.000
		Instansi Lain	-
Jumlah			10.000.000
		Belmawa	8.000.000

<b>Rekap Sumber Dana</b>		
	Perguruan Tinggi	2.000.000
	Instansi Lain	-
	<b>Jumlah</b>	<b>10.000.000</b>

#### 4.2. Jadwal Kegiatan

Tabel 4.2 menyajikan rencana jadwal kegiatan yang akan dilaksanakan pada penelitian CerebraLife: Alat Stimulasi Magnetik dan Monitoring Aktivitas Otak Non-Invasif Berbasis Electroencephalography dan Internet Of Things untuk Rehabilitasi Pasien Stroke dan Parkinson ringan.

**Tabel 4. 2** Jadwal kegiatan

No.	Jenis Kegiatan	Bulan				Penanggung Jawab
		1	2	3	4	
1.	Studi Pustaka					Velasco Dendy
2.	Desain Alat					Adam Cassela
3.	Persiapan					Avicenna
4.	Pembuatan					Adam Cassela
5.	Pengujian					Avicenna
6.	Evaluasi					Avicenna
7.	Penulisan Laporan					Velasco Dendy