

# Perancangan Dan Monitoring Modul Power Gps Tracker Menggunakan Ic Buck Converter

1<sup>st</sup> Asep Burhan Subagja

Fakultas Ilmu Terapan

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

asburrr@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Ema

Fakultas Ilmu Terapan

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

emacdef@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Nina Hendrarini

Fakultas Ilmu Terapan

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ninahendrarini@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** — Penelitian ini berfokus pada perancangan modul daya untuk pelacak GPS menggunakan IC Buck Konverter. Latar belakang penelitian ini adalah kebutuhan akan modul daya yang efisien dan andal di lokasi pertambangan, di mana sumber daya kendaraan dengan tegangan tinggi digunakan sebagai sumber energi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menyesuaikan tegangan komponen sesuai kebutuhan. IC Buck Konverter dipilih karena kemampuannya untuk mengubah tegangan input yang lebih tinggi menjadi tegangan output yang lebih rendah dengan efisiensi tinggi, memungkinkan penyesuaian tegangan yang tepat untuk setiap komponen. Metodologi penelitian melibatkan pengujian arus dan tegangan untuk memastikan kinerja optimal dari modul daya. Hasil sementara menunjukkan bahwa modul daya yang dirancang mampu bekerja dengan efisien dan stabil. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan IC Buck Konverter dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan modul daya untuk pelacak GPS di lokasi pertambangan.

**Kata kunci**— Buck Konverter, GPS Tracker, Pertambangan, Daya

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pada era digital saat ini, teknologi GPS Tracker telah menjadi bagian integral dalam berbagai sektor, termasuk pertambangan. GPS Tracker memungkinkan pemantauan real-time dari lokasi dan kondisi peralatan penting, yang sangat penting dalam operasi pertambangan. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah ketersediaan daya yang konstan dan stabil untuk GPS Tracker, terutama di area pertambangan yang sering kali tidak memiliki akses ke sumber daya listrik yang stabil.

Salah satu solusi yang mungkin adalah penggunaan modul power yang dirancang khusus yang dapat menyesuaikan dengan kebutuhan voltase dari masing-masing komponen GPS Tracker. Modul power ini dapat ditenagai oleh, yang umumnya tersedia di area pertambangan, dan memiliki rentang voltase antara 9-36V. Selain itu, penggunaan Buck Konverter dalam desain modul power ini dapat memastikan bahwa voltase yang diberikan ke setiap komponen adalah sesuai dengan yang dibutuhkan, sehingga memaksimalkan efisiensi dan umur pakai dari GPS Tracker.

Untuk menjawab tantangan ini, penelitian ini mengusulkan perancangan modul power menggunakan Buck Konverter. Buck Konverter adalah jenis konverter DC-DC yang dapat menurunkan voltase Input ke voltase output yang lebih

rendah, sehingga cocok untuk aplikasi ini. Selain itu, komunikasi LoRa digunakan dalam GPS Tracker ini, yang merupakan teknologi komunikasi jarak jauh dan daya rendah yang ideal untuk aplikasi seperti ini. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi modul power untuk GPS Tracker menggunakan Buck Konverter, dengan tujuan untuk menciptakan solusi daya yang efisien dan handal untuk GPS Tracker di lingkungan pertambangan.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki relevansi akademis dan implementatif yang tinggi, karena tidak hanya berkontribusi pada pengetahuan teknis tentang desain modul power dan penggunaan Buck Konverter, tetapi juga menawarkan solusi praktis untuk tantangan nyata yang dihadapi oleh industri pertambangan saat ini. Selain itu, penelitian ini juga dapat membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut tentang optimalisasi sistem daya untuk teknologi lainnya dalam konteks pertambangan

### B. Rumusan Masalah

Masalah utama dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan mengimplementasikan modul power yang efisien dan handal untuk GPS Tracker di lingkungan pertambangan menggunakan IC Buck Konverter. Ini melibatkan penyesuaian voltase untuk setiap komponen yang akan digunakan oleh GPS Tracker.

### C. Tujuan

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang akan dicapai:

1. Merancang modul daya yang mampu menyesuaikan tegangan masing-masing komponen sesuai kebutuhan.
2. Menggunakan sumber daya kendaraan sebagai sumber energi di lokasi pertambangan.
3. Mengimplementasikan IC Buck Konverter untuk mengubah tegangan Input yang lebih tinggi menjadi tegangan output yang lebih rendah dengan efisiensi yang tinggi.
4. Melakukan pengujian arus dan tegangan untuk memastikan kinerja optimal dari modul daya.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Kicad



GAMBAR 1  
Logo Software Kicad

KiCad adalah perangkat lunak sumber terbuka yang dirancang untuk membantu dalam merancang dan membuat papan sirkuit cetak (PCB) secara profesional. Dengan kompatibilitas lintas platform, KiCad dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, termasuk Windows, macOS, dan Linux [6]. Dalam proyek ini, Kicad di gunakan untuk membuat schematic rangkaian, papan sirkuit cetak (PCB), serta membuat gambaran atau definisi produk akhir (BOM).

### B. Python



GAMBAR 2  
Bahasa Pemrograman Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif tingkat tinggi yang dapat digunakan di berbagai platform [88]. Python memiliki struktur data tingkat tinggi yang efisien dan pendekatan yang sederhana namun efektif untuk pemrograman berorientasi objek. Pada proyek ini python digunakan sebagai transkrip yang mengkonversi komponen dari EASYEDA ke Kicad. Hal ini di perlukan untuk mempermudah proses produksi.

### C. XL4015



GAMBAR 3  
XL4015

XL4015 adalah sebuah modul konverter daya yang berfungsi untuk mengubah tegangan DC masukan menjadi tegangan DC keluaran yang lebih rendah. Modul ini mampu menangani beban hingga 5A, yang membuatnya sangat berguna dalam berbagai aplikasi daya tinggi [11]. Fungsi dari modul ini adalah untuk mengubah tegangan tinggi dari kendaraan menjadi tegangan yang lebih kecil sehingga dapat digunakan untuk komponen yang dibutuhkan.

### D. Easyeda

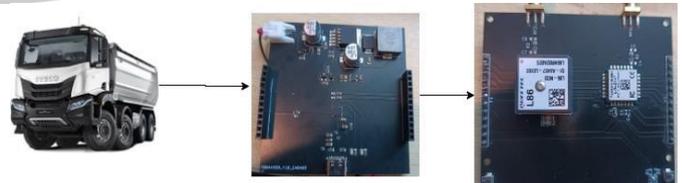


GAMBAR 4  
Logo Software EasyEDA

EasyEDA adalah alat berbasis web untuk desain otomatisasi elektronik (EDA) yang memungkinkan insinyur perangkat keras untuk merancang, mensimulasikan, berbagi, dan mendiskusikan skema, simulasi, dan papan sirkuit cetak (PCB). Alat ini mendukung pembuatan dan pengeditan diagram skematik, simulasi SPICE dari sirkuit analog dan digital campuran, serta pembuatan dan pengeditan tata letak PCB [14]. Salah satu kelebihan dari EasyEDA adalah dikarenakan berbasis web, ini memudahkan kolaborasi dan akses dari berbagai perangkat. Dalam konteks proyek ini, EasyEDA digunakan sebagai tempat memilih komponen yang lebih spesifik yang akan digunakan untuk mempermudah proses produksi.

## III. METODE

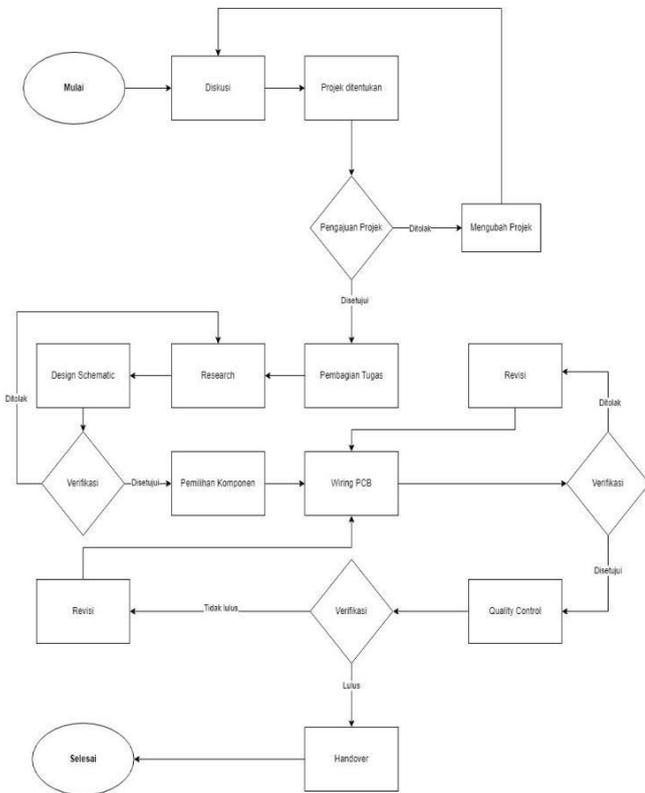
### A. Perancangan Sistem



GAMBAR 5  
Perancangan Sistem

Gambar diatas merupakan gambaran diagram sistem yang akan di bangun. Sumber daya berasal dari kendaraan dengan rentang 9-36 V, selanjutnya akan diturunkan menyesuaikan dengan kebutuhan voltase

yaitu 5 volt dan 3.3 Volt yang akan di gunakan oleh PCB GPS tracker serta Lora.



GAMBAR 6  
Flowchart Perancangan Sistem

Pada gambar diatas, flowchart dimulai dengan tahap persiapan awal, di mana proyek dibahas dan didiskusikan untuk menetapkan tujuan, ruang lingkup, dan tanggung jawab masing-masing anggota tim. Setelah diskusi, proyek secara resmi ditentukan dan diajukan untuk persetujuan.

Jika proyek disetujui, langkah selanjutnya adalah pembagian tugas kepada anggota tim yang relevan. Setiap anggota tim kemudian melakukan penelitian yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan tugas mereka. Berdasarkan hasil penelitian, desain Schematic dibuat untuk menggambarkan bagaimana komponen- komponen dalam proyek akan dihubungkan.

Desain Schematic ini kemudian diverifikasi untuk memastikan kesesuaiannya dengan spesifikasi proyek. Jika desain tidak memenuhi persyaratan, dilakukan revisi dan diajukan kembali untuk verifikasi. Setelah desain Schematic disetujui, tahap berikutnya adalah pemilihan komponen yang tepat untuk proyek.

Setelah komponen dipilih, dilakukan proses wiring PCB di mana komponen- komponen dihubungkan sesuai dengan desain Schematic yang telah disetujui. Proses ini juga harus melalui tahap verifikasi untuk memastikan bahwa semua komponen terhubung dengan benar. Jika wiring PCB tidak memenuhi standar, revisi dilakukan hingga verifikasi berhasil dilalui.

PCB yang sudah diverifikasi kemudian melalui tahap Quality Control untuk memastikan bahwa produk akhir memenuhi standar kualitas yang ditentukan. Produk yang lolos Quality

Control kemudian diverifikasi sekali lagi untuk memastikan bahwa tidak ada masalah dan semua aspek sesuai dengan spesifikasi proyek. Jika ada masalah, produk kembali ke tahap revisi untuk perbaikan.

Setelah semua tahapan selesai dan produk akhir telah disetujui, proyek diserahkan kepada pihak yang akan menggunakannya atau melanjutkan pekerjaan lebih lanjut. Dengan demikian, proses dianggap selesai, dan proyek pun dinyatakan selesai dengan sukses.

B. Kebutuhan Perangkat

1. Perangkat Keras

TABEL 1  
Perangkat Keras

No.	Nama Perangkat	Fungsi
1.	XL4015	Konverter DC/DC yang mampu mengubah tegangan dari rentang 9-36 Volt menjadi 5 Volt dan dapat menangani beban sampai dengan 5A.
2.	AP2112K-3.3	Regulator tegangan linier atau Low-Dropout (LDO) yang menurunkan tegangan lebih rendah dari 5 volt ke 3,3V.
3.	Resistor	Untuk membatasi arus listrik dalam rangkaian dan mengatur tegangan dengan mengubah sebagian energi listrik menjadi panas.
4.	Header Female	Konektor pada PCB yang memungkinkan pemasangan dan pelepasan komponen atau modul lain secara mudah dan cepat.
5.	JST XH	Konektor JST XH berfungsi sebagai penghubung listrik yang compact dan andal antara komponen elektronik, biasanya digunakan pada PCB, baterai, dan kabel.
6.	Kapasitor	Berfungsi untuk menyimpan dan melepaskan energi listrik dalam bentuk muatan.

7	Induktor	Induktor berfungsi untuk menyimpan energi dalam bentuk medan magnet saat arus listrik mengalir melaluinya. Ini digunakan untuk menyaring sinyal, mengurangi noise, menyimpan energi, dan menghaluskan aliran arus dalam rangkaian elektronik, terutama dalam aplikasi seperti power supply dan filter frekuensi
8	Dioda	Penyearah arus, yaitu mengubah arus AC menjadi arus DC serta pelindung sirkuit dari kerusakan akibat polaritas terbalik, dengan memungkinkan arus mengalir hanya dalam satu arah.
9	Konektor USB C	Konektor USB-C SMD (Surface-Mount Device) adalah versi USB-C yang dirancang untuk dipasang langsung pada permukaan PCB tanpa memerlukan lubang pemasangan. Konektor ini digunakan untuk menghubungkan perangkat dengan kabel USB-C, memungkinkan transfer data, pengisian daya, dan transmisi video atau audio.

2. Perangkat Lunak

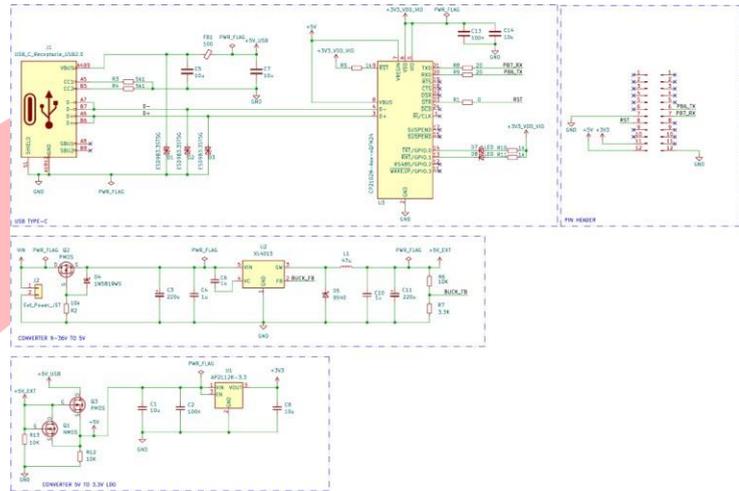
TABEL 2  
Perangkat Lunak

No.	Nama Perangkat	Fungsi
1.	KiCad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alat desain skematik untuk membuat diagram skematik</li> <li>• Alat desain PCB untuk membuat Layout PCB</li> <li>• Penampil file Gerber dan Excellon untuk melihat output produksi</li> <li>• Penampil 3D untuk melihat model 3D dari PCB.</li> </ul>
2.	EasyEDA	CAD (Computer Aided Design) yang digunakan untuk mengkonversi komponen yang tidak terdapat di KiCad untuk mempermudah proses produksi.

3.	Python	Skrip untuk mengonversi komponen elektronik apa pun dari EasyEDA ke pustaka KiCad.
----	--------	--

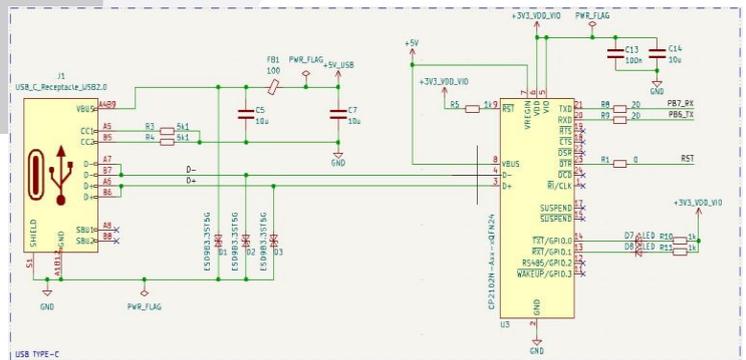
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Skematik



GAMBAR 7  
Skematik Keseluruhan

Gambar di atas menampilkan skematik rangkaian Power GPS Tracker. Pada skematik tersebut, terlihat berbagai komponen yang terhubung satu sama lain. IC XL4015 berfungsi sebagai konverter tegangan, mengubah tegangan Input utama dari 9-36 Volt menjadi 5 Volt. Selain itu, terdapat IC LDO AP2112 yang bertugas mengonversi tegangan 5 Volt menjadi 3,3 Volt. Untuk menyuplai daya ke modul GPS Tracker yang dibuat secara terpisah, digunakan Header Female sebagai penghubung. Rangkaian skematik yang saya buat berasal dari beberapa datasheet yang telah tersedia oleh perangkat yang sudah ada dan di rangkai kembali berdasarkan kebutuhan.

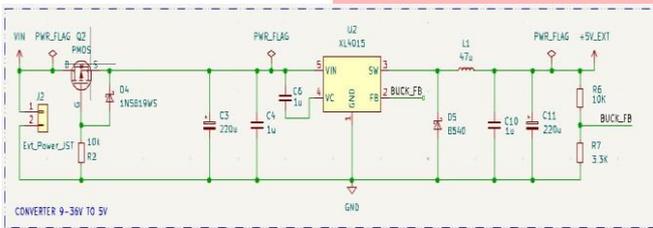


GAMBAR 8  
Skematik USB Type-C

Gambar yang ditampilkan di atas adalah diagram skematik dari konektor USB Type-C. Diagram ini menunjukkan bagaimana konektor tersebut digunakan untuk mengunggah program ke dalam sebuah mikrokontroler.

Secara lebih rinci, skematik ini menggambarkan jalur-jalur koneksi listrik yang menghubungkan berbagai pin pada konektor USB Type-C dengan mikrokontroler. Setiap pin memiliki fungsi spesifik, seperti menyediakan daya, mengirim data, atau menerima data. Dengan menggunakan konektor ini, pengguna dapat dengan mudah mengunggah program yang telah dibuat ke dalam mikrokontroler untuk menjalankan berbagai fungsi yang diinginkan.

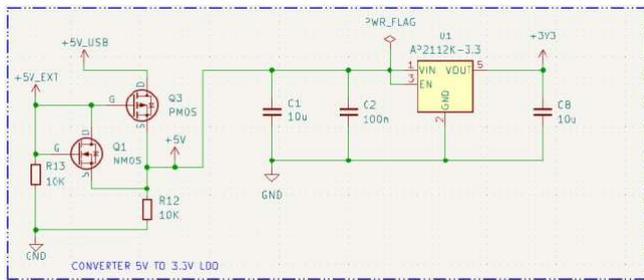
Diagram ini sangat penting dalam proses pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak, karena memastikan bahwa koneksi antara komputer dan mikrokontroler berjalan dengan lancar dan tanpa hambatan. Tanpa skematik yang tepat, proses pengunggahan program bisa mengalami berbagai masalah teknis yang dapat menghambat kinerja perangkat.



GAMBAR 9  
Skematik Konverter 9-36V to 5V

Gambar yang ditampilkan di atas adalah diagram skematik dari sebuah konverter tegangan menggunakan konverter XL4015. Konverter ini dirancang untuk mengubah tegangan yang bervariasi antara 9 hingga 36 volt, yang biasanya berasal dari sistem kelistrikan kendaraan, menjadi tegangan tetap sebesar 5 volt. Tegangan 5 volt ini kemudian digunakan untuk mengoperasikan perangkat yang memerlukan koneksi USB Type-C, yang memang membutuhkan tegangan sebesar 5 volt untuk berfungsi dengan baik.

Secara lebih rinci, skematik ini menunjukkan bagaimana komponen-komponen elektronik di dalam konverter bekerja sama untuk menurunkan tegangan input yang lebih tinggi menjadi tegangan output yang lebih rendah dan stabil. Komponen seperti regulator tegangan, kapasitor, dan resistor ditampilkan dalam diagram ini, masing-masing dengan peran spesifik dalam proses konversi tegangan. Regulator tegangan, misalnya, bertugas untuk memastikan bahwa tegangan output tetap stabil pada 5 volt meskipun tegangan input bervariasi.

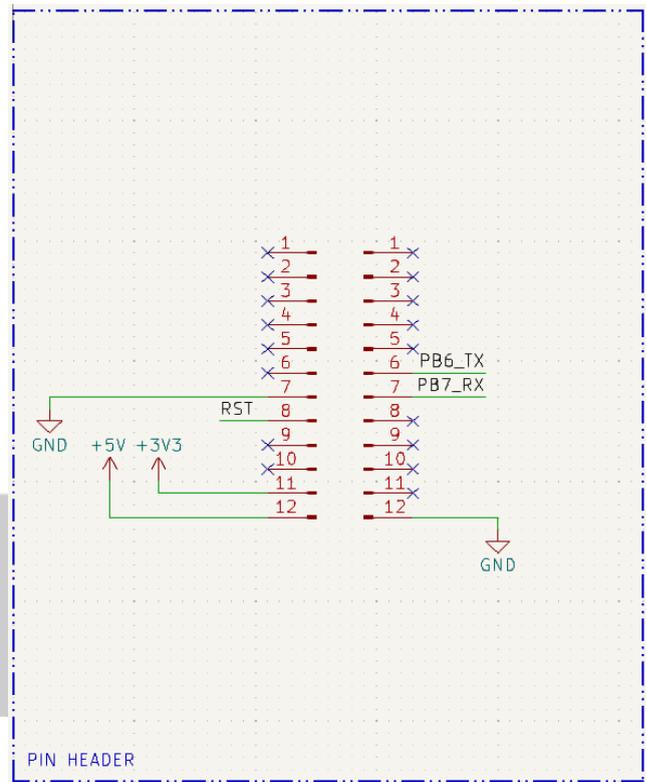


GAMBAR 10  
Skematik Konverter 5V to 3.3V

Gambar yang ditampilkan di atas adalah diagram skematik dari sebuah konverter tegangan yang mengubah tegangan 5 volt menjadi 3.3 volt. Konverter ini berfungsi sebagai sumber daya untuk modul GPS Tracker yang dirancang oleh pihak lain.

Secara lebih rinci, skematik ini menunjukkan bagaimana komponen-komponen elektronik di dalam konverter bekerja sama untuk menurunkan tegangan input dari 5 volt menjadi tegangan output yang lebih rendah dan stabil sebesar 3.3 volt. Komponen seperti regulator tegangan, kapasitor, dan resistor ditampilkan dalam diagram ini, masing-masing dengan peran spesifik dalam proses konversi tegangan. Regulator tegangan, misalnya, bertugas untuk memastikan bahwa tegangan output tetap stabil pada 3.3 volt meskipun tegangan input bervariasi.

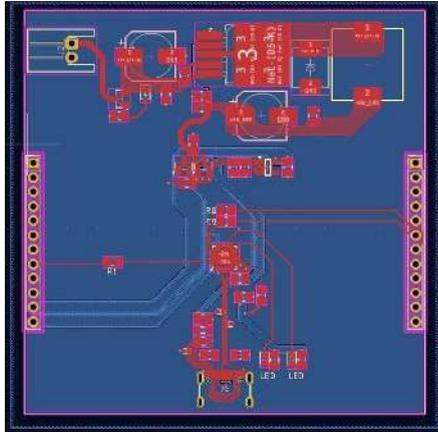
Diagram ini sangat penting dalam konteks pengembangan dan perbaikan perangkat elektronik, terutama yang digunakan dalam modul GPS Tracker. Dengan memahami skematik ini, teknisi dan insinyur dapat memastikan bahwa modul GPS Tracker yang terhubung akan menerima tegangan yang tepat dan aman, sehingga dapat berfungsi dengan optimal tanpa risiko kerusakan akibat tegangan yang tidak stabil.



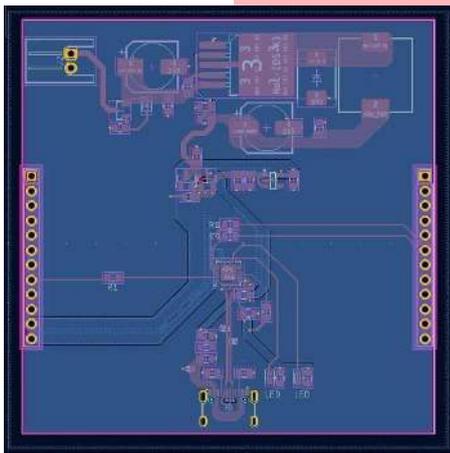
GAMBAR 11  
Skematik Pin Header

Gambar berikut merupakan skematik dari pin header yang akan berfungsi sebagai penghubung antara PCB Power dan PCB GPS Tracker yang dibuat oleh pihak lain.

B. Perancangan PCB Layout



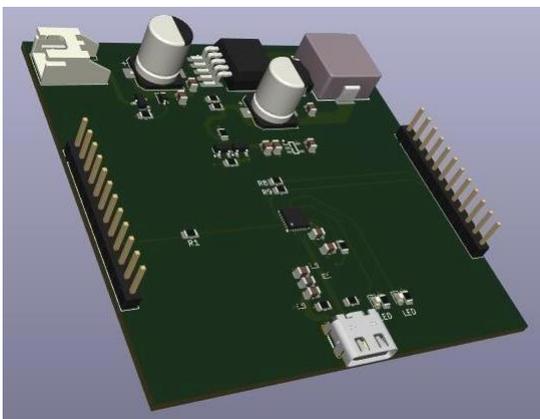
GAMBAR 12  
Layout Top Layer



GAMBAR 13  
Layout Bottom Layer

Pada lapisan atas (*top layer*), komponen telah dirancang dengan mengikuti skematik yang telah disusun sebelumnya, dan jalur ini digunakan untuk distribusi VCC. Sementara itu, lapisan bawah (*bottom layer*) dilapisi dengan copper area yang berfungsi sebagai jalur ground, berfungsi untuk meningkatkan kualitas grounding dengan mengurangi resistansi dan impedansi, mengurangi noise dan gangguan elektromagnetik (EMI), serta membantupembuangan panas

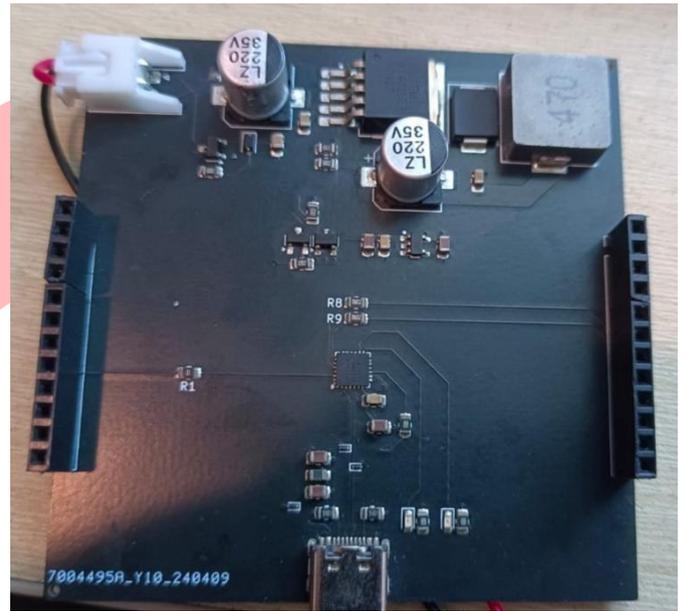
C. 3D Viewer



GAMBAR 14  
3D Viewer

Gambar diatas merupakan visualisasi desain PCB dalam tiga dimensi. Dengan menggunakan 3D viewer, kita dapat melihat bentuk fisik dari PCB yang dirancang secara lebih realistis, termasuk tata letak komponen, jalur koneksi, serta dimensi keseluruhan. Hal ini ditujukan agar mengidentifikasi potensi masalah seperti benturan komponen atau kesalahan dalam penempatan komponen yang mungkin tidak terlihat dalam tampilan 2D. Kedua, 3D viewer membantu dalam verifikasi akhir sebelum produksi.

D. Prototype



GAMBAR 15  
Prototype

Gambar berikut menunjukkan prototype yang telah selesai dibuat. Pada tampak depan, terlihat beberapa komponen penting, seperti Header Female yang digunakan untuk menyuplai daya ke modul GPS Tracker yang dikembangkan oleh pihak lain. Terdapat juga konektor JST HX yang berfungsi sebagai *Input power*, serta beberapa komponen lainnya. Selain itu, ada Buck Konverter yang mengubah tegangan dari 9-36 Volt menjadi 5 Volt, yang akan digunakan untuk proses upload program. Untuk microcontroler PCB lainidigunakan LDO yang mengonversi tegangan dari 5 Volt menjadi 3,3 Volt. Selain itu, terdapat port USB yang digunakan untuk meng-upload program serta dapat pula menjadi sumber tegangan 5 Volt.

E. Pengujian

1. *Testing* menggunakan *Input USB* dengan tegangan 5 Volt.



GAMBAR 16  
Testing menggunakan input USB 5Volt

Gambar berikut memperlihatkan proses pengujian yang dilakukan dengan menggunakan *Input* dari port USB yang memberikan tegangan sebesar 5 Volt. Pada pengujian ini, terlihat bahwa LED indikator pada desain yang dibuat oleh pihak lain menyala, menunjukkan bahwa *Input* dari USB berhasil diterima dan diproses dengan baik oleh sistem. Penyalan LED indikator ini berfungsi sebagai tanda bahwa tegangan yang diberikan melalui USB telah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dan diterima dengan baik oleh perangkat, sehingga dapat dipastikan bahwa perangkat tersebut berfungsi sebagaimana mestinya dalam menerima *Input* daya dari sumber yang telah ditentukan.

2. *Testing* menggunakan Power Supply dengan tegangan 12 Volt.



GAMBAR 17  
Testing menggunakan Input Power Supply 12V

Memfaatkan *Input* dari Power Supply, yang diatur pada tegangan 12 Volt. Dalam pengujian ini, salah satu indikator utama keberhasilan adalah tidak terjadinya *Over Current Protection* (OCP) atau adanya short circuit pada PCB. Keberhasilan tersebut menunjukkan bahwa rangkaian pada PCB berfungsi dengan baik, menerima tegangan yang diberikan tanpa menunjukkan tanda-tanda masalah seperti arus berlebih atau hubungan pendek. Dengan tidak adanya OCP atau short, dapat dipastikan bahwa desain PCB mampu menangani *Input* tegangan yang diberikan secara efektif dan aman, menandakan bahwa sistem telah melewati uji kualitas dan keandalan dengan baik.

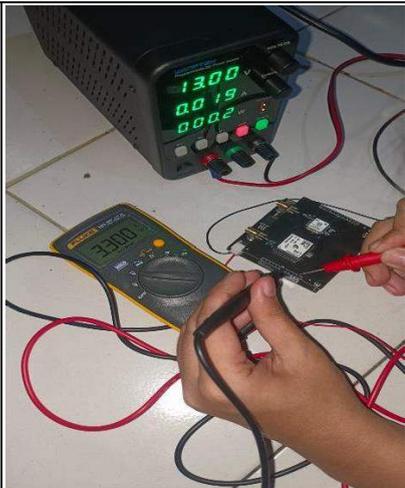
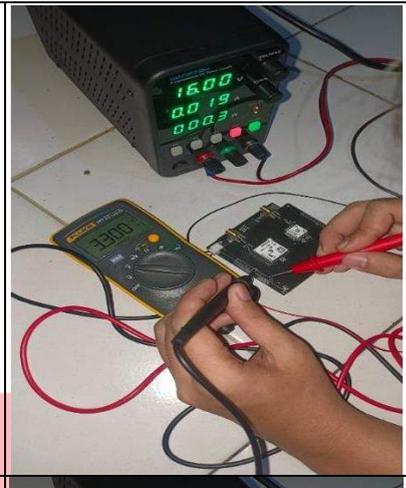
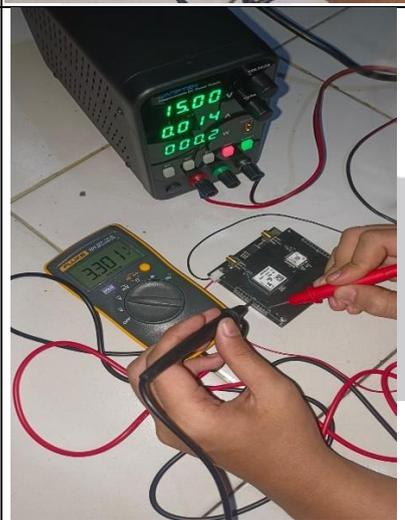
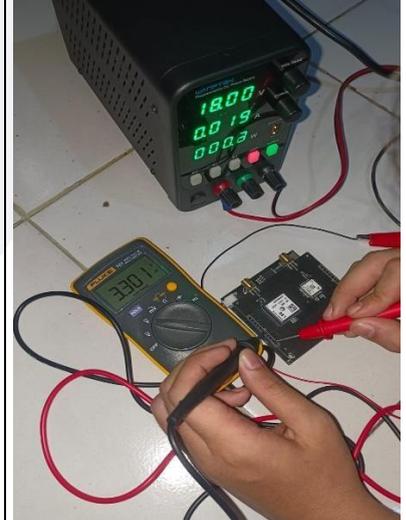
F. Monitoring

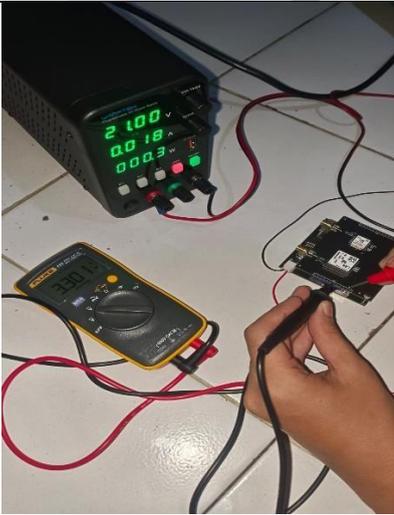
Tujuan utama dari monitoring ini adalah untuk memantau apakah PCB GPS Tracker dan Lora mendapatkan output tegangan yang sesuai walaupun dari input tegangan yang bersifat fluktuatif.

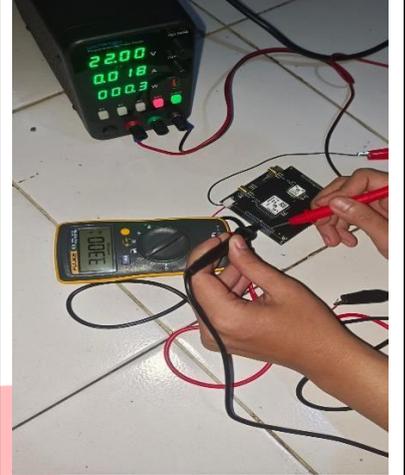
Berikut merupakan hasil monitoring yang telah dilakukan :

TABEL 3  
Monitoring Perangkat

No	Input	Output	Dokumentasi
1	10 Volt	3.3 V	
2	11 Volt	3.3 V	
3	12 Volt	3.3 V	

4	13 Volt	3.3 V		7	16 Volt	3.3 V	
5	14 Volt	3.3 V		8	17 Volt	3.3 V	
6	15 Volt	3.3 V		9	18 Volt	3.3 V	

10	19 Volt	3.3 V	
11	20 Volt	3.3 V	
12	21 Volt	3.3 V	

13	22 Volt	3.3 V	
----	---------	-------	---

Dari hasil monitoring diatas, dapat disimpulkan bahwa input yang masuk ke PCB GPS Tracker stabil, ditunjukkan dengan hasil input yang masuk stabil pada tegangan 3.3 Volt dengan berapapun tegangan yang diinputkan ( pada percobaan diatas 10-22 Volt ).

G. Analisis

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, tidak ditemukan adanya peningkatan suhu pada perangkat meskipun dilakukan pengujian dengan membalikkan posisi VCC dan ground. Selanjutnya, analisis difokuskan pada kestabilan tegangan. Tegangan yang masuk dan keluar dari PCB GPS tracker terpantau stabil pada 3,3 volt, menunjukkan bahwa perangkat bekerja dengan baik dalam menjaga kestabilan tegangan operasional.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan Dalam penelitian ini, kami berhasil merancang dan mengimplementasikan modul daya yang efisien dan handal untuk GPS Tracker di lingkungan pertambangan dengan menggunakan IC Buck Converter. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa masalah utama yang telah dirumuskan sebelumnya, yaitu bagaimana merancang modul daya yang mampu menyesuaikan tegangan untuk setiap komponen, menggunakan sumber daya kendaraan sebagai sumber energi, serta memastikan efisiensi dan kinerja optimal dari modul daya tersebut.

1. modul daya yang dirancang mampu menyesuaikan tegangan untuk setiap komponen GPS Tracker sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Hal ini memastikan bahwa setiap komponen menerima tegangan yang tepat untuk beroperasi dengan optimal.
2. penggunaan sumber daya kendaraan sebagai sumber energi di lokasi pertambangan terbukti efektif dan

dapat diandalkan. Ini memberikan solusi praktis untuk menyediakan daya yang stabil dan berkelanjutan di lingkungan yang menantang.

3. implementasi IC Buck Converter berhasil mengubah tegangan input yang lebih tinggi menjadi tegangan output yang lebih rendah dengan efisiensi yang tinggi. Pengujian menunjukkan bahwa konverter ini bekerja sesuai dengan yang diharapkan, memberikan efisiensi yang diperlukan untuk operasi jangka panjang.

pengujian arus dan tegangan menunjukkan bahwa modul daya berfungsi secara optimal. Hasil pengujian ini memastikan bahwa GPS Tracker dapat beroperasi dengan stabil dan handal di lingkungan pertambangan, menjawab semua tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

[14] "EasyEDA," Wikipedia, 2021.

## REFERENSI

- [1] "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Motor DC Menggunakan Buck Converter Berbasis Mikrokontroler ATmega 328," Jurnal Teknik Elektro, vol. 10, no. 2, 2020.
- [2] "Rancang Bangun Sistem Buck DC-DC Converter Sebagai Sistem Transmisi Energi pada K-POWERS Berbasis PWM Mikrokontroler Arduino Nano328P," Jurnal Teknik Elektro, vol. 11, no. 1, 2021.
- [3] "Pemantauan Real-Time di Pertambangan dengan GPS Tracker," Widyamatador, Jun. 13, 2023.
- [4] "SIG Terapkan Sistem Pemantauan Tambang Berbasis Teknologi Digital," Lestari Kompas, Jun. 13, 2023.
- [5] "Sistem Pemantauan Kadar Gas pada Tambang Batubara Berbasis IoT Menggunakan Teknologi Komunikasi LoRa," Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2021.
- [6] "KiCad EDA," KiCad EDA, 2024.
- [7] Python Software Foundation, "Tutorial Python," Python v3.9.2 documentation, 2021.
- [8] Dicoding, "Python: Pengertian, Contoh Penggunaan, dan Manfaat Mempelajarinya," Dicoding Blog, 2021.
- [9] T. Nicolas, "JLC2KiCad\_lib," GitHub, 2021.
- [10] B. Meg, "Fabrication-Toolkit," GitHub, 2021.
- [11] "Datasheet - xlsemi.com,". 2021.
- [12] "XL4015 Datasheet(PDF) - XLSEMI,". 2021.
- [13] "XL4015 DC-DC Step Down Module - Components101,". 2021.