

POWER SUPPLY VARIABLE MENGGUNAKAN MOSFET IRF 2805 SEBAGAI PENGUAT ARUS

Rifqi Qurnia Putra Pamungkas¹, Arradhea Murbha Ardhana¹, Astrie Kusuma Dewi¹

¹Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada 38, Cepu, 58315
Email: *murbhaardhanaa@gmail.com*

ABSTRAK

Artikel ini membahas pengembangan proyek catu daya variabel menggunakan MOSFET sebagai penguat arus. Proyek ini bertujuan untuk merancang dan membangun catu daya yang dapat memberikan tegangan keluaran yang dapat disesuaikan, memanfaatkan MOSFET untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja. Dengan menggunakan MOSFET, sistem ini mampu mengalirkan arus tinggi dengan kerugian daya yang minimal, menjadikannya ideal untuk berbagai aplikasi elektronik, termasuk pengujian perangkat dan pengendalian motor. Simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan membuat sebuah rancangan catu daya dan memberikan suatu tegangan dengan potensio yang dibuka yaitu sebesar 0%, 20%, 40%, 60% dan 80%. Hasil yang ditunjukkan pada voltmeter dan multimeter akan menunjukkan seberapa efektifnya MOSFET sebagai penguat arus dibandingkan dengan *transistor bipolar* (BJT).

Kata Kunci: Catu Daya, *Power Supply Variable*, MOSFET

1. PENDAHULUAN

Catu daya (*power supply*) merupakan komponen vital yang tidak dapat diabaikan. Catu daya berfungsi sebagai penyedia energi listrik yang diperlukan untuk mengoperasikan berbagai perangkat dan sistem kontrol dalam kilang [1]. Catu daya dapat berfungsi dalam berbagai bentuk, baik itu arus bolak-balik (AC) maupun searah (DC), tergantung pada kebutuhan spesifik perangkat yang akan dioperasikan [2]. *Power supply variable* adalah alat yang penting dalam berbagai aplikasi elektronik, yang memungkinkan pengguna untuk mengatur tegangan dan arus sesuai kebutuhan. *Power supply* terdiri dari dua tipe yaitu *voltage regulator* yang tegangan keluarannya dapat diatur dan *constant current regulator* yang arus keluarannya dapat diatur. *Constant current regulator* atau sumber arus sendiri merupakan sebuah alat terminal yang mampu mempertahankan nilai arusnya tanpa terpengaruhi hambatan pada beban [3]. Sumber arus dibagi menjadi dua, yaitu *dependent* dan *independent*. Sumber arus *independent* atau sumber arus bebas merupakan sumber arus yang besar kecilnya pasti atau tidak tergantung dengan elemen lain pada rangkaian. Sedangkan sumber arus *dependent* atau tak bebas adalah sumber arus yang besar kecilnya dipengaruhi oleh elemen lain seperti sumber yang lain ataupun tegangan. Karena itu, sumber arus tak bebas ini sering juga disebut *controlled current source* (sumber arus yang terkontrol) [4].

Dalam proyek ini, penulis berfokus pada pembuatan *power supply variable* yang menggunakan MOSFET (*Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor*) sebagai penguat arus. Banyak *power supply* yang ada dipasaran memiliki keterbatasan dalam hal penyesuaian arus dan tegangan. Penggunaan MOSFET diharapkan dapat mengatasi masalah dengan memberi kontrol yang lebih baik atas output arus dan dapat menerapkan MOSFET sebagai penguat arus dalam rangkaian elektronika.

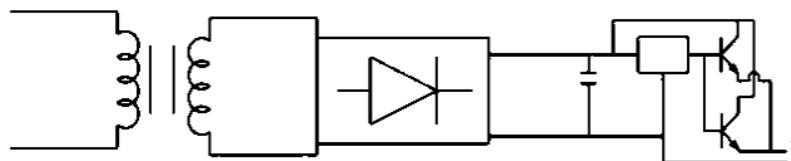
Dalam dunia elektronika modern, kebutuhan akan komponen yang efisien dan efektif untuk penguatan sinyal semakin meningkat. Salah satu komponen yang memenuhi kebutuhan tersebut adalah *Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor* (MOSFET). MOSFET digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari otomotif dan industri hingga komputasi, seluler, dan catu daya [5]. MOSFET berfungsi sebagai penguat arus dengan memanfaatkan prinsip pengendalian

arus melalui medan listrik yang dihasilkan oleh tegangan pada *terminal gate*. Dalam mode aktif, MOSFET dapat menguatkan sinyal input yang lemah, sehingga memungkinkan arus keluaran yang lebih besar untuk menggerakkan beban yang memerlukan daya lebih tinggi [6]. Hal ini sangat penting dalam aplikasi di mana sinyal yang diterima sering kali memiliki amplitudo yang rendah, seperti pada sistem audio, sensor, dan komunikasi [7].

Seiring dengan berkembangnya teknologi dan meningkatnya kompleksitas sistem elektronik, penggunaan MOSFET sebagai penguat arus juga semakin luas. Dalam sistem kontrol motor, misalnya, MOSFET digunakan untuk mengendalikan arus yang lebih besar dari sinyal kontrol yang dihasilkan oleh mikrokontroler. Dengan demikian, pemahaman tentang MOSFET dan cara kerjanya sebagai penguat arus menjadi sangat penting bagi mahasiswa dan praktisi di bidang teknik elektro dan instrumentasi [8]. Dengan menggunakan MOSFET, diharapkan *power supply* dapat memberikan output yang stabil, responsif terhadap pengaturan, dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan komponen lain seperti transistor bipolar.

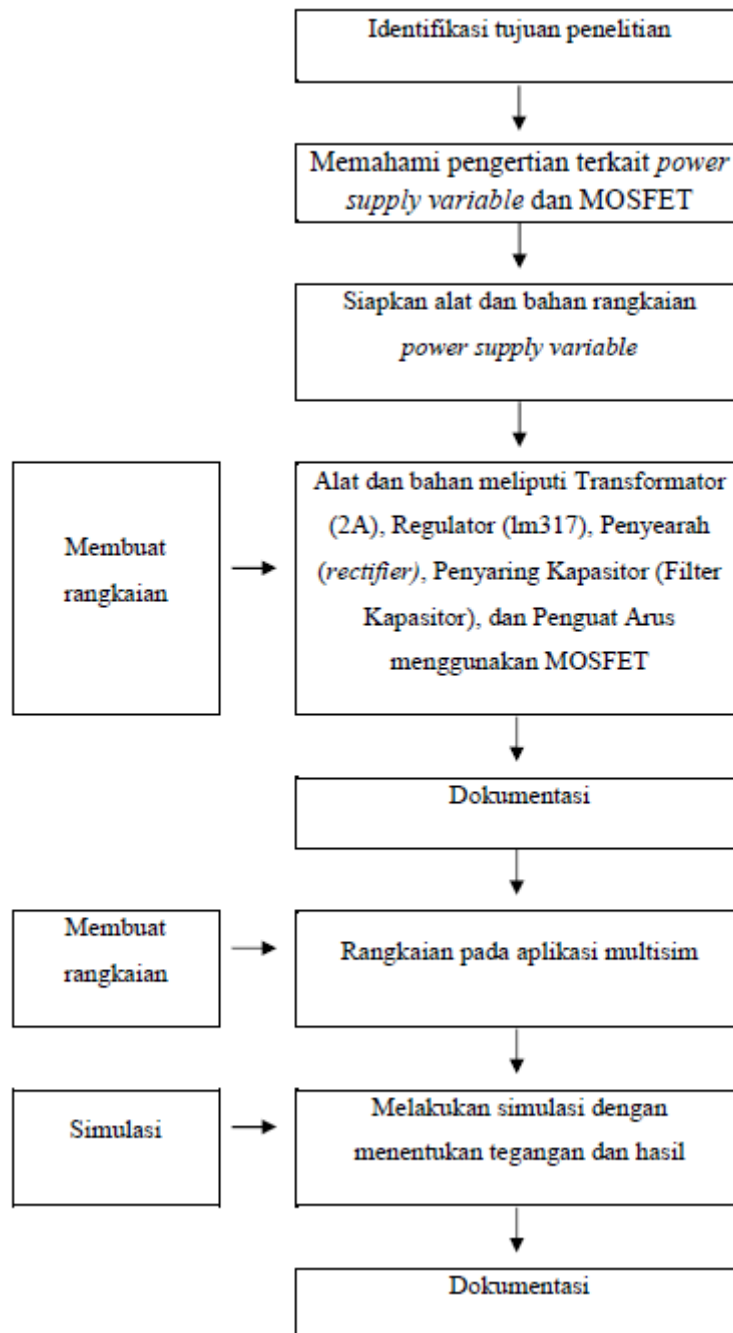
2. METODE

Power supply variable umumnya menggunakan komponen elektronik seperti transistor, dioda, dan kapasitor untuk mengatur dan menstabilkan keluaran, seperti pada Gambar 1. Terdapat dua jenis teknik dalam prinsip kerja *power supply* yaitu PWM (*Pulse Width Modulation*) dan Regulasi Linear. PWM adalah dengan mengubah durasi sinyal yang berada dalam keadaan aktif, catu daya dapat menyesuaikan rata-rata keluaran tegangan, metode ini bisa diaplikasikan dalam aplikasi modern, sedangkan Regulasi linear melibatkan penggunaan regulator untuk mengubah tegangan input ke level yang diinginkan [9]. Rangkaian *power supply* adalah sistem yang dirancang untuk menyediakan energi listrik yang stabil dan dapat diatur untuk perangkat elektronik. Metode umum dalam merancang rangkaian *power supply* ada tiga yaitu rangkaian catu daya AC-DC dengan jenis rangkaian yang mengubah arus bolak-balik(AC) dari sumber listrik menjadi arus searah (DC), rangkaian catu daya DC-DC digunakan untuk mengubah satu tingkat tegangan DC lainnya, dan rangkaian catu daya *switching* yang lebih efisien dibandingkan dengan catu daya linear dan sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan efisiensi tinggi dan ukuran yang lebih kecil [10].



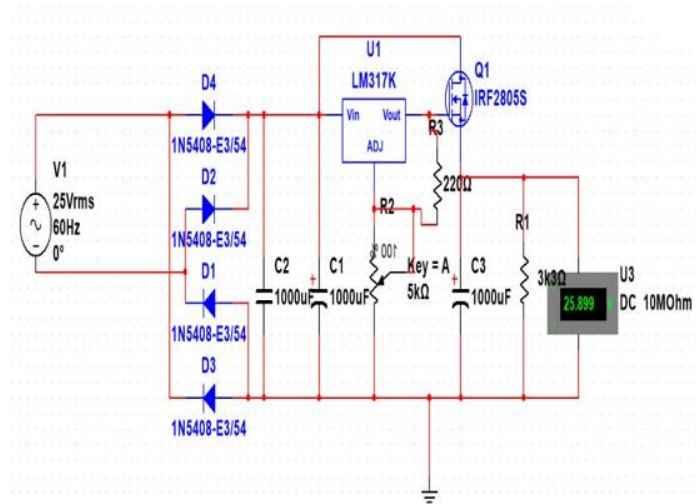
Gambar 1 Rangkaian Power Suply

Penelitian ini menggunakan metode empiris atau eksperimental dengan membuat rangkaian *power supply variabel* menggunakan MOSFET sebagai penguat arus. Dengan teknik ini, arus keluaran dapat diatur. Jenis data yang digunakan pada penelitian adalah jenis data kuantitatif untuk mengetahui besar tegangan dan arus yang menjadi input dari *power supply* serta hasil yang ditampilkan dengan penggunaan *power supply* MOSFET sebagai penguat arus. Gambar 2 merupakan diagram alir penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Power supply ini dirancang dengan memiliki lima bagian utama yaitu Transformator (2A), Regulator (lm317), Penyearah (*rectifier*), Penyaring Kapasitor (Filter Kapasitor), dan Penguat Arus menggunakan MOSFET seperti tampak pada Gambar 3.



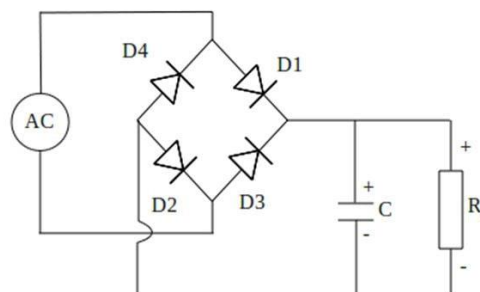
Gambar 3. Rangkaian Simulasi

- Transformator

Transformator adalah perangkat listrik yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik dari satu level ke level lainnya melalui prinsip induksi elektromagnetik, seperti tampak pada Gambar 4. Transformator memiliki dua kumparan kawat, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan primer hal tersebut dapat menghasilkan medan magnet yang menginduksi tegangan di kumparan sekunder. Jenis transformator ada dua, yaitu transformator *step-up* yang meningkatkan tegangan dan tranformator *step-down* yang menurunkan tegangan[11]. Dalam rangkaian *power supply variable* pada *protoype* ini menggunakan transformator 2A yang tegangannya diubah menjadi 24V setelah itu, tegangan diserahkan ke *dioda bridge*, seperti tampak pada Gambar 5.



Gambar 4. Transformator 2A



Gambar 5. Skema dioda bridge

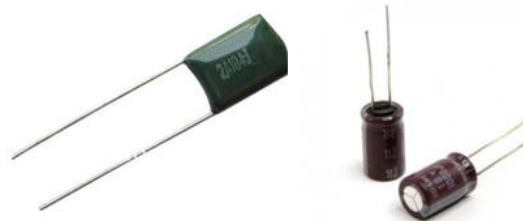
- Penyearah (*Bridge Rectifier*)

Komponen yang berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik(AC) menjadi arus searah(DC) yang terdiri dari empat dioda diatur dalam konfigurasi jembatan atau bisa disebut dengan *dioda bridge* [12]. Saat arus AC mengalir melalui *dioda bridge*, dua dioda akan menghantarkan arus selama siklus positif, dan dua dioda lainnya akan menghantarkan arus daat siklus negatif.

- Filter Kapasitor

Filter kapasitor adalah suatu rangkaian yang menggunakan kapasitor untuk menyaring sinyal dari *power supply*. Fungsi utamanya yaitu untuk menghilangkan frekuensi yang tidak diinginkan dari sinyal atau untuk memisahkan sinyal DC dari AC. Pada rangkaian *power supply* ini penulis menggunakan filter kapasitor 1000 mikrofaraad untuk fokus pada penyimpanan

energi dan stabilisasi tegangan dan 100 nanofarad (nF) untuk penyaringan frekuensi dan pengkopelan sinyal, seperti tampak pada Gambar 6.



Gambar 6. Echo 1000uf dan 100nf

- Regulator

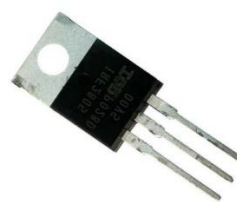
Regulator tegangan adalah bagian terakhir yang berfungsi untuk menjaga tegangan output tetap stabil meskipun ada variasi pada input atau beban. Regulator dapat berupa linear atau switching, tergantung pada aplikasi yang diinginkan dan efisiensi yang diperlukan [13]. Pada rangkaian ini penulis menggunakan regulator jenis linear yaitu LM317, seperti tampak pada Gambar 7.

- Penguat Arus (*Current Amplifier*)

Perangkat yang dirancang untuk meningkatkan arus dari sinyal input tanpa mengubah bentuk sinyal tersebut dan fungsi dari penguat arus, yaitu meningkatkan arus output, menjaga impedansi, dan mengurangi distorsi [14]. Dalam rangkaian ini penulis menggunakan tipe MOSFET 2805 sebagai saklar dalam rangkaian dan mengatur aliran arus dari sumber ke beban, seperti Gambar 8. Dengan resistansi on yang rendah, MOSFET dapat mengalirkan arus tinggi dengan kerugian daya yang minimal. MOSFET dapat beroperasi dengan kecepatan yang tinggi dan memungkinkan konversi yang efisien antara sinyal DC dan AC serta pengaturan tegangan keluaran. Sebagai perangkat semikonduktor, MOSFET 2805 dapat digunakan untuk meningkatkan arus yang diperlukan oleh beban sehingga membuatnya cocok untuk aplikasi yang memerlukan daya yang tinggi.



Gambar 7. Regulator LM317



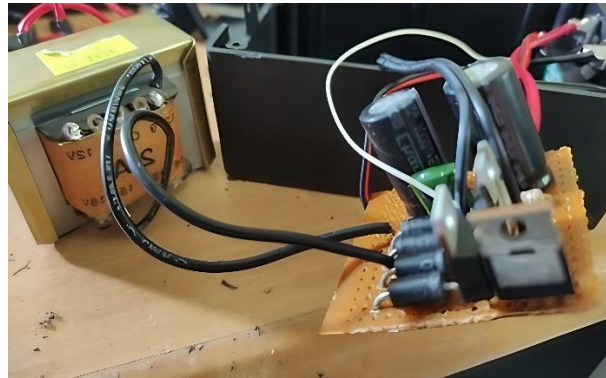
Gambar 8. MOSFET 2805

3. PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

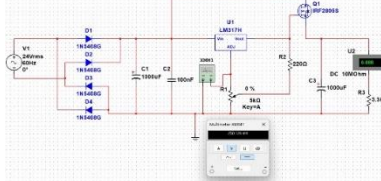
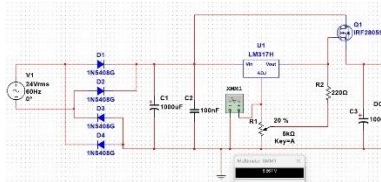
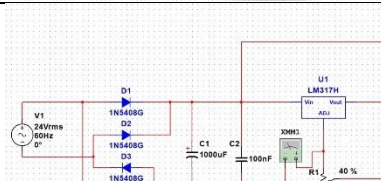
Hasil rancangan *power supply* variabel yang menggunakan MOSFET sebagai penguat arus, dimana konfigurasi rangkaian komponen utama yang berfungsi untuk mengatur output arus secara akurat. Pengujian kinerja rangkaian simulasi *power supply* variabel dalam simulasi ini, penulis mengatur nilai potensio pada lima posisi berbeda: 0%, 20%, 40%, 60%, dan 80%. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada posisi potensio 0%, tegangan yang terukur pada voltmeter

adalah 0,088V, sementara multimeter menunjukkan 250,124mV (lihat Tabel 1). Ketika potensio diatur pada 20%, tegangan output meningkat menjadi 5,035V pada voltmeter, dan multimeter mencatat 6,867V (Tabel 1). Pada posisi 40%, voltmeter menunjukkan 10,454V, sementara multimeter mencatat 13,017V (Tabel 1). Selanjutnya, pada posisi 60%, tegangan output pada voltmeter mencapai 16,111V, dengan multimeter menunjukkan 18,7V (Tabel 1). Akhirnya, ketika potensio dibuka hingga 80%, voltmeter mencatat 21,187V dan multimeter menunjukkan 23,92V (Tabel 1).



Gambar 9. Rangkaian power supply variabel

Tabel 1. Hasil Simulasi

Potensio	Waktu (menit)	Voltmeter	Multimeter	Hasil Simulasi
0%	1	0,088V	250.124mV	
20%	1	5,035V	6,867V	
40%	1	10,454V	13,017V	

60%	1	16,111V	18,7V	
80%	1	21,187V	23,92V	

Hasil pada tabel 1 menunjukkan bahwa ketika tegangan potensio meningkat, hasil yang terbaca pada voltmeter juga meningkat. Terjadi karena voltmeter dirancang untuk mengukur tegangan pada dua titik dalam rangkaian. Berdasarkan hukum ohm, tegangan (V) yang lebih besar menghasilkan arus (I) yang lebih besar, asalkan resistansi (R) tetap sama. Hubungan ini dinyatakan dalam rumus:

$$V = I \times R \tag{1}$$

Karena voltmeter memiliki impedansi yang sangat tinggi, voltmeter tidak mempengaruhi arus yang mengalir dalam rangkaian, sehingga pembacaan tegangan akan sesuai dengan perubahan tegangan sumber. Namun, voltmeter seringkali menunjukkan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan multimeter dalam pengukuran tegangan karena multimeter memiliki impedansi input yang dapat disesuaikan. Jika multimeter diatur untuk pengukuran yang akurat memiliki pengaturan yang lebih sensitif dibandingkan dengan voltmeter yang dapat memperlihatkan perbedaan pembacaan. Dengan demikian, pengukuran tegangan yang dilakukan dengan voltmeter dan multimeter dapat menunjukkan hasil yang berbeda karena desain dan fungsi masing-masing alat.

Output dari LM317 diatur melalui dua resistor eksternal yang digunakan dalam konfigurasi pembagi tegangan, yaitu elco 1000uF dan kapasitor 100nF. LM317 adalah regulator tegangan adjustable yang dapat memberikan output tegangan yang bervariasi dari 1,25V hingga 37V, tergantung pada nilai resistor yang digunakan. Adapun rumus pengaturan tegangan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$V_o = 1.25V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + i_{Adj} R_2 \tag{2}$$

B. Pembahasan

Hasil simulasi keluaran *power supply variable* menggunakan MOSFET sebagai penguat arus sebagaimana disajikan pada tabel, tegangan yang dihasilkan disetiap potensio yang dibuka akan mengalami kenaikan tegangan. MOSFET berfungsi sebagai komponen kunci yang mengubah tegangan input menjadi tegangan output yang stabil dan teratur dengan efisiensi tinggi. Menggunakan MOSFET sebagai penguat arus memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan penggunaan transistor bipolar (BJT), yaitu MOSFET memiliki resistansi on yang rendah yang berarti kerugian daya saat MOSFET aktif lebih sedikit dibandingkan

dengan BJT [15]. MOSFET dapat beroperasi pada frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan BJT, hal ini membuat MOSFET lebih cocok untuk aplikasi switching seperti dalam *power supply*, dimana kecepatan switching yang tinggi dapat meningkatkan efisiensi. Karakteristik dioda penting jika MOSFET digunakan dalam “kuadran ketiga”. Kuadran ketiga adalah pengaturan umum dimana MOSFET menggantikan dioda untuk mengurangi penurunan tegangan dari penurunan tegangan maju bawaan dioda. Dalam situasi itu, selalu ada periode waktu singkat saat dioda MOSFET bekerja sebelum MOSFET menyala. Parameter pengalihan dioda penting berkontribusi pada kehilangan daya serta osilasi yang dapat menyebabkan masalah EMC. MOSFET memerlukan arus *gate* yang sangat kecil untuk mengendalikan aliran arus, sehingga lebih mudah untuk diintegrasikan dalam rangkaian kontrol, memiliki impedansi input yang sangat tinggi atau tidak banyak arus yang diperlukan untuk mengendalikan perangkat dan dapat mengurangi beban pada rangkaian input, sedangkan BJT memerlukan arus basis yang lebih besar yang dapat membebani rangkaian kontrol.

4. SIMPULAN

Untuk menghasilkan sinyal keluaran yang stabil dari sinyal inputnya, tetapi dengan penguatan yang sesuai, sinyal input ini bisa berupa arus atau tegangan. Agar perangkat MOSFET beroperasi dengan baik, maka harus beroperasi dalam wilayah saturasinya. Penguat arus yang menggunakan MOSFET memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan transistor biasa, terutama karena MOSFET memiliki impedansi input yang sangat tinggi. Hal ini memungkinkan MOSFET untuk menguatkan sinyal yang kecil tanpa kehilangan kualitas, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan penguatan sinyal yang efisien dan stabil.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blokland, H. A. P. (2023). *Power Supplies: Design and Application*.
- [2] Chakraborty, J. Park, G. Saraswat, T. Meyers, J. Wang, S. Tiwari, V. Khatana, A. Maqsood, A. Somani and M. V. Salapaka, "Emergency Power Supply System for Critical Infrastructures," *Design and Large Scale*, vol. 11, pp. 1-18, 2023.
- [3] Agilent Technologies. October 1, 2015. DC POWER SUPPLY HANDBOOK. Application Note 90B. USA : 5952-4020.
- [4] U. Muhammad, A. Mansur and M. Aditya, "Rancang Bangun Power Supply Adjustable Current pada Sistem Pendingin Berbasis Termoelektrik," vol. 2, pp. 106-110, 2021.
- [5] Razavi, B. (2016). *RF Microelectronics*. Prentice Hall.
- [6] A. Berry, A. Brown, C. Brian, D. Jamie, P. Ellis, M. Fang, K. Heppenstall, C. Hill, K. Law, W. Lawson, K. Nishihata, J. Parkin, C. Pateropoulos and P. Rutter, *The Power MOSFET Application Handbook Design Engineer's Guide*, Manchester, United Kingdom: NXP Semiconductors, 2020.
- [7] Horowitz, P., & Hill, W. (2015). *The Art of Electronics*. Cambridge University Press.
- [8] Sedra, A. S., & Smith, K. (2015). *Microelectronic Circuits*. Oxford University Press.
- [9] A. Anand, S. Jindal and T. Jain, "Variable Power Supply," vol. 4, no. 6, pp. 21-25, 2023.
- [10] Rashid, M. H. (2018). *Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications*. Pearson
- [11] M. A. A. Rahman, "Design and Application of Transformers in Electrical Systems," *Journal of Electrical Engineering & Technology*, vol. 15, no. 4, pp. 1923-1931, 2023.
- [12] A. J. N. Smith, "Bridge Rectifier Analysis for Power Electronics Applications," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 39, no. 5, pp. 1234-1242, 2023
- [13] Mohan, N., Undeland, T. M., & Robbins, W. P. (2022). *Power Electronics: Converters, Applications, and Design*. Wiley.
- [14] Robert L. Boylestad, & Louis Nashelsky. (2018). *Electronic Devices and Circuit Theory*. Pearson.
- [15] Muhammad H. Rashid. (2020). *Power Electronics: Circuits, Devices & Applications*. Pearson

Daftar Simbol

- V_{ref} : tegangan referensi
R1 : resistor antara terminal *output* dan terminal *adjust*
R2 : resistor antara terminal *adjust* dan *ground*