



Rancang Bangun *Switching Mode Power Supply* Dengan Variasi Lilitan Sekunder Transformator Untuk Proses Elektroplating

Moh. Kholil¹, Dety Oktavia Sulistiono², Adityo^{1*}, Aditya Wahyu Pratama¹, Wendy Triadji Nugroho¹

Sitasi: Kholil, M.; Sulistiono, Dety O.; Adityo; Pratama, A. W.; Nugroho, W. T. (2024). Rancang Bangun *Switching Mode Power Supply* Dengan Variasi Lilitan Sekunder Transformator Untuk Proses Elektroplating. *J-TETA: Jurnal Teknik Terapan*, V (3) N (1), hlm. 28-34

¹ Afiliasi 1; Program Studi Mesin Otomotif, Jurusan Tekni, Politeknik Negeri Jember

² Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

* Korespondensi: adityo@polije.ac.id;

Abstract: *At this time the conventional or linear power supply is no longer relevant in electronic devices and recently a switching mode power supply (SMPS) has been developed. switching mode power supply (SMPS) is a power supply that uses MOSFET as a switch connected to a ferrite transformer. This study aims to determine the effect of wire diameter 0.40 and 0.45 mm with 4, 6, and 8 coils duplicated 5 simultaneously on the secondary part, as well as to determine the effect of voltage and current strength on the electroplating process. Testing the SMPS power supply by performing the electroplating process for 20 minutes with iron specimens and nickel plating materials. In this study obtained good results using a 0.40 mm diameter wire with 4, 6, and 8 coils. The results of the SMPS power supply research with 4, 6, and 8 coils on the voltage output did not experience a significant increase which ranged from 8.8 V. While the output current strength on the wire with 4, 6, and 8 coils. While the output current strength on the 0.40 mm diameter wire increased 0.759 A, 5.038 A and the highest 5.424 as the number of turns, but at 0.45 mm decreased 4.366 A, 1.396 A, and the lowest 1.069 A as the number of turns. For the results of electroplating, good results were obtained by adding weight to the specimen using a 0.40 mm diameter wire with 6 windings.*

Keywords: *Switching Mode Power Supply, Transformer, Electroplating.*

Abstrak: Pada saat ini catu daya konvensional atau linier sudah tidak relevan diperangkat elektronik dan akhir-akhir ini sudah dikembangkan switching mode power supply (SMPS). switching mode power supply (SMPS) adalah catu daya yang menggunakan MOSFET sebagai saklar yang dihubungkan ke trafo ferrit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kawat diameter 0,40 dan 0,45 mm dengan 4, 6, dan 8 lilit dirangkap 5 secara bersamaan pada bagian sekunder, serta untuk mengetahui pengaruh tegangan dan kuat arus pada proses elektroplating. Pengujian catu daya SMPS dengan melakukan proses elektroplating selama 20 menit dengan spesimen besi dan bahan pelapis nikel. Pada penelitian ini mendapatkan hasil yang bagus menggunakan kawat diameter 0,40 mm dengan 4, 6, dan 8 lilit. Hasil dari penelitian catu daya SMPS dengan dengan 4, 6, dan 8 lilit terhadap output tegangan tidak mengalami penambahan secara signifikan yang berkisar sebesar 8,8 V. Sedangkan pada output kuat arus pada kawat berdiameter 0,40 mm mengalami peningkatan 0,759 A, 5,038 A dan tertinggi 5,424 seiring banyaknya jumlah lilitan, akan tetapi pada 0,45 mm mengalami penurunan 4,366 A, 1,396 A, dan yang terendah 1,069 A seiring banyaknya jumlah lilitan. Untuk hasil dari elektroplating didapat hasil yang bagus secara penambahan berat pada spesimen menggunakan kawat berdiameter 0,40 mm dengan 6 lilit.

Kata kunci: Switching Mode Power Supply, Transformator, Elektroplating.



Copyright: © 2024 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

1. Pendahuluan

Pada saat ini catu daya konvensional atau linier sudah tidak relevan diperangkat elektronik. Catu daya konvensional merupakan catu daya yang menggunakan transformator *step down* sebagai piranti untuk mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC) yang disearahkan oleh dioda penyearah kemudian di filter menggunakan kapasitor untuk memperkecil tegangan riak sehingga tegangan keluaran lebih halus. Catu daya konvensional memiliki keluaran tegangan yang stabil, akan tetapi arus dan frekuensi yang dikeluarkan kecil. Arus yang dikeluarkan oleh catu daya konvensional yaitu sekitar 1-10 A dan frekuensi 50/60 Hz[1]. Catu daya konvensional juga memerlukan ruang yang relatif besar untuk peletakkannya karena semakin besar arus dan frekuensi yang dikeluarkan, maka semakin besar betuk transformator. Pada saat ini catu daya elektronik dituntut untuk efisien dari segi dimensi dan fungsi.

Akhir-akhir ini sudah dikembangkan catu daya *switching mode power supply* (SMPS). *Switching mode power supply* (SMPS) adalah catu daya yang menggunakan MOSFET sebagai saklar [2]. MOSFET merupakan pengatur frekuensi yang akan diteruskan ke transformator inti ferrit. Transformator inti ferrit adalah transformator yang bekerja pada frekuensi tinggi minimal 20kHz sehingga memiliki dimensi lebih kecil dari transformator frekuensi rendah [3]. Transformator inti ferrit memiliki kelebihan yaitu rugi-rugi inti yang kecil dan efisiensi yang tinggi karena berkerja pada frekuensi tinggi, akan tetapi transformator inti ferrit yang beredar dipasaran masih terbatas spesifikasinya, sehingga perlu memodifikasi jumlah lilitan dan diameter kawat sesuai dengan kebutuhan [4-8].

Catu daya *switching mode power supply* (SMPS) dapat diaplikasikan untuk *charger* baterai, PSU (*power supply unit*), audio amplifier, elektroplating dan lain-lain. Salah satu pengaplikasian SMPS yang dapat dikembangkan adalah pada proses elektroplating [9]. Elektroplating merupakan metode pelapisan permukaan logam didalam cairan elektrolit dengan menggunakan aliran listrik searah (DC), oleh sebab itu tegangan dan kuat arus sangat berpengaruh terhadap ketebalan pelapisan pada proses elektroplating [10]. Dari permasalahan di atas maka peneliti akan membuat *switching mode power supply*. *Switching mode power supply* ini diharapkan memiliki output tegangan 7-15 volt yang stabil dengan variasi jumlah lilitan kawat email sekunder dan diameter lilitan kawat sekunder diharapkan memiliki output kuat arus 1-10 ampere. *Switching mode power supply* yang dirancang akan dihitung output tegangan serta kuat arusnya, selanjutnya untuk tahap pengujian SMPS dengan melakukan proses elektroplating menggunakan spesimen plat besi kemudian akan diukur berat spesimen sebelum dan sesudah proses elektroplating.

2. Bahan dan Metode

Bahan-bahan untuk membuat catu daya SMPS menggunakan kawat berdiameter 0,40 dan 0,45 mm dengan 4, 6, dan 8 lilit dirangkap 5 kawat secara bersamaan pada kumparan sekunder, yaitu

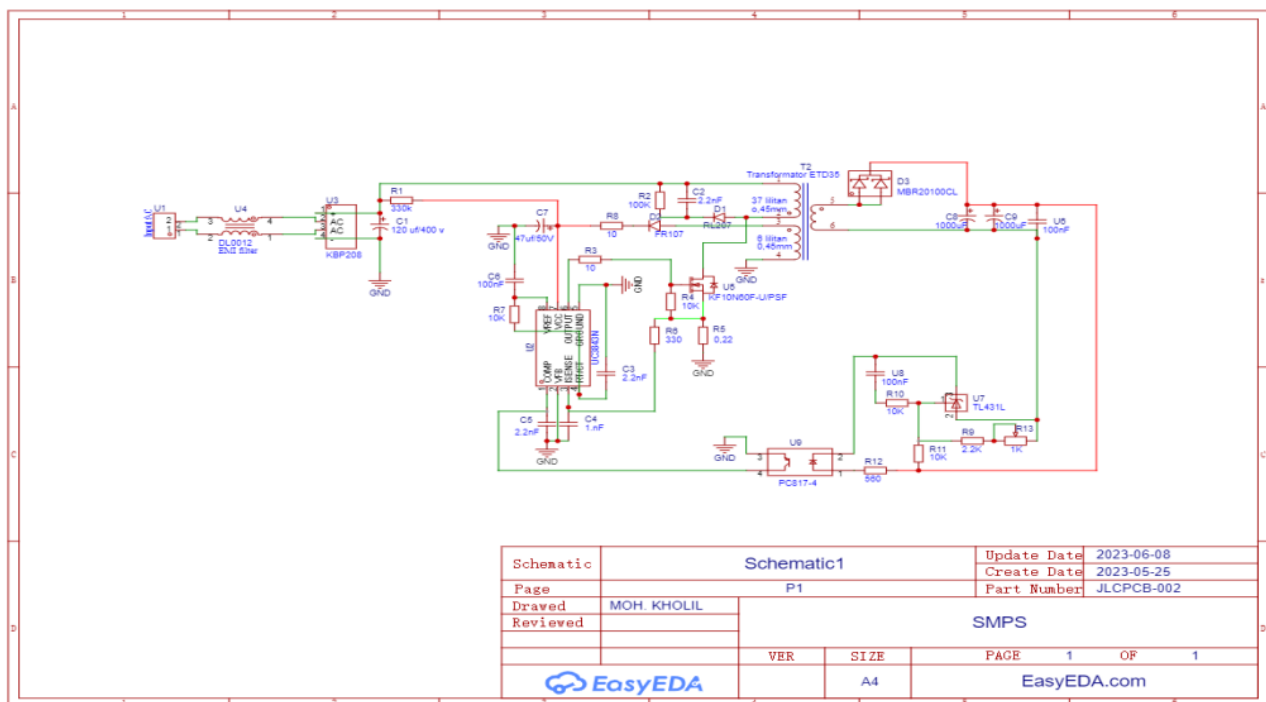
Tabel 1 Bahan

NO	NAMA	FUNGSI
1	Dioda <i>Bridge</i> KBP 208	Digunakan sebagai penyearah dari AC ke DC
2	Dioda FR107 RL207 MBR20200CT	Digunakan sebagai penyearah dan keamanan dari tegangan balik
3	EMI filter	Digunakan sebagai filter awal input tegangan AC
4	IC UC3843BN	Digunakan sebagai pembangkit sinyal PWM
5	Kapasitor 120 μ F/400V 47 μ F/50V 100nF 1000 μ F/16V 2.2nF 1nF	Digunakan sebagai menyimpan tegangan sementara dan filter tegangan

	Resistor 330Ω 330KΩ 2.2KΩ 560Ω 4.7KΩ 10Ω 10KΩ 0,22Ω 1W 100KΩ 1W Trimpot 1k	Digunakan sebagai hambatan dan pembagi tegangan
6		
7	MOSFET 10N60	Digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan tegangan secara cepat untuk menghasilkan frekuensi pada tegangan DC
8	Optocoupler PC817	Digunakan sebagai untuk mestabilkan tegangan output
9	Trafo inti ferrit ETD 35	Digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan
10	Kawat email 0,40 dan 0,45 mm	Digunakan untuk melilit transformator
11	Spesimen besi	Digunakan sebagai bahan yang akan dilapisi
12	Transistor TL431	Digunakan sebagai saklar otomatis
12	Nikel	Digunakan sebagai bahan pelapis spesimen besi
13	Nikel sulfat	Digunakan sebagai larutan elektrolit
14	Nikel chloride	Digunakan sebagai larutan elektrolit
15	Asam borat	Digunakan sebagai larutan elektrolit
16	Timah	Digunakan untuk menyatukan komponen
19	Amplas	Digunakan untuk membersihkan spesimen
20	Isolasi tahan panas	Digunakan untuk memisahkan antara lilitan kawat email

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu membuat catu daya SMPS dengan menggunakan kawat email berdiameter 0,40 dan 0,45 mm dengan jumlah lilitan 4, 6, dan 8 dirangkap 5 kawat secara bersamaan. Tujuan melakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah lilitan kawat email sekunder terhadap output tegangan dan diameter lilitan kawat sekunder transformator terhadap output kuat arus untuk proses elektroplating selama waktu 20 menit.

Larutan elektrolit menggunakan suhu 40°C dengan mencampurkan 260 gram/liter nikel sulfat (NiSO₄), 35 gram/liter nikel chloride (NiCl), dan 35 gram/liter asam borat (H₂BO₃) secara bersamaan dan diaduk hingga larut. Untuk media pelapis menggunakan nikel sedangkan untuk media yang dilapisi menggunakan spesimen plat besi dengan ketebalan 1 mm, lebar 14 mm, dan panjang yang dicelupkan ke elektrolit 30.



Gambar 1 Skema SMPS

3. Hasil dan Pembahasan

Pada proses pengujian pengaruh jumlah lilitan sekunder terhadap output tegangan dan kuat arus catu daya SMPS menggunakan kawat berdiameter 0,40 dan 0,45 mm dengan 4, 6, dan 8 lilitan, sebagai berikut

Tabel 2 Hasil Catu Daya SMPS

No	Diameter kawat (mm)	Jumlah lilitan	Tegangan (V)	Kuat arus (A)
1	0,40 mm	4	8,88	0,759
2		6	8,82	5,038
3		8	8,86	5,424
4	0,45 mm	4	8,78	4,366
5		6	8,92	1,396
6		8	8,76	1,069

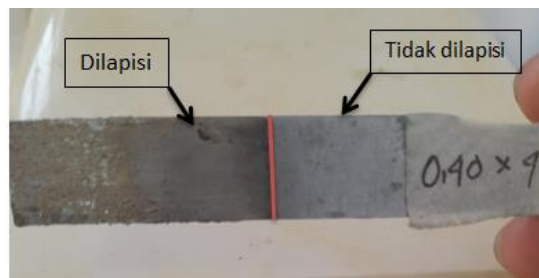
Pada Tabel 2 hasil dari pengujian catu daya SMPS dapat diketahui bahwa pengaruh dari jumlah lilitan 4, 6, dan 8 pada bagian sekunder tidak berpengaruh besar terhadap output tegangan switching mode power supply (SMPS). Hal ini dikarenakan catu daya SMPS melalui regulator agar tegangan dan kuat arus tidak mengalami penurunan yang drastis.

Untuk Pengaruh dari kawat berdiameter 0,40 dan 0,45 mm pada bagian sekunder terhadap kuat arus lebih bagus menggunakan kawat diameter 0,40 mm. Untuk kawat berdiameter 0,40 mm, kenaikan kuat arus dipengaruhi oleh penambahan jumlah lilitan yakni 0,759 A, 5,038 A, dan yang tertinggi adalah 5,424 A. Sebaliknya untuk kawat berdiameter 0,45 mm terjadi penurunan kuat arus ketika jumlah lilitan semakin banyak yakni 4,366 A, 1,396 A, dan yang terendah adalah 1,069 A. Menurut Emidiana dan Saputra (2018) untuk menentukan diameter kawat harus memperhitungkan jumlah lilitan dan arus yang dilewati kawat, sedangkan dalam menentukan jumlah lilitan pada trafo ferrit harus menentukan nilai induktansi[4]. Pada kawat berdiameter 0,45 mm perlu menyesuaikan nilai induktansi induktor pada trafo ferrit karena berhubungan dengan luas penampang kawat yang menjadi ketahanan dalam menahan panas saat kuat arus melewati kawat.

Tabel 3 Hasil Elektroplating

No	Diameter kawat (mm)	Jumlah lilitan	Tegangan (V)			Kuat Arus (A)	Berat (Gram)		
			Sebelum	Sesudah	Selisih		Sebelum	Sesudah	Selisih
1	0,40 mm	4	8,88	4,90	3,98	0,345	11,6	11,7	0,1
2		6	8,82	8,82	0	0,518	11,7	12	0,3
3		8	8,86	8,86	0	0,864	12	12,2	0,2
4	0,45 mm	4	8,78	6,94	1,84	0,459	12,2	12,4	0,2
5		6	8,92	6,59	2,33	0,527	11,5	11,5	0
6		8	8,76	4,89	3,87	0,344	11,7	11,7	0

Pada Tabel 3 menunjukan hasil elektroplating menggunakan catu daya SMPS dengan kondisi spesimen besi panjang dilapisi 30 mm, ketebalan 1 mm, dan lebar 14 mm. Untuk jarak antara anoda (nikel) dan katoda (spesimen) adalah 97 mm.



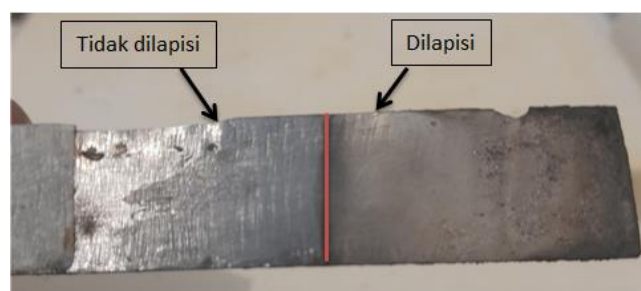
Gambar 2 Hasil Elektroplating Kawat Diameter 0,40 mm dengan 4 lilit

Hasil pengujian dengan menggunakan kawat diameter 0,40 mm dan 4 lilit pada Gambar 2 terlihat bagian bawah pelapis tidak melekat karena kurang lama dalam proses elektroplating sehingga ada bagian yang belum melekat sempurna. Hal ini sesuai dengan Kardiman dan Fauji (2021) lama waktu pada proses elektroplating mempengaruhi melekatnya bahan pelapis terhadap spesimen [10].

Pada proses elektroplating selama 20 menit mengalami penurunan tegangan sebesar 3,98 V dan stabil di 4,90 V dengan kondisi MOSFET sangat panas. Solusinya bisa memasang heatsink yang besar dan menambahkan kipas pada catu daya SMPS.



Gambar 3 Hasil Elektroplating Kawat Diameter 0,40 mm dengan 6 lilit



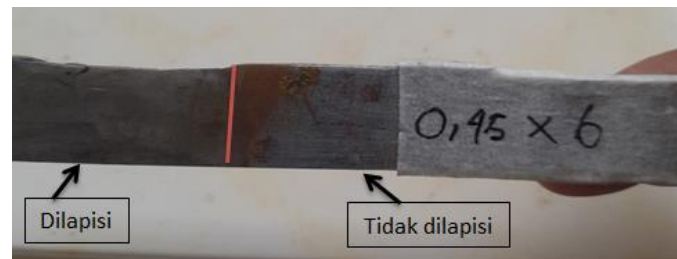
Gambar 4 Hasil Elektroplating Kawat Diameter 0,40 mm dengan 8 lilit

Hasil pengujian dengan menggunakan kawat diameter 0,40 mm dan 6 lilit pada Gambar 3 tidak terlalu merata dan berwarna agak kehitaman. Untuk kawat diameter 0,40 mm dan 8 lilit pada Gambar 4 terlapisi secara merata tetapi bagian bawah terlihat agak menghitam. Hal ini dapat terjadi dikarenakan proses pembersihan kurang maksimal untuk cara mengatasinya bisa dengan melakukan pengamplasan secara bertingkat kekasarannya agar hasilnya maksimal.

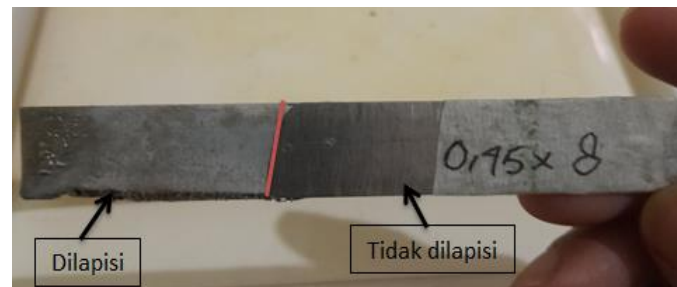
Pada proses elektroplating selama 20 menit catu daya SMPS tidak mengalami penurunan tegangan dan MOSFET tidak terjadi panas yang berlebih.



Gambar 5 Hasil Elektroplating Kawat Berdiameter 0,45 mm dengan 4 lilit



Gambar 6 Hasil Elektroplating Kawat Berdiameter 0,45 mm dengan 6 lilit



Gambar 7 Hasil Elektroplating Kawat Berdiameter 0,45 mm dengan 8 lilit

Hasil pengujian dengan menggunakan kawat diameter 0,45 mm dan 4 lilit pada Gambar 4.8 terlapisi secara merata tetapi bagian bawah terlihat agak menghitam. Untuk kawat diameter 0,45 mm dan 6 lilit pada Gambar 4.9 terlapisi secara merata tetapi tidak terlalu tebal. Untuk kawat diameter 0,45 mm dan 8 lilit pada Gambar 4.10 terlapisi secara merata tetapi dibagian bawah bahan pelapis tidak melekat. Hal ini dapat terjadi dikarenakan proses pembersihan kurang maksimal untuk cara mengatasinya bisa dengan melakukan pengamplasan secara bertingkat kekasarannya agar hasilnya maksimal.

Pada proses elektroplating selama 20 menit dengan menggunakan kawat diameter 0,45 mm dan 4 lilit mengalami penurunan tegangan sebesar 1,84 V dan stabil di 6,97 V. Untuk kawat diameter 0,45 mm dan 6 lilit mengalami penurunan tegangan 2,33 V dan stabil di 6,59 V. Untuk kawat diameter 0,45 mm dan 8 lilit mengalami penurunan tegangan 3,87 V dan stabil di 4,89. Keadaan MOSFET tidak mengalami panas yang berlebih selama proses elektroplating.

Hasil dari pengujian proses elektroplating selama 20 menit dengan diameter kawat 0,40 dan 0,45 mm dengan 4, 6, dan 8 lilit dari hasil penambahan berat pada spesimen paling besar adalah kawat diameter 0,40 mm dengan 6 lilit. Sesuai dengan Fahmi dan Zamrudry (2021) semakin besar tegangan maka semakin tebal spesimen yang terlapisi karena mempengaruhi jumlah muatan anoda ke katoda, sedangkan semakin tinggi kuat arus maka semakin cepat laju reaksi pada saat proses elektroplating [9]. Jika melihat pada Tabel 4.2 pengaruh dari kuat arus sangat berperan penting dalam melekatnya nikel ke spesimen besi karena kecepatan laju reaksi mempengaruhi hasil elektroplating

untuk waktu 20 menit. Untuk tegangan sendiri berperan sebagai banyaknya muatan yang menuju ke spesimen besi sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama agar melekat pada spesimen besi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian catu daya SMPS menggunakan kawat diameter 0,40 dan 0,45 mm dengan 4, 6, dan 8 lilit. Pada proses pengujian output catu daya SMPS dengan melakukan proses elektroplating selama 20 menit dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh dari jumlah lilitan 4, 6, dan 8 pada bagian sekunder tidak berpengaruh besar terhadap output tegangan switching mode power supply (SMPS). Penurunan terbesar hanya 3,98 V pada diameter kawat 0,40 mm dengan jumlah lilitan 4.
2. Pengaruh dari kawat berdiameter 0,40 dan 0,45 mm pada bagian sekunder terhadap kuat arus lebih bagus menggunakan kawat diameter 0,40 mm. Untuk kawat berdiameter 0,40 mm, kenaikan kuat arus dipengaruhi oleh penambahan jumlah lilitan yakni 0,759 A, 5,038 A, dan yang tertinggi adalah 5,424 A. Sebaliknya untuk kawat berdiameter 0,45 mm terjadi penurunan kuat arus ketika jumlah lilitan semakin banyak yakni 4,366 A, 1,396 A, dan yang terendah adalah 1,069 A.
3. Semakin besar output tegangan dan kuat arus pada catu daya SMPS maka semakin tebal hasil pelapisan. Untuk hasil elektroplating yang bagus dari segi penambahan berat pada spesimen menggunakan kawat diameter 0,40 mm dengan 6 lilitan. Pada penelitian ini Bagian ini tidak wajib tetapi dapat ditambahkan ke manuskrip jika diskusinya sangat panjang atau rumit.

Referensi

- [1] H. Pujiyatmoko, M. Facta, and A. Warsito, "Perancangan Catu Daya Dc Terkontrol Untuk Rangkaian Resonansi Berbasis Kumpanan Tesla," *Transient*, vol. 3, no. 3, pp. 1–7, 2014.
- [2] A. Sahu and M. K. Pradhan, "A Unity Power Factor Multiple Isolated Output Switching Mode Power Supply Using AC-DC Converter," *Int. J. Res. Advent Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 177–184, 2016.
- [3] E. Emidiana and F. Saputra, "Pengujian Efisiensi Transformator Inti Ferrit Di Laboratorium Teknik Elektro Universitas PGRI Palembang," *J. Ampere*, vol. 3, no. 2, p. 157, 2018.
- [4] F. A. Yaqin, D. Rahmawati, A. F. Ibadillah, and K. A. Wibisono, "Perancangan Power Supply Switching Dengan Power Factor Correction (PFC) Untuk Mengoptimalkan Daya Output Dan Pengaman Proteksi Hubung Singkat," *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 7, no. 2, p. 42, 2021.
- [5] C. Cholish, R. Rimbawati, and A. A. Hutasuhut, "Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linier pada Audio Amplifier," *Circuit: J. Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1(2), 90-102, 2017.
- [6] W. B. Santoso, B. Santoso, Sukandar and I. P. Susila, "Pengatur Catu Daya Tegangan Tinggi Perangkat Mammografi MX-13 Berbasis Pulse Width Modulation", *J. Perangkat Nuklir*, 9(2), 91-101. 2015.
- [7] A. Sutoro, I. Shobari, M. Subchan, and Z. E. Bagaskara, "Kajian Penggantian Modul Catu-Daya Sub-Rak Aktuasi-Proteksi Pada Sik Reaktor Kartini", *J. Prima*, 17(2), 11-20. 2020.
- [8] S. H. Kwon, D. H. Yoo, and G. Y. Jeong, " High-Efficiency AC-DC Switch-Mode Power Supply Using FullBridge Converter Circuit", *I. J. of Control and Automation*, 7(6), 189-200. 2014.
- [9] M. H. Fahmi, and W. Zamrudu, "Studi Literatur Pengaruh Kuat Arus, Tegangan, Suhu, dan Waktu Terhadap Pelapisan Logam Dengan Metode Elektroplating. *J. Teknologi Separasi*, 7(9), 406-413. 2021.
- [10] K. Kardiman, and N. Fauji, "Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Elektroplating Nikel Terhadap Kekerasan Dan Laju Korosi Baja", *J. Rekayasa Mesin*, 16(2), 172. 2021