

DOI: doi.org/10.21009/SPEKTRA.021.12

IMPLEMENTASI TEORI DISTRIBUSI PROBABILITAS GAUSSIAN PADA KUALITAS RANGKAIAN PENYEARAH GELOMBANG PENUH

Haris Rosdianto^{1,a)}, Moh. Toifur^{2,b)}

¹STKIP Singkawang, Jl. STKIP, Kel. Naram Kec. Singkawang Utara, Singkawang 79251, Kalimantan Barat

²Universitas Ahmad Dahlan, Kampus II, Jl. Pramuka 42, Yogyakarta 55161

Email: ^{a)}harisrosdianto@yahoo.com, ^{b)}mtoifur@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan probabilitas distribusi Gaussian untuk membantu menentukan kualitas rangkaian penyearah gelombang penuh. Sebagai sampel digunakan dioda 1N4002 dan 1N4007 yang dihubungkan secara seri dengan tahanan 1.200 ohm. Rangkain dipasang dengan power supply 15 volt AC berfrekuensi 50 Hz. Data tegangan output diode dicuplik dengan bantuan sensor tegangan loggerpro pada setiap 5 detik sampai diperoleh 5000 data. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan fitting data menurut distribusi probabilitas normal Gaussian. Kualitas penyearah ditentukan dari nilai simpangan baku yang kecil. Dari penelitian menunjukkan bahwa dioda 1N4002 mempunyai kualitas lebih baik sebagai komponen penyearah gelombang penuh dengan simpangan baku 0,39 %. Selain itu dari eksperimen ini dapat dihasilkan buku petunjuk praktikum yang layak digunakan untuk praktikum mahasiswa.

Kata-kata kunci: kualitas penyearah gelombang penuh, dioda, distribusi normal Gaussian.

Abstract

The objective of the research is employing Gaussian Distribution Probability to assist determination of quality of full wave rectifier circuit. Two diodes 1N4002 and 1N4007 were used as samples. The diodes were connected to resistor 1,200 ohm. The device was connected to 15 volt AC power supply with frequency of 15 Hz. Data were logged from diodes using loggerpro voltage sensor on each of 5 seconds up to 5000 data. Data was analyzed by fitting according to the Gaussian normal probability. The quality of device was determined from the lowest deviation standard. From the results show that diode 1N4002 have the best quality as an electronic component of full wave rectifier that have standard deviation of 0.39. Furthermore, from this research could be resulted a module of experiment that reliable if it is used as guidance book for experiment of students.

Keywords: full-wave rectifier quality, diode, Gaussian normal distribution.

1. PENDAHULUAN

Dari sekian banyak distribusi probabilitas yang terlibat dalam analisis data eksperimen, tiga jenis distribusi memiliki peranan yang fundamental: distribusi binomial, distribusi Poisson, dan distribusi Gaussian. Dari ketiga jenis distribusi ini, distribusi Gaussian merupakan yang paling penting dalam analisis data statistik. Praktisnya, distribusi ini sangat berguna karena mampu memperlihatkan distribusi dari pengamatan acak pada banyak eksperimen, dan juga mampu memperlihatkan distribusi yang diperoleh saat kita mencoba memperkirakan parameter-parameter dari distribusi probabilitas yang lain.

Sebelumnya untuk menentukan kualitas dari rangkaian penyearah gelombang penuh dilakukan dengan menghitung faktor kerut dari rangkaian tersebut, di mana jika faktor kerut yang dihasilkan semakin kecil maka kualitas dari rangkaian tersebut semakin baik. Untuk menghitung faktor kerut ini diperlukan data-data berupa tegangan efektif rangkaian yang ditentukan dengan membaca grafik gelombang keluaran pada osiloskop dan tegangan DC yang diukur dengan menggunakan multimeter DC.

Fungsi statistik, dalam hal ini adalah distribusi probabilitas Gaussian, bisa digunakan untuk menentukan kualitas dari rangkaian penyearah gelombang penuh. Data eksperimen yang diolah di sini adalah tegangan keluaran dari rangkaian dalam interval waktu tertentu. Di mana jika simpangan baku yang dihasilkan dari sebuah rangkaian penyearah gelombang semakin kecil maka kualitas rangkaian penyearah gelombang penuh tersebut akan semakin baik. Sedangkan untuk memperoleh data-data tegangan keluaran dari rangkaian tersebut, kita gunakan perangkat LoggerPro.

Diketahui tujuan praktikum adalah untuk mengembangkan keterampilan memecahkan masalah dan berpikir kreatif, meningkatkan pemahaman terhadap konsep dan metode ilmiah, mengembangkan keterampilan percobaan dan penyelidikan ilmiah, menganalisis data dan mengkomunikasikan hasil, melatih kemampuan bekerja sama, menumbuhkan sikap positif dan minat, serta meningkatkan pemahaman dan kepedulian terhadap lingkungan.

Penilaian praktikum merupakan pendekatan untuk mengukur dan menilai kemampuan kinerja mahasiswa dalam menyelesaikan tugas atau dalam mempertunjukkan kegiatan. Kinerja merupakan tanggapan aktif mahasiswa secara langsung atau tidak langsung yang berupa proses atau prosedur atau hasil. Kinerja praktikum merupakan pencapaian yang diperoleh mahasiswa setelah memahami berbagai keterampilan yang dipelajari dan dilatihkan. Penilaian tersebut dapat memperhatikan aspek proses atau prosedur yang dilakukan dan atau aspek produk yang dihasilkan serta sikap yang muncul bersamaan dengan keterampilan untuk melakukan atau menghasilkan sesuatu. Penilaian praktikum dapat menggunakan tes tertulis, tes lisan, tes identifikasi, tes praktikum, daftar centang atau skala penilaian, laporan, atau portofolio.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk menyusun sebuah perangkat dan modul praktikum penentuan kualitas rangkaian penyearah gelombang penuh dengan memanfaatkan teori distribusi probabilitas Gaussian.

2. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

Alat dan Bahan

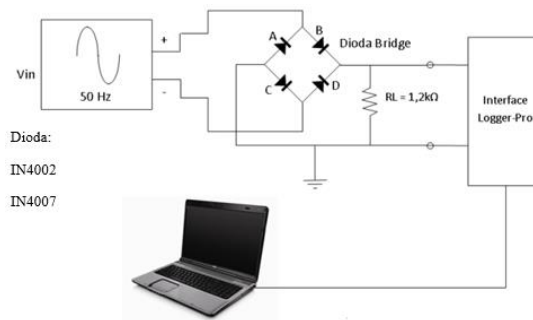
1. AFG (Arbitrary Function Generator)
2. Resistor 1,2 k Ω
3. Alat praktikum
4. Perangkat keras dan perangkat lunak LoggerPro 3.8.6.2
5. Perangkat lunak IgorPro 4.03
6. Laptop atau PC
7. Dioda IN4002 dan IN4007 masing-masing 4 buah

Variabel Penelitian

Jenis diode yang digunakan dalam rangkaian divariasikan dari IN4002 dan IN4007. Proses pengambilan data menggunakan tegangan sumber AC, di mana sumber tegangan AC ini telah diatur dengan frekuensi 50Hz.

Desain Penelitian

Skema eksperimen penentuan kualitas rangkaian penyearah gelombang penuh ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema eksperimen penentuan kualitas rangkaian penyearah gelombang penuh

Skema alat kerja penelitian:

1. Persiapkan rangkaian eksperimen seperti yang diperlihatkan oleh gambar 1 dengan memvariasikan jenis dioda yang digunakan.
2. Atur sumber tegangan AC sebesar 15 volt dan frekuensi 50 Hz. Dan aktifkan *noise* standar pada AFG.
3. Hubungkan *Interface Logger Pro* secara paralel dengan hambatan RL.
4. Atur perangkat *logger Pro*. Waktu pengambilan data diatur selama 5 detik. Sampling data diatur sebanyak 1.000 sampel per sekon atau waktu sampling data sebesar 1×10^{-3} detik.
5. Hidupkan sumber tegangan AC dan lakukan pengambilan data dengan menekan tombol “*Collect*” pada perangkat lunak *Logger Pro*.
6. Dengan mengganti jenis dioda pada rangkaian, langkah-langkah percobaan di atas kembali dilakukan.

Metode Analisis Data

Analisis Data Eksperimen

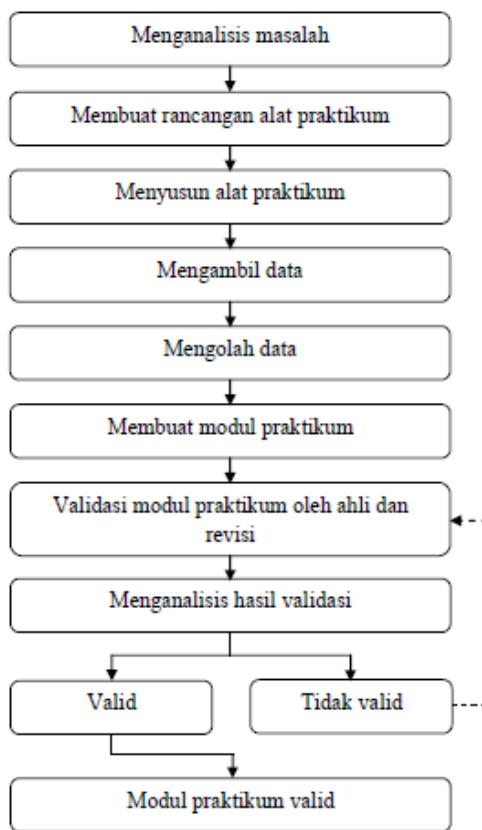
Dari data-data tersebut, masing-masing tipe dioda dicari nilai rata-rata keluarannya, kemudian dari tiap-tiap jenis dioda dihitung nilai simpangan bakunya. Kemudian dihitung distribusi probabilitas Gaussian masing-masing data.

Lalu dari tiap-tiap jenis dioda, diambil data tegangan output dan distribusi Gaussian-nya, kemudian data-data tersebut disusun dari nilai terkecil ke nilai terbesar. Selanjutnya data-data tersebut dimasukkan ke dalam program IgorPro untuk dianalisis dan dibuat grafiknya.

Setelah grafik dari data-data tersebut diperoleh, dapat dilihat grafik dari rangkaian penyearah gelombang penuh dengan tipe dioda yang mana yang memiliki kualitas yang lebih baik, yaitu yang memiliki nilai simpangan baku σ yang paling kecil dan bentuk grafik distribusi Gaussian yang lebih mengerucut.

Analisis Modul

Modul praktikum disusun sebagai panduan dalam melaksanakan praktikum pengembangan eksperimen implementasi teori distribusi probabilitas gaussian pada kualitas rangkaian penyearah gelombang penuh. Berikut ini merupakan tahapan penyusunan modul praktikum:



Gambar 2. Tahapan pengembangan modul praktikum

Pembahasan

Data hasil evaluasi uji efektivitas alat peraga oleh ahli alat, hasil evaluasi panduan eksperimen oleh teman sejawat dan hasil uji pengguna oleh mahasiswa yang masih dalam bentuk huruf diubah menjadi skor dengan ketentuan yang dapat dilihat dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Konversi pemberian skor dari huruf ke angka.

Kategori	Skor
Sangat Baik (SB)	4
Baik (B)	3
Cukup (C)	2
Tidak Baik (TB)	1

Sedangkan untuk menghitung skor rata-rata setiap kriteria yang diambil digunakan persamaan sebagai berikut (Sugiono, 2010:49)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \tag{1}$$

Keterangan:

- \bar{x} = skor rata-rata tiap sub aspek kualitas
- $\sum x$ = jumlah skor tiap sub aspek
- n = jumlah penilai

Data yang didapat dari hasil validasi produk berupa alat peraga, panduan eksperimen dan uji pengguna diubah dengan mengubah data menjadi skala empat. Acuan pengubahan skor menjadi skala empat tersebut menurut Direktorat Pembinaan SMA (2010:60) dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Konversi skor menjadi nilai skala empat

No	Rentang rerata	Kriteria
1	$Mi + 1,5 SDi \leq X \leq Mi + 3,0 SDi$	Amat Baik
2	$Mi + 0 SDi \leq X \leq Mi + 1,5 SDi$	Baik
3	$Mi - 1,5 SDi \leq X \leq Mi + 0 SDi$	Cukup
4	$Mi - 3,0 SDi \leq X \leq Mi - 1,5 SDi$	Tidak Baik

Keterangan:

- X : Skor actual (skor yang dicapai)
- Mi : Rerata skor ideal
- SDi : $\frac{1}{2}$ (Skor tertinggi ideal + skor terendah ideal)
- SDi : Standar Deviasi skor ideal
- SDi : $\frac{1}{6}$ (Skor tertinggi ideal – skor terendah ideal)
- Skor tertinggi ideal : \sum butir kriteria x skor tertinggi
- Skor terendah ideal : \sum butir kriteria x skor terendah

Sedangkan rumus untuk menghitung prosentase keidealan adalah dengan menggunakan persamaan 10 sebagai berikut:

$$\% \text{ keidealan} = (\text{skor hasil penilaian} / \text{skor maksimum ideal}) \times 100\% \quad (7)$$

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Desain Alat Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan instrumen seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Rancangan alat terdiri dari beberapa instrumen antara lain sebuah AFG, sebuah resistor dengan besar 1,2 kΩ, kabel penghubung secukupnya, perangkat keras dan perangkat lunak LoggerPro 3.2, perangkat lunak IgorPro 4.03 dan laptop sebagai penampil data. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 jenis diode penyearah yaitu IN4002 dan IN4007 masing-masing 4 buah. Pada gambar 3 tampak desain alat penentuan kualitas rangkaian penyearah gelombang penuh.

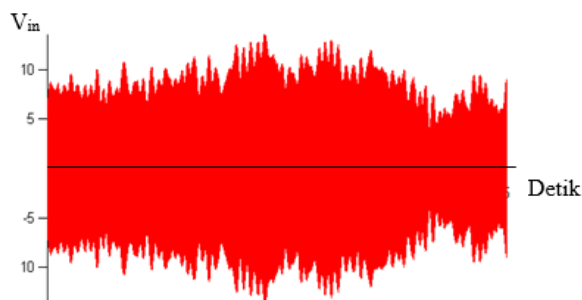


Gambar 3. Desain alat penelitian

Preparasi lapisan tipis graphene oxide dibuat dengan meneteskan 10 μL larutan graphene oxide pada substrat silikon dioksida (SiO₂) selebar 1 cm². Pembuatan lapisan tipis pada substrate menggunakan metode spin-coating dengan spin-rate 1500 rpm selama 180 detik. Pelapisan dilakukan sebanyak 2 kali. Lapisan tipis graphene oxide kemudian direduksi secara termal pada temperatur 350°C dan 850°C selama 2 jam dalam vacuum furnace (~10⁻³ Torr) (Gambar 3 dan 4).

Hasil Penelitian

Bentuk gelombang tegangan input



Gambar 4. Bentuk gelombang tegangan input menggunakan IgorPro

Rata-rata Tegangan Keluaran

Dari data hasil pengukuran dibuat tabel rata-rata tegangan keluaran tiap-tiap rangkaian sebagaimana terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata tegangan keluaran

No	Tipe Dioda	Rata-rata V_{out} (volt)
1	IN4002	0,16
2	IN4007	0,17

Nilai simpangan baku distribusi Gaussian dari tiap rangkaian

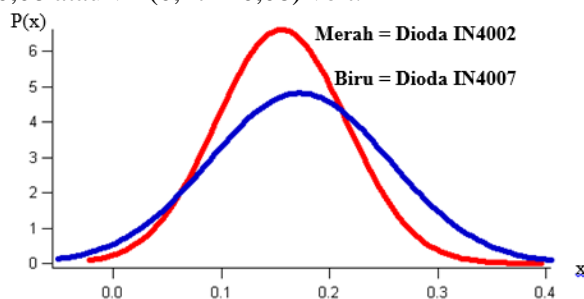
Dari data hasil pengukuran dibuat tabel nilai simpangan baku distribusi Gaussian tiap-tiap dioda menggunakan program IgorPro 4.03 sebagaimana terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai simpangan baku distribusi Gaussian dari tiap-tiap dioda

No	Tipe Dioda	Simpangan baku(σ)
1	IN4002	0,06
2	IN4007	0,08

Profil distribusi probabilitas Gaussian sampel

Dari percobaan dengan menggunakan dioda IN4002 diperoleh tegangan output rata-rata sebesar 0,16 volt dengan simpangan baku sebesar 0,06 atau $v = (0,16 \pm 0,06)$ volt. Dan dari percobaan dengan menggunakan dioda IN4007 diperoleh tegangan output rata-rata sebesar 0,17 volt dengan simpangan baku sebesar 0,08 atau $v = (0,17 \pm 0,08)$ volt.



Gambar 5. Distribusi Gaussian dua buah rangkaian penyearah gelombang penuh

Tabel 5. Tabel hasil pengolahan data

Tipe Dioda	Simpangan baku(σ)	P_{max} ($x=\mu$)	Ket.
IN4002	0,06	6,06	Paling baik
IN4007	0,08	4.82	

Tabel 5 merupakan tabel hasil perhitungan simpangan baku σ dan distribusi probabilitas Gaussian maksimum dari keenam tipe dioda yang digunakan pada rangkaian penyearah gelombang penuh. Terlihat bahwa rangkaian penyearah gelombang penuh dengan dioda tipe IN4002 memiliki kualitas yang paling baik, karena memiliki nilai simpangan baku σ yang paling kecil dan distribusi probabilitas Gaussian maksimum P_{max} yang paling besar.

PEMBAHASAN

Validasi alat peraga

Berdasarkan penilaian validator terhadap aspek penilaian tampilan alat peraga, aspek teknis pengoperasian alat peraga dan aspek kemanfaatan alat peraga memperoleh skor amat baik di mana interval skornya terletak pada $45,5 \leq X \leq 56$ atau $81,25\% \leq X \leq 100\%$. Dengan demikian alat peraga siap digunakan sebagai media pembelajaran.

Skor keidealan untuk aspek tampilan alat peraga 81,25%, skor keidealan untuk aspek teknis pengoperasian alat peraga 95%, skor keidealan untuk aspek kemanfaatan alat peraga 90%. Sedangkan untuk keseluruhan uji validasi alat peraga skor keidealannya adalah 89,29%. Gambar nilai rata-rata validasi alat peraga oleh ahli alat dapat dilihat pada gambar 6.

Validasi Panduan Eksperimen

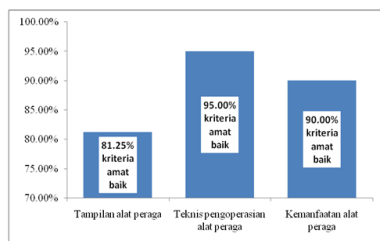
Berdasarkan penilaian validator terhadap aspek kelayakan isi, aspek penyajian, aspek kebahasaan dan aspek gambar memperoleh skor amat baik di mana interval skornya terletak pada $42,25 \leq X \leq 52$ atau $81,25\% \leq X \leq 100\%$. Dengan demikian panduan eksperimen siap digunakan sebagai media pembelajaran.

Skor keidealan untuk aspek kelayakan isi 85,00%, skor keidealan untuk aspek penyajian 83,33%, skor keidealan untuk aspek kebahasaan 86,22%, skor keidealan untuk aspek gambar 77,78%. Sedangkan untuk keseluruhan uji validasi panduan eksperimen 83,33%. Gambar nilai rata-rata validasi panduan eksperimen oleh ahli media dan ahli materi dapat dilihat pada gambar 7.

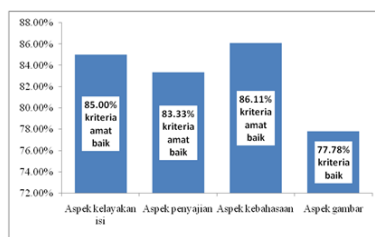
Hasil validasi uji pengguna

Uji pengguna dilakukan oleh delapan mahasiswa untuk mengetahui respon mahasiswa setelah mahasiswa melakukan eksperimen penentuan kualitas rangkaian penyearah gelombang penuh dengan memanfaatkan teori distribusi probabilitas Gaussian. Mahasiswa mengisi lembar evaluasi dengan 10 pertanyaan. Data hasil evaluasi uji pengguna oleh mahasiswa disajikan pada gambar 8.

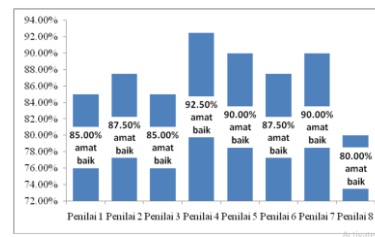
Berdasarkan penilaian uji pengguna memperoleh skor amat baik di mana interval skornya terletak pada $32,5 \leq X \leq 40$ atau $81,25\% \leq X \leq 100\%$. Dengan demikian alat peraga dan panduan eksperimen siap digunakan sebagai media pembelajaran.



Gambar 6. Grafik nilai rata-rata uji validasi alat peraga



Gambar 7. Grafik nilai rata-rata uji validasi panduan eksperimen



Gambar 8. Grafik hasil validasi uji pengguna oleh mahasiswa

5. SIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dihasilkan, dapat disimpulkan:

1. Telah dihasilkan rancangan rangkaian praktikum untuk menentukan kualitas rangkaian penyearah gelombang penuh dengan memanfaatkan teori distribusi probabilitas Gaussian.
2. Kualitas rangkaian penyearah yang paling baik adalah yang menggunakan dioda 1N4002 dengan $P_{max}=6,06$ dan simpangan baku $\sigma = 0.06$.
3. Telah dihasilkan modul berupa buku petunjuk praktikum penentuan kualitas rangkaian penyearah gelombang penuh yang layak digunakan.

DAFTAR ACUAN

- [1] Natasha, M., Rahayu, S. dan Widjaya, S.B., 2012, Implementasi Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistik Pada PT Industri Marmer Indonesia Tulungagung, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya* Vol.1 No.1 (2012).
- [2] Pyakuryal, S. & Matin, M., 2013, Filter Design for AC to DC Converter, *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)*, Volume 2, Issue 6 (June 2013), PP. 42-49
- [3] Jamjaem, T. & Burapattanasiri, B., 2009, High-precision Half-wave Rectifier Circuit in Dual Phase Output Mode, (*IJCSIS*) *International Journal of Computer Science and Information Security*, Volume 6, No. 3, 2009
- [4] Langhammer, L. & Jerabek, J., 2013, Precision Full-Wave Rectifiers with Current Active Elements and Current Biasing, *International Journal of Advances in Telecommunications, Electrotechnics, Signals and Systems*, Vol. 2, No. 2 (2013)
- [5] Pejovic, P. & Kolar, J.W., 2014, Single-Phase Full-Wave Rectifier as an Effective Example to Teach ormalization, Conduction Modes, and Circuit Analysis Methods, *Electronics Journal „Special Issue on: Education in Electronics“*, Vol. 17, No. 2, January 2014
- [6] Kumngern, M. & Dejhan, K., 2007, High Frequency, High Precision CMOS Half-Wave Rectifier, *ECTI-CON 2007, The 2007 ECTI International Conference*
- [7] Cuntan, C.D., Baci, I. Panoiu, C. & Dinis, C., 2009, Analysis of a Double-wave Accuracy Rectifier’s Operation With Operational Amplifiers, *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara, Journal of Engineering. Tome VII (year 2009). Fascicule 3 (ISSN 1584 – 2673)*
- [8] Singh, B. & Gairola, S., 2008, An 18-Pulse Full-Wave AC-DC Converter for Power Quality Improvement, *Journal of Power Electronics*, Vol. 8, No. 2, April 2008
- [9] Setyosari, Punaji. 2010, Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan, Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- [10] Neamen, D. A. 2003, Semiconductor Physics and Devices : Basic Principles, New York: McGraw-Hill
- [11] Ramdhani, M., 2008, Rangkaian Listrik, Jakarta: Erlangga
- [12] Bevington, P.R. and Robinson, D.K., 2003, Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, Third Edition, New York: McGraw-Hill Higher Education
- [13] Boylestad, R. and Nashelsky, L., 2002, Electronic Devices and Circuit Theory 7th Edition, New Jersey: Prentice Hall
- [14] Latifna, Farhan. 2013, Analisis Pengendalian Kualitas di Perusahaan Bakpia Pathuk Dalam Upaya Mengendalikan Tingkat Kerusakan Produk Dengan Menggunakan Metode X, dan R, Skripsi (tidak diterbitkan) Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta:UIN Sunan Kalijaga