

Optimasi Nilai Resistansi Pada Rangkaian Resistansi Kombinasi Paralel-Seri Yang Setara Dengan Nilai Resistansi Rusak Menggunakan Algoritma Genetika

F.X. Wisnu Yudo Untoro

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Email: wisnusakti2410@gmail.com

Abstrak

Pada makalah ini mendiskusikan tentang ketersediaan nilai resistansi yang terbatas digunakan untuk memperoleh nilai resistansi dari resistor yang rusak. Usulan yang ditawarkan adalah mempergunakan bentuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri. Untuk memperoleh nilai-nilai resistansi bagi rangkaian resistor kombinasi paralel-seri supaya menghasilkan nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak menggunakan algoritma genetika. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan memberikan masukan berupa nilai resistansi dari resistor yang rusak sebesar 75Ω , jumlah populasi 10, jumlah generasi 50, serta dengan masukan operator algoritma genetika, diantaranya probabilitas crossover 90%, dan probabilitas mutasi gen 10% diperoleh nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri adalah $R_1 = 50 \Omega$, $R_2 = 50 \Omega$, dan $R_3 = 50 \Omega$.

Kata kunci: algoritma genetika, rangkaian resistansi kombinasi paralel seri.

Abstract

This paper discusses the limited availability of resistance values used to obtain the resistance value of a damaged resistor. The proposal offered is to use a parallel-series combination resistance circuit form. To obtain the resistance values for a series of parallel-series combination resistor in order to produce a resistance value equivalent to the resistance value of the damaged resistor using a genetic algorithm. The simulation results show that by providing input in the form of resistance value of the damaged resistor of 75Ω , population number 10, number of generations of 50, as well as by input of genetic algorithm operators, between a 90% crossover probability, and 10% gene mutation probability an equivalent resistance value is obtained with the resistance value of the damaged resistor for the parallel-series combination resistance circuit being $R_1 = 50 \Omega$, $R_2 = 50 \Omega$, and $R_3 = 50 \Omega$.

Keywords: genetic algorithm, resistor, combination, series parallel resistance circuit.

1. PENDAHULUAN

Seperti diketahui bahwa barang elektronik merupakan suatu benda yang dirancang dengan mempergunakan rangkaian elektronika yang dibentuk atau bekerja untuk menghasilkan sesuatu atas dasar rangkaian elektronika tersebut. Fakta menunjukkan bahwa barang elektronik dapat bekerja sesuai dengan rangkaian elektronika pembangunnya memerlukan catu daya. Catu daya untuk barang elektronik ini dapat berupa daya listrik atau arus bolak-balik maupun daya baterai atau arus searah [1].

Seiring dengan berjalannya waktu, barang elektronik akan mengalami kerusakan. Salah satu komponen dari barang elektronik yang rusak itu adalah komponen resistor [2]. Supaya barang elektronik itu dapat bekerja lagi maka komponen resistor yang rusak perlu diganti dengan resistor yang mempunyai nilai resistansi yang sama (setara).

Pada umumnya, pada jasa service barang elektronik tidak semua nilai resistansi yang ada dipasaran dimilikinya. Memperhatikan akan keterbatasan ketersediaan komponen resistor yang dimiliki oleh jasa service itu tentunya untuk memperoleh nilai resistansi yang sesuai dengan yang nilai resistansi dari resistor yang rusak menjadi permasalahan tersendiri. Selain daripada itu, karena komponen resistor dalam rangkaian elektronika dipergunakan untuk membatasi jumlah arus yang masuk dalam rangkaian elektronika [3], sehingga cukup beresiko bila nilai resistansi resistor yang rusak diganti dengan nilai resistansi yang sembarangan.

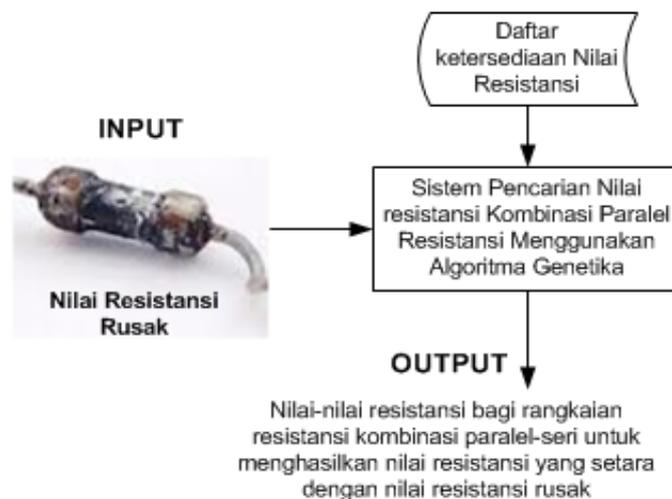
Walaupun sudah dapat dibayangkan bahwa dengan ketersediaan nilai resistansi yang terbatas cara *trial and error* untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri merupakan cara yang dapat dipergunakan untuk mengatasi masalah untuk memperoleh nilai resistansi yang setara dengan nilai

resistansi resistor yang rusak. Namun demikian, kelemahan dari cara ini adalah membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan nilai-nilai resistansi untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri yang memberikan nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak.

Terkait dengan tujuan dari penelitian ini adalah menemukan sebuah solusi berupa nilai resistansi yang akan diterapkan pada rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri yang mampu menghasilkan sebuah nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak [2] (tidak bekerja dengan semestinya) berdasarkan sejumlah n resistor yang tersedia pada seorang jasa service maka diperlukan alternatif lain.

Dalam [3] menjelaskan bahwa suatu algoritma untuk pemecahan masalah dapat memberikan hasil pemecahan masalah yang benar maupun salah. Memperhatikan hal tersebut maka dalam penelitian ini permasalahan tentang pencarian nilai-nilai resistansi untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri akan dicoba diselesaikan menggunakan algoritma genetika. Pemilihan algoritma genetika sebagai instrumen pencarian ini dilandasi atas dasar bahwa algoritma genetika dapat bekerja cukup baik untuk menyelesaikan masalah TSP [4], optimasi fungsi tanpa kendala [5], pemodelan optimasi [6], deteksi gangguan pada jaringan listrik [7], dan mempunyai analogi antara evolusi biologis dengan algoritma genetika biner [8], serta sebagai salah satu strategi untuk penyelesaian masalah pencarian [9]. Dengan demikian, sangat dimungkinkan penerapan algoritma genetika untuk menemukan solusi berupa nilai-nilai resistansi untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri yang bisa menghasilkan nilai resistansi yang setara.

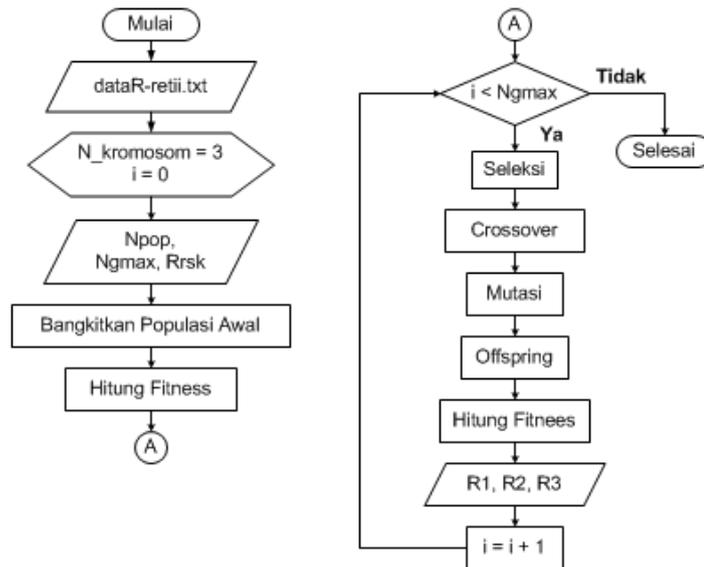
Untuk menjawab tujuan dari penelitian ini, yaitu memperoleh nilai-nilai resistansi untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri yang memberikan nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak menggunakan algoritma genetika maka usulan algoritma pemecahan masalah dalam penelitian ini seperti ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Usulan algoritma penyelesaian masalah

Gambar 1 menjelaskan masukan bagi sistem pencarian nilai-nilai resistansi untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri menggunakan algoritma genetika ada dua, yaitu (1) data nilai resistansi dari resistor yang dinyakakan rusak [2], dan (2) data daftar ketersediaan nilai resistansi. Luaran bagi sistem adalah nilai-nilai resistansi untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri yang menghasilkan nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi masukan.

Adapun proses yang dilakukan oleh sistem pencarian nilai-nilai resistansi untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri menggunakan algoritma genetika seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart usulan algoritma pemecahan masalah

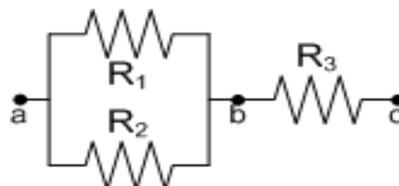
2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilaksanakan merupakan jenis penelitian simulasi. Tujuan penelitian simulasi ini adalah untuk menyelesaikan masalah nilai resistansi dari sebuah resistor yang rusak dengan cara menggantinya dengan nilai resistansi yang setara atau sama melalui sebuah rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri [1].

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tahap ke 1: Merancang rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri

Bentuk rancangan rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri yang diusulkan sebagai solusi masalah pada penelitian ini seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri.

Rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri ini tersusun atas dua resistor R₁ dan R₂ terhubung secara paralel dan selanjutnya terhubung secara seri dengan satu resistor R₃. Rangkaian resistansi kombinasi paralel seri gambar 3 ini merupakan solusi bagi nilai resistansi dari resistor yang rusak.

Dengan mengacu konsep rangkaian resistansi dalam [1], maka bentuk persamaan matematis bagi solusi masalah dalam memperoleh nilai resistansi resistor yang setara dengan nilai resistansi resistor rusak dapat ditulis,

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) + R_3,$$

atau

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3,$$

atau

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1 + R_2} \tag{1}$$

Persamaan (1) ini merupakan persamaan yang digunakan untuk memperoleh nilai resistansi dari resistor R₁, R₂, dan R₃ pada rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri. Proses pencarian nilai resistansi

untuk resistor R_1 , R_2 , dan R_3 mempergunakan algoritma genetika atas dasar data ketersediaan nilai resistansi pada Tabel 1.

Tahap ke 2: Melakukan Inisialisasi algoritma genetika

Inisialisasi algoritma genetika adalah kegiatan menterjemahkan permasalahan ke dalam sistem alamiah. Hasil inisialisasi algoritma genetika ini merupakan model dari individu dan pernyataan *fitness* untuk solusi masalah yang ditangani. Pada penelitian ini, model individu dan *fitness* didefinisikan secara berurutan sebagai berikut:

Definisi individu

Individu adalah satu pasang nilai resistansi yang tersusun secara paralel dan seri. Satu pasang nilai resistansi ini merupakan ilustrasi rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri sebagai individu solusi masalah.



Gambar 4. Definisi individu solusi

Definisi fitness

Berdasarkan rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri maka dapat didefinisikan nilai *fitness* untuk masalah ini adalah sebagai nilai inversi dari selisih besarnya nilai resistansi kombinasi paralel-seri (R_{eq}) dengan besarnya nilai resistansi dari resistor yang rusak (R_{rsk}). Secara matematis nilai *fitness* dapat dituliskan sebagai

$$Fitness = \frac{1}{|R_{rsk} - R_{eq}| + 1} \quad (2)$$

Tahap ke 3: Merancang operator algoritma genetika

Operator-operator yang diterapkan pada algoritma genetika dalam penelitian ini diantaranya:

Seleksi

Proses memilih individu dari populasi berdasarkan nilai *fitness*-nya. Pada proses ini, individu-individu yang baik dipilih secara acak. Teknik pemilihan individu memakai metode mesin *roulette*.

Crossover

Crossover merupakan proses untuk memperoleh individu baru. Pada proses ini menerapkan pertukaran (rekombinasi) aritmatika [11]. Dengan nilai gen-gen yang baru merupakan hasil proses aritmatika rekombinasi. Menurut [9] probabilitas *crossover* yang baik berada diantara 50% sampai dengan 95%. Dalam simulasi ini probabilitas *crossover* yang digunakan 90%.

Mutasi

Pada proses mutasi dilakukan dengan cara mengganti satu gen yang terpilih secara acak dengan suatu nilai baru yang diperoleh secara acak pula. Jumlah individu yang mengalami mutasi dalam satu populasi akan ditentukan oleh parameter probabilitas mutasi. Menurut [9] probabilitas mutasi yang baik berada diantara 0% sampai dengan 30%. Dalam simulasi ini probabilitas mutasi yang digunakan 10%.

Tahap ke 4: Implementasi dan Testing usulan algoritma sistem pencarian

Usulan algoritma pencarian nilai resistansi bagi rangkaian resistansi kombinasi Paralel-seri pada gambar 2 selanjutnya diimplementasikan pada bahasa pemrograman C++ dengan software Borland C++ 5.02 dan dilakukan testing dengan black box testing [10].

Tahap ke 5: Melaksanakan uji coba terhadap usulan algoritma

Pada tahap ini, data yang dipergunakan untuk menguji usulan algoritma pencarian nilai-nilai resistansi untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri yang bisa menghasilkan nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak diantaranya adalah data ketersediaan nilai resistansi dan data nilai resistansi dari resistor yang rusak. Adapun kedua data yang dipersiapkan secara berturut-turut ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Uji Untuk Nilai Resistansi Yang Tersedia

No.	Simbol Resistor	Nilai Resistansi (Ω)	Keterangan
1		10	Data tersimpan dalam bentuk file berektensi .txt
2		20	
3		30	
4		40	
5		50	

Tabel 2. Data Uji Untuk Nilai Resistansi Rusak

No.	Nilai Resistansi Uji dari Resistor Rusak (Ω)
1	16.67
2	27.00
3	47.50
4	67.00
5	75.00

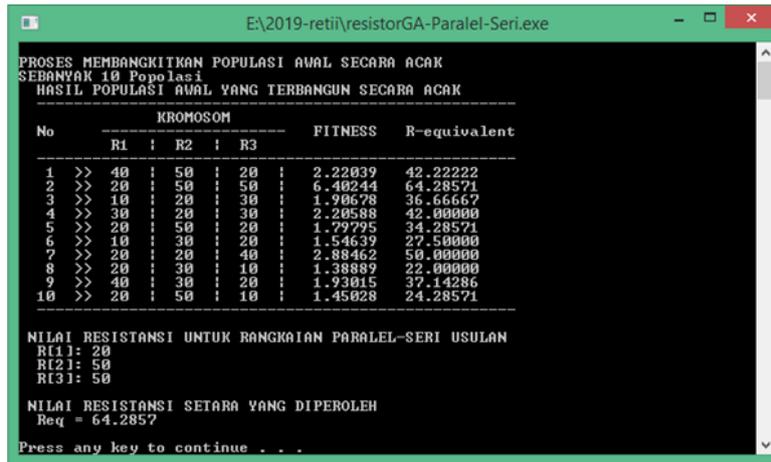
3. HASIL DAN ANALISIS

Pada bagian ini menjelaskan tentang hasil pengujian usulan algoritma pencarian nilai-nilai resistansi untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri yang bisa menghasilkan nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak berdasarkan Tabel 1, Tabel 2, serta parameter algoritma genetika yang telah dijelaskan pada bagian 2.

Masukan data untuk sistem pencarian nilai-nilai resistansi bagi rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri sebagai usulan algoritma solusi untuk memperoleh nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor untuk data uji coba ke lima (pada tabel 2 dengan nilai resistansi 75 Ω), seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

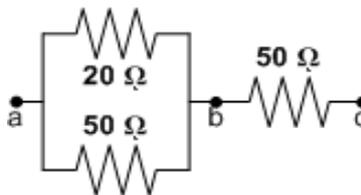
Dengan data masukkan yang ditunjukkan Gambar 5 serta data yang dihasilkan dari proses baca data ketersediaan nilai resistansi yang ditunjukkan pada Gambar 6, selanjutnya sistem mempergunakan kedua data tersebut untuk melakukan proses pembangkitan populasi awal dan proses generasi. Hasil proses pembangkitan populasi awal seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

**Gambar 5.** Data masukan untuk usulan algoritma**Gambar 6.** Hasil baca data ketersediaan nilai resistansi



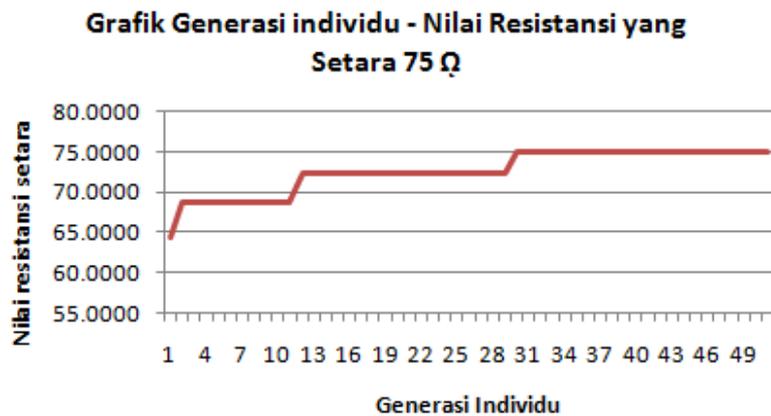
Gambar 7. Hasil populasi awal dan nilai-nilai resistansi bagi rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri

Pada Gambar 7 menjelaskan bahwa pada proses pembangkitan populasi awal ini telah memperoleh individu solusi bagi rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri. Adapun bentuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri sebagai solusi permasalahan seperti ditunjukkan pada Gambar 8 yang menghasilkan nilai resistansi awal yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak diperoleh sebesar 64.2857 Ω.



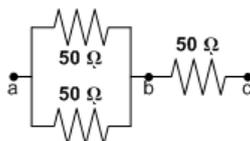
Gambar 8. Hasil rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri dari usulan algoritma pada populasi awal

Hasil solusi dari proses populasi awal tersebut selanjutnya diperbaiki melalui proses generasi. Pada proses generasi ini mempergunakan parameter seperti yang ditunjukkan Gambar 5. Hasil proses generasi memberikan hasil seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil generasi individu untuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri

Pada Gambar 9 menjelaskan bahwa nilai-nilai resistansi yang dipergunakan untuk membangun rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri yang bisa menghasilkan nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak diperoleh pada generasi ke-29, dengan nilai resistansi untuk $R_1=50 \Omega$, $R_2=50 \Omega$, dan $R_3=50 \Omega$. Dengan demikian, bentuk rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri sebagai solusi yang memberikan hasil nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor rusak 75 Ω seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Nilai-nilai resistansi dalam rangkaian resistansi kombinasi paralel-seri

Hasil uji coba nilai resistansi dari resistor yang rusak pada tabel 2, memberikan nilai resistansi optimal bagi rangkaian resistor kombinasi paralel-seri yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai-nilai resistansi optimal bagi rangkaian resistansi kombinasi paralel seri

No.	Nilai Resistansi Uji Rusak	Generasi ke	Nilai Resistansi Optimal bagi Rangkaian			Nilai Resistansi setara	Error (2) – (7)	Prosentase Error	Ket
			R ₁ (Ω)	R ₂ (Ω)	R ₃ (Ω)				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
1	16.67	2	10	20	10	16.6667	0.0000	0.0000 %	*)
2	27.00	2	10	20	20	26.6667	0.3333	1.2333 %	**)
3	47.50	23	10	30	40	47.5000	0.0000	0.0000 %	*)
4	67.00	11	40	30	50	67.1429	0.1429	0.2133 %	**)
5	75.00	29	50	50	50	75.0000	0.0000	0.0000 %	*)

Ket:

*) ketersediaan nilai resistansi menghasilkan nilai resistansi setara dengan benar.

***) ketersediaan nilai resistansi tidak dapat menghasilkan nilai resistansi setara dengan benar, namun nilai resistansi setara tersebut merupakan nilai yang resistansi yang paling optimal yang dihasilkan oleh usulan algoritma. Karena itu tambahan data ketersediaan nilai resistansi perlu ditambah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilaksanakan maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Usulan algoritma dapat dipergunakan untuk memperoleh nilai-nilai resistansi bagi rangkaian paralel-seri dalam membangun nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak.
2. Pemakaian operator algoritma genetiaka probabilitas mutasi 10% dan probabilitas crossover: 90% dengan jumlah populasi sebanyak 10 dan generasi 50 iterasi, algoritma genetika bisa memberikan informasi tentang nilai-nilai resistansi untuk masing-masing resistor yang terdapat pada rangkaian resistor kombinasi paralel-seri dengan nilai resistansi resistor yang setara ataupun sama dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak.
3. Bila pada populasi awal sudah memperoleh nilai resistansi yang setara ataupun sama dengan nilai resistansi resistor rusak maka pencarian terjebak pada lokal optimal.
4. Ketersediaan data nilai resistansi resistor untuk rangkaian resistor kombinasi paralel-seri, memiliki pengaruh terhadap perolehan ketepatan nilai resistansi yang setara dengan nilai resistansi dari resistor yang rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Halliday, Resnick, Jearl Walker. Fundamentals of physics. 9th Edition. John Wiley & Sons, Inc ISBN 978-0-470-46908-8. 2011: 689, 705-719.
- [2] Suswono. Cara Mengukur dan Mengetahui Kerusakan Komponen Resistor <http://suswono28.blogspot.com/2016/03/cara-mengukur-dan-mengetahui-kerusakan.html>. Diakses pada tanggal 29 Juli 2019 pukul 13.48 WIB.
- [3] Untoro, Wisnu Yudo, F.X. Algoritma & Pemrograman dengan Bahasa Java. Edisi Pertama. Yogyakarta. Graha Ilmu. 2010: 11-27.
- [4] Nitasha Soni, Dr Tapas Kumar; Nitasha Soni et al., Study of Various Mutation Operators in Genetic Algorithms. International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT), 2014; Vol. 5 (3) : 4519.
- [5] Mahmudy, Wayan Firdaus. (2008). Optimasi Fungsi Tanpa Kendala Menggunakan Algoritma Genetika Dengan Kromosom Biner dan Perbaikan Kromosom Hill-Climbing. Kursor, 2008; 4(1): 23-29. Ref 13
- [6] John McCall. Genetic algorithms for modelling and optimisation. Journal of Computational and Applied Mathematics, 2005; 184 (2005): 205–222.

-
- [7] Untoro, Wisnu Yudo, F.X. Deteksi Lokasi Gangguan Listrik Pada Sistem Jaringan Distribusi Listrik Berdasarkan Laporan Gangguan Pelanggan Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Matematika dan Komputer Indonesia*, 2006; 1(1): 7-14.
- [8] Randy L. Haupt and Sue Ellen Haupt. (2004). Chapter 2: The Binary Genetic Algorithm. *Practical Genetic Algorithms, Second Edition*, 2004. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-45565-2. 27-49.
- [9] Basuki, Achmad. (2003). Strategi Menggunakan Algoritma Genetika. <http://basuki.lecturer.pens.ac.id/lecture/StrategiAlgoritmaGenetika.pdf>. Diakses pada tanggal 29 Juli 2019 pukul 14.55 WIB.
- [10] Mustaqbal M. Sidi, Roeri Fajri Firdaus, Hendra Rahmadi. Pengujian Aplikasi Menggunakan Black Box Testing Boundary Value Amalysis (Studi Kasus : Aplikasi Prediksi Kelulusan SNMPTN). *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 2015; 1(3): 31-36.
- [11] Rohaeni Lani, Deni Saepudin, Aniq Atiqi Rohmawati. (2016). Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimasi Debit Air Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air, Studi Kasus : Waduk Situ Cileunca, Jawa Barat. *e-Proceeding of Engineering*, 2016; 3(2): 3964-3971.