

**PENERAPAN *GENETIC ALGORITHM* DALAM OPTIMASI DESAIN
ULANG PENERANGAN JALAN UMUM**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi S1 Teknik Elektro



Oleh :

Rosena Shintabella

E.5051.1605911

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2020

**PENERAPAN *GENETIC ALGORITHM* DALAM OPTIMASI DESAIN
ULANG PENERANGAN JALAN UMUM**

Oleh
Rosena Shintabella

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Rosena Shintabella
Universitas Pendidikan Indonesia Juni
2020

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, *diphotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

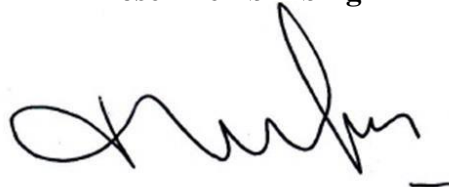
ROSENA SHINTABELLA

E.5051.1605911

**PENERAPAN *GENETIC ALGORITHM* DALAM OPTIMASI DESAIN
ULANG PENERANGAN JALAN UMUM**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si.

NIP. 19721113 199903 1 001

Pembimbing II

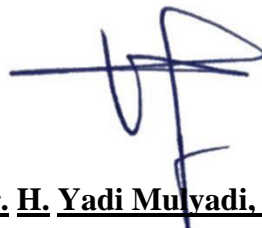


Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T.

NIP. 19610604 198603 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.

NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “*Penerapan Genetic Algorithm Dalam Optimasi Desain Ulang Penerangan Jalan Umum*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juni 2020

Yang Menyatakan,

Rosena Shintabella

1605911

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Penerapan Genetic Algorithm Dalam Optimasi Desain Ulang Penerangan Jalan Umum*”. Skripsi ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi S1 Teknik Elektro.

Bandung, Juni 2020

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ragung, S.Pd. dan Ibu Ida Rosita, S.Pd., selaku orang tua dari penulis yang tak pernah berhenti memberikan dukungan, do'a, motivasi, dan nasihat.
2. Bapak Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si., selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T., selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T., selaku ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro.
5. Bapak Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D., selaku ketua Program Studi S1 Teknik Elektro.
6. Bapak Dr. Hasbullah Hasan, M.T selaku pembimbing akademik penulis yang selalu memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
7. Gita Febria Friskawati, Aldi Supangkat, Ima Renicha, selaku saudara yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
8. Dias Hegar P., Devi Ivana A., Anggin Nisrina U., Sylvia Khadijah, Ghina Shofi N. A., Yuliani, Anisa Inggar A. Y., Effraimy Ruth, selaku pejuang S.T yang senantiasa saling mendukung dan menyemangati hingga penyusunan skripsi ini selesai.
9. Teman-teman Gaffar Cluster 5.0 dan Andalu, selaku pejuang S.T yang senantiasa saling mendukung dan menyemangati hingga penyusunan skripsi ini selesai.

10. Seluruh staff administrasi DPTE FPTK UPI.
11. Teknik Elektro UPI 2016, teman-teman seperjuangan yang sama-sama berjuang menyelesaikan studi di Teknik Elektro.
12. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun penulis diharapkan untuk pengembangan lebih lanjut. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak khususnya pada bidang ilmu pengetahuan.

Bandung, Juni 2020

Penulis

ABSTRAK

Sistem Penerangan jalan umum dirancang untuk memberikan kenyamanan kepada pengguna dengan mempertimbangkan aspek hemat energi, kualitas pencahayaan dan kesesuaian dengan standar pencahayaan. Penelitian ini bertujuan untuk memaparkan hasil optimalisasi desain ulang penerangan jalan umum menggunakan metode kecerdasan buatan yaitu *Genetic Algorithm*. Algoritma ini diterapkan berdasarkan hubungan antara penggunaan energi dan parameter penerangan jalan umum seperti rata-rata iluminasi, lebar jalan, tinggi tiang, serta berbagai parameter lainnya yang sesuai dengan standar pencahayaan di Indonesia. Proses perancangan ulang dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB untuk simulasi *Genetic Algorithm* dan DIALux untuk implementasi hasil desain. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode ini sangat baik dan direkomendasikan kepada perancang dalam menentukan parameter desain.

Kata kunci : Penerangan jalan umum, kualitas pencahayaan, *Genetic Algorithm*, optimalisasi.

ABSTRACT

Street lighting system is designed to give comfort to users by considering the energy saving aspect, lighting quality and suitability with the lighting standard. This research aims to describe the results of optimizing the redesign of street-lighting using the artificial intelligence method, Genetic Algorithm. This algorithm is applied based on the relationship between energy use and public street lighting parameters such as the average illumination, wide roads, high pole, and various other parameters that correspond to the lighting standards in Indonesia. The redesign process is using MATLAB for Genetic Algorithm simulation and DIALux for implement of design results. The results of this study indicate that this method is very good and recommended to the designer in determining the design parameters.

Keywords : *Street lighting, lighting quality, Genetic Algorithm, optimization.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penerangan Jalan Umum	5
2.2 Jenis Lampu PJU	6
2.2.1 <i>High Pressure Sodium</i> (HPS)	6
2.2.2 Lampu LED	6
2.3 Ketentun Pencahayaan	7
2.3.1 Kualitas Pencahayaan	7
2.3.2 Penempatan Tiang Lampu	9
2.3.3 Penempatan Lampu Penerangan	9
2.4 <i>Genetic Algorithm</i>	11
2.4.1 Inialisasi Populasi	12
2.4.2 Evaluasi Individu	13
2.4.3 Fungsi <i>Fitness</i>	13
2.4.4 <i>Roulette Wheel</i>	14
2.4.5 <i>Crossover</i>	15

2.4.6 Mutasi	16
2.5 Energi Listrik	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Prosedur Penelitian	18
3.2 Sumber Data Penelitian	19
3.3 Karakteristik Area Studi	19
3.4 Metode Pengolahan Data	20
3.5 Simulasi <i>Genetic Algorithm</i>	21
3.6 Perangkat Penunjang Penelitian	22
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Kondisi Penerangan Jalan Umum Area Studi	23
4.2 Optimalisasi Menggunakan <i>Genetic Algorithm</i> (GA)	26
4.2.1 Inisialisasi Populasi	28
4.2.2 Evaluasi (<i>Fitness Function</i>)	28
4.2.3 Seleksi Individu (<i>Roulette-Wheel</i>)	30
4.2.4 <i>Crossover</i>	31
4.2.5 Mutasi	32
4.2.6 Hasil <i>Genetic Algorithm</i> (GA)	32
4.3 Implementasi Desain Penerangan Jalan Umum Menggunakan DIALux	33
4.4 Penggunaan Energi Listrik	38
4.4.1 PJU Area Studi	38
4.4.2 PJU Hasil Optimalisasi <i>Genetic Algorithm</i>	38
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	40
5.1 Simpulan	40
5.2 Implikasi	41
5.3 Rekomendasi	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lampu <i>High Pressure Sodium</i>	6
Gambar 2.2. Lampu LED	6
Gambar 2.3. Penempatan lampu penerangan jalan	10
Gambar 2.4. Bentuk biner dari kromosom	13
Gambar 2.5. Metode seleksi <i>roulette wheel</i>	14
Gambar 2.6. Crossover dengan satu titik potong	15
Gambar 2.7. Mutasi satu gen.....	16
Gambar 3.1. Lokasi objek penelitian.	20
Gambar 3.2. Diagram alir simulasi <i>Genetic Algorithm</i>	21
Gambar 4.1. Kondisi PJU area studi.	24
Gambar 4.2. Ilustrasi pemerataan cahaya pada PJU area studi.	25
Gambar 4.3. Hasil Seleksi Individu	30
Gambar 4.4. <i>Crossover</i> menggunakan skema <i>order crossover</i>	31
Gambar 4.5. Hasil simulasi dari <i>Genetic Algorithm</i>	32
Gambar 4.6. <i>Philips BGP322 T35 1XGRN78-3S/740 DW</i>	34
Gambar 4.7. Parameter jalan	35
Gambar 4.8. Parameter rencana	35
Gambar 4.9. Ilustrasi penyebaran cahaya PJU desain ulang	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kualitas pencahayaan (SNI 7391, 2008).....	8
Tabel 2.2. Penempatan lampu (SNI 7391, 2008)	9
Tabel 2.3. Penempatan lampu penerangan berdasarkan lokasi	10
Tabel 3.1. Karakteristik jalan area studi	19
Tabel 4.1. Data iluminasi PJU area studi.	24
Tabel 4.2. Ketentuan input <i>Genetic Algorithm</i>	27
Tabel 4.3. Data pemodelan desain PJU.	27
Tabel 4.4. Populasi awal dengan kromosom untuk desain 1-10.	28
Tabel 4.5. Nilai fungsi <i>fitness</i>	29
Tabel 4.6. Kromosom hasil <i>crossover</i>	31
Tabel 4.7. Kromosom hasil mutasi	32
Tabel 4.8. Desain PJU terbaik hasil dari optimalisasi GA	33
Tabel 4.9. Spesifikasi <i>Philips BGP322 T35 1XGRN78-3S/740 DW</i>	34
Tabel 4.10. Parameter kondisi permukaan jalan	34
Tabel 4.11. Nilai-Nilai ihluminasi PJU desain ulang	36
Tabel 4.12. Perbandingan PJU eksisting dengan PJU hasil optimasi	37

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. G., Pambudi, R. L., Purnama, W., Nandiyanto, A. B. D., Triawan, F., & Aziz, M. (2019). Redesigning street-lighting system using led and hps luminaires for better energy-saving application. *Journal of Engineering Science and Technology*, *14*(4), 2140–2151.
- Alves, R., Oliveira, D., Firmino, M., Júnior, D. M., Felipe, R., & Menezes, A. (2014). Application of genetic algorithm for optimization on projects of public illumination. *Electric Power Systems Research*, *117*, 84–93.
<https://doi.org/10.1016/j.epsr.2014.08.008>
- Asadi, E., da Silva, M. G., Antunes, C. H., & Dias, L. (2012). A multi-objective optimization model for building retrofit strategies using TRNSYS simulations, GenOpt and MATLAB. *Building and Environment*, *56*, 370–378. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.04.005>
- Beccali, M., Bonomolo, M., Lo Brano, V., Ciulla, G., Di Dio, V., Massaro, F., & Favuzza, S. (2019). Energy saving and user satisfaction for a new advanced public lighting system. *Energy Conversion and Management*, *195*, 943–957.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.05.070>
- Beccali, Marco, Ciulla, G., Lo Brano, V., Galatioto, A., & Bonomolo, M. (2017). Artificial neural network decision support tool for assessment of the energy performance and the refurbishment actions for the non-residential building stock in Southern Italy. *Energy*, *137*, 1201–1218.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.200>
- Bergesen, J. D., Tähkämö, L., Gibon, T., & Suh, S. (2016). Potential Long-Term Global Environmental Implications of Efficient Light-Source Technologies. *Journal of Industrial Ecology*, *20*(2), 263–275.
<https://doi.org/10.1111/jiec.12342>

- Bevish Jinila, Y. (2015). Solar powered intelligent street lighting system based on fuzzy logic controller. *International Review of Electrical Engineering*, 10(3), 399–403. <https://doi.org/10.15866/iree.v10i3.5203>
- Boomsma, C., & Steg, L. (2014). The Effect Of Information and Values on Acceptability of Reduced Street Lighting. *Journal of Environmental Psychology*, 39, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.11.004>
- Cauvery, K. P. P., Dharanidhar, P., & Thampatty, K. C. S. (2017). Design and Implementation of a Prototypic Hybrid Power Supply System for Street Lighting, 21–23.
- Chang, T. C., You, S. J., Yu, B. S., Chen, C. M., & Chiu, Y. C. (2009). Treating high-mercury-containing lamps using full-scale thermal desorption technology. *Journal of Hazardous Materials*, 162(2–3), 967–972. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.05.129>
- CIE. (2010). Lighting Quality and Energy Efficiency. *Illuminating Engineering*, (March).
- Ciobanu, I. (2016). Analysis on the Possibility of Using Retrofit Solutions for Increasing the Energy Efficiency of Public Lighting Systems, 0–4.
- Dolara, A., Faranda, R., Guzzetti, S., & Leva, S. (2010). Power quality in public lighting systems. *ICHQP 2010 - 14th International Conference on Harmonics and Quality of Power*. <https://doi.org/10.1109/ICHQP.2010.5625363>
- Examiner, P., & Sember, T. M. (2009). (12) United States Patent, 2(12).
- Gómez-lorente, D., Rabaza, O., & Estrella, A. E. (2013). A new methodology for calculating roadway lighting design based on a multi-objective evolutionary algorithm, 40, 2156–2164. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.10.026>
- Gómez-Lorente, D., Triguero, I., Gil, C., & Espín Estrella, A. (2012).

Evolutionary algorithms for the design of grid-connected PV-systems. *Expert Systems with Applications*, 39(9), 8086–8094.

<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.01.159>

Gómez, C., Morrow, R. C., Bourget, C. M., Massa, G. D., & Mitchell, C. A. (2013). Comparison of intracanopy light-emitting diode towers and overhead high-pressure sodium lamps for supplemental lighting of greenhouse-grown tomatoes. *HortTechnology*, 23(1), 93–98.

<https://doi.org/10.21273/horttech.23.1.93>

Gutierrez-Escolar, A., Castillo-Martinez, A., Gomez-Pulido, J. M.,

GutierrezMartinez, J. M., Stacic, Z., & Medina-Merodio, J. A. (2015). A study to improve the quality of street lighting in Spain. *Energies*, 8(2), 976–994.

<https://doi.org/10.3390/en8020976>

Islam, M. A., Kuwar, G., Clarke, J. L., Blystad, D. R., Gislerød, H. R., Olsen, J. E., & Torre, S. (2012). Artificial light from light emitting diodes (LEDs) with a high portion of blue light results in shorter poinsettias compared to high pressure sodium (HPS) lamps. *Scientia Horticulturae*, 147, 136–143.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.08.034>

Jp, O., & Nagai, H. (2013). (12) United States Patent, 2(12).

Kaviri, A. G., Jaafar, M. N. M., & Lazim, T. M. (2012). Modeling and multiobjective exergy based optimization of a combined cycle power plant using a genetic algorithm. *Energy Conversion and Management*, 58, 94–103.

<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.01.002>

Kim, D., & Park, S. (2017). Improving community street lighting using CPTED : A case study of three communities in Korea. *Sustainable Cities and Society*, 28, 233–241. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.09.016>

Koohestani, B. (2020). A Crossover Operator for Improving the Efficiency of Permutation-Based Genetic Algorithms. *Expert Systems With Applications*, 113381. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113381>

- Mohandas, P., Dhanaraj, J. S. A., & Gao, X. Z. (2019). Artificial Neural Network based Smart and Energy Efficient Street Lighting System: A Case Study for Residential area in Hosur. *Sustainable Cities and Society*, 48(January).
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101499>
- Pyrih, Y. (2019). Research of Genetic Algorithms for Increasing the Efficiency of Data Routing. *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT)*, 157–160.
- Rabaza, O., Peña-García, A., Pérez-Ocón, F., & Gómez-Lorente, D. (2013). A simple method for designing efficient public lighting, based on new parameter relationships. *Expert Systems with Applications*, 40(18), 7305–7315. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.037>
- Rabaza, Ovidio, Gómez-Lorente, D., Pérez-Ocón, F., & Peña-García, A. (2016). A simple and accurate model for the design of public lighting with energy efficiency functions based on regression analysis. *Energy*, 107, 831–842.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.04.078>
- Rabaza, Ovidio, Gómez-Lorente, D., Pozo, A. M., & Pérez-Ocón, F. (2019). Application of a Differential Evolution Algorithm in the Design of Public Lighting Installations Maximizing Energy Efficiency. *LEUKOS - Journal of Illuminating Engineering Society of North America*, 00(00), 1–11.
<https://doi.org/10.1080/15502724.2019.1568255>
- Ramachandran, S., Jayalal, M. L., Riyas, A., Jehadeesan, R., & Devan, K. (2020). Application of genetic algorithm for optimization of control rods positioning in a fast breeder reactor core, (June 2019).
<https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2020.110541>
- Rao, R. V., Savsani, V. J., & Vakharia, D. P. (2012). Teaching-Learning-Based Optimization: An optimization method for continuous non-linear large scale problems. *Information Sciences*, 183(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1016/j.ins.2011.08.006>

- Rea, M. S., Bullough, J. D., & Akashi, Y. (2009). Several views of metal halide and high-pressure sodium lighting for outdoor applications. *Lighting Research and Technology*, 41(4), 297–320.
<https://doi.org/10.1177/1477153509102342>
- Sędziwy, A. (2016). A New Approach to Street Lighting Design. *LEUKOS - Journal of Illuminating Engineering Society of North America*, 12(3), 151–162. <https://doi.org/10.1080/15502724.2015.1080122>
- Shahzad, G., Yang, H., Ahmad, A. W., & Lee, C. (2016). Energy-Efficient Intelligent Street Lighting System Using Traffic-Adaptive Control. *IEEE Sensors Journal*, 16(13), 5397–5405.
<https://doi.org/10.1109/JSEN.2016.2557345>
- Standar Nasional Indonesia 7391, 2008.
- Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta : Andi
- Urgen, M. K. (2010). Patent Application Publication (10) Pub . No . : US 2010 / 0224498A1, 1(19).
- Virgian, I., Abdullah, A. G., & Hasbullah. (2019). Perancangan Ulang Sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Pendekatan Photometric.
- Yeh, W. C., & Chuang, M. C. (2011). Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 4244–4253. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.09.091>
- Zou, J., & Li, L. (2010). Optimization of luminous intensity distribution of roadway lighting luminaire based on genetic