

Penerapan Algoritma Genetika dalam Bidang Teknologi

Abdul Mukti^{a,1}, Achmad Shobirin^{a,2}, Agung Gumilang Pratama^{a,3}, Alam Asrorul Haq^{a,4}, Aulia' Illahi^{a,5}, Catur Putra Endar Prasetya^{a,6}

^a Departemen Teknik Elektro dan Informatika Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No.5, Malang, 65145, Indonesia

¹a.moeqty79@gmail.com; ²achmad.shobirin@outlook.com; ³agung.gp.ctst@gmail.com;

⁴alamasrorulhaqqracer@gmail.com; ⁵dota6008@gmail.com; ⁶caturputra.ep@gmail.com

ABSTRAK

ARTICLE INFO

Algoritma mempunyai peran penting dalam sebuah perkembangan teknologi. Salah satunya yakni algoritma genetika untuk pemecahan berbagai masalah. Algoritma ini memiliki optimasi pemecahan masalah yang cukup baik. Terbukti banyak diterapkannya algoritma ini dalam berbagai masalah khususnya dalam bidang teknologi. Sehingga algoritma ini menjadi salah satu algoritma favorit untuk menyelesaikan beberapa masalah kompleks. Tujuan dari makalah ini berguna untuk mengulas algoritma genetika dan penerapannya dalam bidang teknologi dengan cara menjelaskan beberapa implementasi algoritma genetika ini.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license.



Article history:

Received: 20 Desember 2024

Revised: 21 Januari 2025

Accepted: 12 Februari 2025

Keywords:

Algoritma Genetika
Kecerdasan Buatan
Optimasi Heuristik
Penerapan Teknologi
Pemecahan Masalah Kompleks

I. PENDAHULUAN

Beberapa penerapan algoritma genetika ini yakni sistem penjadwalan guru, pembuatan perilaku musuh dalam aplikasi permainan, menggenerate map secara dinamis dalam game strategi. Salah satu masalah yang dapat diselesaikan menggunakan algoritma ini yakni jauhnya jarak yang di tempuh guru dari tempat tinggal menuju sekolah. Hal yang menjadi faktor permasalahan ini diantaranya adalah usia dari setiap guru pengajar, akses jalan, jarak yang jauh, dan jenis kelamin [1][2].

Jauhnya jarak tempuh yang di akses guru menjadikan kinerja guru kurang optimal [2]. Pada permasalahan yang di hadapi sering dikenal dengan Job Scedulling Problem (JSP). Job Scedulling Problem merupakan masalah penempatan pegawai yang menggambarkan bagaimana penempatan karyawan di lokasi / kantor tertentu agar kinerjanya optimal [2][3][4]. Data-data permasalahan yang terjadi di atas di kumpulkan yang selanjutnya akan dilakukan penelitian untuk mendapatkan solusi yang optimal untuk menyelesaikan permasalahan tersebut [5][4][6].

Dalam penelitian ini menggunakan algoritma genetika untuk mendapatkan hasil yang optimal. Algoritma genetika merupakan metaheuristic yang terinspirasi oleh seleksi alam yang termasuk dalam kelas yang lebih besar dari algoritma evolusioner. Algoritma genetika di gunakan karena lebih cepat dan menghemat waktu karena harus menguji [6][7].

Artificial Intelligence(AI) telah meningkat Dalam hal aplikasi disebagian bidang pada umumnya dan bidang desain manufaktur. Oleh karena itu, sangat penting kita meninjau dasar-dasar umum dari AI lebih khususnya di bidang Genetic Algorithm[8][9].

Genetik algorithm adalah sebuah algoritma yang di adopsi dari kajian system genetika kehidupan[10][11]. Yakni berbagai kegiatan genetika seperti persilangan, mutasi merupakan salah satu operasi dalam algoritma ini. Algoritma ini memanfaatkan randomisasi dan persilangan serta mutasi. Genetik algorithm menjadi suatu Teknik yang heuristic dimana algoritma ini dapat menemukan suatu solusi dengan optimal dan cepat[12][13][14][15]. Dalam algoritma ini juga

menggabungkan beberapa metode seperti analisis matematika dengan pencarian acak yang telah muncul[16][17][18].

Algoritma ini dibuat dengan ide dari evolusi untuk mengoptimalkan solusi terhadap suatu masalah. John Holland adalah penemu dari algoritma genetic ini yang ditemukan pada tahun 1970 an. Algoritma ini berkonsep pada pencarian yang dimulai dengan satu set solusi potensial yang kemudian berkembang menuju satu set solusi yang lebih optimal[19][20].

Algoritma Genetika lebih optimal dibanding dengan Algoritma AI konvensional. Algoritma ini tidak mudah pecah meskipun input yang diberikan sedikit[21]. Metode Algoritma Genetika dapat banyak diterapkan pada banyak bidang keilmuan, salah satunya pada bidang aplikasi permainan, hampir semua aplikasi permainan dalam pengembangannya menggunakan AI. Algoritma Genetika adalah algoritma yang cocok untuk merencanakan, merancang, menerapkan dan menguji teknik AI baru atau yang dimodifikasi karena kompleksitas dan dinamika permainan[22]. AI adalah faktor penting dalam sebuah game, AI dapat memecahkan masalah teori game dan menemukan strategi optimal[23]. Salah satu AI yang bagus dalam mengenerate perilaku musuh, mengenerate map dinamis, pergerakan musuh adalah Algoritma Genetika[24][25][26][27][28][29].

Algoritma Genetika dapat membuat perilaku musuh dalam permainan menyesuaikan kemampuan pemain[30][31][32][33]. Jadi semakin sulit AI yang ditemui oleh pemain karena pemain yang memang memiliki skill yang bagus dalam memainkan permainan. Setiap kali AI yang dibunuh maka Algoritma Genetika mengevolusi perilaku pemain dengan menurunkannya ke generasi berikutnya[33][34][35]. Sehingga memiliki kemampuan yang lebih baik dari sebelumnya atau bahkan sulit untuk dikalahkan[36]. Selain itu Algoritma dapat digunakan dalam Simulasi permainan Auto Driving atau biasanya sering digunakan dalam permainan Balapan Mobil untuk perilaku musuh[37].

Didalam bidang server, Algoritma Genetika juga dapat digunakan sebagai penyeimbang beban antar mesin virtual dengan menggunakan algoritma dan sumber daya yang tersedia serta mesin virtual yang ada. Algoritma yang digunakan adalah Genetic Algorithm based on Load Balancing Technique(GALBT) yang menggunakan Virtual Machine sebagai pemroses tugas. Tujuannya adalah untuk mendistribusikan beban antar mesin virtual dan mempercepat pemrosesan data[38]. Algoritma Genetika juga dapat digunakan untuk merekayasa ulang(Reverse Engineering) parameter fungsi evaluasi untuk permainan catur komputer[39]. Algoritma Genetika juga menghubungkan teori permainan evolusioner dengan pembelajaran ekonomi[40].

II. Metode Algoritma Genetika

Didalam Artificial Intelligent, GA merupakan metode pencarian heuristik yang meniru proses evolusi yang dikemukakan oleh Charles Robert Darwin (metaheuristic)[41][42][43][44]. GA diusulkan oleh John Henry Holland (1975) dan berhasil diterapkan pada berbagai masalah yang berat[45][46]. masalah tersebut meliputi process scheduling dan resource allocation[47]. diaplikasikan untuk pemecahan masalah kombinatorial, pencarian adaptif, dan algoritma optimasi yang menggunakan mekanisme natural selection dan natural genetic[48][49][50]. encoding yang digunakan adalah binary encoding (string), permutation encoding, dan real number encoding[51][52]. tetapi akhir-akhir ini juga dikembangkan teknik encoding untuk binary non-string untuk masalah tertentu, karena classic genetic algorithm sulit diterapkan secara langsung[45][53][54].

Didalam populasi terdapat Individu yang disebut dengan chromosome, chromosome merupakan representasi dari solusi tersebut. chromosome tersebut berevolusi dalam proses Iterasi yang berkelanjutan, sehingga dihasilkan generasi baru[55]. Algoritma genetika dapat diterapkan jika masalah yang ingin dioptimasi telah diketahui. masalah tersebut dinyatakan dalam fungsi fitness. solusi terbaik dihasilkan dari nilai fitness yang besar, meskipun pada awalnya semua nilai fitness yang dihasilkan sangat kecil. penyebab dari nilai fitness yang kecil adalah karena dihasilkan secara acak pada populasi pertama[55][56]. berikut beberapa ciri-ciri bahwa suatu permasalahan dapat dipecahkan menggunakan algoritma genetika[55]:

- kemungkinan solusi yang didapatkan jumlahnya tak terhingga.
- solusi yang didapatkan harus bersifat real time, sehingga dapat diimplementasikan untuk masalah yang berubah-ubah dengan cepat.

- bersifat multi-objective dan multicriteria, sehingga dibutuhkan solusi yang dapat diterima oleh semua pihak.
- mempunyai fungsi fitness optimasi non linier dengan masalah dalam bentuk non linier pula.

Setiap kandidat solusi atau individu terdiri atas kromosom atau gen yang dapat dimutasikan. populasi pertama berupa individu acak. populasi pada setiap iterasi dinamakan dengan generasi[41]. nilai fitness pada setiap generasi dievaluasi untuk nilai paling optimal[42][57]. Proses pada GA meliputi:

- initialization, membuat populasi awal secara acak atau menggunakan heuristic function, seperti nearest addition method NAM, Sweep Algorithm (SWA), Saving Algorithm (SA), Clarke and Wright heuristic (C&W), Push Forward Insertion Heuristic (PFIH), Nearest Neighbor Heuristic (NNH) dan Insertion Heuristic (IH)[48]. menentukan jumlah kromosom dalam populasi, menentukan threshold fitness dan jumlah iterasi maksimum, menentukan probabilitas crossover dan mutasi[58].
- selection, memilih populasi untuk menghasilkan generasi yang baru. individu dipilih berdasarkan fungsi fitness. seleksi dilakukan untuk mendapatkan populasi terbaik pada setiap iterasi. Metode yang digunakan yaitu Roulette Wheel Selection(RWS), Tournament Selection (TTS), Ranking Selection (RNKS), dan Uniform Selection[48].
- genetic operators, untuk menghasilkan populasi generasi selanjutnya, dilakukan menggunakan operator genetik seperti crossover (rekombinasi), dan/atau mutasi. setiap solusi baru dihasilkan melalui sepasang solusi "parent" untuk menghasilkan solusi "child". proses ini akan menghasilkan kromosom yang berbeda dengan generasi yang sebelumnya. selain operator crossover dan mutasi, ada juga operator lain seperti regrouping, colonization-extinction, dan migration[41].
 - Crossover merupakan operator genetik yang digunakan untuk menghasilkan generasi yang bervariasi. nilai crossover menunjukkan kemiripan crossover yang diambil, misalnya jika tingkat crossover adalah 0.7% maka dari 100 kromosom pada populasi ada peluang crossover sebesar 0.7. operator crossover, misalnya One-Point Crossover (IPX), Two-Point Crossover (2PX), Order Crossover (OX), Partially Mapped Crossover (PMX), Cyclical Crossover (CX), Route Based Crossover (RBX), Sequence-Based Crossover (SBX), Single Parent Crossover (SPO), Genetic Vehicle Representation Crossover (GVR), Best Cost-Best Route Crossover (BCBRC)[43][48][59].
 - Mutasi diterapkan pada satu set populasi untuk mempertahankan keanekaragaman genetiknya. Hal ini biasanya dilakukan dengan mengubah satu atau dua gen pada kromosom individual. Tingkat mutasi adalah kemungkinan gen dalam kromosom akan diubah atau dibalik. Operator mutasi, misalnya Swap Mutation (SWM), Inversion Mutation (INVM), Insertion Mutation (INSM), (Reallocation Mutation (RAM), Exchange Mutation (EXM), Reposition Mutation (RPM)[43][48][59].
- termination, proses dihentikan jika, solusi telah ditemukan, telah mencapai generasi maksimum, nilai fitness tertinggi telah didapatkan, tidak menghasilkan hasil yang lebih baik[48].

III. Penerapan Algoritma Genetika

Algoritma genetika (GA) dapat diterapkan dalam robot untuk membantu memberikan solusi[60][61], GA juga sering diterapkan pada Artificial Neural Network dimana metode GA ini sangat baik dalam melakukan pengoptimalan mutakhir jaringan syaraf[62]. Dalam bidang teknologi algoritma GA juga dapat diterapkan dalam mengurangi run-time dalam proses transfer dan proses komputasi yang saling tumpang tindih dalam CPU-GPU[63], metode ini juga dapat diterapkan dalam prosesor agar prosesor yang diberikan metode genetika akan bekerja secara ultrafast dengan mempercepat prosedur GAs[64]. CGA memiliki peningkatan signifikan terhadap GA dalam kaitannya untuk mengetahui waktu pelaksanaan CPU yang optimal[30]. membuat AI karakter cerdas dengan memadukan Algoritma Genetika, Jaringan Saraf Tiruan, Jaringan Saraf Evolutioner[22]. Membuat agen AI dengan GA yang kuat dengan semakin banyak generasi akan meningkatkan performa dari fittest kandidat[39]. penerapan Artificial Intelligence and Genetic Algorithms, dimana

isi permainan disesuaikan dan diproduksi secara dinamis selama sesi permainan[27]. Algoritma Genetika dapat digunakan untuk membuat enemy AI yang sulit dikalahkan pada game Tic Tac Toe[26].

Masalah yang ditimbulkan oleh optimasi objektif dalam ketidakpastian interval yang ada dalam aplikasi dunia nyata juga dapat di selesaikan dengan menggunakan metode GA[64], dengan perkembangan teknologi sekarang ini data mining memungkinkan untuk kita mengambil data yang berguna dan rahasia dengan jumlah yang besar[65]. Dalam bidang teknologi pada database teknologi GA juga dapat diterapkan pada memperbaiki solusi secara lokal dengan memilih salinan terdekat dari hubungan yang direplikasi[66]. Mencari solusi optimal menggunakan GA dengan konsep matrik untuk pengelompokan text mining[67]. sebuah pendekatan GA bisa memungkinkan untuk memperkirakan nilai sejumlah model parameter[30].

Metode ini juga dapat diimplementasikan dalam memperpanjang umur jaringan sensor nirkabel (WMC) dengan pengelompokan[68]. Mengatasi cell information problem menggunakan beban kerja non binary sebagai matriks masukan dan membandingkan performa algoritma K-means clustering dengan algoritma genetika[49]. Mengamati dan memecahkan berbagai masalah traveling salesman dengan menggunakan GA[69]. Algoritma Genetika untuk memecahkan masalah alokasi sumber daya seluler yang membuat keputusan pemijaman saluran yang meminimalkan jumlah host yang diblokir[15].

Mengatasi masalah pada One-Pit Production Scheduling (OPPS) atau bisa disebut NP-hard problem[41]. Memberikan algoritma genetika genetika yang efektif untuk masalah CVRP[48]. Kami menyajikan algoritma genetika (GA) untuk mengembangkan pusat dalam algoritma k-means yang sekaligus mengidentifikasi partisi yang baik untuk berbagai nilai di sekitar yang ditentukan[70]. Algoritma genetika (GAs) digunakan untuk persyaratan uji tegangan UML yang bertujuan untuk meningkatkan peluang menemukan kesalahan yang berkaitan dengan lalu lintas jaringan dalam sistem real-time terdistribusi[37]. Disini algoritma genetika berperan untuk menjadikan sistem parkir yang efisien sehingga pemarkir tidak lagi kehilangan waktu parkir dan bahan bakar sehingga lebih efektif dan efisien untuk digunakan sebagai smart parking system.[71][90].

Ada juga Algoritma Genetika Cairan (FGA), beberapa konsep ini diubah, dihapus, dan selanjutnya, konsep baru diperkenalkan. Penampilan dari GA dan FGA dibandingkan melalui tujuh fungsi benchmark. FGA tidak hanya menunjukkan kesuksesan yang lebih baik tingkat dan kontrol konvergensi yang lebih baik, namun dapat diterapkan pada masalah yang lebih luas termasuk multiobjektif dan masalah multi level. Selain itu, penerapan FGA untuk masalah rekayasa nyata, Quadric Masalah Penugasan (AQP), ditunjukkan dan dialami.[72][91]

Mengembangkan kecerdasan hibrida dari model ANN dan GA pada perdagangan saham[73]. mendedikasikan ukuran khusus untuk mendapatkan nilai true dari jaringan yang diinduksikan dari data yaitu n- trade -0 antara kompleksitas dan akurasi jaringan[74]. Algoritma Genetika digunakan dalam memenuhi permintaan untuk melaksanakan pekerjaan komputasi berkinerja tinggi berskala besar[75]. Algoritma Genetika Hibrida ini meningkatkan kemampuan pencarian ruang GAS, yang pada gilirannya meningkatkan kinerja GAS[76].

Genetika Algoritma (GA) yang dioptimalkan dengan metode Pole Placement dan kontrol berbasis PID di matlab untuk menstabilkan pendulum dalam posisi tegak lurus[77][78]. algoritma genetika untuk memecahkan masalah keterlambatan tertimbang total mesin tunggal, sebuah masalah penjadwalan yang dikenal dengan NP-hard[2]. Algoritma genetika telah dilihat sebagai prosedur pencarian yang dapat dengan cepat menemukan lokasi yang tinggi, daerah kinerja ruang pencarian yang luas dan kompleks, namun tidak sesuai untuk solusi fine-tuning, yang sangat dekat dengan yang optimal. Namun, algoritma genetika mungkin secara khusus dirancang untuk memberikan pencarian lokal yang efektif juga. Studi empiris membandingkan Penelusuran Lokal Multi-start berdasarkan algoritma genetika lokal berkode biner dengan contoh-contoh lain berbasis muralheuristik ini pada prosedur pencarian lokal yang disajikan dalam literatur. Hasilnya menunjukkan bahwa, untuk berbagai masalah, pencarian lokal multi-start berdasarkan kode biner algoritma genetik lokal secara konsisten melebihi contoh pencarian lokal multi-start berdasarkan pendekatan pencarian lokal lainnya[79].

Berdasarkan arsitektur ini, kami mengusulkan algoritma genetika untuk melakukan alokasi data ke unit memori yang berbeda, sehingga mengurangi biaya akses memori dalam hal konsumsi daya

dan latency[80][81]. Algoritma genetika niche (GA) berdasarkan pendekatan twin-space crowding (TC) novel diusulkan untuk memecahkan masalah optimasi manufaktur multimodal[82][83].

Genetic Algorithms (GAs) dan Sensitivity Analysis (SA) yang bertujuan untuk melakukan pengevaluasian solusi kandidat secara langsung, bukan menggunakan Flow Load atau Optimal Power Flow (OPF), yang merupakan metode iterative[84]. Melakukan pendekatan yang didasarkan pada integrasi antara algoritma genetika dan set kasar, pendekatan untuk desain terkoordinasi dari stabilizer berbasis kompensator VAR statis dan stabilizer sistem daya konvensional[85]. Melakukan penggabungan metode solusi optik dengan algoritma genetika (GA) yang akan digunakan sebagai alat untuk meminimalkan kelainan kelengkungan Petzval (Petzval FCA)[86]. Genetic Algorithm (GA) untuk memperpanjang masa pakai WSN dengan menggunakan model cakupan K baru[87]. Menerapkan GA dalam menentukan dengan presentase keberhasilan yang tinggi dalam masalah salesman traveling (TSP)[88]. Dalam GPS juga dapat menggunakan GA. Perbandingan simulasi dengan data experiment GPS menunjukkan bahwa system mampu memecahkan masalah masalah penentuan sikap pada GPS[89].

Penggunaan Algoritma Genetika untuk membantu administrator jaringan dalam mengidentifikasi pengelompokan node di LAN sebelum implementasi VLAN membatasi lalu lintas yang ditargetkan dan untuk memberikan lokalisasi trafik yang lebih baik[90]. Dengan menerapkan metode GA juga dapat memberikan sebuah strategi yang didasarkan pada prinsip anycast routing[10]. Mengusulkan AG berdasarkan random penyisipan heuristic untuk masalah routing kendaraan[20].

Metode GA juga dapat diterapkan dalam bidang bisnis dimana metode GA digunakan untuk mengembangkan sebuah model untuk mencari nilai optimal dari bisnis sewa rumah yang menggunakan sistem solar PV dan perusahaan penyedia jasa solar PV[47]. Sistem dapat melakukan pencarian mendapatkan output berupa spesifikasi PC dengan harga yang mendekati dengan kemampuan finansial yang di inputkan oleh konsumen[4]. pengelolaan limbah dan pengelolaan sampah secara optimal dan efisien adalah salah satu bidang studi di Smart City menggunakan Algoritma Genetika[91]. Menghubungkan teori algoritma genetika (GA) yang mempelajari teori permainan evolusioner dengan pembelajaran ekonomi[25]. Pendekatan algoritma genetika dapat di gunakan untuk memecahkan permasalahan untuk home industry yang berada di suatu daerah. Hal ini dapat mengcopyimalkan pendapatan industry yang karena proses distribusi sangat berpengaruh dalam biaya produksi[92].

Penerapan dari GA dalam bidang Pendidikan yaitu optimasi penempatan guru di magelang[54]. Metode GA juga dapat diterapkan knowledge creation berbasis GA untuk diterapkan di perguruan tinggi[44]. Penerapan GA juga dapat digunakan untuk melakukan proses penempatan guru[93]. Pembangunan sebuah system interaktif guna dapat memantau waktu pelatihan yang tidak di awasi sangat membantu manusia. Sistem pakar akan menyediakan kerangka bagi operator untuk menentukan parameter untuk mengelompokkan satu atau sebagian permukaan dari suatu pemandangan yang kompleks[94]. Algoritma genetika lebih tepat di gunakan jika di gunakan untuk masalah penjadwalan kursus di bandingkan dengan algoritma Ant Colony Optimization dengan data yang tersedia[95].

Melakukan pendekatan Genetic Algorithm untuk mengetahui penyakit Alzheimer menggunakan analisis ketebalan *cortex*[51]. Algoritma Genetika Trend Balanced untuk Pencampuran Optimalisasi Pengobatan Tradisional China[96]. Pengambilan sampel pada spesies predominan untuk mendapatkan data berupa spesies antimikroba[97]. algoritma genetika yang menjelajahi wilayah pencarian kimia yang belum dieksplorasi, sehingga meningkatkan probabilitas untuk menemukan kondisi kristal baru[98]. Tujuan ini di capai dengan cara menggabungkan jaringan syaraf tiruan dan GA dan menunjukkan metode yang menggunakan GA untuk mengoptimalkan jangkauan jaringan tubuh. Hal ini di gunakan untuk menunjukkan efektifitas algoritma dengan tingginya ketahanan dan efektivitas GA di lain itu GA juga mempunyai masalah meskipun cakupanya globang oleh karena itu algoritma BP di masukan di dalamnya[99].

Menghubungkan teori algoritma genetika (GA) yang mempelajari teori permainan evolusioner dengan pembelajaran ekonomi[25]. menerapkan teknik berbasis algoritma genetika untuk menghasilkan pola pergerakan pesawat musuh pada game secara dinamis[34]. penerapan algoritma genetika untuk berkembang yaitu mengevaluasi fungsi level grandmaster, mencari mekanisme untuk program catur[35]. algoritma genetika (GA) untuk mengoptimalkan pengembangan kota untuk strategi permainan berbasis strategi Freeciv[29]. Algoritma Genetika dapat digunakan untuk membuat

Enemy AI yang menyesuaikan tingkat level pemainnya[33]. Algoritma Genetika dapat digunakan untuk membuat Enemy AI yang menyesuaikan tingkat level pemainnya[100]. penerapan Artificial Intelligence and Genetic Algorithms, dimana isi permainan disesuaikan dan diproduksi secara dinamis selama sesi permainan[27]. Algoritma Genetika dapat digunakan untuk membuat enemy AI yang sulit dikalahkan pada game Tic Tac Toe[26]. Algoritma Genetika Hyperheuristic dapat membuat seorang Komandan game yang semakin baik[38].

IV. Kesimpulan

Algoritma Genetika memiliki perkembangan yang cukup pesat dalam bidang teknologi khususnya dalam penyelesaian beberapa masalah. Sehingga Algoritma ini cukup diminati untuk dijadikan acuan penyelesaian suatu masalah dikarenakan kinerjanya yang cukup optimal sehingga memberikan hasil yang efektif. Kelemahan dari algoritma genetika ini yakni kurang optimalnya pengolahan data dengan data yang besar sehingga kurang baik digunakan untuk beberapa masalah dengan jumlah data yang cukup banyak

Daftar Pustaka

- [1] J. Su, X. Wang, S. Zhao, B. Chen, C. Li, and Z. Yang, "A Structurally Simplified Hybrid Model of Genetic Algorithm and Support Vector Machine for Prediction of Chlorophyll a in Reservoirs," *Water*, vol. 7, no. 12, pp. 1610–1627, 2015.
- [2] A. Ferrolho and M. Crisóstomo, "Single machine total weighted tardiness problem with genetic algorithms," 2007 IEEE/ACS Int. Conf. Comput. Syst. Appl. AICCSA 2007, pp. 1–8, 2007.
- [3] H. Zhou and M. Song, "An improvement of partheno-genetic algorithm to solve multiple travelling salesmen problem," 2016 IEEE/ACIS 15th Int. Conf. Comput. Inf. Sci. ICIS 2016 - Proc., 2016.
- [4] E. Haryanty, "Kemampuan Finansial Konsumen," *Teknika*, pp. 21–25, 2007.
- [5] V. Dey, D. K. Pratihari, and G. L. Datta, "Genetic algorithm-tuned entropy-based fuzzy C-means algorithm for obtaining distinct and compact clusters," *Fuzzy Optim. Decis. Mak.*, vol. 10, no. 2, pp. 153–166, 2011.
- [6] A. S. Wu and I. Garibay, "The Proportional Genetic Algorithm: Gene Expression in a Genetic Algorithm," *Genet. Program. Evolvable Mach.*, vol. 3, pp. 157–192, 2002.
- [7] A. Belloufi, M. Assas, and I. Rezgui, "Optimization of Turning Operations by Using a Hybrid Genetic Algorithm with Sequential Quadratic Programming," vol. 11, no. February, pp. 88–94, 2013.
- [8] H. Systems, "Chapter 2 Literature Review- Genetic Algorithms," *Thesis Ga*, pp. 27–33, 2007.
- [9] J. Kumari and A. K. Dubey, "A Review Paper on Genetic Algorithm," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Manag. Stud.*, vol. 4, no. 7, pp. 122–125, 2016.
- [10] A. Kodakanchi, Y. Chen, and A. Jaekel, "A Genetic Algorithm Based Approach for Energy Minimization of Scheduled Traffic in Optical Networks," 2015.
- [11] V. Garousi, "A genetic algorithm-based stress test requirements generator tool and its empirical evaluation," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 36, no. 6, pp. 778–797, 2010.
- [12] B. M. M. Alabbadi and L. Chen, "Applying Genetic Algorithm Combining Operation Tree (GAOT) for Estimating Salinity of Taiwan Strait Using MODIS/Terra," 2013 Fourth Glob. Congr. Intell. Syst., pp. 16–20, 2013.
- [13] I. K. Gupta, A. Choubey, and S. Choubey, "Clustered genetic algorithm to solve multidimensional knapsack problem," 8th Int. Conf. Comput. Commun. Netw. Technol. ICCCNT 2017, 2017.
- [14] W. Lee and H.-Y. Kim, "Genetic algorithm implementation in Python," *Comput. Inf. Sci.* 2005. Fourth Annu. ACIS Int. Conf., pp. 8–11, 2005.
- [15] S. S. M. Patra, K. Roy, S. Banerjee, and D. P. Vidyarthi, "Improved genetic algorithm for channel allocation with channel borrowing in mobile computing," *IEEE Trans. Mob. Comput.*, vol. 5, no. 7, pp. 884–892, 2006.
- [16] A. Widhiyasa, "Kajian Genetic Algorithm," *Darwin*, pp. 1–11.
- [17] M. B. Kar, S. Bera, D. Das, and S. Kar, "A production-inventory model with permissible delay incorporating learning effect in random planning horizon using genetic algorithm," *J. Ind. Eng. Int.*, vol. 11, no. 4, pp. 555–574, 2015.

- [18] I. Arisi, A. Cattaneo, and V. Rosato, "Parameter estimate of signal transduction pathways," *BMC Neurosci.*, vol. 7, no. SUPPL. 1, pp. 1–19, 2006.
- [19] A. Jain, G. S. C. Aiyer, H. Goel, and R. Bhandari, "A Literature Review on Timetable generation algorithms based on Genetic Algorithm and Heuristic approach," *Int. J. Adv. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 4, no. 4, pp. 159–163, 2015.
- [20] G. Vaira, "Genetic Algorithm For Vehicle Routing Problem," *Vilnius Univ. Technol. Sci. Informatics Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 2–94, 2014.
- [21] G. Jones, "Genetic and evolutionary algorithms," *Encycl. Comput. Chem.*, vol. 2, pp. 1127–1136, 1998.
- [22] T. G. Tan, Y. N. Yong, K. O. Chin, J. Teo, and R. Alfred, "Automated Evaluation for AI Controllers in Tower Defense Game Using Genetic Algorithm," *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 378 CCIS, pp. 135–146, 2013.
- [23] I. A. Ismail, N. A. El_Ramly, M. M. El_Kafrawy, and M. M. Nasef, "Game Theory Using Genetic Algorithms," *Proc. World Congr. Eng.*, vol. I, no. 1, pp. 7–10, 2007.
- [24] T. E. Revello and R. McCartney, "Generating war game strategies using a genetic algorithm," *Proc. 2002 Congr. Evol. Comput. CEC 2002*, vol. 2, pp. 1086–1091, 2002.
- [25] S. Games, C. Park, and J. Seo, "Genetic Algorithm-Based Movement Patterns for Scrolling-Shooter Games," no. 1, pp. 5–9, 2017.
- [26] D. Norton, L. A. Ripamonti, M. Ornaghi, D. Gadia, and D. Maggiorini, "Monsters of Darwin: A strategic game based on artificial intelligence and genetic algorithms," *CEUR Workshop Proc.*, vol. 1956, 2017.
- [27] J. Byrne, M. O'Neill, and A. Brabazon, "Optimising offensive moves in toribash using a genetic algorithm," *Mendel*, pp. 78–85, 2010.
- [28] I. Watson, D. Azhar, Y. Chuyang, W. Pan, and G. Chen, "Optimization in Strategy Games : Using Genetic Algorithms to Optimize City Development in FreeCiv," pp. 1–12, 2008.
- [29] G. Kendall and K. Spoerer, "Scripting the game of Lemmings with a genetic algorithm," *Proc. 2004 Congr. Evol. Comput. (IEEE Cat. No.04TH8753)*, vol. 1, 2004.
- [30] V. D. C. Costa, A. Seilert, L. Vinícius, and V. De Melo, "A Hyper-Heuristic Genetic Algorithm To Evolve a Commander For a Capture The Flag Game," *Sbgames.Org*, 2013.
- [31] B. H. Cho, C. J. Park, and K. H. Yang, "LNCS 4740 - Comparison of AI Techniques for Fighting Action Games - Genetic Algorithms/Neural Networks/Evolutionary Neural Networks," 2007.
- [32] M. M. Foong, "Creating a Dominion AI Using Genetic Algorithms."
- [33] T. Bullen and M. Katchabaw, "USING GENETIC ALGORITHMS TO EVOLVE CHARACTER BEHAVIOURS IN MODERN VIDEO GAMES Problem Encoding Population Initialization Evaluation Selection Evolution Population Replacement," p. 8, 2004.
- [34] C. B. Mittman and D. W. Cooper, "Computer Chess Programs," *ACM Comput. Surv.*, vol. 18, no. 5, pp. 779–789, 2014.
- [35] S. Szénási and Z. Vámosy, "Implementation of a distributed genetic algorithm for parameter optimization in a cell nuclei detection project," *Acta Polytech. Hungarica*, vol. 10, no. 4, pp. 59–86, 2013.
- [36] A. Bhatt, P. Varshney, and K. Deb, "In search of no-loss strategies for the game of tic-tac-toe using a customized genetic algorithm," *Gecco 2008*, p. 889, 2008.
- [37] H. Okada, J. Tokida, and Y. Fujii, "Comparison of Evolution Strategy , Genetic Algorithm and Their Hybrids on Evolving Autonomous Game Controller Agents," vol. 1, no. 6, pp. 11–16, 2012.
- [38] J. Janet, G. Sreelatha, and A. B. Manju, "A genetic algorithm based load balancing technique (GALBT) for application processing in cloud," *ARNP J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 17, pp. 10539–10545, 2016.
- [39] O. David-Tabibi, M. Koppel, and N. S. Netanyahu, "Expert-driven genetic algorithms for simulating evaluation functions," *Genet. Program. Evolvable Mach.*, vol. 12, no. 1, pp. 5–22, 2011.
- [40] T. Riechmann, "Genetic algorithm learning and evolutionary games," *J. Econ. Dyn. Control*, vol. 25, no. 6–7, pp. 1019–1037, 2001.

- [41] A. Alipour, A. A. khodaiari, A. Jafari, and R. Tavakkoli-Moghaddam, "A genetic algorithm approach for open-pit mine production scheduling," *Int. J. Min. Geo-Engineering*, vol. 51, no. 1, pp. 47–52, 2017.
- [42] H. Z. Fatin, S. Jamali, and G. Z. Fatin, "Data Replication in Large Scale Content Delivery Networks: A Genetic Algorithm Approach," *J. Circuits, Syst. Comput.*, vol. 27, no. 12, p. 1850189, 2018.
- [43] S. Kalsi, H. Kaur, and V. Chang, "DNA Cryptography and Deep Learning using Genetic Algorithm with NW algorithm for Key Generation," *J. Med. Syst.*, vol. 42, no. 1, 2018.
- [44] P. Gupta, T. K. Sharma, and D. Mehrotra, "Implementation of Genetic Algorithm for developing knowledge centric environment in higher education," *Int. J. Hybrid Intell. Syst.*, vol. 14, no. 1–2, pp. 13–19, 2017.
- [45] A. Ławrynowicz, "Integration of production planning and scheduling using an expert system and a genetic algorithm," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 59, no. 4, pp. 455–463, 2008.
- [46] M. Nait Amar, N. Zeraibi, and K. Redouane, "Optimization of WAG Process Using Dynamic Proxy, Genetic Algorithm and Ant Colony Optimization," *Arab. J. Sci. Eng.*, pp. 1–14, 2018.
- [47] T. Hong et al., "A model for determining the optimal lease payment in the solar lease business for residences and third-party companies – With focus on the region and on multi-family housing complexes," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 82, no. September 2016, pp. 824–836, 2018.
- [48] H. Awad, R. Elshaer, A. Abdelmo, and G. Nawara, "An Effective Genetic Algorithm for Capacitated Vehicle Routing Problem," pp. 374–384, 2018.
- [49] S. G. Ponnambalam, R. Sudhakarapandian, S. S. Mohapatra, and S. Saravanasankar, "Cell formation with workload data in cellular manufacturing system using genetic algorithm," *IEEM 2007 2007 IEEE Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manag.*, pp. 674–678, 2007.
- [50] G. M. Morris et al., "AutoDock-related material Automated Docking Using a Lamarckian Genetic Algorithm and an Empirical Binding Free Energy Function," *Comput. Chem. J. Comput. Chem*, vol. 19, no. 28, pp. 1639–1662, 1998.
- [51] D. Das and S. K. Kalita, "Atrophy Measure of Brain Cortex to Detect Alzheimer ' s Disease from Magnetic Resonance Images," 2018.
- [52] C. M. Chan, H. L. Bai, and D. Q. He, "Blade shape optimization of the Savonius wind turbine using a genetic algorithm," *Appl. Energy*, vol. 213, no. January, pp. 148–157, 2018.
- [53] P. Van Diepen and B. B. B, "BNAIC 2016: Artificial Intelligence," vol. 765, pp. 169–177, 2017.
- [54] H. Sriwindono, P. H. P. Rosa, A. M. Polina, and R. A. Nugroho, "The Model of Elementary School Teachers Placement in Magelang District by Using Genetic Algorithm," pp. 1–5, 2010.
- [55] D. Sundarnigsih, W. F. Mahmudy, T. Informatika, P. Teknologi, I. Komputer, and U. Brawijaya, "Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW) Studi Kasus Air Minum Kemasan," vol. 1, no. 9, pp. 100–107, 2015.
- [56] W. Zhang, X. Zhang, H. Shi, and L. Zhou, "RDDSACCGA: a reliable data distribution solution assisted by cloud computing based on genetic algorithm," *Cluster Comput.*, 2017.
- [57] J. Wodecki, A. Michalak, and R. Zimroz, "Optimal filter design with progressive genetic algorithm for local damage detection in rolling bearings," *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 102, pp. 102–116, 2018.
- [58] H. Laurent, S. Chabrier, C. Rosenberger, and B. Emile, "Optimization-based image segmentation by genetic algorithms," *Eurasip J. Image Video Process.*, vol. 2008, 2008.
- [59] B. P. Esther, K. S. Kumar, and S. Venkatesh, "Information and Communication Technology for Intelligent Systems (ICTIS 2017) - Volume 1," vol. 83, no. Ictis, 2018.
- [60] C. H. Chen, T. K. Liu, and J. H. Chou, "A novel crowding genetic algorithm and its applications to manufacturing robots," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 10, no. 3, pp. 1705–1716, 2014.
- [61] S. Piersanti and A. Orlandi, "Genetic Algorithm Optimization for the Total Radiated Power of a Meandered Line by Using an Artificial Neural Network," vol. 60, no. 4, pp. 1–4, 2017.
- [62] N. Hou, F. He, Y. Zhou, Y. Chen, and X. Yan, "A Parallel Genetic Algorithm with Dispersion Correction for HW/SW Partitioning on Multicore CPU and Many-core GPU," *IEEE Access*, vol. XX, no. c, 2017.

- [63] S. P. Hoseini Alinodehi, S. Moshfe, M. Saber Zaeimian, A. Khoei, and K. Hadidi, "High-Speed General Purpose Genetic Algorithm Processor," *IEEE Trans. Cybern.*, vol. 46, no. 7, pp. 1551–1565, 2016.
- [64] D. Gong, J. Sun, and Z. Miao, "A Set-Based Genetic Algorithm for Interval Many-Objective Optimization Problems," *IEEE Trans. Evol. Comput.*, vol. 22, no. 1, pp. 47–60, 2018.
- [65] "On the use of evolutionary algorithms in data mining," *Data Min. a heuristic approach*, vol. 8, no. 6, p. 48, 2002.
- [66] E. Sevinc and A. Cosar, "An Evolutionary Genetic Algorithm for Optimization of Distributed Database Queries," *Comput. J.*, vol. 54, no. 5, pp. 717–725, 2011.
- [67] a. K. Santra and C. J. Christy, "Genetic Algorithm and Confusion Matrix for Document Clustering," *Int. J. Comput. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 322–328, 2012.
- [68] J. A. Martins, A. Mazayev, N. Correia, G. Schutz, and A. Barradas, "GACN: Self-Clustering Genetic Algorithm for Constrained Networks," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 21, no. 3, pp. 628–631, 2017.
- [69] S. C. Huang, M. K. Jiau, and C. H. Lin, "Optimization of the Carpool Service Problem via a Fuzzy-Controlled Genetic Algorithm," *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 23, no. 5, pp. 1698–1712, 2015.
- [70] M. Laszlo and S. Mukherjee, "A genetic algorithm using hyper-quadtrees for low-dimensional k-means clustering," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 28, no. 4, pp. 533–543, 2006.
- [71] D. Thomas and B. C. Kovoov, "A Genetic Algorithm Approach to Autonomous Smart Vehicle Parking system," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 125, pp. 68–76, 2018.
- [72] R. Jafari-Marandi and B. K. Smith, "Fluid Genetic Algorithm (FGA)," *J. Comput. Des. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 158–167, 2017.
- [73] M. Inthachot, V. Boonjing, and S. Intakosum, "Artificial Neural Network and Genetic Algorithm Hybrid Intelligence for Predicting Thai Stock Price Index Trend," vol. 2016, 2016.
- [74] S. Acid and L. M. De Campos, "Learning Right Sized Belief Networks by Means of a Hybrid Methodology," *Princ. Data Min. Knowl. Discov. 4th Eur. Conf. PKDD 2000*, vol. 1910, pp. 309–315, 2000.
- [75] T. Gandhi and T. Alam, "Quantum Genetic Algorithm with Rotation Angle Refinement for Dependent Task Scheduling on Distributed Systems," no. August, pp. 10–12, 2017.
- [76] Thang Nguyen Bui and Byung Ro Moon, "Genetic algorithm and graph partitioning," *IEEE Trans. Comput.*, vol. 45, no. 7, pp. 841–855, 1996.
- [77] T. T. Sarkar and L. Dewan, "Pole-placement, PID and genetic algorithm based stabilization of inverted pendulum," *8th Int. Conf. Comput. Commun. Netw. Technol. ICCCNT 2017*, 2017.
- [78] S. D. Dao, K. Abhary, and R. Marian, "Maximising performance of genetic algorithm solver in matlab," *Eng. Lett.*, vol. 24, no. 1, pp. 75–83, 2016.
- [79] C. García-martínez and M. Lozano, "Advances in Metaheuristics for Hard Optimization," no. June, 2008.
- [80] J. D. Foster, A. M. Berry, N. Boland, and H. Waterer, "Comparison of mixed-integer programming and genetic algorithm methods for distributed generation planning," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 29, no. 2, pp. 833–843, 2014.
- [81] M. Qiu et al., "Data Allocation for Hybrid Memory with Genetic Algorithm," *IEEE Trans. Emerg. Top. Comput.*, vol. 3, no. 4, pp. 544–555, 2015.
- [82] B. Gao, X. Li, W. L. Woo, and G. Y. Tian, "Physics-based image segmentation using first order statistical properties and genetic algorithm for inductive thermography imaging," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 27, no. 5, pp. 2160–2175, 2018.
- [83] X. Wang, J. Li, T. Wang, W. An, and W. Sheng, "Satellite constellation design with genetic algorithms based on system performance," *J. Syst. Eng. Electron.*, vol. 27, no. 2, pp. 379–385, 2016.
- [84] W. M. Da Rosa, P. Rossoni, J. C. Teixeira, E. A. Belati, and P. T. L. Asano, "Optimal allocation of capacitor banks using genetic algorithm and sensitivity analysis," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 14, no. 8, pp. 3702–3707, 2016.
- [85] T. Fetouh and M. S. Zaky, "New approach to design SVC-based stabiliser using genetic algorithm and rough set theory," *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 11, no. 2, pp. 372–382, 2017.

- [86] C.-M. Tsai, "Suppression of Petzval Aberration in a Projector Lens by Using Genetic Algorithm," *J. Disp. Technol.*, vol. 10, no. 5, pp. 380–387, 2014.
- [87] M. Elhoseny, A. Tharwat, A. Farouk, and A. E. Hassanien, "K-Coverage Model based on Genetic Algorithm to extend WSN lifetime," *IEEE Sensors Lett.*, vol. 1472, no. c, pp. 1–1, 2017.
- [88] I. K. Gupta, A. Choubey, and S. Choubey, "Randomized Bias Genetic Algorithm to Solve Traveling Salesman Problem," no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [89] J. Xu et al., "An EHW Architecture for Real-Time GPS Attitude Determination Based on Parallel Genetic Algorithm 2 GPS Carrier Phase Attitude Determination," Search, 2002.
- [90] A. Hameed and A. N. Mian, "Towards better traffic localization of virtual lans using genetic algorithm," *Comput. J.*, vol. 59, no. 2, pp. 178–191, 2016.
- [91] A. B. Melo, A. M. Oliveira, D. S. de Souza, and M. J. da Cunha, "Optimization of Garbage Collection Using Genetic Algorithm," 2017 IEEE 14th Int. Conf. Mob. Ad Hoc Sens. Syst., pp. 672–677, 2017.
- [92] A. M. Rizki, W. F. Mahmudy, and G. E. Yulastuti, "Optimasi Multi Travelling Salesman Problem (M-Tsp) Untuk Distribusi Produk Pada Home Industri Tekstil Dengan Algoritma Genetika," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, p. 125, 2017.
- [93] J. Ma and Y. Zhang, "The Rational Distribution of Teaching Resources in Colleges——Course Arrangement," *Eng. Manag. Res.*, vol. 6, no. 2, p. 16, 2017.
- [94] G. Pignalberi, R. Cucchiara, L. Cinque, and S. Levialdi, "Tuning range image segmentation by genetic algorithm," *EURASIP J. Appl. Signal Process.*, vol. 2003, pp. 780–790, 2003.
- [95] I. A. Ashari, M. A. Muslim, and A. Alamsyah, "Comparison Performance of Genetic Algorithm and Ant Colony Optimization in Course Scheduling Optimizing," *Sci. J. Informatics*, vol. 3, no. 2, p. 149, 2016.
- [96] M. Zhu, J. Du, B. Nie, Y. Rao, J. Wang, and Y. Wang, "Trend Balanced Genetic Algorithm for Blending Optimization of Traditional Chinese Medicine," 2017 4th Int. Conf. Inf. Sci. Control Eng., pp. 756–760, 2017.
- [97] A. Luczkiewicz, E. Kotlarska, W. Artichowicz, K. Tarasewicz, and S. Fudala-Ksiazek, "Antimicrobial resistance of *Pseudomonas* spp. isolated from wastewater and wastewater-impacted marine coastal zone," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 22, no. 24, pp. 19823–19834, 2015.
- [98] B. Bhattarai, M. Shrestha, and M. L. Pusey, "Optimizing Genetic Algorithm for Protein Crystallization Screening using an Exploratory Fitness Function," pp. 2064–2071, 2017.
- [99] a Harishchander, S. Senapati, and D. A. Anand, "Analysis of drug resistance to HIV-1 protease using fitness function in genetic algorithm," vol. 12, no. Suppl 1, p. 2334, 2012.
- [100] M. Kumar, M. Husian, N. Upreti, and D. Gupta, "Genetic Algorithm: Review and Application," *Int. J. Inf. Technol. Knowl. Manag.*, vol. 2, no. 2, pp. 451–454, 2010.