

SEBUAH REVIEW: TEKNIK OPTIMASI KECERDASAN BUATAN (ARTIFICIAL INTELLEGEANCE) DIDALAM INDUSTRI MANUFAKTUR

PENULIS

Ricky Romadona

ABSTRAK

Permasalahan sistim manufaktur serta perencanaan engineering atau(sistem pabrikasi serta masalah disain rancang-bangun yang pada kenyataannya terlalu kompleks serta sulit untuk dikerjakan melalui teknik konvensional. Didalam beberapa tahun terahir, teknik kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) atau yang disingkat AI sudah mendapat perhatian serta mempunyai potensi sebagai suatu teknik optimasi didalam industri manufaktur, diantaranya Simulated Annealing, Algoritma Genetik, Algoritma Immune, dan Tabu Search.

Kata Kunci

Kecerdasan Buatan, Teknik Optimasi, Industri Manufaktur, Simulated Annealing, Algoritma Genetik, Algoritma Immune, dan Tabu Search

AFILIASI

Divisi/Bagian
Nama Instansi
Alamat Instansi

Information Technology (IT)
PT Synergis Davren Indonesia
Wisma NH, Ground Floor Jl. Raya Pasar Minggu Kavling 2B-C Pancoran Jakarta Selatan Jakarta

KORESPONDENSI

Penulis
Email

Ricky Romadona
riiiciii@yahoo.com

LICENSE



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

I. PENDAHULUAN

Optimasi memainkan suatu peran penting didalam sistem manufaktur serta problem engineering design. Dan seperti diketahui bahwa suatu optimasi berhubungan dengan suatu persoalan yang bisa memiliki nilai maksimum ataupun minimum dari sebuah fungsi terhadap beberapa variable yang mana biasanya diikuti dari pembatas kesamaan ataupun ketidaksamaan. Tujuannya memberikan suatu penyelesaian yang efektif terhadap persoalan sistem manufaktur dengan sebuah utilisasi sumber yang sangat efisien dimana semuanya adalah prioritas waktu.

Optimalisasi berguna untuk meminimalkan biaya, serta kelebihan bahan baku, dan memaksimalkan keuntungan dari suatu operasi manufaktur. Adapun teknik matematik bisa diadopsi agar memberikan penyelesaian yang baik dan berpedomanke pada biaya, keuntungan ataupun waktu. Teknik optimasi banyak memberikan suatu pengaruh kepada lingkungan maufaktur, juga jumlah serta jenis aplikasinya yang berkembang dengan sangat cepat.

Langkah pertama yaitu memahami serta mengidentifikasi tentang apa yang harus dilakukan optimasi. Didalam banyak kasus yang mana analisa matematiknya menjadi persoalan optimal, oleh karena itu fungsi tujuannya yaitu berbentuk suatu persamaan matematik. Sekalipun persamaan tujuan telah dilakukan definisi maka beberapa dari urutan pembatas digunakan agar mencapai tujuan tersebut, dan angkah selanjutnya yaitu mengaplikasi suatu urutan pembatas dari persamaan tujuan. Kemudian pembatas utama dalam fasilitas manufaktur yaitu waktu. Aplikasi pembatas bisa menjadikan penyelesaian yang optimal dan mungkin lain dari penyelesaian uang dilakukan secara naluri. Hal ini dapat dilihat dari persoalan yang cenderung menjadi kompleks dan oleh karenanya tinjauan selanjutnya tentang optimasi tidak bisa memberikan penyelesaian yang terbaik. Lalu, prinsip utama yang bisa diikuti didalam penyelesaian dari persoalan optimasi itu adalah melalui suatu fungsi tujuan dengan suatu pembatas-pembatas sistem.

Dasar daripada optimasi adalah berlandaskan kepada pengertian kebenaran dari sifat dasar sistem manufaktur yang didalam istilah umumnya terdapat input, proses, serta output. Dan oleh karena itu sistem manufaktur berpusat kepada waktu, dimana bentuk performansinya bisa ditingkatkan dengan pengaturan fungsi dari tujuan yaitu seperti minimasi waktu serta maksimasi keuntungan. Tapi walaupun demikian, masih banyak persoalan dari sistem manufaktur serta perencanaan rekayasa (engineering design and manufacturing systems problem) didalam realitanya benar-benar kompleks serta sulit untuk diselesaikan menggunakan teknik konvensional. Namun dewasa ini teknik kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) atau yang biasa disingkat dengan AI telah dipertimbangkan serta mendapatkan suatu perhatian yang sangat berpotensi sebagai suatu teknik optimasi yang lebih baik. Tipe teknik optimasi ini yaitu Simulated Annealing, Genetic Algorithm, Immune Algorithm, dan Tabu Search.

Aplikasi dari AI didalam manufaktur sudah menjadi perhatian dari penelitian yang lebih intensif dalam 2 dekade ini. Gelombang dari aplikasi AI menurut Mazaine (2000) diakibatkan dari meningkatnya bentuk kemampuan suatu mesin komputer. Didalam pembahasan ini yaitu contoh dari teknik kecerdasan buatan sebagai suatu alat optimasi didalam sistem manufaktur.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian yang terkait tentang kesamaan topik yang pernah dikerjakan sebelumnya yaitu "Penerapan Algoritma Genetika Dalam Mengatasi Jadwal Mengajar yang Bentrok pada Program Studi Informatika IBI Kosgoro 1957 Jakarta Indonesia" oleh Boy Firmansyah, Dwi Sidik Permana, Asep Mulyana Wihandar, Ari Kurniawan, dan Natalia Evianti dari IBI Kosgoro 1957 Jakarta, 2021 [1]. Penelitian ini berkaitan dengan perancangan aplikasi perencanaan kursus yang dirancang untuk membantu manajer program studi merencanakan konferensi di IBI Kosgoro 1957 Jakarta

menggunakan PHP dan MYSQL. Algoritma genetika dipilih sebagai metode perencanaan pengobatan karena diyakini dapat membantu proses perencanaan mata kuliah. Administrator memasukkan jadwal berdasarkan tahun ajaran, yang kemudian diproses untuk memastikan tidak ada jadwal yang bentrok. Perbedaan dengan penelitian ini adalah disini adalah sekedar review dari penggunaan teknologi Artificial Intelligence pada industri manufaktur.

III. LANDASAN TEORI

A. Simulated Annealing

Simulated Annealing (SA) yaitu penyelesaian secara bentuk heuristik dalam mencari penyelesaian yang optimal dari suatu persoalan dengan cara beberapa kali melaksanakan pencarian lokal yang optimal, serta secara dinamis melaksanakan penggantian secara bentuk probabilitas dari penyelesaian yang telah didapat namun lebih lemah daripada penyelesaian yang masih lebih kuat.

Teknik SA ini pertama kali dikemukakan oleh Kirkpatrick (1982). Dan ide ini didasarkan pada suatu algoritma metropolis (Metropolis, 1953). Kemudian teknik SA ini melakukan proses simulasi dari pendinginan bahan padat serta keras yang kemudian dikenal dengan suatu istilah yaitu Annealing. Walaupun demikian, analogi ini terbatas dengan suatu gerak fisik dari suatu molekul tanpa adanya keterlibatan kompleksitas dari sistem termodinamik. Lalu SA mendapatkan suatu perhatian dikarenakan dapat diaplikasikan kepada lingkup yang lebih luas dari suatu persoalan optimasi diskrit serta kontinyu.

SA adalah salah satu dari algoritma optimisasi yang bersifat generik. Serta berbasiskan kepada probabilitas dan suatu mekanika statistik, maka algoritma ini bisa digunakan dalam mencari pendekatan terhadap suatu solusi optimum global suatu permasalahan. Namun, masalah yang dibutuhkan oleh pendekatan SA ini adalah masalah-masalah dari optimisasi kombinatorial, yaitu di mana suatu ruang pencarian solusi dari yang ada sebelumnya terlalu besar, maka hampir tidak mungkin didapatkan solusi eksak dari permasalahan itu. Kemudian publikasi dari pendekatan ini untuk pertama kalinya dilakukan oleh S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt dan M. P. Vecchi, yang kemudian diaplikasikan kepada desain optimal dari hardware komputer, dan pada salah satu dari masalah klasik dari ilmu komputer yaitu penyelesaian Traveling Salesman Problem.

Annealing yaitu satu teknik yang telah dikenal didalam bidang metalurgi, dan digunakan didalam mempelajari suatu proses pembentukan dari kristal didalam suatu unsur materi. Dan agar bisa terbentuk suatu susunan kristal sempurna, maka diperlukan pemanasan sampai pada suatu tingkat tertentu, yang kemudian diteruskan dengan pendinginan yang sangat perlahan-lahan serta terkendali dari suatu materi tersebut. Pemanasan dari materi dilakukan di awal proses annealing, sehingga memberikan kesempatan kepada atom-atom didalam materi itu untuk dapat bergerak secara bebas, serta mengingat tingkat dari energi didalam kondisi panas yang cukup tinggi. Lalu proses pendinginan yang dilakukan perlahan-lahan ini memungkinkan suatu atom-atom yang tadinya bisa bergerak bebas, lalu pada akhirnya mendapatkan tempat yang optimal, yaitu dimana energi internal yang diinginkan dari atom itu agar dapat mempertahankan posisinya dalam skala minimum.

Simulated Annealing berjalan didasarkan kepada analogi dari proses annealing yang telah dikemukakan diatas. Nanti pada awal proses SA, akan dipilih solusi awal, yang mana merepresentasikan dari kondisi materi sebelum suatu proses dimulai. Kemudian gerakan bebas dari suatu atom-atom pada materi, akan direpresentasikan kedalam bentuk modifikasi dari solusi awal (solusi sementara). Pada awal dari proses SA, pada saat parameter suhu (T) akan diatur tinggi, maka solusi sementara yang ada sebelumnya diperbolehkan dalam mengalami modifikasi yang dilakukan secara bebas.

Kebebasan yang dilakukan ini secara relatif akan diukur berdasarkan suatu nilai fungsi tertentu yang mana mengevaluasi yaitu seberapa optimal dari solusi sementara yang telah didapat. Kemudian bila nilai fungsi dari evaluasi hasil modifikasi ini terlihat membaik (dalam masalah optimalisasi yang mana berusaha mencari nilai minimum berarti disini nilainya lebih kecil atau disebut downhill) solusi dari hasil modifikasi ini bisa digunakan sebagai dasar solusi selanjutnya. Dan bila nilai fungsi dari evaluasi hasil modifikasi ini menjadi buruk, maka pada saat temperatur dari annealing masih tinggi, namun solusi yang lebih buruk (uphill) ini masih mungkin dapat diterima. Didalam tahapan selanjutnya pada saat temperatur sedikit demi sedikit akan dikurangi, maka kemungkinan dari menerima langkah modifikasi yang mana tidak dapat memperbaiki nilai dari fungsi evaluasi akan semakin berkurang. Kebebasan untuk memodifikasi dari solusi akan semakin menyempit, hingga akhirnya akan diharapkan perolehan solusi yang mendekati pada solusi optimal.

B. Algoritma Genetik

Genetic Algorithm memiliki prosedur dengan cara mengadaptasi proses dari seleksi alam. Dimana proses dari Algoritma Genetik ini diawali dengan suatu penyelesaian dengan cara pembentukan populasi yang dilakukan secara acak. Dan setiap individu didalam populasi akan disebut kromosom, yang nantinya menggambarkan bentuk penyelesaian. Sebuah kromosom normalnya digambarkan sebagai suatu bentuk simbol string dimana biasanya berbentuk biner, tapi tidak selalu juga demikian. Karena kromosom-kromosom ini melakukan regenerasi lewat urutan iterasi. Dan selama regenerasi kromosom akan dievaluasi dengan menggunakan ukuran yang disebut nilai kekuatan (fitness value) (Gen dan Cheng, 1997). Sebagai upaya dalam membentuk generasi selanjutnya, maka kromosom baru nantinya disebut sebagai anak kromosom (offspring) yang diperoleh dengan cara yaitu mengawinkan dua buah kromosom dengan cara persilangan (crossover) ataupun memodifikasi lewat operator mutasi. Kemudian generasi baru yang didapat akan dipilih untuk mengikuti nilai kekuatan ataupun tetap mempertahankan nilai populasi. Kromosom dikatakan layak diterima menjadi penyelesaian yang optimal hanya jika kromosom tersebut lebih kuat dan memiliki peluang yang tinggi. Nantinya, setelah beberapa generasi yang terbentuk maka algoritma akan terpusat pada kromosom yang terbaik, yang mana dapat menyelesaikan penyelesaian optimal. Kemudian aspek penting dari GA yaitu inisialisasi dari populasi, representasi dari kromosom, persilangan, kemudian mutasi, dan seleksi, serta terminasi dan juga fungsi evaluasi. GA ini telah membuktikan dalam optimalisasi yang efektif dapat memberikan suatu penyelesaian terbaik ataupun mendekati nilai optimal.

C. Algoritma Immune

Algoritma Immune yaitu algoritma evolusi yang berdasarkan pada sistem psikologi immune. Sistem psikologi immune memiliki mekanisme yang dapat digunakan untuk mengeliminasi substansi asing yang masuk kedalam tubuh. Mekanisme kerja sistem immune pertama yaitu mengenal substansi asing sebagai suatu antigen. Kemudian sistem immune membentuk suatu kumpulan antibodi untuk dapat mengeliminasi antigen-antigen tersebut. Kemudian antibodi-antibodi akan berinteraksi dengan antigen agar memproduksi hasil yang berbeda. Maka mekanisme demikian akan sanggup untuk mengetahui antibodi yang lebih baik daripada eliminasi antigen serta memproduksi variasi-variasi yang lebih banyak antibodi tersebut kepada generasi berikutnya. Proses ini dibuat secara rekursif sampai dengan semua antigen yang tereliminasi. Kemudian untuk meningkatkan nilai efisiensi dari suatu proses eliminasi maka mekanisme tersebut akan sanggup untuk mengidentifikasi dari antibodi-antibodi yang sangat dominan. Lalu antibodi-antibodi tersebut akan mengekang pertumbuhan dari antibodi yang dominan hingga adanya perubahan dari tipe antibodi yang akan dipakai untuk melawan antigen didalam pencarian eliminasi dari antigen.

Analogi antara suatu sistem kekebalan tubuh dengan masalah optimasi yaitu sebagai berikut ini. Respon dari sistem immune akan merepresentasikan suatu solusi dengan antigen yang merepresentasikan suatu masalah yang harus dikerjakan. Lebih tepatnya lagi, Sel B yaitu sebagai agen-agen buatan yang mana menjelajahi serta mengeksplorasi lingkungan buatan. Patogen yaitu sebagai masalah dari optimasi, yang mana dalam kasus ini, masalah dari optimasi digambarkan dari antigen yang ada pada patogen. Kemudian mekanisme seleksi positif serta seleksi negatif dipakai untuk mengontrol nilai akumulasi agen dengan mengeliminasi bentuk solusi yang buruk ataupun tidak berguna. Jadi, aturan dari seleksi positif serta seleksi negatif yang dapat dipertimbangkan sebagai suatu mekanisme yang nantinya tidak hanya memilih suatu solusi yang tepat, tetapi juga akan mengatur jumlah populasi dari agen yang tumbuh kepada proses kloning.

Tabel 1. Analogi Sistem Kekebalan Tubuh pada Masalah Optimasi

Sistem Kekebalan Tubuh	Masalah Optimasi
Patogen	Permasalahan
Respon Tubuh	Solusi
Sel-B	Agen pencari
<i>Clonal Selection</i>	Menciptakan agen pencari baru
Seleksi Positif dan Seleksi Negatif	Penyeleksian agen yang buruk/tidak berguna untuk membunuh dirinya sendiri (apoptosis)

Ingatlah bahwa pada sistem immune ini jumlah sel yang melawan tingkat antigen yang meningkat (yaitu melalui proses proliferasi / kloning) maka ketika suatu antigen muncul dalam tubuh, maka akan berkurang ketika saat antigen ini telah dimatikan. Karenanya selama proses ini, sebuah sel akan merubah sifat dari tubuhnya yaitu seperti bergantinya waktu dari hidupnya. Untuk itu proses proliferasi akan meningkatkan dari jumlah suatu agen yang nantinya dapat melawan antigen supaya dapat menghambat serta menghancurkannya. Dengan suatu kata lain, proliferasi ini akan berkorespondensi bersama pembuatan agen yang

baru. Dan agen baru yang dibuat ini memiliki struktur serta sifat yang hampir sama dengan induknya namun tidaklah sama persis agar memungkinkan proses adaptasi dalam sistem. Apoptosis akan berkorespondensi dengan program agar dapat mematikan sel. Mekanisme ini ada ketika sel tak dapat lagi beradaptasi untuk berproses dalam pengeliminasian antigen. Sehingga sel yang tak berguna akan dihancurkan. Dengan memakai sifat dasar dari suatu sistem kekebalan tubuh (clonal selection) melalui mekanisme suatu seleksi positif serta seleksi negatif, maka jumlah suatu agen dalam sistem diatur dengan cara dinamik agar dapat mencari solusi optimal dari masalah yang ada. Faktanya, suatu agen yang telah diprediksi tidak cocok maka dapat dimatikan sebelum dilakukannya kloning pada agen itu.

D. Tabu Search

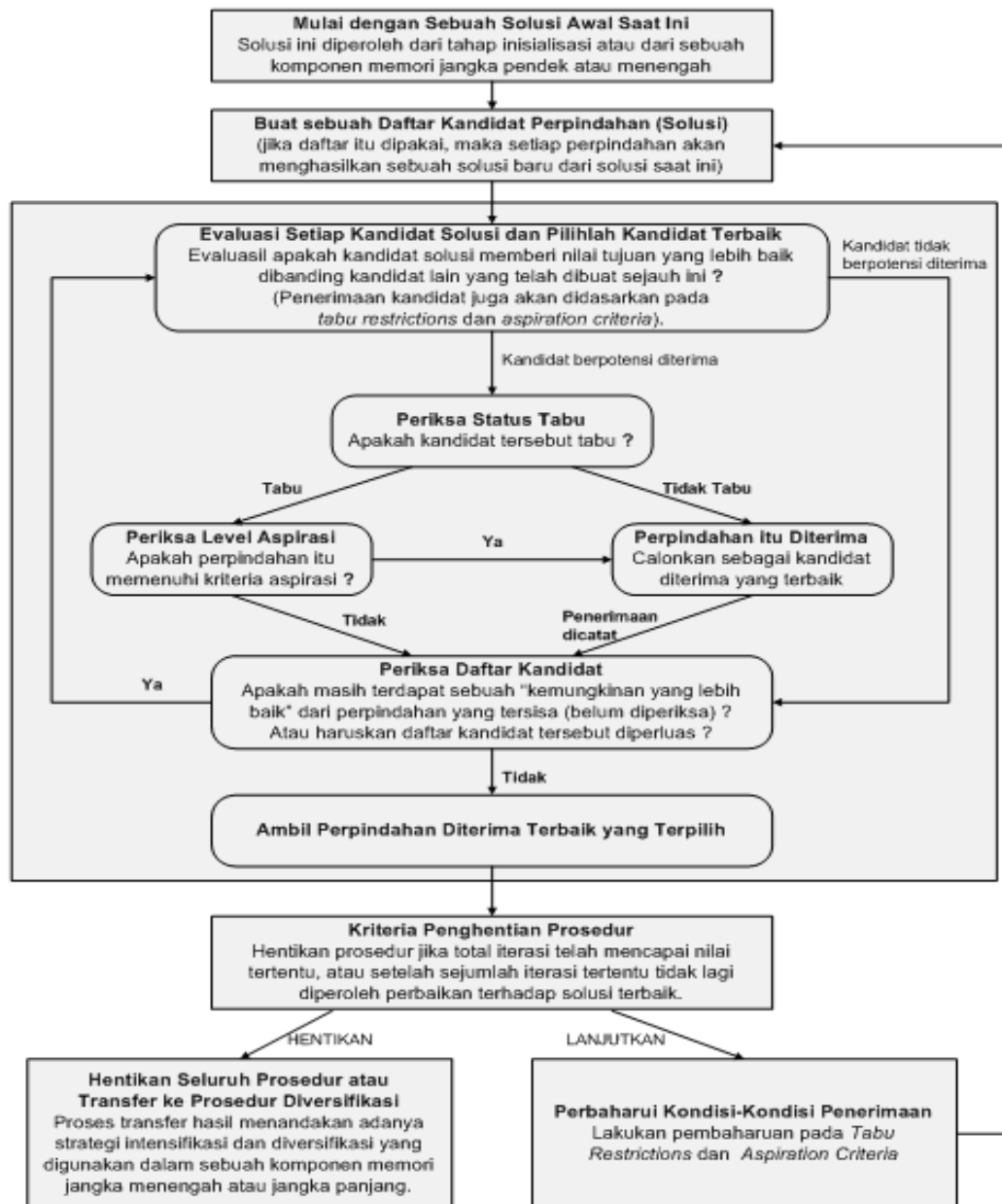
Tabu Search (TS) yaitu suatu teknik yang memakai petunjuk dari metal heuristic pencarian lokal agar dapat mengeksplorasi suatu ruang penyelesaian yang mana dilakukan secara berulang-ulang. Seperti dengan halnya SA maka TS pun sanggup melaksanakan pencarian secara berulang (pencarian lokal). TS sebagai suatu teknik intelligent melakukan pencarian yang ada hubungannya dengan beberapa pembatas yang digunakan sebagai petunjuk dari proses pencarian. Semula TS tak banyak dikenal dibandingkan dengan AG dan juga SA, tapi saat ini TS pun sukses diaplikasikan kepada sejumlah persoalan serta mulai banyak dipakai. Aplikasi dari pemakaian TS sudah dipublikasikan sejak tahun 1990.

Tabu search (TS) pertama kalinya diperkenalkan oleh Glover pada sekitar tahun 1986. Glover mengemukakan bahwa TS adalah salah satu dari prosedur metaheuristik tingkat tinggi dalam rangka penyelesaian dari suatu permasalahan dari bentuk optimisasi kombinatorial. Lalu TS ini dipakai untuk mengarahkan bentuk metode-metode lainnya (atau komponen proses dari TS itu sendiri) agar dapat keluar ataupun menghindari dari masuk ke dalam suatu solusi optimal yang mana bersifat lokal. Dan kemampuan TS didalam menghasilkan suatu solusi yang lebih mendekati nilai optimal sudah dimanfaatkan didalam beragamnya permasalahan klasik serta praktis dari berbagai macam bidang yang dimulai dari bidang penjadwalan sampai bidang telekomunikasi.

Glover mengemukakan bahwa prosedur dari TS ini bisa ditemukan didalam tiga skema (scheme) utama. Pola yang pertama ialah adanya penggunaan dari struktur memori yang berdasarkan atribut-atribut yang fleksibel dan dirancang supaya membolehkan sebuah kriteria dari evaluasi serta hasil pencarian dari masa lalu yang dieksploitasi lebih mendalam lagi. Skema ini membuat TS menjadi berbeda dengan aplikasi yang lain yang menggunakan struktur memori rigid (kaku) atau tanpa memakai struktur memori (layaknya simulated annealing). Skema kedua ialah penggunaan suatu mekanisme atau kondisi dimana dapat membatasi ataupun membebaskan proses pencarian yang sedang terjadi. Skema kedua ini dikenal juga sebagai mekanisme tabu restriction dan aspiration criteria. Skema ketiga ialah pelibatan fungsi memori dengan suatu rentang waktu yang berlainan yaitu berbentuk memori jangka pendek (short term memory) serta memori jangka panjang (long term memory) agar menjalankan suatu strategi intensifikasi serta diversifikasi didalam proses dari pencarian solusi. Bentuk strategi intensifikasi ialah strategi pencarian yang akan mengarahkan atau mengfokuskan pencarian terhadap suatu area tertentu, dan sedangkan strategi diversifikasi ialah strategi pencarian yang akan mengarahkan pencarian pada suatu area baru.

Skema umum dari TS disuguhkan pada gambar berikut ini. Pemilihan suatu kandidat terbaik berdasarkan kepada nilai fungsi tujuan. Kemudian pemeriksaan dari nilai fungsi tujuan akan lebih didahulukan daripada pemeriksaan status tabu. Dan apabila nilai fungsi dari tujuan sebuah kandidat menjadi lebih baik dari yang lainnya, maka kandidat tersebut akan berpotensi

untuk diterima sehingga akan perlu diperiksa status tabunya. Lalu urutan pemeriksaan dari nilai fungsi tujuan dari status tabu akan memberikan kemungkinan proses dari penyelesaian program yang tenatunya lebih cepat.



Gambar 1. Skema Tabu Search, Sumber: Glover (1990) dan Gendreau et.al (1998)

Pemilihan dari kandidat solusi terbaik yang dilaksanakan oleh TS memakai prinsip dari global best strategy (GB) dan bukannya first-best strategy (FB). GB ialah strategi dimana suatu algoritma akan menggantikan solusi terbaik pada saat ini dengan solusi terbaik lainnya yang ada pada suatu neighborhood. Dan adapun FB ialah strategi dimana suatu algoritma akan menggantikan solusi terbaik pada saat ini secara langsung hanya jika solusi yang jauh lebih baik telah ditemukan.

Gendreau et.al (1998) mengemukakan bahwa TS ialah pendekatan paling efektif untuk dapat pemecahan masalah penentuan dari rute kendaraan. Sehingga kelebihan dari TS terletak dari struktur memori fleksibelnya. Struktur memori itu kemudian akan mengizinkan pencarian untuk terus dilakukan walaupun solusi yang diperoleh pada saat ini tidaklah ada yang lebih baik daripada solusi terbaik yang diperoleh. Struktur memori itu juga mampu menjaga supaya proses pencarian tidaklah jatuh kepada lokal optimal yang sudah pernah muncul pada proses pencarian sebelumnya. Dengan adanya struktur memori fleksibel yang membedakan TS dengan suatu branch and bound yang mana memakai struktur memori kaku ini atau simulated annealing yang tak memakai struktur memori (Glover, 1990)

TS pada umumnya tidaklah memakai pembentukan suatu kandidat dari solusi secara acak seperti simulated annealing serta genetic algorithm. Pemilihan dari kandidat solusi didalam TS juga tidak dikerjakan secara probabilistik seperti simulated annealing, genetic algorithm, serta ant colony system. Kemudian karakteristik ini memberikan solusi yang dihasilkan oleh TS akan tetap sama pada setiap kali dilakukannya proses dari pencarian solusi terhadap permasalahan. Dan karakteristik ini juga akan menjadi salah satu dari keunggulan TS dibandingkan simulated annealing, genetic algorithm, serta ant colony system.

IV. APLIKASI DIDALAM SISTEM MANUFAKTUR

A. Aplikasi Simulated Annealing (SA)

Chen et al., (1995) membuat pengembangan SA berdasarkan heuristik dalam pembentukan suatu sel manufaktur. Mereka mengaplikasikan SA yang berbasis heuristik pada beberapa contoh yang populer pada persoalan dari pembentukan suatu sel manufaktur. Kemudian hasil daripada optimalisasi akan memperlihatkan bahwasanya SA berbasis heuristik memberikan suatu hasil yang sangat baik kepada segala contoh yang ada. Selain itu SA yang berbasis heuristik juga akan memberikan beberapa bentuk keuntungan yang hampir tak dimiliki algoritma lainnya.

Pada suatu penelitian yang sebelumnya, Adil et al., (1997) sudah mempelajari suatu assignment allocation serta algoritma SA pada pembentukan sel. Dan pada penelitian ini juga sudah dibangun sebuah model nonlinear mathematical programming yang bertujuan untuk pembentukan sel manufaktur yang nantinya akan mengidentifikasi part families serta kelompok mesin secara serempak tanpa adanya suatu intervensi yang dilakukan secara manual ataupun pertimbangan yang subyektif.

Fink and Fob (2003) sudah menyelesaikan suatu persoalan penjadwalan yaitu continuous flow-shop dengan meta heuristic (simulated annealing dan tabu search). Dan persoalan yang menjadi pertimbangan disini yaitu mencari sebuah permutasi dari urutan jobs yang nantinya akan diproses terhadap sejumlah mesin yang juga dibatasi oleh proses dari setiap job yang harus kontinyu dan sesuai dengan tujuannya yaitu minimalisasi dari total waktu proses (flow-time).

B. Aplikasi Algoritma Genetik (AG)

Beberapa dari penelitian menggunakan AG sebagai suatu alat optimasi terhadap ruang lingkup dari sistem manufaktur yang dapat diikuti oleh penelitian dari Maridou dan Pardolos

(1997) yang sudah menggunakan AG dalam optimasi fasilitas serta tata letak dari pabrik. Baskoro (1999) menampilkan aplikasi AG dalam menyelesaikan suatu persoalan konseptual dari traveling salesman problem. Hasan (2000) menunjukkan teknik pencarian suatu identifikasi dari bentuk optimalisasi urutan operasi didalam lingkungan perencanaan yang memakai aplikasi AG.

Khoo et.al. (2000) sudah memakai prototype GA-enhanced multy-obyektive scheduler untuk suatu sistem manufaktur. Juga sebuah toolbox penjadwalan model untuk job shop, pembentukan part dari prototype scheduler, flow shop dan cellular manufacturing, serta pembangunan suatu penjadwalan yang akan mentransformasikan nilai dari near-optimal solution sampai dengan penjadwalan shop floor yang bernilai valid. Sistem prototipe sudah divalidasi untuk keperluan berbagai macam jenis kasus dengan dan tanpa batasan serta multi fungsi obyektif yang secara bersama-sama serempak dilakukan dengan suatu pembatas.

C. Aplikasi Algoritma Immune

Seperti layaknya aplikasi Artificial Intelligence lainnya diatas, maka aplikasi Algoritma Immune ynag pada saat ini sudah mulai populer digunakan sebagai suatu alat optimasi didalam sistem manufaktur. Alisantoso, et.al., sudah membuktikan yaitu aplikasi algoritma ini terhadap system manufaktur. Algoritma ini diaplikasi pada penjadwalan flow shop pembuatan fleksibel PCB. Dan hasil yang didapat kemudian dibandingkan terhadap algoritma genetik, yang ternyata membuktikan bahwa algoritma immune telah memberikan performansi yang lebih baik, dimana suatu nilai standarisasi yang didapat akan lebih kecil. Dan juga disamping itu didapatkan hasil bahwasanya algoritma genetik cenderung nilai konvergensinya adalah prematur, yang mana hal ini diakibatkan dari mendominasinya penyelesaian yang terbaik. Kemudian analisis selanjutnya membuktikan bahwa algoritma immune menunjukkan hasil penurunan dari jadwal menjadi lebih memiliki alasan serta logika.

D. Aplikasi Tabu Search (TS)

Dengiz dan Alabas (2000) sudah memakai algoritma TS didalam penggabungan dengan suatu model simulasi JIT dalam rangka mencari optimum dari jumlah kanban. Lutz (1995) juga sudah membangun suatu model simulasi dari proses manufaktur serta menggunakan TS sebagai suatu prosedur heuristik, agar dapat lebih mengoptimalisasi lagi buffer serta ukuran penyimpanan didalam sistem manufaktur, dan juga selain itu digunakannya regresi metamodel dalam upaya untuk mengoptimalisasi batch dari lini perakitan (Printed Circuit Board).

Pada penelitian yang lain juga telah dipakai fungsi penalti serta TS dalam upaya untuk menyelesaikan persoalan yang ada dengan menggunakan biaya sel yang tetap yaitu sebuah pendekatan metoda integrasi untuk suatu pembentukan sel manufaktur yaitu dengan biaya tetap. Kemudian penyelesaian dari persolan ini tidaklah hanya terletak pada persoalan pembentukan sel saja namun juga termasuk keputusan dari set-up sel. Lalu pada sebuah model yaitu mixed integer non linear programming akan diformulasikan supaya

menyelesaikan suatu persoalan. Dimana persoalan yang tidak mudah untuk diselesaikan (non linear programming hard) dengan membuat perhitungan penyelesaian yang secara langsung terhambat untuk suatu aplikasi yang nyata. Untuk itu sebuah algoritma heuristik sudah dikembangkan agar dapat menyelesaikan suatu persoalan efisiensi yang berbasis model dual analisis. Didalam hal ini, TS sudah digunakan sebagai cara untuk menemukan persoalan optimum serta sub optimum.

Chen dan Cao mengajukan suatu penjadwalan job-shop bersama dengan alternative proses, perluasan dari suatu penjadwalan job-shop yang mana job routing ini secara langsung akan membentuk grafik siklus dimana dapat memodelkan suatu bentuk partial orders dari operasi serta mengandung beberapa kumpulan dari alternative sub grafik pada setiap operasi. Dua algoritma heuristic sudah dibangun yakni Tabu Search serta Genetic Algorithms. Dan kedua heuristic akan berbasis pada dua subrautes umum dimana satunya dimasukkan dalam sebuah kumpulan suatu operasi sampai dengan jadwal yang terpisah (partial), dan operasi ini memfokuskan diri pada nilai efisiensi dari teknik insersi, dan kemudian yang kedua akan meningkatkan penjadwalan dengan menggunakan alternative fixed routing, dimana pada operasi ini dilakukan menyamaan bentuk metode yang standar untuk digunakan pada penjadwalan.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari review ini adalah sejak beberapa dekade ini, suatu bentuk Artificial Intelligence (Kecerdasan Buatan) sudah dijadikan sebagai suatu alat yang sangat bermanfaat untuk dapat menyelesaikan suatu persoalan optimasi didalam sistem manufaktur. Dan didalam tulisan ini dipresentasikan sebanyak empat teknik-teknik Artificial Intelligence yakni Simulated Annealing, Genetik Algorithms, Algoritma Immune dan Tabu Search. Kemudian aplikasi daripada teknik-teknik tersebut yang ada didalam sistem manufaktur akan berubah menjadi lebih luas lagi pada bentuk intelligent design, serta quality management dan juga intelligent control. Dimana hal ini lebih disebabkan karena adanya kemampuan dari komputer yang tentunya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Journal Article

- [1] B. Firmansyah and D. S. Permana, "JADWAL MENGAJAR YANG BENTROK PADA PROGRAM STUDI INFORMATIKA IBI KOSGORO 1957 JAKARTA INDONESIA," 2021.
- [2] Chairul S, Azmi Hassan, 2000, "Penentuan Ruting Optimal Penjadwalan Produksi pada System Manufaktur Bertingkat dengan Pendekatan Algoritma Genetik", Jurnal Teknik dan Manajemen Industri ITB, vol 19.
- [3] Dengiz B. and Alabas C, 2000, "Computer Simulation of a PCB Production Line" Journal of Production Research, vol 33.

Monograph, edited book, book

- [4] Adil. G. Kumar; Rajamani, Divakar, 1997, "Assingment Allocation and Simulated Annealing Algorithms for Cell Formation", vol 29, no1.

- [5] Cao D. and Chen M, 2003, "Using Penalty Function and Tabu Search to Selve Cell Formation Problems with Fixed Cell Cost", computer & operations Research vol 31.