

Implementasi Artificial Intelligence Dalam Proses Industri Manufaktur Otomotif

Roy Mubarak, S.T.,M.Kom

STMIK Eresha, Jurusan Teknik Informatika
Jl Raya Puspitek No. 11, Serpong, Kecamatan Setu, Kota Tangerang Selatan, Banten 15314

roy.dosen@gmail.com

Intisari—Dalam Kecerdasan buatan (AI), dimungkinkan bahwa suatu mesin dapat belajar dari pengalaman, melakukan penyesuaian baik itu input maupun output. Setelah itu suatu mesin baru dapat melaksanakan tugasnya seperti manusia. Jadi beberapa fungsi manusia digantikan oleh suatu mesin, walaupun tidak sepenuhnya. Sangat banyak dimasa sekarang ini dijumpai implementasi AI contohnya adalah pada perumahan modern, industri, pabrik, pendidikan, dan lain sebagainya. Contohnya pada industri manufaktur automotif misalnya sebelum diimplementasikan AI, permasalahan sistem manufaktur dan perencanaan engineering (sistem pabrikasi dan masalah desing rancang-bangun) pada kenyataannya sangat kompleks dan sulit untuk diselesaikan melalui teknik konvensional. Maka dengan adanya implementasi AI, permasalahan-permasalahan yang sering muncul dapat diatasi, jadi AI dapat membantu tugas dari manusia. Dalam beberapa tahun terakhir ini teknik AI mendapat perhatian dan mempunyai potensi sebagai teknik optimasi dalam industri manufaktur automotif.

Kata kunci: Algorithm Genetic, Simulated Annealing, Tabu Search, Algorithm Immune, AI, Manufaktur, Otomotif, Business Value, *Predictive Maintenance*, *Machine Learning*

1. PENDAHULUAN

Optimalisasi menjadi hal terpenting dalam suatu industri manufaktur automotif. Beberapa problem yang sering terjadi didalamnya, diantaranya adalah: disain, produksi, kualitas, kecepatan proses, dan efisiensi bahan baku. Optimalisasi berhubungan dengan sebuah persoalan yang dapat mempunyai nilai maksimum atau minimum dari sebuah fungsi dengan beberapa variabel yang biasanya diikuti oleh pembatas kesamaan atau ketidaksamaan. Tujuannya adalah memberikan penyelesaian yang efektif pada persoalan industri manufaktur dengan melakukan proses utilisasi sumber yang efisien.

Langkah pertama adalah memahami dan mengidentifikasi apa yang harus dioptimasi. Dalam banyak kasus dimana analisa matematik menjadi persoalan optimal, maka fungsi tujuannya berbentuk persamaan matematik. Sekali persamaan tujuan telah didefinisikan maka beberapa urutan pembatas

digunakan untuk mencapai tujuan tersebut, langkah selanjutnya adalah mengaplikasi urutan pembatas pada persamaan tujuan. Pembatas utama didalam fasilitas manufaktur adalah waktu. Aplikasi pembatas dapat menjadikan penyelesaian yang optimal dimungkinkan berbeda dari penyelesaian secara naluri. Hal ini dilihat bahwa persoalan cenderung menjadi kompleks dan karenanya tinjauan selanjutnya optimasi tidak dapat memberikan penyelesaian terbaik. Prinsip utama yang dapat diikuti dalam penyelesaian persoalan optimasi adalah melalui fungsi tujuan dengan pembatas-pembatas system.

Dasar dari optimasi berlandaskan pada pengertian kebenaran sifat dasar dari sistem manufaktur yang dalam istilah umum terdapat input, proses, dan output. Oleh karenanya sistem manufaktur berpusat pada waktu, dimana performansinya dapat ditingkatkan dengan mengatur fungsi tujuan seperti minimasi waktu dan

memaksimalkan keuntungan. Namun demikian banyak persoalan sistem manufaktur dan perencanaan rekayasa dalam realitasnya sangat kompleks dan sulit untuk diselesaikan dengan cara teknik konvensional. Dewasa ini teknik kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) atau biasa disingkat AI telah dipertimbangkan dan mendapatkan perhatian yang berpotensi sebagai teknik optimasi yang baik. Tipe dari teknik optimasi ini adalah *Genetic Algorithm*, *Simulated Annealing*, *Tabu Search* dan *Immune Algorithm*.

Implementasi AI dalam industri manufaktur telah menjadi perhatian penelitian yang intensif dalam dua dekade ini. Meningkatnya peranan AI ini disebabkan oleh meningkatnya kemampuan komputer. Pembahasan ini adalah contoh teknik kecerdasan buatan sebagai alat optimasi dalam sistem manufaktur dalam industri otomotif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Quantum Algorithm*

Sebuah paper yang membahas tentang bagaimana sebuah algoritma kuantum dapat mempercepat proses kalkulasi pada kecerdasan buatan. Paper tersebut, terbit di *Journal Physical Review Letters* pada 31 Januari 2018, dengan judul "*Quantum Linear System Algorithm for Dense Matrices*" yang ditulis oleh Leonard Wossnig (ETH Zurich, Switzerland dan Universitas Oxford, Inggris), Zhikuan Zhao (Universitas Teknologi dan Desain, Singapura), dan Anupam Prakash (Universitas Teknologi Nasional, Singapura). Dalam paper yang mereka tulis menyatakan bahwa sebuah algoritma sistem linier kuantum (*Quantum linear system algorithm*) dapat mempercepat proses kalkulasi data pelatihan AI hingga milyaran kali lebih cepat dari pada algoritma klasik

2.2. *Simulated Annealing*

Simulated Annealing (SA) adalah penyelesaian secara heuristik untuk mencari penyelesaian optimal dari sebuah persoalan dengan beberapa kali melakukan pencarian lokal optimal, dan secara dinamis melakukan penggantian secara probabilitas penyelesaian yang telah diterima namun lebih lemah dari penyelesaian yang lebih kuat.

Teknik SA pertama kali diperkenalkan oleh Kirkpatrick (1982). Ide ini berdasarkan pada algoritma metropolis (Metropolis, 1953). Teknik SA melakukan

proses simulasi pendinginan dari bahan padat dan keras yang dikenal dengan istilah *Annealing*. Walau demikian analogi ini dibatasi dengan gerak fisik dari molekul tanpa melibatkan kompleksitas sistem termodinamik. SA telah mendapatkan perhatian karena dapat diaplikasikan pada lingkup yang luas suatu persoalan optimasi diskrit dan kontinyu.

Annealing adalah satu teknik yang dikenal dalam bidang metalurgi, digunakan dalam mempelajari proses pembentukan kristal dalam suatu materi. Agar dapat terbentuk susunan kristal yang sempurna, diperlukan pemanasan sampai suatu tingkat tertentu, kemudian dilanjutkan dengan pendinginan yang perlahan-lahan dan terkendali dari materi tersebut. Pemanasan materi di awal proses *annealing*, memberikan kesempatan pada atom-atom dalam materi itu untuk bergerak secara bebas, mengingat tingkat energi dalam kondisi panas ini cukup tinggi. Proses pendinginan yang perlahan-lahan memungkinkan atom-atom yang tadinya bergerak bebas itu, pada akhirnya menemukan tempat yang optimum, di mana energi internal yang dibutuhkan atom itu untuk mempertahankan posisinya adalah minimum.

Simulated Annealing berjalan berdasarkan analogi dengan proses *annealing* yang telah dijelaskan di atas. Pada awal proses SA, dipilih suatu solusi awal, yang merepresentasikan kondisi materi sebelum proses dimulai. Gerakan bebas dari atom-atom pada materi, direpresentasikan dalam bentuk modifikasi terhadap solusi awal/solusi sementara. Pada awal proses SA, saat parameter suhu (T) diatur tinggi, solusi sementara yang sudah ada diperbolehkan untuk mengalami modifikasi secara bebas.

Kebebasan ini secara relatif diukur berdasarkan nilai fungsi tertentu yang mengevaluasi seberapa optimal solusi sementara yang telah diperoleh. Bila nilai fungsi evaluasi hasil modifikasi ini membaik (dalam masalah optimisasi yang berusaha mencari minimum berarti nilainya lebih kecil/downhill) solusi hasil modifikasi ini akan digunakan sebagai solusi selanjutnya. Bila nilai fungsi evaluasi hasil modifikasi ini memburuk, pada saat temperatur *annealing* masih tinggi, solusi yang lebih buruk (uphill) ini masih mungkin diterima. Dalam tahapan selanjutnya saat temperatur sedikit demi sedikit dikurangi, maka kemungkinan untuk menerima langkah modifikasi yang tidak memperbaiki nilai fungsi evaluasi semakin berkurang. Sehingga kebebasan untuk memodifikasi

solusi semakin menyempit, sampai akhirnya diharapkan diperoleh solusi yang mendekati solusi optimal.

2.3. Tabu Search

Tabu Search (TS) adalah teknik yang menggunakan petunjuk metaheuristik pencarian local untuk mengeksplorasi ruang penyelesaian yang dilakukan secara berulang. Seperti halnya SA maka TS sanggup melakukan pencarian berulang (pencarian local). TS sebagai teknik intelligent pencarian yang berhubungan dengan beberapa pembatas sebagai petunjuk proses pencarian. Semula TS tidak banyak dikenal dibanding dengan AG dan SA, namun pada saat ini TS telah sukses diaplikasikan pada sejumlah persoalan dan mulai banyak dipakai, Aplikasi pemakaian TS telah dipublikasikan mulai tahun 1990.

Tabu search (TS) pertama kali diperkenalkan oleh Glover sekitar tahun 1986. Glover menyatakan bahwa TS adalah salah satu prosedur metaheuristik tingkat tinggi untuk penyelesaian permasalahan optimisasi kombinatorial.

TS ini dirancang untuk mengarahkan metode-metode lain (atau komponen proses TS itu sendiri) untuk keluar atau menghindari dari masuk dalam solusi optimal yang bersifat lokal. Kemampuan TS dalam menghasilkan solusi yang mendekati optimal telah dimanfaatkan dalam beragam permasalahan klasik dan praktis dari berbagai bidang mulai bidang penjadwalan hingga bidang telekomunikasi.

Glover mengatakan bahwa prosedur *Tabu Search* ini dapat ditemukan dalam tiga pola (*scheme*) utama. Pola pertama adalah adanya penggunaan struktur memori berbasis atribut-atribut fleksibel yang dirancang untuk membolehkan sebuah kriteria evaluasi dan hasil pencarian di masa lalu dieksploitasi lebih mendalam. Pola ini menjadikan TS berbeda dengan aplikasi lain yang menggunakan struktur memori yang rigid (kaku) atau tanpa menggunakan struktur memori (seperti *simulated annealing*). Pola kedua adalah penggunaan mekanisme atau kondisi yang dapat membatasi atau membebaskan suatu proses pencarian yang sedang berlangsung. Pola kedua ini dikenal sebagai mekanisme *tabu restriction* dan *aspiration criteria*. Pola ketiga adalah pelibatan suatu fungsi memori dengan rentang waktu yang berbeda yakni berupa memori jangka pendek (*short term memory*) dan memori jangka panjang (*long term memory*) untuk menjalankan strategi intensifikasi dan

diversifikasi dalam proses pencarian solusi. Strategi intensifikasi adalah strategi pencarian yang mengarahkan / memfokuskan pencarian pada suatu area tertentu, sedangkan strategi diversifikasi adalah strategi pencarian yang mengarahkan pencarian pada area baru.

Tabu Search umumnya tidak menggunakan pembentukan kandidat solusi secara acak sebagaimana *simulated annealing* dan *genetic algorithm*. Pemilihan kandidat solusi dalam TS juga tidak dilakukan secara probabilistik sebagaimana *ant colony system*, *simulated annealing* dan *genetic algorithm*. Karakteristik ini menjadikan solusi yang dihasilkan TS akan sama setiap kali dilakukan proses pencarian solusi terhadap suatu permasalahan. Karakteristik ini juga menjadi salah satu keunggulan TS dibanding *ant colony system*, *simulated annealing* dan *genetic algorithm*.

2.4. Immune Algorithm

Immune Algorithm adalah algoritma evolusi berdasarkan pada system psikologi immune. System psikologi immune mempunyai mekanisme yang mampu untuk mengeliminasi substansi asing yang masuk dalam tubuh. Mekanisme kerja system immune pertama adalah mengenal substansi asing sebagai antigen. Kemudian system immune membentuk sekumpulan antibodi untuk mengeliminasi antigen-antigen tersebut. Antibodi-antibodi berinteraksi dengan antigen untuk memproduksi hasil yang berbeda. Mekanisme demikian sanggup untuk mengenal antibodi yang lebih baik pada eliminasi antigen dan memproduksi variasi-variasi lebih banyak antibodi tersebut pada generasi berikutnya. Proses ini dibentuk secara rekursif sampai semua antigen tereliminasi. Untuk meningkatkan efisiensi dari proses eliminasi maka mekanisme tersebut sanggup untuk mengidentifikasi antibodi-antibodi yang terlalu dominan. Antibodi-antibodi tersebut mengekang pertumbuhan antibodi yang dominan sehingga terjadi perubahan tipe antibody yang dicoba untuk melawan antigen dalam pencarian eliminasi antigen.

3. METODA PENELITIAN

Metoda penelitian yang digunakan adalah berupa studi literatur dari beberapa sumber:

- Review paper, yang dicari dari IEEE Journal, Google Search.

- Buku-buku yang membahas tentang: IOT, *Smart Manufacturing*, *Machine Learning* dan beberapa teknologi sejenis yang berhubungan dengan teknologi AI

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Deliver Artificial Intelligent Business Value*

Teknologi Artificial Intelligence (AI) akan semakin berkembang pada masa yang akan datang. Hal ini tercermin dari laporan Gartner berjudul *Deliver Artificial Intelligence Business Value* yang berisi pendapat dari berbagai CEO atau direktur perusahaan dari berbagai industri, contohnya industri manufaktur terhadap pemanfaatan teknologi ini.

Pada laporan tersebut, terdapat responden melihat bahwa peranan AI sebagai teknologi memiliki pengaruh yang cukup terbesar bagi operasional perusahaan. Pemanfaatan AI dipercaya akan memberikan dampak yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan teknologi lain, diantaranya adalah teknologi API, teknologi IOT, atau *Blockchain* dan lain sebagainya.

Teknologi AI pun bisa digunakan di berbagai industri, termasuk industri manufaktur otomotif. Salah satu contoh implementasi AI pada industri ini adalah dengan adalah implementasi *visual inspection* untuk komponen camshaft. Camshaft merupakan komponen di dalam mesin mobil yang berfungsi mengatur bukaan valve. Karena fungsinya yang sangat penting, sebuah camshaft harus memiliki kualitas yang sangat tinggi. Kualitas sebuah camshaft ditentukan oleh keberadaan defect yang ukurannya berkisar di kisaran mikrometer.

Selama ini, inspeksi camshaft dilakukan secara manual oleh seorang teknisi dan ini memiliki beberapa keterbatasan. Contohnya, proses pemeriksaan manual membutuhkan waktu sekitar 65 detik. Keterbatasan inilah yang coba diatasi dengan teknologi visual inspection berbasis AI. Konsep dasar solusi ini adalah adanya mesin berkamera yang dapat "melihat" defect di sebuah camshaft. Agar mesin dapat mendeteksi kualitas camshaft, tahapan proses dimulai dengan menciptakan sistem otomasi untuk *visual capture*. Setelah itu, perlu dikembangkan data model AI untuk "mengajarkan" mesin agar bisa membedakan camshaft yang lulus standar dan tidak.

4.2. *Memperkirakan kebutuhan produksi menjadi lebih akurat*

Dengan pemanfaatan teknologi AI dan *machine learning*, sistem dapat melakukan proses kalkulasi dari beberapa model matematika dari kemungkinan produksi dan hasil yang diproduksi, dan lebih akurat untuk dapat melakukan analisis, sementara beradaptasi dengan informasi baru seperti pengenalan produk baru, gangguan pada supply chain, atau perubahan permintaan yang tiba-tiba. AI juga dapat melakukan efisiensi dengan memperbaiki sesuatu yang sederhana, seperti mengurangi inventori fisik.

4.3. *Artificial Intelligent for Predictive Maintenance*

AI dapat diimplementasikan untuk mencari titik keseimbangan antara *reactive maintenance* (yang dapat menimbulkan risiko terjadinya kegagalan) dan *preventive maintenance* (yang dapat menimbulkan biaya tinggi). Dengan adanya *predictive maintenance*, diharapkan akan terjadi *zero down time* dengan biaya paling efisien. Algoritma yang digunakan adalah algoritma *Big Data*, dimana mampu memprediksi kegagalan atau kerusakan peralatan pada masa yang akan datang.

Proses implementasi *predictive maintenance* ini boleh dibilang sangat mirip dengan *visual inspection*. Hanya saja, untuk mendapatkan suatu *database* untuk *data modelling* adalah suatu tantangan tersendiri karena implementasi ini juga membutuhkan teknologi sensor dan IoT untuk meng-*capture* berbagai data yang berhubungan dengan kondisi mesin.

Predictive maintenance menggunakan sensor untuk melacak kondisi peralatan dan menganalisis data secara berkelanjutan, memungkinkan perusahaan untuk memperbaiki peralatan/mesin saat mereka benar-benar membutuhkannya. Mesin bahkan dapat diatur sedemikian rupa sehingga mereka mengevaluasi kondisinya sendiri, 'memesan' suku cadangnya sendiri dan menjadwalkan teknisi lapangan jika diperlukan.

4.4. *Optimasi Proses Manufaktur*

Pada optimasi proses manufaktur, pemanfaatan teknologi AI adalah untuk melakukan proses pemantauan: jumlah yang digunakan, cycle time, temperatur, waktu tunggu, error, dan downtime untuk mengoptimalkan operasi produksi.

Langkah awal dalam penerapan AI adalah mode “asisten operator,” di mana AI akan bekerja pada “background process”, menyampaikan saran-saran kepada operator. Sistem AI akan menggunakan keputusan akhir dari operator untuk dapat mempelajari kinerja pikiran manusia, sehingga AI juga akan dapat digunakan dalam mode “penggantian operator.”



4.5. Pengadaan Material Secara Otomatis

Proses analisa yang dikombinasikan dengan teknologi *machine learning* akan melakukan proses perekaman dan pemindaian material, sampai pada material sampai di lokasi. segala sesuatu, termasuk: tahap awal pemesanan

Salah satu contoh manufaktur yang sudah mengimplementasikan proses ini adalah Honeywell, yang sudah mampu mengimplementasikan dan mengintegrasikan algoritma AI dengan *machine learning* ke dalam pengadaan, sumber strategis dan manajemen biaya.

4.6. Produksi Produk yang dipersonalisasi

Kemajuan dalam AI dan *software intelligence* memungkinkan perusahaan manufaktur untuk membuat produk dan layanan yang bisa dipersonalisasi, hingga produk atau layanan akan sangat relevan bagi konsumen individu. Ini penting, karena produk seperti ini kian banyak dicari oleh pelanggan.

4.7. Mengatur Penjadwalan Produksi Secara Otomatis dan Fleksibel

AI juga sangat cocok digunakan untuk menunjang perbaikan di sisi penjadwalan. Proses produksi Penyesuaian jadwal adalah tipikal, tetapi demi efisiensi, penjadwalan ulang harus dilakukan dengan cepat, dan manusia tidak selalu memiliki data lengkap untuk menyelesaikan masalah dengan cepat.

Masalah kecil berpotensi berubah menjadi masalah logistik yang besar. Mengintegrasikan AI ke dalam penjadwalan dapat memungkinkan untuk memperkirakan waktu desain suatu produk, produksi, bahan baku, waktu penyelesaian untuk satu jenis produk, dan lainnya sampai produk tersebut siap di *launching* ke pasaran



5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Teknologi AI telah dimanfaatkan menjadi tools yang sangat berguna untuk menyelesaikan persoalan optimasi dalam sistem manufaktur otomotif.
2. Beberapa dasar Algoritma teknik-teknik AI yaitu Genetik Algorithms, Simulated Annealing, Tabu Search dan Algoritma Immune diimplementasikan dalam kemajuan AI sampai saat ini.
3. Aplikasi dari teknik-teknik tersebut dalam system manufaktur akan menjadi lebih luas pada *intelligent design, quality management dan intelligent control*. Hal ini disebabkan karena kemampuan komputer yang semakin meningkat.

Saran

1. Kedepannya diharapkan pemanfaatan AI dapat juga diimplementasikan ke berbagai sektor seperti: kedokteran, sistem penunjang keputusan, building management, dan lain sebagainya.
2. Proses implementasi AI pada suatu institusi dapat dilakukan secara bertahap, hal ini sangat dipengaruhi oleh kesiapan sumber daya manusia dan juga perkembangan teknologi khususnya IT.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adil. G. Kumar; Rajamani, Divakar, 1997, "Assignment Allocation and Simulated Annealing Algorithms for Cell Formation", vol 29, no1.
- [2] Cao D. and Chen M, 2003, "Using Penalty Function and Tabu Search to Solve Cell Formation Problems with Fixed Cell Cost", computer & operations Research vol 31.
- [4] Dengiz B. and Alabas C, 2000, "Computer Simulation of PCB
- [3] 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.