

**Model Matematis Pengambilan Keputusan dan Cara
Penyelesaiannya di dalam Dinamika Tren Disruptif Dunia Industri**

**Pidato Pengukuhan Guru Besar dalam Bidang Teknik Industri
pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta**

Prof. Dr.Eng. Ir. The Jin Ai, S.T., M.T., IPM.

29 Januari 2024

Yang terhormat:

Bapa Uskup, Romo Moderator, Romo, Suster

Pembina, Pengawas, dan Pengurus Yayasan Slamet Rijadi Yogyakarta

Rektor dan Wakil Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Akademik Universitas

Dekan dan Wakil Dekan, Ketua dan Sekretaris Senat Akademik Fakultas
Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Para Guru Besar, rekan-rekan sejawat dosen dan segenap civitas
akademika Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Para tamu undangan, keluarga, sahabat, teman, dan hadirin sekalian
yang saya kasihi,

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, Selamat pagi,
Shallom, Salam sejahtera bagi kita semuanya, Om Swastiastu, Namu
Buddhaya, Salam kebajikan.

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha, atas segala rahmat,
penyertaan dan pertolonganNya pada hari ini kita semua dapat hadir di
Student Center Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY) untuk

mengikuti acara Pengukuhan Guru Besar.

Ijinkan pada forum akademik yang terhormat ini saya menyampaikan pidato pengukuhan Guru Besar dalam bidang Teknik Industri khususnya pada *body of knowledge Operations Research and Analysis* atau Riset Operasi dan Analisis dengan Judul:

Model Matematis Pengambilan Keputusan dan Cara Penyelesaiannya di dalam Dinamika Tren Disruptif Dunia Industri

Sesuai dengan judul tersebut terdapat 4 kata kunci yaitu **Model Matematis** dan **Penyelesaian Model Matematis, Pengambilan Keputusan, Disruptif** dan **Industri** oleh karena itu ijinkan saya untuk menjelaskan kepada para hadir sekalian.

Bapak/Ibu yang saya hormati,

Ijinkan saya memulai orasi ini dengan menjelaskan mengenai industri dan disruptsi .

1. Industri dan Disrupsi

Sektor **industri** merupakan salah satu sektor utama yang mendukung perekonomian setiap bangsa. Zizic, dkk (2022) menyatakan bahwa industri adalah kunci penggerak utama dalam pembangunan dan pertumbuhan ekonomi. Data dari Biro Pusat Statistik menunjukkan bahwa dalam kurun waktu satu dekade terakhir, kontribusi industri manufaktur terhadap perekonomian Indonesia dapat ditunjukkan dengan nilai tambah sektor industri manufaktur terhadap produk domestik bruto (PDB) secara nasional yang selalu berkisar antara 20 sampai 22% (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2023).

Negara-negara lain di kawasan Asia juga menunjukkan bahwa sektor industri berkontribusi besar pada PDB. Persentase kontribusi

total sektor industri (tidak termasuk sektor pertanian dan jasa) pada PDB masing-masing negara adalah sebagai berikut: Indonesia sebesar 41.43% pada tahun 2022, Malaysia sebesar 39.1% pada tahun 2022, Vietnam sebesar 38.26% pada tahun 2022, Korea Selatan sebesar 31.73% pada tahun 2022, Cina sebesar 31.7% pada tahun 2023, Jepang sebesar 28.8% pada tahun 2021, India sebesar 25.66% pada tahun 2022, dan Singapura sebesar 24.16% pada tahun 2022 (Statista, 2024). Angka persentase tersebut, jika dikalikan dengan nominal PDB untuk masing-masing negara, akan dapat menunjukkan berapa besar kontribusi secara nominal sektor industri terhadap perekonomian masing-masing negara yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kontribusi Sektor Industri terhadap PDB Tahun 2022

Negara	Kontribusi Sektor Industri tidak termasuk pertanian dan jasa (%)	PDB (milyar USD)	Kontribusi Sektor Industri (tidak termasuk pertanian dan jasa)(milyar USD)
Indonesia	41,43%	1.186	491
Malaysia	39,10%	373	146
Vietnam	38,26%	366	140
Korea Selatan	31,73%	1.811	574
Cina	31,70%	17.730	5620
Jepang	28,80%	4.941	1423
India	25,66%	3.176	815
Singapura	24,16%	397	96

Berdasarkan Tabel 1 dapat tergambar postur dan kondisi industri Indonesia dan secara agregat beserta keunggulan komparatifnya terhadap industri di negara-negara Asia. Tentu saja hasil

agregat dari kontribusi sektor industri secara nasional tersebut merupakan hasil kerja kolektif dari seluruh pelaku industri, baik industri yang berskala menengah – besar maupun industri kecil – mikro, baik industri milik negara maupun industri swasta.

Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa walaupun persentase kontribusi sektor industri Indonesia teratas di bandingkan Malaysia, Vietnam, Korea Selatan, Cina, Jepang, India dan Singapura, namun kontribusi sektor industri (dalam milyar USD) masih di bawah Cina, Jepang, Korea Selatan dan India. Jika kemakmuran suatu bangsa dapat juga diukur dari PDB, maka kontribusi sektor industri harus ditingkatkan dengan dukungan semua pihak termasuk akademisi Teknik Industri. Untuk meningkatkan kontribusi sektor industri, industri di Indonesia harus memiliki keunggulan kompetitif dibandingkan pesaingnya supaya industri tersebut bisa bertahan. Jika industri tersebut dapat terus bertahan dan berkembang maka pada akhirnya industri tersebut dapat berkontribusi pada pertumbuhan industri nasional.

Untuk dapat mencapai keunggulan kompetitif, setiap industri tidak hanya dituntut harus mampu mengelola sebaik-baiknya sumber daya yang dimilikinya namun perusahaan juga dituntut untuk dapat merespon perubahan-perubahan dalam lingkungan industri, misalnya perubahan perilaku dan tuntutan dari konsumen, perubahan teknologi maupun perubahan kinerja pesaingnya. Suatu kejadian yang menyebabkan terjadinya perubahan perilaku konsumen dan menginterupsi kebiasaan yang selama ini sudah dilakukan disebut dengan **disrupsi** (Wood dkk, 2011). Peneliti lain yaitu Anhang (2018) mendefinisikan **disrupsi** sebagai munculnya gangguan, masalah, atau alternatif yang menginterupsi kebiasaan pada kejadian, aktivitas, atau proses. **Disrupsi** atau dinamika dalam lingkungan industri ini harus direpson walaupun dengan konsekuensi bahwa respon tersebut akan

mempengaruhi bagaimana industri tersebut akan beroperasi. Apabila perubahan tersebut tidak direspon dengan tepat maka akan bisa mempengaruhi daya saing industri tersebut.

Bila dilihat dari intensitas dampak **disrupsi** terhadap cara industri beroperasi, disrupsi bisa saja berdampak ringan namun dapat juga berdampak besar hingga mengubah secara fundamental cara industri tersebut beroperasi. Dalam dua dekade terakhir ini saja, terdapat kecenderungan atau tren lebih banyak dan lebih sering munculnya perubahan dalam lingkungan industri yang memiliki dampak besar atau disrupsi terhadap industri, diantaranya 1) perubahan iklim, 2) krisis keuangan global, 3) bencana alam, 4) konflik dan perang, serta 5) inovasi dalam teknologi.

Perubahan iklim dipercaya oleh banyak orang disebabkan karena pertumbuhan sektor industri. Dalam 150 tahun terakhir ini terdapat pertumbuhan secara eksponensial dalam produksi yang dijalankan dengan sumber energi tak terbarukan seperti batubara dan minyak bumi, sehingga meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di dalam atmosfer (Woodward, 2019). Selain menjadi penyebab, sektor industri juga merasakan perubahan iklim memiliki efek disruptif terhadap dirinya. Banyak studi juga sudah menunjukkan bahwa perubahan iklim yang dirasakan sebagai kondisi cuaca ekstrim secara signifikan berpengaruh terhadap (1) produksi yang berasal dari sumber daya alam, misalnya produk pertanian dan perkebunan, dan (2) jalur transportasi dan logistik (Ghadge dkk., 2020).

Pada tahun 2008 terjadi krisis keuangan global yang dampaknya sangat besar dan berlangsung dalam jangka waktu lama (Cassis dan Knaps, 2021; Khan dkk., 2021) dengan dampak disruptif yang dirasakan oleh sektor industri adalah terjadinya fluktuasi harga dan pasokan baik

bahan baku industri maupun energi. Tentunya juga belum lupa dari ingatan kita semua terjadinya Pandemi COVID-19 yang melanda dunia mulai akhir tahun 2019, yang dampak besarnya sangat terasa ke seluruh sektor sampai tahun 2022 dan mungkin sampai saat ini. Dampak yang besar tersebut juga dirasakan oleh berbagai jenis industri di seluruh belahan dunia. Beberapa literatur telah membahas tersebut, di antaranya Carrillo dkk. (2022) membahas mengenai dampak pandemi COVID 19 pada industri otomotif di Mexico. Wu dkk. (2022) membahas mengenai dampak pandemi pada kawasan industri di provinsi Guandong, Cina. Ivan dkk. (2022) membahas mengenai dampak pandemi pada sektor industri di Kolombia. Kanat dan Atilgan (2022) membahas mengenai dampak pandemi pada *supply chain* industri garmen, dan Dominiak dan Rachwat (2022) membahas mengenai perubahan sektor industri dan jasa akibat pandemi di Polandia.

Astanti dan Ai (2020) melakukan penelitian mengenai perubahan pola konsumsi kebutuhan pokok masyarakat Indonesia akibat pandemi atau yang sering disebut dengan *demand disruption* pada sektor ritel pokok. Dari penelitian ini dapat dilihat adanya perubahan pola permintaan konsumen akibat pandemi COVID 19 yang menyebabkan ritel harus mendefinisikan ulang *product assortmentnya* untuk mempertahankan keunggulan kompetitifnya.

Salah satu dampak lain dari pandemi yang sangat berpengaruh terhadap dunia industri adalah kenaikan yang signifikan biaya kontainer pada tahun 2020 yang bisa mencapai 5 kali harga sebelumnya (Saeed dkk., 2023). Setelah efek dari pandemi sudah mereda, biaya kontainer telah stabil kembali. Akan tetapi sayangnya pada awal tahun 2024 ini, nampaknya krisis mengenai kenaikan biaya kontainer tersebut muncul kembali. Naiknya ketegangan di Timur Tengah yang berdampak pada

jalur utama laut perdagangan global di Laut Merah, menyebabkan terjadinya kenaikan kembali biaya pengiriman kontainer yang signifikan dan potensi waktu pengiriman yang lebih lama. Hal ini disebabkan karena jika kapal menghindari Laut Merah karena alasan keselamatan dan keamanan, kapal harus mengelilingi benua Afrika, sehingga secara kasar diperlukan tambahan 10 hari perjalanan dan tambahan biaya bahan bakar senilai 1 juta US dollar (Reuter, 2024).

Menghadapi tren disruptif terhadap dunia industri tersebut, saya sebagai akademisi dalam bidang Teknik Industri di Indonesia, yang menempatkan industri sebagai obyek kajian utama, merasa terpanggil untuk bisa menjawab pertanyaan: apa yang bisa kita kontribusikan kepada industri nasional untuk menghadapi dinamika tren disruptif tersebut? Tentunya saya juga mengajak para kolega akademisi untuk bersama-sama bisa menanggapi pertanyaan tersebut.

Bapak/Ibu yang saya hormati,

Untuk dapat memberikan gambaran mengenai kontribusi yang dapat diberikan sebagai seorang akademis Teknik Industri, ijin pada forum akademik yang terhormat ini saya menjelaskan mengenai keilmuan Teknik Industri dan Body of Knowledge Operations Research & Analysis yang menjadi bidang fokus Tri Dharma saya.

2. Teknik Industri & BoK Operations Research & Analysis

Institute of Industrial & Systems Engineers (IISE) - iise.org sebagai salah organisasi profesional Teknik Industri, mendefinisikan keilmuan Teknik Industri sebagai berikut:

“Industrial and systems engineering is concerned with the design, improvement and installation of integrated systems of people, materials, information, equipment

and energy. It draws upon specialized knowledge and skill in the mathematical, physical, and social sciences together with the principles and methods of engineering analysis and design, to specify, predict, and evaluate the results to be obtained from such systems.” (Institute of Industrial & Systems Engineers, 2024)

Berdasarkan definisi dari IISE tersebut, terdapat 3 aktivitas utama yang menjadi aktivitas utama para praktisi dan akademisi Teknik Industri, yaitu 1) melakukan perancangan (*design*); 2) melakukan perbaikan (*improvement*), dan melakukan instalasi (*installation*) suatu sistem terintegrasi yang memiliki elemen yang berupa manusia (*people*), materi (*material*), informasi (*information*), dan energi (*energy*). Orang awam menyebutnya sistem terintegrasi yang menjadi obyek kajian Teknik Industri sebagai perusahaan.

Dalam definisi Teknik Industri menurut IISE tersebut juga disebutkan bahwa keilmuan Teknik Industri memerlukan dasar-dasar pengetahuan yang spesifik dalam bidang matematika, ilmu pengetahuan alam, ilmu pengetahuan sosial, serta prinsip dan metode analisis & perancangan teknik. IISE telah mengklasifikasikan dan mendefinisikan berbagai pengetahuan yang relevan untuk keilmuan Teknik Industri, ke dalam 14 (empat belas) bidang *Body of Knowledge* (BoK) Teknik Industri (*Institute of Industrial & Systems Engineers, 2024*). Dalam dokumen BoK Teknik Industri tersebut telah didefinisikan secara garis besar apa yang perlu diketahui dan dikuasai oleh setiap praktisi dan akademisi Teknik Industri.

Tridharma Perguruan Tinggi yang saya jalankan selama ini dalam keilmuan Teknik Industri terkait dengan BoK Teknik Industri nomor 2, yaitu *Operations Research & Analysis*. Di dalam dokumen BoK

Teknik Industri disebutkan bahwa:

“Operations Research and the Management Sciences include a variety of problem-solving techniques focused on improved efficiency of systems and support in the decision-making process. The realm of Operations Research involves the construction of mathematical models that aim to describe and/or improve real or theoretical systems and solution methodologies to gain real-time efficiency. The knowledge area of Operations Research is by its nature mathematical and computational. A fundamental basis in this knowledge area includes probability, statistics, calculus, algebra, and computing.”

Bidang *Operations Research & Analysis* berisi berbagai teknik pemecahan masalah (*problem solving*) yang berfokus pada peningkatan efisiensi dari sistem dan mendukung proses pengambilan keputusan. Terdapat dua bagian yang sama penting di dalam bidang ini, yaitu: penyusunan **model matematis** dan pengembangan **cara penyelesaian model**.

Bapak/Ibu yang saya hormati,

Ijinkan saya melanjutkan orasi ini dengan menjelaskan mengenai model matematis dan cara penyelesaiannya.

3. Model Matematis dan Cara Penyelesaian Model

Bapak Ibu sekalian, ijinkan saya mengawali penjelasan ini

dengan memberikan suatu pertanyaan kepada Bapak Ibu sekalian, apa yang disebut dengan model? Mendengar kata model, berbagai interpretasi muncul, yang paling sering muncul adalah model identik dengan seseorang yang memperagakan suatu busana atau biasa disebut dengan peragawan/peragawati. Namun pada orasi ini, model yang akan saya bahas tentu saja bukan itu, namun model yang mengacu pada definisi menurut Dym (2004) bahwa model adalah *“deskripsi atau analogi yang digunakan untuk membantu merepresentasikan atau memvisualisasikan sesuatu, yang biasanya tidak bisa langsung diobservasi.”*

Salah satu jenis model adalah model matematis yang berusaha merepresentasikan suatu kondisi riil melalui formula matematis. Pada forum ini saya juga ingin mengajak kepada para hadirin sekalian agar kita menyadari bahwa Matematika adalah suatu cara komunikasi. Jika Ibu membeli buah jeruk sebanyak 3 kg dengan harga tiap kilogramnya Rp 24.000,- dan membeli buah apel sebanyak 1 kg dengan harga tiap kilogramnya Rp 50.000,-, maka pernyataan tadi bisa kita susun modelnya dengan terlebih dahulu mendefinisikan suatu variabel, misalnya variabel X menyatakan kilogram buah jeruk yang dibeli ibu dan variabel Y adalah kilogram buah apel yang dibeli ibu. Sementara itu, jika didefinisikan C_1 adalah harga buah jeruk per kilogram dan C_2 adalah harga buah apel per kilogram, maka total harga yang harus dibayarkan ibu untuk membeli buah jeruk dan apel adalah $C_1X + C_2Y$. Jika cara komunikasi ini dibangun dan dilatih maka kelak kita akan terbiasa untuk berkomunikasi dengan formulasi matematis. Pada film fiksi Avenger Endgame, Iron Man pun menyatakan rasa cinta kepada putrinya dengan ekspresi Matematika *“I love you tons”*, dan dijawab oleh putrinya dengan *“I love you 3000”*.

Bapak/Ibu yang saya hormati,

Jika Iron Man menggunakan ekspresi Matematika untuk menyatakan rasa cinta kepada putrinya, maka ijinkan saya melanjutkan orasi ini dengan menjelaskan mengenai ekspresi dan model Matematis untuk mendukung pengambilan keputusan.

Pada penyusunan suatu model matematis, khususnya yang **mendukung proses pengambilan keputusan**, terdapat 3 hal yang perlu diperhatikan yaitu 1) **fungsi tujuan**; 2) **variabel keputusan** dan 3) **kendala atau batasan**. Fungsi tujuan adalah ekspresi matematis dari kinerja sistem yang diinginkan oleh pengambil keputusan. Variabel keputusan merepresentasikan nilai atau kuantitas yang ingin ditentukan nilainya oleh pengambil keputusan (*decision maker*) di mana pada saat model disusun nilai dari variabel keputusan belum diketahui dan dengan model matematis yang disusun, ingin diketahui nilai terbaik atau optimum dari variabel tersebut. Sementara itu kondisi-kondisi yang digunakan untuk mendeskripsikan sistem biasanya didefinisikan sebagai persamaan-persamaan matematis yang disebut dengan kendala/batasan.

Pada konteks pemasalahan yang ada di industri, tujuan dari penyusunan model matematis adalah untuk mendeskripsikan sistem terintegrasi, baik sistem real maupun sistem teoritis, dan pada akhirnya, melalui **penyelesaian** model matematis yang dibuat, nilai optimal dari variabel keputusan dapat digunakan untuk mendukung melakukan pengambilan keputusan manajerial. Beberapa peneliti melakukan penelitian untuk memikirkan cara penyelesaian model matematis untuk dapat menghasilkan solusi model yang akurat, baik optimal maupun mendekati optimal, dengan waktu penyelesaian yang secepat mungkin atau tidak lebih lambat dengan keputusan yang

diambil, dan dengan menggunakan sumber daya yang efisien.

Dalam literatur klasik *Operations Research* (Riset Operasi), terdapat banyak **cara penyelesaian model** yang mampu untuk mendapatkan solusi optimal dari model. Solusi optimal adalah nilai variabel keputusan atau pilihan alternatif keputusan yang memberikan nilai fungsi tujuan yang paling baik. Cara penyelesaian tersebut biasa disebut metode eksak, dan salah satu metode eksak yang terkenal adalah metode Simplex yang digunakan untuk menyelesaikan model matematis berbentuk *linear programming* (Dantzig, 1963). Metode eksak yang lain adalah metode Branch and Bound yang digunakan untuk menyelesaikan model matematis berbentuk *integer linear programming* (Fisher, 1981).

Salah satu kelemahan dari metode eksak adalah tidak semua dari metode tersebut mampu mendapatkan solusi optimal dengan waktu penyelesaian yang bisa diterima. Banyak metode membutuhkan waktu penyelesaian yang tidak berbanding lurus dengan ukuran masalah (atau jumlah variabel keputusan), bahkan tidak berbanding secara polinomial dengan ukuran masalah (atau jumlah variabel keputusan). Sebagai ilustrasi mengenai hal ini adalah permasalahan *Vehicle Routing with Simultaneously Pickup and Delivery* (VRPSPD). Permasalahan ini adalah varian khusus dari masalah *Vehicle Routing Problem* (VRP), yaitu permasalahan umum yang dijumpai dalam distribusi barang. Dalam VRP, keputusan yang akan diambil adalah rute kendaraan-kendaraan pengangkut yang masing-masing berangkat dari suatu depo, mendistribusikan barang ke beberapa konsumen, dan akhirnya kembali lagi ke depo. Keputusan rute tersebut diambil dengan kriteria fungsi tujuan untuk meminimumkan total jarak kendaraan pengangkut atau untuk meminimumkan biaya total distribusi.

Dalam masalah VRPSPD, konsumen tidak hanya memerlukan kiriman barang atau *delivery* dari depo, akan tetapi juga memerlukan pengambilan barang dari lokasi konsumen atau *pickup* yang perlu dikembalikan ke depo. Praktik distribusi barang seperti ini biasa dijumpai dalam sistem distribusi yang beroperasi dengan sistem *closed loop supply chain*. Sebagai contoh sehari-hari yang mudah kita jumpai adalah distribusi air minum dalam kemasan ukuran 5 galon, pada saat depo mengirimkan produk yang berupa botol yang berisi air ke konsumen, misalnya suatu toko retail, secara bersamaan botol kosong akan diambil oleh kendaraan pengangkut kembali ke depo.

Model matematis yang dirumuskan oleh Ai dan Kachitvichyanukul (2009b) untuk permasalahan VRPSPD tersebut berbentuk *mixed integer linear programming*, dengan jumlah variabel yang sangat besar. Untuk masalah dengan jumlah konsumen sebanyak n dan jumlah kendaraan pengangkut sebanyak m , jumlah variabel integernya saja sebesar $n \times n \times m$ variabel, belum termasuk variabel bilangannya. Sebagai contoh, masalah yang sangat sederhana dengan jumlah konsumen yang dilayani sebanyak 10 dengan jumlah kendaraan 4, dalam formulasinya akan memerlukan $10 \times 10 \times 4$ atau sebanyak 400 variabel integer. Padahal untuk permasalahan yang masih dinilai sederhana, bisa mencakup 50 konsumen dan 5 kendaraan pengangkut, atau memerlukan 12.500 variabel integer. Sedangkan masalah yang wajar dijumpai bisa mencakup 200 konsumen dengan 20 kendaraan pengangkut, atau memerlukan 800.000 variabel integer. Tentunya dengan jumlah variabel integer yang sangat besar ini, teknik *branch and bound* yang biasa digunakan untuk menyelesaikan masalah *integer programming* tidak bisa menemukan solusi optimal dari model tersebut dalam waktu yang bisa diterima.

Dalam teori kompleksitas masalah, kasus seperti ini disebut dengan masalah *NP hard* dan/atau *NP complete* (Plaisted, 1984; Sriskandarajah dan Ladet, 1986). Sehingga untuk kasus-kasus yang besar, yaitu masalah sejenis dengan jumlah variabel keputusan yang semakin besar, solusi optimal dapat ditemukan akan tetapi dengan waktu penyelesaian yang sangat lama dan tidak realistis, misalnya dengan durasi waktu penyelesaian beberapa hari bahkan beberapa tahun. Oleh karena itu muncul beberapa teknik untuk menyelesaikan model matematis tersebut muncul salah satunya adalah teknik metaheuristik dengan *Particle Swarm Optimization* yang ditemukan oleh Kennedy dan Eberhart (1995). Beberapa contoh teknik metaheuristik lainnya adalah *genetic algorithm* (Holland, 1975), *ant colony optimization* (Dorigo, 1992), dan *variable neighborhood search* (Mladenović dan Hansen, 1997).

Ai dan Kachitvichyanukul (2007); Ai dan Kachitvichyanukul, (2009a); Ai dan Kachitvichyanukul, (2009b); Ai dan Kachitvichyanukul, (2009c); Ai dan Kachitvichyanukul, (2009d); Ai dkk. (2013); Ai dan Mahulae (2014) Astanti dkk. (2018); dan Paramestha dkk. (2019) mencoba mengembangkan PSO untuk menyelesaikan problem VRPSPD dan juga problem lainnya di industri. Dan salah satu artikelnya (Ai dan Kachitvichyanukul, 2009b) mendapat rekognisi sebagai *the most cited article in Computers and Operations Research* pada periode 2008-2014.

Perkembangan baru dalam bidang keilmuan *data mining*, *machine learning*, dan *artificial intelligence* (AI) yang didukung dengan perkembangan teknologi perangkat keras dan perangkat lunak untuk komputasi juga membawa angin baru dalam metode komputasi yang bisa digunakan untuk menyelesaikan model, dengan dua tujuan tadi, yaitu hasil yang semakin baik atau akurat dan waktu komputasi yang

semakin cepat. Beberapa literatur penting yang perlu diacu dalam bidang ini diantaranya adalah Harding dkk. (2006) yang telah melakukan *review* mengenai teknik *data mining* dalam industri manufaktur. da Silva dkk. (2020) melakukan *review* mengenai teknik *data mining* dan *operations research* dalam area *Supply Chain Risk Management*. Bengio dkk. (2021) yang melakukan *review* mengenai teknik *machine learning* untuk masalah optimisasi kombinatorial, dan Mazyavkina dkk. (2021) melakukan *review* mengenai *reinforcement learning*, yang merupakan salah satu teknik dalam *AI*, untuk masalah optimisasi kombinatorial.

Bapak/Ibu yang saya hormati,

Dengan model matematis yang dibuat dan juga beberapa teknik penyelesaian model yang sudah dikembangkan dan bahkan dengan didukung perkembangan teknologi dalam bidang data mining, machine learning, dan artificial intelligence (AI), maka pada kesempatan selanjutnya saya akan mengajak Bapak/Ibu untuk melihat bagaimana model matematis dan cara penyelesaiannya dapat diaplikasikan pada tren disruptif di dunia industri.

4. Ilustrasi Model Matematis dan Cara Penyelesaiannya pada Tren Disruptif di Dunia Industri

Untuk merespon berbagai macam dinamika tren disruptif tersebut, tentunya industri memerlukan pengambilan berbagai macam keputusan agar operasinya tetap efektif dan efisien guna mempertahankan kelangsungan industri tersebut. Model-model baku yang sudah ada di dalam literatur biasanya tidak dapat secara langsung digunakan dalam membantu proses tersebut, karena aspek spesifik

dari masalah yang muncul biasanya belum pernah terjadi sebelumnya, sehingga diperlukan upaya untuk memodifikasi model yang sudah ada atau bahkan membuat model yang sama sekali baru. Pada kesempatan ini saya akan memberikan dua ilustrasi berdasarkan penelitian dan publikasi yang pernah saya lakukan.

Ilustrasi pertama yang saya sampaikan dalam kesempatan ini adalah permasalahan penjadwalan produksi pada industri pengolah produk pertanian antara lain: industri manisan *carica*, industri makanan ringan rumput laut, dan industri tepung beras. Industri pengolah produk pertanian pada umumnya tanpa keadaan disruptif pun sudah mengalami kondisi pasokan bahan baku yang berfluktuasi akibat faktor musim panen (Ai dkk, 2023). Ketersediaan bahan baku yang berfluktuasi tersebut menyebabkan harga bahan baku yang relatif rendah pada masa musim panen dan juga sebaliknya harga bahan baku yang relatif tinggi di luar musim panen. Sementara itu, pola permintaan dari produk pada umumnya juga tidak mengikuti pola musiman ketersediaan bahan baku (Jonrinaldi dkk., 2019; Shin dkk., 2019; Plangsrusakul dkk., 2021; Çelikdin, 2022).

Hal spesifik yang khas dengan bahan baku yang berasal dari produk pertanian adalah bahan tersebut mempunyai masa simpan yang terbatas dan juga terdeteriorasi terhadap waktu. Keputusan yang perlu diambil oleh pengelola industri tersebut adalah menentukan nilai dari dua variabel keputusan yaitu (1) jumlah bahan baku yang dibeli dari pemasok pada tiap periode, dan (2) rencana produksi pada tiap periode.

Pada permasalahan ini model matematis yang disusun berbentuk *linear programming* dengan fungsi tujuan meminimumkan total biaya yang terdiri dari biaya pembelian bahan baku, biaya simpan

bahan baku, dan biaya simpan produk. Karena model berbentuk *linear programming*, *software* penyelesaian *linear programming*, misalnya LINGO, CPLEX, atau SOLVER pada Microsoft Excel mampu menemukan solusi optimal dari model tersebut.

Sedikit catatan tambahan, dengan perubahan iklim maka pola ketersediaan bahan baku bisa saja berubah tidak mengikuti pola normal pada tahun-tahun sebelumnya. Model matematis yang telah dibuat dapat digunakan untuk mengatasi kondisi disruptif tersebut, dengan catatan prediksi terhadap ketersediaan bahan baku bisa disusun dengan lebih baik, misalnya dengan berbagai teknik *predictive analytics* yang tersedia di bidang *data mining* dan AI dan ini menjadi fokus penelitian saya ke depan.

Ilustrasi kedua adalah permasalahan yang dihadapi oleh suatu industri yang melakukan ekspor produknya ke beberapa negara. Akibat adanya kondisi disruptif yang menyebabkan kelangkaan kontainer, maka industri tersebut mengalami kondisi kekurangan pasokan kontainer dan tingginya biaya pengiriman (Ai dan Astanti, 2022). Sebagai respon atas hal tersebut, industri yang yang mendistribusikan produk untuk konsumen di seluruh dunia harus mengoptimalkan pengiriman produknya dengan cara menyelesaikan jadwal pengiriman produk terlebih dahulu sebelum membuat jadwal produksi. Pada artikel yang disusun oleh (Ai dan Astanti, 2022), model matematis dibuat untuk mendapatkan solusi keputusan yang berupa jadwal produksi yang dapat memenuhi jadwal pengiriman, sehingga di tengah keterbatasan jumlah kontainer, perusahaan dapat mengoptimalkan penggunaan kontainer, dan jadwal produksinya. Faktor yang membuat kompleks dari masalah yang dihadapi ini adalah perlu untuk memproduksi sesedikit mungkin jenis produk dalam satu periode dan menyeimbangkan beban produksi dalam keseluruhan periode yang

ditinjau. Model pemrograman matematis untuk mengatasi masalah penjadwalan produksi ini diusulkan dalam bentuk *integer programming* dengan 480 variabel integer, di mana model ini lebih kompleks di bandingkan dengan model *linear programming* pada contoh sebelumnya. Penyelesaian model ini khususnya dengan jumlah variabel keputusan sedikit dapat dilakukan dengan menggunakan *software* optimisasi komersial yang sayangnya tidak langgan oleh industri dan hanya dimiliki oleh akademisi. Sehingga hasil penelitian hanya terhenti pada taraf publikasi ilmiah. Oleh karena itu penelitian lanjutan dilakukan untuk mengembangkan suatu metode dengan menggunakan *platform* yang dapat diimplementasikan di industri.

Oleh karena itu, pada kasus disrupsi akibat kelangkaan kontainer ini Astanti dan Ai (2024) mencoba untuk mengembangkan teknik *heuristik* untuk menyelesaikan model matematis pada suatu industri manufaktur *furniture*, di mana teknik heuristik yang dikembangkan ini terinspirasi dari teknik *clustering*. Teknik *clustering* merupakan salah satu metode *unsupervised learning* di dalam teknik *machine learning*. Dalam permasalahan yang dihadapi, obyek yang akan dikelompokkan adalah kontainer, sementara jenis produk yang dikirimkan dalam kontainer tersebut merupakan sifat dari kontainer yang dijadikan dasar untuk menentukan kesamaannya.

Teknik heuristik yang sudah kami kembangkan ini sudah diterapkan pada industri tersebut dan sejauh ini mampu untuk menyelesaikan masalah penjadwalan pengiriman kontainer dan penjadwalan produksi dengan hasil yang lebih baik daripada algoritma yang saat ini digunakan dan waktu proses yang jauh lebih cepat.

Bapak Ibu yang saya hormati,

Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY) mencanangkan menjadi Laudato Si University, sebagai panggilan untuk menjadi universitas yang peduli terhadap masalah sosial dan lingkungan. Oleh sebab itu ijinakan saya menutup pidato pengukuhan ini dengan menyampaikan beberapa refleksi dan arah perkembangan ke depan, khususnya sebagai akademisi Teknik Industri.

5. Kesimpulan dan Arah Perkembangan Masa Depan

Di masa yang akan datang, saya meyakini bahwa dinamika tren disruptif akan terus dialami oleh industri baik dalam bentuk-bentuk yang sudah pernah dialami oleh industri saat ini maupun dalam bentuk yang sama sekali baru bahkan belum pernah terpikirkan saat ini. Perubahan iklim global, perubahan perilaku konsumen, bencana alam dan bentuk-bentuk disrupsi lainnya pasti mempengaruhi operasi dalam industri dan untuk meresponnya industri memerlukan berbagai macam pengambilan keputusan. Dalam hal ini, model matematis pengambilan keputusan dan penyelesaiannya diperlukan untuk merespon hal tersebut. Bahkan pada masa ini, beberapa kondisi dalam suatu tidak selalu dapat dimodelkan secara matematis.

Hal tersebut tentunya akan terus menerus memberikan tantangan bagi saya dan rekan-rekan baik praktisi maupun akademisi Teknik Industri, terlebih yang berfokus dalam menggeluti *Body of Knowledge Operations Research Analysis*, untuk:

1. terus mampu membuat suatu model matematis yang relevan terhadap permasalahan pengambilan keputusan dalam dunia Industri, dalam kondisi disrupsi apapun yang mungkin pada saat ini belum terpikirkan untuk dihadapi

2. terus mampu menggunakan perkembangan berbagai pengetahuan dan teknologi, terlebih pengetahuan dan teknologi dalam bidang komputasi, untuk dapat menghasilkan solusi dari berbagai model khususnya matematis yang dihadapi, yang lebih akurat, yang lebih mendekati solusi optimal, dengan waktu komputasi yang lebih cepat, dan dengan menggunakan sumber daya yang lebih efisien.

Saya juga menyadari bahwa untuk dapat menjalankan hal tersebut, interaksi yang baik dengan dunia industri terus harus dilakukan oleh setiap akademisi Teknik Industri. Melalui interaksi yang baik, akademisi dapat terus menerus mengikuti dengan pasti masalah yang relevan sedang dihadapi oleh dunia industri termasuk dinamika tren disruptif. Dengan mengetahui permasalahan yang relevan sedang dihadapi dan mengetahui gambaran sistem yang utuh dari permasalahan, tentunya para akademisi mampu untuk memberikan solusi yang baik terhadap masalah yang dihadapi dunia industri.

Dan tidak hanya berhenti sampai di situ saja, seluruh pengalaman, pengetahuan, dan ketrampilan yang sudah diperoleh dalam menghadapi dinamika tren disruptif di dunia industri dapat diteruskan kepada mahasiswa melalui proses pendidikan dan pengajaran yang baik di kelas. Harapannya adalah pada saatnya nanti mahasiswa telah terjun menjadi praktisi di dunia industri, mereka telah memiliki kemampuan untuk menghadapi berbagai permasalahan disruptif yang muncul di masa yang akan datang.

Ijinkan saya menutup pidato pengukuhan ini dengan mengutip pernyataan Filsuf Cina Confucius:

人生唯一不變的就是變化

"The only constant in life is change."

Bahwa sesuatu yang tidak pernah berubah adalah perubahan itu sendiri. Oleh sebab itu, bersiap menghadapi perubahan dan merespon terhadap perubahan merupakan hal yang penting untuk dilakukan supaya kita tidak tergerus oleh perkembangan jaman.

Demikian akhir dari pidato pengukuhan ini, semoga apa yang saya sampaikan dapat memberikan manfaat dan sumbangsih bagi perkembangan Teknik Industri di Indonesia dan juga Bapak/Ibu/Sdr/i yang hadir pada kesempatan ini.

Bapak Ibu yang saya hormati,

Apa yang telah saya capai sebagai guru besar dalam bidang Teknik Industri di Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY), tidak terlepas dari peran berbagai pihak. Oleh karena itu pada forum yang terhormat ini saya dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi serta Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi yang telah memberikan amanah sebagai Guru Besar dalam bidang Teknik Industri. Terima kasih pula kepada Senat Akademik Universitas, Senat Akademik Fakultas, Rektor dan Wakil Rektor, serta Pengurus Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah menyetujui usulan kenaikan jabatan akademik saya.

Kepada Organ Lengkap Yayasan Slamet Rijadi Yogyakarta, Mgr. Dr. Robertus Rubiyatmoko, Prof. Dr. Ir. Y. Andi Trisyono, M.Sc, Prof. Dr. Bambang Riyanto L.S. selaku Pembina, Prof. Dr. Ir. Y. Marsono, M.S. MBA., Ak., CA selaku pengawas, Prof. Dr. Ing. Ir. Andreas Triwiyono, Prof. Dr. C. Asri Budiningsih, BM. Purwanto, MBA., Ph.D., Dr. Ir. J. Pramana Gentur Sutopo, M.Sc., Dr. Heribertus Jaka Triyana, S.H., L.L.M., M.A., Dr. F.A. Joko Siswanto, M.M., Akt., QIA., CA., terima kasih atas dukungannya selama ini.

Kepada perintis Teknik Industri UAJY Ir. V. Darsono, M.S, Ir. R. Soehardjo (Alm), Ir. AM. Madyana, MS (Alm), Ir. Soegiarto (Alm) terima kasih saya ucapkan dan atas kesempatan yang diberikan kepada saya

untuk mengabdikan sebagai dosen Teknik Industri di UAJY, dan juga atas nasihat dan arahan untuk menjadi dosen yang baik.

Kepada Dewan Penyantun Bapak Y.W. Junardy dan Bapak Muliawan Margadana, terima kasih atas diskusinya khususnya terkait dengan *Sustainable Development Goal* pada pendidikan tinggi.

Rasa hormat dan terima kasih saya sampaikan kepada guru-guru saya di TK Budya Wacana, SD Budya Wacana, SD Pangudi Luhur, SMP Negeri 5 Yogyakarta, dan SMA Negeri 1 Teladan Yogyakarta.

Terima kasih kepada Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng. D.Eng. sebagai dosen pembimbing akademik dan Prof. Ir. Rochmadi, S.U., Ph.D. sebagai dosen pembimbing tugas akhir, serta seluruh dosen di Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada (UGM).

Ucapan terima kasih saya haturkan kepada dosen-dosen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung (ITB), yang dari beliau-beliau saya tidak hanya mengenal keilmuan Teknik Industri, namun juga saya dapat belajar bagaimana menjadi seorang akademi yang baik. Terima kasih sudah menginspirasi saya. Dan merupakan kehormatan bagi saya pada forum yang terhormat ini, Prof. Dr. Ir. Abdul Hakim Halim, Prof. Dr. Ir. Bermawi Priyatna Iskandar, Prof. Dr. Ir. Dradjad Irianto dapat hadir langsung pada pengukuhan ini. Tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Kadarsah Suryadi, DEA yang telah membimbing tesis saya dan juga memberikan rekomendasi studi lanjut S3 untuk saya.

Kepada Bapak Alm. T.M.A. Ari Samadhi, MSIE, Ph.D, ketua BKSTI Periode 2014-2017, dan juga dosen saya di ITB, terima kasih saya ucapkan atas segala saran dan perhatian beliau. Kepada Bapak Alm. Prof. Dr. Ir. Alibasyah Siregar, Ketua BKSTI Periode 1996-1999 yang juga dosen saya di ITB, terima kasih sudah mengajar saya. Saya masih ingat di tahun 2005, pada waktu beliau menjadi salah satu pembicara seminar yang kami selenggarakan, saya dan istri saya menjemput beliau di Stasiun Tugu pukul 02.00 dini hari dengan mobil saya yang mini, dan tentu saja tidak ergonomis dengan postur tubuh beliau, namun beliau merasa *enjoy* saja. Saya mengingat banyak sekali nasihat yang beliau sampaikan.

Terima kasih yang besar saya sampaikan kepada Prof. Dr. Voratas Kachitviyanukul dari Asian Institute of Technology (AIT) selaku

dosen pembimbing disertasi saya yang tidak hanya membimbing saya secara akademik namun juga memberikan wawasan mengenai jejaring akademik. Juga kepada Prof. Huynh Trung Luong, D.Eng. atas ilmu pemodelan stokastik yang mendalam dan kesempatan untuk melakukan kolaborasi, dan juga nasihat untuk menjadi seorang akademisi yang tidak pragmatis.

Terima kasih kepada dosen-dosen di Sekolah Interdisiplin dan Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya dimana saya dapat menempuh Program Pendidikan Profesi Insinyur.

Prof. Dah Chuan Gong, Ph.D. dari University Wisconsin-Milwaukee, USA terima kasih atas kolaborasi dalam bidang pendidikan dan penelitian serta telah menganggap saya sebagai keluarga.

Terima kasih juga saya haturkan kepada Prof. Hui Ming Wee dari Chung Yuan Christian University, Taiwan, Prof. Chin Yin Huang dari Tunghai University, Taiwan, dan Prof. Katsuhiko Takahashi dari Hiroshima University, Jepang yang telah berkolaborasi dalam bidang pendidikan dan penelitian. Terkhusus untuk Prof. Chin Yin Huang, terima kasih atas kesempatannya sehingga saya dapat diterima sebagai Visiting Professor, Ministry of Education Taiwan, Department of Industrial Engineering and Enterprises Information System, Tunghai University untuk bidang *Advanced Production System* pada Periode 1 Februari 2024 – 31 Januari 2025.

Terima kasih kepada Pisut Pongchairerks, D.Eng. (Thai Nichi Institute, Thailand), Chompoonoot Kasemset, D.Eng. (Chiang Mai University, Thailand) dan Nguyen Su, Ph.D. (RMIT, Australia) selaku mahasiswa Prof. Voratas atas persahabatan, interaksi, dan diskusi dalam pengembangan metode *particle swarm optimization*.

Kepada Prof. Ir. Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D. dan Prof. Ir. Budi, Santosa, MS, Ph.D., terima kasih yang telah dengan sabar menjadi reviewer karya ilmiah saya sejak tahun 2018 untuk proses pengusulan jabatan Guru Besar ini, karena membutuhkan waktu 3 tahun lebih bagi saya dari proses pengajuan sampai usulan PAK saya disetujui, sehingga saya berulang kali merepotkan beliau berdua untuk melakukan *review*

atas karya ilmiah saya. Dan juga untuk Prof. Ir. Budi, Santosa, MS, Ph.D. terima kasih sudah diberi kesempatan untuk menulis buku bersama.

Salam hormat dan terima kasih kepada para Guru Besar Teknik Industri di Indonesia yang selama ini memberi dukungan tidak hanya kepada saya secara individu, tetapi kepada seluruh Program Studi Teknik Industri di Indonesia dalam perannya masing-masing, sebagai Asesor, Padan pertimbangan BKSTI, dan Pengurus BKSTI, dan juga organisasi keilmuan Teknik Industri, yang berkenan hadir di sini: Prof. Ir. Suparno, M.SIE., Ph.D., Prof. Dr. Ir. Abdul Hakim Halim (Ketua BKSTI Periode 2005-2008), Prof. Ir. Bermawi Priyatna Iskandar, M.Sc., Ph.D., Prof. Moses Laksono Singgih, MSc, PhD., Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono M.EngSc, Prof. Dr. Ir. Dradjad Irianto, M.Eng, Prof. Ir. Budi Santosa, Ph.D., Prof. Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng, Prof Dr. Wahyudi Sutopo, S.T., M.Si. (Ketua BKSTI Periode 2017-2020), Prof. Ir. Bertha Maya Sopha, ST., M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng (Ketua BKSTI Periode 2020-2023), Prof Dr. Cucuk Nur Rosyidi, S.T., M.T., Prof. Dr. Ir. Elisa Kusriani, MT CPIM, CSCP, SCOR_P, Prof. Ir. Dwi Agustina Kurniawati, S.T., M.Eng., Ph.D, IPM, ASEAN Eng, dan Prof. Budi Hartono, ST., MPM., Ph.D.

Terima kasih kami haturkan kepada Ketua BKSTI periode 2023-2026, Bapak Nurhadi Siwanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D. dan juga Ketua BKSTI DIY periode 2023-2026, Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. yang telah mendukung dan hadir pada kesempatan ini.

Terima kasih saya ucapkan kepada teman-teman SMA Negeri 1 Yogyakarta, atas pertemanan selama SMA. Dan juga yang hadir pada hari ini: Prof. Ir. Sarjiya, S.T., M.T., Ph.D., IPU, Prof. Irwan Taufiq Ritonga, S.E., M.Bus, Ph.D., CA., dan Prof. dr. Mora Claramita, MHPE, PhD, Sp.KKLP dari Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Antonius Suhardi, SE, MEcDev, dan Yohanes Budi Harsanto, SE. Tak lupa juga untuk Dr. apt. Ipang Djunarko dari Universitas Sanata Dharma dan H. Andre Purwanugraha, SE., MBA dari UAJY yang telah menjadi teman sejak masih di bangku SD, terima kasih atas persahabatan dan dukungannya.

Kepada teman-teman Teknik Kimia 93 UGM, terima kasih atas kebersamaan selama kuliah dan yang hadir pagi hari ini Prof. Sang Kompiang Wirawan, S.T., M.T., Ph.D, Dr. Joko Wintoko, ST, MSc., dan juga

Agustinus Yudho Wirajati, S.T, terima kasih atas dukungan dan persahabatannya.

Rekan-rekan dari S2 Teknik dan Manajemen Industri, Institut Teknologi Bandung terima kasih atas kebersamaan selama kuliah S2, dan terkhusus yang hadir pada hari ini Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T, Dr. Rahmi Maulidya, S.T., M.T., Dr. Agus Ristono, S.T., M.T., Tri Wibowo, S.T., M.T., dan Dr. Hari Prasetyo terima kasih yang tulus saya ucapkan.

Kepada teman-teman yang sempat bersama-sama merasakan kampus AIT di Thailand terutama yang hadir pada saat ini: Berlian Kushari, S.T., M.Eng, Risdiyono, ST., M.Eng., Dr.Eng., Cilcia Kusumastuti, ST., M.Eng., Dian Artanto. ST., M.Eng, Petrus Sutyasadi, ST., M.Eng., Dr.Eng., Pipie Arbiyanti, S.T., M.Eng, Widyasari Her Nugrahandika, S.T., M.Sc., terima kasih atas persahabatan dan kegembiraan selama di AIT.

Kolega dari Asosiasi Perguruan Tinggi Katolik (APTIK) yang hadir: Prof Dr Ir Y Budi Widianarko MSc dan Prof. Dr. Ridwan Sanjaya, S.E., S.Kom., MS.IEC dari Universitas Katolik Soegijapranata, Prof. Ir. Sudi Mungkasi Ph.D. dari Universitas Sanata Dharma, Romo Dr. Ir. Paulus Wiryono Priyotamtama, SJ, Drs. Johannes Eka Priyatma, M.Sc., Ph.D., Drs. Tarsisius Sarkim, M.Ed., Ph.D., Dr. Titik Kristiyani, M.Psi., Psi., terima kasih atas interaksi selama ini untuk bersama-sama memajukan pendidikan tinggi di Indonesia.

Tak lupa juga kepada rekan-rekan *United Board Fellow Program Batch 2023*, terkhusus Prof. Hindriyanto Dwi Purnomo, S.T., M.IT., Ph.D dari Universitas Kristen Satya Wacana yang hadir, terima kasih saya ucapkan.

Kepada kolega saya Prof. Dr. Santi Budiman, M.M terima kasih atas sharingnya.

Kepada *Industry Advisory Board (IAB)* Departemen Teknik Industri UAJY: Bapak Cindyanto K. Tjong, S.T., MBA. (Presiden Direktur PT. Sewu Segar Nusantara), Bapak R. Agung Prasetyo, S.E., MBA. (Direktur CV Karya Wahana Sentosa), Bapak Filemon Yoga Adhisatya, S.T., M.Sc (PT Indofood Sukses Makmur), Bapak Aang Chris Harjanto, S.T., MT (Warehouse Manager PT. Total Prime Engineering) dan Bapak Freddy Santoso (OISHII BENTO) yang juga mendukung kegiatan tri dharma saya, terima kasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan.

Terima kasih saya ucapkan kepada para mitra yang mendukung kegiatan tri dharma saya:

Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Bapak Nugroho Adi Sasongko, ST, M.Sc, Ph.D, IPU dan Ibu Dr. Tri Martini, S.P., M.Si., Ph.D; Bapak Matias Sutanta, S.E (General Manager PT. KUDOS), Ibu Anita Salim, S.Psi (Senior HR Manager PT Djarum), Bapak Winsen Setiawan (Presiden Direktur PT. D&W Internasional), Bapak Fajar Stevano, S.T (Managing Director PT Visi Arlion Internasional), Ibu Ratna Amir, B.Bis (Managing Director PT Urban Plastic Indonesia), Bapak Leonardus Arda Dewanjaya, S.TP, M.T dan Bapak Sutrilastyo S.T., M.T dari PT. Indmira Global Energi.

Kepada Bapak Mayjen TNI (Purn) Tono Suratman (Pangdam VI/Mulawarman (2008-2010) dan Kepala Sekolah SMA Taruna Nusantara dan Mayor Jenderal TNI (Purn) Nanang Djuanda Priadi, S.I.P., (Wakil Komandan Kodiklat TNI AD – 2007 dan Wakil Kepala Sekolah SMA Taruna Nusantara, terima kasih atas diskusinya terkait dengan pendidikan dan juga kesempatan untuk berkolaborasi, semoga kolaborasi ini bisa mempunyai kontribusi dalam pengembangan Sumber Daya Manusia di Indonesia. Salam Nusantara!

Kepada Kolega di BKSTI Korwil DIY terutama yang terlibat dalam panitia Kongres X BKSTI 2023 : Bapak Andrean Emma Putra S.T., M.T (IST Akprind), Bapak Yohanes Anton Nugroho, S.T., M.T (Universitas Teknologi Yogyakarta), Bapak Masrul Indrayana, S.T., M.T (Universitas Widya Mataram), Bapak Hapsoro Jatmiko S.T., M.Sc (Universitas Ahmad Dahlan), Bapak Farid Nugroho, S.T., M.T. (Universitas Mahakarya Asia Yogyakarta), Bapak Dr. Ir. Yandra Rahadian Perdana, ST., MT. (UIN Sunan Kalijaga), Ibu Hasti Hasanati Marfuah, S.T., M.Sc (Universitas PGRI Yogyakarta), Ibu Yaning Tri Hapsari, S.T., M.Sc (Universitas PGRI Yogyakarta), Ibu Dyah Ari Susanti, S.T., M.Sc. (Universitas Sarjana Wiyata Tamansiswa Yogyakarta), Ibu Emmy Nurhayati, S.T., M.Eng (Universitas Sarjana Wiyata Tamansiswa Yogyakarta), Ibu Enda Apriani, S.T., M.Eng. (UP 45 Yogyakarta), Ibu Marni Astuti, S.T., M.T. (Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto), Ibu Riani Nurdin, S.T. M.Sc. (Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto), Ibu Uyuunul Maudzoh, S.T., M.T. (Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto), Ibu Amallia Puspitasari, SP.,

M.Sc. (Institut Teknologi Yogyakarta): terima kasih atas keguyubannya, dan semoga kebersamaan ini bisa terus berlangsung.

Kepada kolega yang hadir pada kesempatan ini, Ibu Nur Aini Masruroh, ST., M.Sc., Ph.D, Bapak Dr.Eng. Titis Wijayanto, ST., M.Des, Ir. Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng ., Dr. Indra Perdana, ST., MT (UGM), Bapak Ibnu Abdul Rosyid, S.T., M.Sc. dan Ibu Maria Gratiana Dian, S.T., M.Sc (Universitas Jenderal Ahmad Yani Yogyakarta), Ibu Agrienta Bellanov, S.T., M.T. (Universitas Katolik Darma Cendika Surabaya), Erlinda Gilberta Wibowo, S.T., M.T. (Universitas Katolik Santo Antonius Hipo), Dr. Setya Murdapa, S.T., M.Eng dan Ir. Ignatius Jaka Mulyana, S.TP., M.T., IPM., CIOMP., ASEAN Eng (Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya), Dr. Winta T. Satwikasanti (Universitas Kristen Duta Wacana), Victor Suhandi, S.T., M.T., Ph.D. (Universitas Kristen Maranatha), Dr. Andreas Handojo, S.T., M.MT, Dr. Yusita Kusumarini, Gede Agus Widayana, S.T., M.T., Ph.D, Tanti Octavia, S.T., M.Eng. (Universitas Kristen Petra), Bella Cintya Reira, S.T., M.T. dan Rangga Primadasa, S.T., M.T. (Universitas Muria Kudus), Mohammad Adam Jerusalem, S.T., S.H., M.T., Ph.D. (Universitas Negeri Yogyakarta), Dr. Diyah RL dan Dr. Sadi, S.T., M.T (UPN Veteran Yogyakarta), Kolega dalam persiapan Fakultas Kedokteran UAJY: Bapak Aemillianus Yollan Permana, M.M., Ak., Dr dr. FX. Wikan Indrarto, SpA, dr. Maria Silvia Merry, M.Sc, Sp.MK, Ir. Valentina Dwi Yuli Siswianti, M. Kes, dr. Y. Agus Wijanarka, M. Kes., Bapak Eko Sulistyono dari Spektra, dan Ibu Retno Sugiarti dari Wiley, terima kasih atas kehadiran dan dukungannya.

Kepada rekan-rekan paduan suara Gregorius Caecilia (GC) Mas Antonius Widyarto, Mas Yohanes Siyamto, Mas Agustinus Agung Prasetyo dan Pemuda Paroki Kumetiran, Yohanes Totok Kurnianto, FX Victor Aria Wijaya, Paulus Anggara Purnama Sidhi, terima kasih atas kekeluargaan dan kehadirannya. Saya merasa bersyukur telah menjadi bagian dari keluarga besar GC dan Pempar.

Kepada Pengurus Fakultas Teknologi Industri Periode 2019 – 2023 di bawah pimpinan Bapak Dekan Dr. Ir. A.Teguh Siswanto, MSc dan Periode 2023 – 2027 di bawah pimpinan Bapak Dekan Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP, S.T., M.T., IPU, ASEAN Eng, Ketua Departemen Teknik Industri Periode 2020-2023 Prof. Dr. Eng. Ir. Ririn Diar Astanti, S.T.,

M.MT., IPM, ASEAN Eng dan juga Ketua Departemen Teknik Industri Peiode 2023 – 2027, Dr. Ir. Ign. Luddy Indra Purnama, S.T., M.Sc saya mengucapkan terima kasih atas dukunganya.

Kepada rekan-rekan dosen di Departemen Teknik Industri Ir. Hadisantono, ST., MT., Ph.D., Prof. Dr. Ir. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T., Dr. Yashinta S. Setio Wigati, S.T., M.T., Dr. Ir. Yosephine Suharyanti, S.T., M.T., Dr. Ir. Chandra Dewi Kurnianingtyas, S.T., M.T., Dr. Ir. F. Baju Bawono, S.T., M.T., Josef Hernawan Nudu, S.T., M.T, DM. Ratna Tungga Dewa, S.Si., M.T, Ir. A. Tonny Yuniarto, S.T., M.T, dan Luciana Triani Dewi, S.T., M.T., L. Bening Parwita Sukci, M.Hum , B. Laksito Purnomo, S.T., M.Sc , Dr. Ir. Deny Ratna Yuniartha, S.T., M.T, , Ir. Yosef Daryanto, S.T., M.Sc., Ph.D dan Brillianta Budi Nugraha, S.T., MT. terima kasih atas kebersamaan, interaksi, kerjasama, dukungan dan dorongan kepada saya selama ini

Terima kasih juga saya sampaikan kepada para Pranata Laboratorium Pendidikan di Departemen Teknik Industri (Engelbert Harsandi Erik Suryadarma, S.T, M.T., Markus Alfian Novianto, S.T., Adrianus Pandu Setiyanto, S.T., Robertus Kurnianto, S. Pd) dan staf administrasi laboratorium K. Budi Purwanto dan Al. Sri Yulianti yang mendukung saya berkegiatan di laboratorium. Terlebih kepada mas Erik yang selama ini sudah melakukan penelitian bersama saya, terima kasih.

Kepada dosen-dosen muda di Departemen Teknik Industri, Ir. Twin Yoshua Raharjo Destyanto, ST., M.Sc., Ph.D., Ir. Adhi Anindyajati, S.T., M.Biotech., Ph.D., Ir. Lenny Halim, S.T., M.Eng, F. Edwin Wiranata, S.Si., M.Sc., Ir. Indah Sepwina Putri, S.T., M.Sc., Ika Murti Kristiyani, S.Pd., M.Pd., Ratna Mustika Dewi, S.Si., M.Sc., Fransiska Hernina Puspitasari, S.T., M.Sc, Mikha Meilinda C., S.Si., M.Sc., Kristanto Agung Nugroho, S.T., M.Sc., Timothy Rey Laheba, S.T., M.Eng., Dominico Laksma Paramestha, S.T., M.T., terima kasih sudah memberi warna baru dan terima kasih atas semangatnya yang juga menginspirasi saya. Semoga pencapaian saya ini bisa menginspirasi dan *ambience* acara hari ini dapat membangkitkan energi yang positif untuk kalian berkontribusi lebih banyak lagi untuk kemajuan pendidikan tinggi Teknik Industri di indonesia.

Untuk Ibu Fransiska Hernina Puspitasari, S.T., M.Sc. yang membantu saya dalam pengelolaan *International Journal of Industrial Engineering & Engineering Management* (IJIEEM), terima kasih atas kerja kerasnya, semoga jurnal ini dapat semakin berkembang di masa datang.

Kepada seluruh mahasiswa Teknik Industri, baik program S1 maupun S2 teruslah tekun dalam belajar dan berjuang untuk kemajuan industri di Indonesia, kesuksesan kalian adalah kebahagiaan saya. Terima kasih juga untuk yang hadir pada hari ini: Valentine Andreas Manurung, Randi Eka Sanjaya, Zakka Hammad Gifari, Sylvia Candra Kurniawan, dan Gregorios Ferrari Pramudika.

Kepada seluruh civitas akademika UAJY yang karena keterbatasan waktu tidak dapat kami sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bantuan, dan dukungan kepada saya selama ini.

Pada kesempatan ini saya juga tak lupa mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua saya Alm. Papa The Kwie Bing seorang guru Fisika dan Alm. Mama Ong Lin Nio yang juga pernah menjadi guru SD yang telah mengajarkan kepada saya untuk disiplin, tekun dan selalu bersyukur. Untuk Ibu Ong Liat Tie Nio, keluarga Siem Giok Sun, dan keluarga Bapak Pendeta Emeritus Yosef P Widyatmaja, terima kasih telah menjadi bagian dalam perjalanan hidup saya.

Untuk Ayah dan Ibu mertua saya Alm. Bapak Slamet Prawiro, seorang yang visioner, yang selalu mengajarkan kejujuran, dan berpikir di luar jaman dan untuk Ibu Yuni Astuti yang selalu mengingatkan saya untuk selalu bekerja sebaik-baiknya tanpa pamrih, terima kasih telah mendukung saya selama ini.

Kepada kakak dan adik ipar saya dr. Irwan Ronal Simamora, Sp.PK, M.Kes, Yuyun Sulistyanti, S.Pt, Aang Chris Harjanto, S.T., MT., Afni Lengkong, Teguh Jayanto, S.E., Reidina Ratna, S.Farm (Apt) dan Erlia Tanjung, SE, terima kasih atas persaudaraan yang terjalin dan mari kita pertahankan tradisi bermain kartu.

Terkhusus untuk Bapak Andriyatno dan Ibu Any Pargiyanti yang selama ini sangat mendukung saya dan keluarga, ikut mengasuh, dan menjaga putri kami dari bayi sampai sekarang ini, terima kasih yang

tidak terkira saya sampaikan. Tanpa beliau berdua saya tidak dapat menjalankan Tri Dharma saya dengan lancar.

Terima kasih kepada istri saya, Ririn Diar Astanti, yang khayalannya membuat saya selalu dalam kondisi disruptif, namun membuat saya merenung jika khayalan itu terjadi. Dari istri saya, saya juga belajar bahwa jika fungsi tujuan yang ingin dicapai adalah menolong dan memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi orang lain, maka kita berada pada kondisi *unconstrained optimization*. Memberi dan menolong tanpa batas. Kepada kedua putri saya The Anglita Marsha Damarantie (13 tahun) dan The Nintya Senandung Tiara (10 tahun), terima kasih atas semua tingkah kalian yang sangat menginspirasi dan membuat intensitas disruptif dalam keluarga meningkat. Mungkin saat ini kalian belum mengerti makna pengukuhan Guru Besar ini, namun semoga momen hari ini dapat terekam dalam ingatan kalian, dan kelak pada saatnya kalian mengerti. Teriring doa semoga kalian bisa menjadi anak yang sehat, berbakti dan berguna bagi orang lain.

Kepada Bapak/Ibu yang hadir pada kesempatan ini maupun yang mengikuti acara via *streaming* Youtube, yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, dengan tulus saya ingin menyampaikan rasa terima kasih saya yang sebesar-besarnya. Saya mohon maaf jika pada pidato pengukuhan itu terselip kesalahan dan kekurangan. Semoga Tuhan Yang Maha senantiasa melimpahkan rahmat dan berkatNya bagi Bapak/Ibu serta Sdr/i sekalian. Amin.

Daftar Pustaka

- Ai, T.J., Astanti, R.D. (2022). Coordinating Production and Delivery Schedule of Multi-Product and Multi-Customer through Mathematical Programming. *Applied System Innovation*, 5 (4), art. no. 59.
- Ai, T.J., Kachitvichyanukul, V. (2007). A particle swarm optimization for the capacitated vehicle routing problem. *International Journal of Logistics and SCM Systems*, 2(1), pp. 50–55
- Ai, T.J., Kachitvichyanukul, V. (2009a). A particle swarm optimisation for vehicle routing problem with time windows. *International Journal of Operational Research*, 6 (4), pp. 519-537.

- Ai, T.J., Kachitvichyanukul, V. (2009b). A particle swarm optimization for the vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery. *Computers and Operations Research*, 36 (5), pp. 1693-1702.
- Ai, T.J., Kachitvichyanukul, V. (2009c). Particle swarm optimization and two solution representations for solving the capacitated vehicle routing problem. *Computers and Industrial Engineering*, 56 (1), pp. 380-387.
- Ai, T.J., Kachitvichyanukul, V. (2009d). A particle swarm optimization for the heterogeneous fleet vehicle routing problem. *International Journal of Logistics and SCM Systems*, 3(1), pp. 32–39
- Ai, T.J., Mahulae, E.M. (2014). Applying Particle Swarm Optimization for Solving Team Orienteering Problem with Time Windows. *Jurnal Teknik Industri*, 16(1), pp. 9-16
- Ai, T.J., Pribadi, J.S., Ariyono, V. (2013). Solving the Team Orienteering Problem with Particle Swarm Optimization. *Industrial Engineering & Management Systems*, 12(3), pp. 198–206
- Ai, T.J., Simamarta, K.M., Siahaan, R.D.F., Pangestu, E. (2023). Perencanaan Produksi Produk UMKM Agrobisnis dengan Bahan Baku Produk Pertanian Musiman. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri*, pp. 555-563
- Anhang, J. (2018). Re-Thinking Meat: How Climate Change Is Disrupting the Food Industry. In D. Bogueva, D. Marinova, & T. Raphaely (Eds.), *Handbook of Research on Social Marketing and Its Influence on Animal Origin Food Product Consumption*, pp. 311-326
- Astanti, R.D., Ai, T.J. (2020). Dampak Pandemi Covid-19 terhadap Product Assortment pada Sektor Ritel Pokok (Essential Retail) dan Bagaimana Ritel Harus Menyikapinya. *Pandemi COVID-19: Sumbangan Pemikiran tentang Virus hingga Kebijakan Strategis*, Penerbit Cahaya Atma Pustaka, pp. 135-176
- Astanti, R.D., Ai, T.J. (2024). Clustering Based Heuristics for Aligning Master Production Schedule and Delivery Schedule. *Management Systems in Production Engineering*, accepted for publication
- Astanti, R.D., Ai, T.J., Luong, H.T., Wee, H.M. (2018). Two techniques for solving nonlinear decreasing demand inventory system with shortage backorders. *International Journal of Operational Research*, 31 (2), pp. 198-223
- Badan Pusat Statistik Indonesia (2023). Proporsi Nilai Tambah Sektor Industri Manufaktur Terhadap PDB. <https://www.bps.go.id/id/statistics->

<table/2/MTIxNCMy/proporsi-nilai-tambah-sektor-industri-manufaktur-terhadap-pdb.html>, diakses tanggal 1 Januari 2024

- Bengio Y., Lodi A., Prouvost A. (2021). Machine learning for combinatorial optimization: A methodological tour d'horizon. *European Journal of Operational Research*, 290 (2), pp. 405 - 421
- Carrillo J., Vallejo B., Gomis R. (2022). COVID-19 and industrial resilience in the Global South. A case study on the auto parts sector in Mexico. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 22 (1), pp. 82 – 105
- Cassis Y., Knaps A. (2021). The Memory of Financial Crises: The Great Depression and the Global Financial Crisis of 2008, *Remembering and Learning from Financial Crises*, pp. 18 – 38
- Çelikdin, A. E. (2022). Optimizing seasonal grain intakes with non-linear programming: An application in the feed industry. *International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)*, 12(2), pp. 79-89.
- da Silva J.B.N., Senna P., Chousa A., Coelho O. (2020). Data mining and operations research techniques in Supply Chain Risk Management: A bibliometric study. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, 17 (3), art. no. E2020966
- Dantzig, G. (1963). *Linear Programming and Extensions*. Princeton University Press.
- Dominiak J., Rachwał T. (2022). Changes in Industry and Services Sectors in Poland during the COVID-19 Pandemic. *Quaestiones Geographicae*, 41 (4), pp. 41 – 56
- Dorigo, M. (1992). *Optimization, learning and natural algorithms*. Ph.D. Thesis, Politecnico di Milano.
- Dym, C. (2004). *Principles of Mathematical Modeling*, 2 ed., Elsevier
- Fisher, M. L. (1981). Lagrangian Relaxation Method for Solving Integer Programming Problems. *Management Science*, 27 (1), pp. 1 - 18
- Ghadge A., Wurtmann H., Seuring S. (2020). Managing climate change risks in global supply chains: a review and research agenda. *International Journal of Production Research*, 58 (1), pp. 44 – 64
- Harding J.A., Shahbaz M., Srinivas, Kusiak A. (2006). Data mining in manufacturing: A review. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 128 (4), pp. 969 – 976
- Holland, J.H. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems*. University of Michigan Press, Ann Arbor

- Institute of Industrial & Systems Engineers (2024). About IISE, <https://www.iise.org/details.aspx?id=282>, diakses tanggal 1 Januari 2024
- Institute of Industrial & Systems Engineers (2024). BoK No 2. Operations Research and Analysis, https://www.iise.org/uploadedFiles/IIE/Technical_Resources/Publications/02_operations_research_analysis_v3.1.pdf, diakses tanggal 1 Januari 2024
- Institute of Industrial & Systems Engineers (2024). Industrial and Systems Engineering BoK, <https://www.iise.org/Details.aspx?id=43631>, diakses tanggal 1 Januari 2024
- Ivan P., Jessica M.-S., Bianca P., Torregroza-Espinosa Ana C., Diana R.-E. (2023). Assessing the Impact of the COVID-19 Pandemic on the Colombian Industrial Sector: A Multivariate Time Series Analysis. *Procedia Computer Science*, 224, pp. 513 – 518
- Jonrinaldi, Adi, A. H. B., Novira, R. (2019). Chili sauce production planning model considering raw material availability: An application of Mixed Integer Linear Programming Method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 602(1), art. 012046
- Kanat S., Atilgan T. (2022). Effects of Covid-19 Pandemic on Supply Chain Management in the Clothing Sector and Possible Solutions. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 30 (2), pp. 8 – 16
- Kennedy, J., Eberhart, R. (1995). Particle swarm optimization. *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks*, Vol. 4, pp. 1942-1948.
- Khan A.B., Siriphan T., Mookda R., Kongnun T., Rattanapong S., Omanee Y., Thonghom P. (2021). Impact of Global Financial Crisis 2008-09 and Global Oil Prices on the Economic Growth of Asean Countries: An Evidence from Driscoll-Kraay Standard Errors Regression, *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 25 (6), pp. 1 – 11
- Mazyavkina N., Sviridov S., Ivanov S., Burnaev E. (2021). Reinforcement learning for combinatorial optimization: A survey. *Computers and Operations Research*, 134, art. no. 105400
- Mladenović N., Hansen P. (1997). Variable neighborhood search. *Computers and Operations Research*, 24 (11), pp. 1097 - 1100
- Parameshta, D.L., Ai, T.J., Wigati, S.S. (2019). Applying multi-objective particle swarm optimization for solving capacitated vehicle routing problem

- with load balancing. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 864, pp. 194-204.
- Plaisted D.A. (1984). New NP-hard and NP-complete polynomial and integer divisibility problems. *Theoretical Computer Science*, 31 (1-2), pp. 125 – 138
- Plangsriskul, K., Somboonwiwat, T., & Khompatraporn, C. (2021). Make-to-order production planning with seasonal supply in canned pineapple industry. *Proceedings - European Council for Modelling and Simulation, ECMS*, 35 (1), 199-204
- Reuters (2024). Container rates soar on concerns of prolonged Red Sea disruption, inflation, <https://www.reuters.com/world/middle-east/container-rates-soar-concerns-prolonged-red-sea-disruption-2024-01-12/>, diakses tanggal 15 Januari 2024
- Saeed N., Nguyen S., Cullinane K., Gekara V., Chhetri P. (2023). Forecasting container freight rates using the Prophet forecasting method. *Transport Policy*, 133, pp. 86 – 107
- Shin, M., Lee, H., Ryu, K., Cho, Y., & Son, Y. J. (2019). A two-phased perishable inventory model for production planning in a food industry. *Computers & Industrial Engineering*, 133, 175-185.
- Sriskandarajah C., Ladet P. (1986). Some no-wait shops scheduling problems: Complexity aspect. *European Journal of Operational Research*, 24 (3), pp. 424 - 438
- Statista (2024). Distribution of the gross domestic product (GDP) across economic sectors in China from 2013 to 2023, <https://www.statista.com/statistics/270325/distribution-of-gross-domestic-product-gdp-across-economic-sectors-in-china/>, diakses tanggal 15 Januari 2024
- Statista (2024). India: Distribution of gross domestic product (GDP) across economic sectors from 2012 to 2022. <https://www.statista.com/statistics/271329/distribution-of-gross-domestic-product-gdp-across-economic-sectors-in-india/>, diakses tanggal 15 Januari 2024
- Statista (2024). Indonesia: Share of economic sectors in the gross domestic product (GDP) from 2012 to 2022, <https://www.statista.com/statistics/319236/share-of-economic-sectors-in-the-gdp-in-indonesia/>, diakses tanggal 15 Januari 2024
- Statista (2024). Japan: Distribution of gross domestic product (GDP) across economic sectors from 2011 to 2021,

- <https://www.statista.com/statistics/270093/distribution-of-gross-domestic-product-gdp-across-economic-sectors-in-japan/>, diakses tanggal 15 Januari 2024
- Statista (2024). Malaysia: Share of economic sectors in the gross domestic product (GDP) from 2012 to 2022, <https://www.statista.com/statistics/318732/share-of-economic-sectors-in-the-gdp-in-malaysia/>, diakses tanggal 15 Januari 2024
- Statista (2024). Singapore: Distribution of gross domestic product (GDP) across economic sectors from 2012 to 2022. <https://www.statista.com/statistics/378575/singapore-gdp-distribution-across-economic-sectors/>, diakses tanggal 15 Januari 2024
- Statista (2024). South Korea: Distribution of gross domestic product (GDP) across economic sectors from 2012 to 2022, <https://www.statista.com/statistics/375580/south-korea-gdp-distribution-across-economic-sectors/>, diakses tanggal 15 Januari 2024
- Statista (2024). Vietnam: Distribution of gross domestic product (GDP) across economic sectors from 2012 to 2022. <https://www.statista.com/statistics/444611/vietnam-gdp-distribution-across-economic-sectors/>, diakses tanggal 15 Januari 2024
- Wood, A. M., Moultrie, J., & Eckert, C. (2011). Product Form Evolution. In A. Silva & R. Simoes (Eds.), *Handbook of Research on Trends in Product Design and Development: Technological and Organizational Perspectives*, pp. 499-512
- Woodward, A. (2019). Climate change: Disruption, risk and opportunity. *Global Transitions*, Volume 1, Pages 44-49.
- Wu D., Wu L., Ye Y. (2022). Industrial structure optimization, economic development factors and regional economic risk prevention in post COVID-19 period: empirical analysis based on panel data of Guangdong regional economy. *Journal of Combinatorial Optimization*, 44 (5), pp. 3735 – 3777
- Zizic M.C., Mladineo M., Gjeldum N., Celent L. (2022). From Industry 4.0 towards Industry 5.0: A Review and Analysis of Paradigm Shift for the People, Organization and Technology. *Energies*, 15 (14), art. no. 5221.

BIODATA



Nama	Prof. Dr.Eng. Ir. The Jin Ai, S.T., M.T., IPM
Tempat, Tanggal Lahir	Yogyakarta, 20 November 1975
Afiliasi	Departemen Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Email	the.jinai@uajy.ac.id
Keluarga	Prof. Dr.Eng. Ir. Ririn Diar Astanti, S.T., M.M.T., IPM, ASEAN.Eng (istri) The Anglita Marsha Damarantie (Anak) The Nintya Senandung Tiara (Anak)

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 1998 Sarjana Teknik dalam bidang ilmu Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada
- 2002 Magister Teknik dalam bidang ilmu Teknik dan Manajemen Industri, Institut Teknologi Bandung
- 2008 Doctor of Engineering dalam bidang ilmu Industrial Engineering and Management, Asian Institute of Technology, Thailand
- 2023 Pendidikan Profesi Insinyur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

RIWAYAT PEKERJAAN DAN JABATAN

2009 – sekarang	Dosen pada Departmen Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
2001 – 2002	Kepala Laboratorium Pemodelan dan Optimasi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
2009 – 2010	Wakil Dekan 3 Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
2010 – 2014	Ketua Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
2014 – 2015	Wakil Dekan 1 Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
2015 – 2019	Wakil Rektor 1 Universitas Atma Jaya Yogyakarta
2019 – 2023	Wakil Rektor 2 Universitas Atma Jaya Yogyakarta

PENGHARGAAN

1. Visiting Professor pada Department of Industrial Engineering & Enterprise System, Tunghai University, Taiwan, R.O.C, 2024
2. United Board Fellow, 2023
3. Peringkat 4 pada the Most Cited Content from International Journal of Operational Research, 2017
4. Outstanding Reviewer dari jurnal Computers & Industrial Engineering, 2016
5. Peringkat 228 pada Indonesian Top Scientist dari Webometrics, 2015
6. Dosen Berprestasi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2014
7. Peringkat 1 pada the Most Cited Computers & Operations Research Articles published since 2009, 2014
8. Peringkat 7 pada the Most Cited Computers & Operations Research Articles published since 2008, 2013
9. Best paper award, Asia Pacific Industrial Engineering and Management System Conference (APIEMS) 2013
10. Finalis Dosen Berprestasi Tingkat Nasional 2010
11. Peringkat 2 Dosen Berprestasi Tingkat Nasional, Kopertis Wilayah V Daerah Istimewa Yogyakarta, 2010

12. Masuk dalam Top 25 Hottest Article in the Computers & Operations Research period July – Desember 2008

PUBLIKASI

Jurnal Internasional

1. **Ai, T.J.**, Astanti, R.D. (2022). Coordinating Production and Delivery Schedule of Multi-Product and Multi-Customer through Mathematical Programming. *Applied System Innovation*, 5 (4), art. no. 59.
2. Suryadarma, E.H.E., **Ai, T.J.**, Bawono, B., Siswantoro, A.T. (2022). Improving bimetal bond quality between cast steel and aluminum alloys casting using response surface methodology. *International Journal of Metalcasting*, 16 (3), pp. 1432-1441.
3. Astanti, R.D., Sutanto, I.C., **Ai, T.J.** (2022). Complaint management model of manufacturing products using text mining and potential failure identification. *TQM Journal*, 34(6), pp. 2056-2068
4. **Ai, T.J.**, Astanti, R.D., Luong, H.T. (2021). A Periodic Review Decision Model for an Inventory System with Two Demand Types. *International Journal of Mathematics in Operational Research*, 20 (3), pp. 402-417.
5. Widodo, S.M., Astanti, R.D. **Ai, T.J.**, Samadhi, T.A. (2021). Seven-waste framework of waste identification and elimination for computer-based administrative work. *The TQM Journal*, 33 (4), 773-803
6. Astanti, R., Mbolla, S., **Ai, T.J.** (2020). Raw material supplier selection in a glove manufacturing: Application of AHP and fuzzy AHP. *Decision Science Letters*, 9(3), 291-312.
7. **Ai, T.J.**, Astanti, R.D., Luong, H.T. (2020). A decision model for an inventory system with two compound Poisson demands. *Uncertain Supply Chain Management*, 8(2), 379-388.
8. Astanti, R.D., Luong, H.T., Wee, H.M., **Ai, T.J.** (2018). A Forward with Backward Inventory Policy Algorithm for Non-Linear Increasing Demand and Shortage Backorders. *International Journal of Mathematics in Operational Research*, 13 (4), 492-512
9. Astanti, R.D., **Ai, T.J.**, Luong, H.T., Wee, H.M. (2018). Two techniques for solving nonlinear decreasing demand inventory system with shortage backorders. *International Journal of Operational Research*, 31 (2), 198-223
10. **Ai, T.J.**, Astanti, R.D., Bintoro, A.G., Wigati, S.S., Gong, D.C., Lin, G.C. (2014). Effect of two imperfect key production subsystems on the optimal

number of production cycles. *Journal of System and Management Sciences*, 4(4), 1–18

11. **Ai, T.J.**, Pribadi, J.S., Ariyono, V. (2013). Solving the Team Orienteering Problem with Particle Swarm Optimization. *Industrial Engineering & Management Systems*, 12(3), 198–206
12. **Ai, T.J.** (2011). A Swarm-Intelligence Based Algorithm for Solving Traveling Salesman Problem. *ASOR Bulletin*, 30(4), 2–10
13. **Ai, T.J.**, Kachitvichyanukul, V. (2009). A particle swarm optimization for the vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery. *Computers and Operations Research*, 36(5), 1693–1702
14. **Ai, T.J.**, Kachitvichyanukul, V. (2009). Particle swarm optimization and two solution representations for solving the capacitated vehicle routing problem. *Computers and Industrial Engineering*, 56(1), 380–387
15. **Ai, T.J.**, Kachitvichyanukul, V. (2009). A particle swarm optimization for vehicle routing problem with time windows. *International Journal of Operational Research*, 6(4), 519–537
16. **Ai, T.J.**, Kachitvichyanukul, V. (2009). A particle swarm optimization for the heterogeneous fleet vehicle routing problem. *International Journal of Logistics and SCM Systems*, 3(1), 32–39
17. **Ai, T.J.**, Kachitvichyanukul, V. (2007). A particle swarm optimization for the capacitated vehicle routing problem. *International Journal of Logistics and SCM Systems*, 2(1), 50–55

Jurnal Nasional

1. Laheba, T.R., **Ai, T.J.** (2021). Information analysis of online collaborative company review. *Manajemen dan Bisnis*, 20(2), 87-96
2. Laheba, T.R., **Ai, T.J.** (2020). Analisis Pengaruh Atribut Influencer Marketing Produk Elektronik pada Platform Youtube terhadap Customer Purchase Intention. *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, 7(2), 118-125.
3. William, W., **Ai, T.J.**, Lee, W. (2020). A Joint Replenishment Inventory Model to Control Multi-Item Medicines with Consideration of Space Requirements in the Hospital. *International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2(2), 39-48.
4. Suryadarma, E.H.E., **Ai, T.J.** (2020). Predictive Maintenance in SCADA-Based Industries: A literature review. *International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2(1), 57-70.
5. Pratama, Y. N. A., Darmawan, M., Astanti, R. D., **Ai, T.J.**, Gong, D. C. (2019). Inventory Policy for Dependent Demand Where Parent Demand Has

Decreasing Pattern. *International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 1(1), 17-30.

6. **Ai, T.J.**, Mahulae, E.M. (2014). Applying Particle Swarm Optimization for Solving Team Orienteering Problem with Time Windows. *Jurnal Teknik Industri*, 16(1), 9-16

Buku

1. Santosa, B., **Ai, T.J.** (2017). Pengantar Metaheuristik: Implementasi dengan Matlab (*Introduction to Metaheuristics*). ITS Tekno Sains

Prosiding Seminar Internasional

1. Suryadarma, E.H.E., **Ai, T.J.**, Anggoro, P.W. (2020). Value Analysis of Predictive Maintenance in Cooling System of a Die Casting Process by Data SCADA. *Proceedings - 2020 6th International Conference on Science and Technology, ICST 2020*.
2. Devy, N.L., **Ai, T.J.**, Astanti, R.D. (2018). A Joint Replenishment Inventory Model with Lost Sales. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 337 (1), 012018
3. Astanti, R.D., **Ai, T.J.**, Gong, D.C., Luong, H.T. (2018) Comparison of Two Buyer-Vendor Coordination Models. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 319 (1), 012048
4. Wibisono, R., **Ai, T.J.**, Yuniartha, D.R. (2018). Fleet Sizing of Automated Material Handling Using Simulation Approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 319 (1), 012030
5. Astanti, R.D., **Ai, T.J.**, Kachitvichyanukul (2017). A Particle Swarm Optimization-based Clustering for Non-Metric Data. *Proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference*, Yogyakarta, Indonesia, December 2017
6. **Ai, T.J.**, Astanti, R.D., Sekarsari, S., Luong H.T. (2017). An Inventory Decision Model of Two Products with Vector Autoregressive Demand. *Proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference*, Yogyakarta, Indonesia, December 2017
7. Sarwono, A.A., **Ai, T.J.**, Wigati, S.S. (2017). Combination of nearest neighbor and heuristics algorithms for sequential two dimensional loading capacitated vehicle routing problem. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 166 (1), 012029

8. **Ai, T.J.**, Wigati, S.S. (2017). Model for determining logistic distribution center: case study of Mount Merapi eruption disaster. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 166 (1), 012033
9. Astanti, R.D., **Ai, T.J.**, Gong, D.C., Luong, H.T. (2016). A buyer vendor coordination model. *Proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference*, Taipei, R.O.C., December 2016
10. **Ai, T.J.**, Astanti, R.D., Wardoyo, M.M., Luong, H.T. (2016). Forecasting of purchase dependent power demands using vector autoregressive model as basis for inventory policy in a retailer. *Proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference*, Taipei, R.O.C., December 2016
11. Raja, A.M.L., **Ai, T.J.**, Astanti, R.D. (2016). A Clustering Classification of Spare Parts for Improving Inventory Policies. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 114 (1), 012075
12. **Ai, T.J.**, Astanti, R.D., Gong, D.C. (2015). A Joint Replenishment Inventory Model for Imperfect Quality Items with Shortages. *Proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering and Management System Conference*, Ho Chi Minh, Vietnam, 8-10 December 2015
13. Pratama, Y.N.A., **Ai, T.J.**, Astanti, R.D. (2015). An Appropriate Lot Sizing Technique for Decreasing Demand. *Proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering and Management System Conference*, Ho Chi Minh, Vietnam, 8-10 December 2015
14. Adhisatya, F.Y., **Ai, T.J.**, Gong, D.C. (2015). Economic Lot Scheduling Problem with Two Imperfect Key Modules. *Proceeding of Industrial Engineering and Service Science Conference*, Yogyakarta, Indonesia, 1-3 September 2015
15. Hartono, Y.P., Astanti, R.D., **Ai, T.J.** (2015). Enabler to Successful Implementation of Lean Supply Chain in a Book Publisher. *Proceeding of Industrial Engineering and Service Science Conference*, Yogyakarta, Indonesia, 1-3 September 2015
16. Wigati, S.S., **Ai, T.J.** (2015). An Integrated Production System Model for Multi Supplier Single Buyer with Non Conforming Item and Product Warranty. *Proceeding of Industrial Engineering and Service Science Conference*, Yogyakarta, Indonesia, 1-3 September 2015
17. Parameshta, D.L., **Ai, T.J.**, Wigati, S.S. (2014). Applying Multi-Objective Particle Swarm Optimization for Solving Capacitated Vehicle Routing Problem with Load Balancing. *Proceeding of The 18th Online World*

Conference on Soft-Computing in Industrial Applications, World Wide Web, December 2004

18. Lesmana, A.S., Astanti, R.D., **Ai, T.J.** (2014). ERP Software Selection Model Using Analytic Network Process. *Proceeding of International Symposium on Analytic Hierarchy Process 2014*, Washington D.C., U.S.A., July 2014
19. Alberzeth, G., **Ai, T.J.** (2014). A Particle Swarm Optimization Algorithm for Solving Economic Lot Scheduling Problems. *Proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering and Management System Conference*, Jeju, South Korea, October 2014
20. **Ai, T.J.**, Astanti, R.D., Bintoro, A.G., Gong, D.C. (2014). Application of Particle Swarm Optimization for the Capacitated Team Orienteering Problem. *Proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering and Management System Conference*, Jeju, South Korea, October 2014
21. Astanti, R.D., Febriyanti, E.L., **Ai, T.J.** (2013). Purchase Order Selection Model at CV. Roesman Indonesia using Analytic Network Process. *Proceeding of International Symposium on Analytic Hierarchy Process 2013*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2013
22. **Ai, T.J.**, Astanti, R.D., Bintoro, A.G., Wibowo, T.I. (2013). Three Approaches to Find Optimal Production Run Time of an Imperfect Production System. *Proceedings of the Institute of Industrial Engineers Asian Conference 2013*, Taipei, R.O.C., 2013
23. Bawono, B., **Ai, T.J.**, Astanti, R.D., Wibowo, T.I. (2013). An EPQ with Shortage Backorders Model on Imperfect Production System Subject to Two Key Production Systems. *Proceedings of the Institute of Industrial Engineers Asian Conference 2013*, Taipei, R.O.C., 2013
24. **Ai, T.J.**, Wigati, S.S., Gong, D.C. (2012). An Economic Production Quantity on an Imperfect Production System over Finite Planning Horizon. *Proceedings of the Institute of Industrial Engineers Asian Conference 2012*, Singapore, 2012
25. Siswanto, J., **Ai, T.J.** (2010). A Particle Swarm Optimization for Employee Placement Problems in the Competency Based Human Resource Management. *Proceedings of the International Conference on Industrial and Applied Mathematics*, Bandung, Indonesia, 2010
26. **Ai, T.J.**, Kachitvichyanukul, V. (2008). Adaptive particle swarm optimization algorithms. *Proceedings of the International Conference on Intelligent Logistics Systems*, Shanghai, China, 2008
27. **Ai, T.J.**, Kachitvichyanukul, V. (2008). A Study on Adaptive Particle Swarm Optimization for Solving Vehicle Routing Problems. *Proceeding of the Asia*

Pacific Industrial Engineering and Management System Conference, Bali, Indonesia, December 2008

28. **Ai, T.J.**, Kachitvichyanukul, V. (2007). A particle swarm optimization for the vehicle routing problem with clustered customers. *Proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering & Management System Conference*, Kaohsiung, Taiwan, December 2007
29. **Ai, T.J.**, Kachitvichyanukul, V. (2007). Dispersion and velocity indices for observing dynamic behavior of particle swarm optimization. *Proceeding of the Congress on Evolutionary Computation*, Singapore, September 2007

Prosiding Seminar Nasional

1. Pramudika, G.F., Astanti, R.D., **Ai, T.J.** (2023). Ritel Berkelanjutan: Analisis Berbasis Bibliometrik dan Text Mining. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 581- 590.
2. **Ai, T.J.**, Simamarta, K.M., Siahaan, R.D.F., dan Pangestu, E. (2023). Perencanaan Produksi Produk UMKM Agrobisnis dengan Bahan Baku Produk Pertanian Musiman. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 555-563.
3. Putra, I.D., **Ai, T.J.**, Kurnianingtyas, M.C.D. (2014). Penentuan Sistem Distribusi Produk di Hero Garmen. *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (Ritektra) 2014*, Yogyakarta, Indonesia, 2014
4. Wijaya, B.Y.P., **Ai, T.J.**, Wigati, S.S. (2014). Usulan Pembagian Wilayah dan Rute Distribusi PT X. *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (Ritektra) 2014*, Yogyakarta, Indonesia, 2014
5. Mulyani, F., Bintoro, A.G., **Ai, T.J.** (2014). Mixed Integer Linear Programming untuk Pemodelan Distribusi Logistik Bencana. *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (Ritektra) 2014*, Yogyakarta, Indonesia, 2014
6. Suryani, C., Bintoro, A.G., **Ai, T.J.** (2013). Pengembangan Model Logistik Bencana Merapi. *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (Ritektra) 2013*, Jakarta, Indonesia, 2013

Pembicara Seminar

1. Developing Solution Methodologies for Logistics and Transportation Optimization Model. *Pembicara pada Webinar Institute of Supply Chain and Logistic Indonesia (ISLI)*, 27 May 2023
2. Data Analytics for Industrial Engineers. *Pembicara pada Joint Webinar Series: Bulacan State University, Philippines – Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 23 April 2022

3. Managing Distribution Operation Expansion: A Multi-Objective Perspective. *Pembicara Utama pada Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (Ritektra) 2015*, Surabaya, Indonesia, 13 August 2015
4. Particle Swarm Optimization: A Journey from Nature to Technology for Supporting Decision Making in Industry. *Pembicara pada Kuliah Tamu di Chung Yuan Christian University*, Taiwan, R.O.C., 15 July 2014
5. Particle Swarm Optimization: A Journey from Nature to Technology for Supporting Managerial Decision. *Pembicara Utama pada International Conference on Technology Management and Technopreneurship*, Yogyakarta, Indonesia, 26 September 2013
6. Solving Some Industrial Engineering Problems with Particle Swarm Optimization. *Pembicara pada Kuliah Tamu di Chung Yuan Christian University*, Taiwan, R.O.C., 14 November 2012

AKTIVITAS AKADEMIK

1. Board Member, Asia Pacific Industrial Engineering and Management Society, 2019 – sekarang
2. Editor In Chief, International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2019 - sekarang
3. Guest Editor untuk International Journal of Production Research, 2020
4. Editor untuk Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri, 2023
5. Editor untuk PROCEEDINGS SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN (RITEKTRA) KE-4, 2014
6. Anggota, Pusat Kajian Pendidikan Tinggi Indonesia, Asosiasi Perguruan Tinggi Katolik (APTİK), 2019 – sekarang
7. Anggota, Institut Supply Chain dan Logistik Indonesia (ISLI), 2018 - sekarang
8. Reviewer untuk jurnal Computers & Industrial Engineering
9. Reviewer untuk jurnal Computers & Operations Research
10. Reviewer untuk jurnal International Journal of Operational Research
11. Reviewer untuk jurnal Industrial Engineering & Management Systems
12. Reviewer untuk jurnal International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications, and Practice
13. Reviewer untuk jurnal Neural Computing and Applications
14. Reviewer untuk jurnal Jurnal Teknik Industri