



PENGUKUHAN GURU BESAR TETAP

**Prof. Drs. Tuga Mauritsius,
MSi., PhD.**

Orasi Ilmiah:

*A New Generation of Decision
Support System: Integrating
Machine Learning, Scenario
Analysis, and System Dynamics*

15 April 2026

Orasi Ilmiah Pengukuhan Prof. Tuga Mauritsius, PhD.

DSS Generasi Baru: Integrasi Machine Learning, Scenario Analysis, dan System Dynamics

Rabu, 15 April 2026

Yang saya hormati,

1. Menteri Pendidikan Tinggi Sains dan Teknologi Republik Indonesia Bapak Prof. Brian Yulianto, S.T., M.Eng., Ph.D.
2. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah 3, Bapak Dr. Henri Togar Hasiholan Tambunan, SE, MA
3. Chief Executive Officer Yayasan Bina Nusantara Bapak Ir. Bernard Gunawan
4. Chief Strategic Officer Yayasan Bina Nusantara, Bapak Ir. Carmelus Susilo
5. President of Binus Higher Education, Bapak Steven Wahyudi Santoso, BSE, MSI, CPDMP dan segenap jajarannya
6. Ketua Dewan Guru Besar Universitas Bina Nusantara, Bapak Prof. Dr. Ir. Harjanto Prabowo, MM.
7. Rektor dan Ketua Senat Universitas Bina Nusantara Ibu Dr. Nelly S.Kom, MM.,
8. Guru Besar Tamu, Prof. Dr. Hyronimus Rowa, MSi., Prof. Dr. Drs. Jaharuddin, M.S., dan Prof. Dr. Kiki Aryanti,
9. Para Guru Besar Universitas Bina Nusantara dan Dewan Pelantik,
10. Para Wakil Rektor, Dekan, Direktur, Head of Department, Head of Program Universitas Bina Nusantara,
11. Teman-teman sejawat dan mahasiswa yang saya banggakan,
12. Seluruh sahabat kenalan dan keluarga,
13. Seluruh tamu undangan yang hadir baik secara *onsite* maupun *online*.

Puji syukur patut kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya saya dapat berdiri di sini menyampaikan *Orasi Ilmiah* dengan judul: “DSS Generasi Baru: Integrasi Machine Learning, Scenario Analysis, dan System Dynamics.”



Bapak dan Ibu yang saya hormati,

Sepanjang sejarah manusia, keputusan selalu diambil dalam keterbatasan informasi. Namun hari ini, kita menghadapi paradoks baru: informasi melimpah, tetapi ketidakpastian masa depan juga meningkat.

Akibatnya, pengambilan keputusan tetap tidak sederhana—bahkan semakin kompleks seiring meningkatnya kompleksitas sistem sosial, ekonomi, dan kebijakan publik.

Di situlah *Decision Support System (DSS)* berperan – bukan sekadar alat pemodelan, tetapi sebuah *socio-technical system* yang menghubungkan data, model, manusia, dan tindakan.

Sebagai sebuah sistem, DSS dapat didefinisikan secara konseptual dalam kerangka *Input–Process–Output*:

- *Input*: data internal dan eksternal, pengetahuan domain, dan asumsi–kendala kebijakan. Misalnya, basis data operasional, laporan riset, dan prioritas *stakeholder*.
- *Process*: mekanisme analitik dan dialog, termasuk integrasi model statistik/ML, model optimasi dan simulasi, serta antarmuka pengguna interaktif. Pada tahap inilah berlangsung pengelolaan data, pengelolaan model, serta eksplorasi berbagai skenario keputusan secara interaktif.
- *Output*: opsi kebijakan, rekomendasi keputusan, *trade-off* antara berbagai tujuan, serta *decision log*—jejak asumsi dan alasan keputusan untuk audit dan pembelajaran selanjutnya.

Sejak diperkenalkan pada tahun 1970-an, DSS terus berkembang dari sistem pelaporan sederhana menjadi sistem analitik kompleks berbasis data dan model.

Awalnya DSS fokus pada perhitungan dan pelaporan sederhana, lalu berkembang ke sistem pendukung keputusan eksekutif era 80-an, hingga ke analitik berbasis komputer dan kolaboratif di era 2000-an.

Decision Support System (DSS) generasi awal—atau *first-generation (conventional)* DSS—umumnya diwujudkan dalam bentuk dashboard, laporan berkala, dan sistem *Business Intelligence* yang mengolah data historis menjadi informasi terstruktur untuk membantu pemahaman kondisi saat ini. Dalam praktiknya, DSS ini banyak digunakan di berbagai domain seperti kesehatan (dashboard rumah sakit dan tren pasien), transportasi (monitoring kemacetan dan kecepatan lalu lintas), energi (laporan konsumsi dan *supply–demand*), *supply chain* (*inventory* dan *reorder point*), serta keuangan (laporan finansial dan *risk dashboard*). Meskipun bermanfaat untuk memberikan gambaran deskriptif dan mendukung analisis, DSS jenis ini memiliki kelemahan mendasar: ia cenderung berhenti pada penyajian *insight* tentang apa yang telah terjadi, bersifat reaktif, tidak terintegrasi dengan eksplorasi skenario maupun simulasi dampak, serta masih sangat bergantung pada interpretasi manual, sehingga belum mampu secara sistematis mengarahkan pengambilan keputusan yang optimal dan berdampak. Dengan kata lain, DSS saat ini masih berada pada tataran *descriptive analytics*, dan meskipun dalam perkembangannya banyak yang telah mengintegrasikan



predictive analytics, sayangnya masih berhenti pada tahap tersebut—belum benar-benar menjembatani analisis menuju keputusan yang nyata.

Izinkan saya mengaitkan ini dengan **riset sendiri** sebagai contoh konkret. Dua karya terbaru yang relevan dengan tema orasi ini:

1. *Mauritsius et al. (2025)*, “*An analytics framework for predicting electric vehicle charging station demand...*”, yang menggunakan ML untuk memprediksi permintaan stasiun pengisian EV.
2. *Mauritsius (2025)*, “*Extending the forecasting horizon of daily new COVID-19 cases...*”, sebuah framework deep learning untuk memprediksi kasus harian COVID dengan mempertimbangkan intervensi kesehatan.

Dalam kasus EVCS *Charging Station*, Model ML memberikan proyeksi *demand* EVCS sebagai *baseline*. Namun seorang pembuat kebijakan mungkin bertanya: *Bagaimana jika* pertumbuhan adopsi kendaraan listrik sangat pesat, atau terjadi *shock* harga listrik? Di sinilah *scenario analysis* masuk: perlu dipertimbangkan skenario optimis, moderat, pesimis, serta *shock* (mis. lonjakan tarif listrik). Selanjutnya, skenario tersebut perlu diperhitungkan dalam simulasi dinamika sistem—misalnya model interaksi pasokan listrik, investasi infrastruktur, dan perilaku konsumen. Dalam simulasi ini dapat diuji kebijakan (mis. subsidi listrik atau insentif pembangunan stasiun) untuk melihat dampak jangka panjangnya. Dengan cara ini, investasi penambahan stasiun EVCS tidak hanya berdasar prediksi datar, melainkan hasil keputusan yang diuji kuat melintasi masa depan yang berbeda.

Dalam kasus prediksi Covid-19 model *deep learning* memberikan prediksi harian kasus dengan mempertimbangkan R_t dan kebijakan NPIs terkini. Namun pemahaman ini perlu dilanjutkan dengan melakukan *scenario analysis* untuk mempertimbangkan beberapa paket kebijakan, seperti: *ketatkan pembatasan, longgarkan, atau shock varian baru*. Setiap paket diturunkan ke dalam skenario (kemungkinan kepatuhan berubah, varian lebih menular). Selanjutnya model System Dynamics (dengan *stockflow* infeksi, kapasitas rumah sakit, perilaku publik) mensimulasikan dampak kebijakan tersebut selama beberapa bulan. Outputnya membantu memutuskan: misalnya kebijakan mana yang dapat menekan puncak kasus sambil mempertimbangkan dampak ekonomi.

Bapak dan Ibu yang saya hormati,

Kekuatan penelitian yang saya sebutkan di atas di level prediksi tidak diragukan lagi—bahkan telah melahirkan publikasi pada jurnal bereputasi internasional dengan Rank Q1. Model mampu memproyeksikan, mampu membaca pola, dan mampu menghadirkan *insight* awal dengan presisi yang semakin tinggi. Namun, di balik semua capaian ini, izinkan saya menyampaikan satu refleksi kritis: sebagian besar riset seperti ini biasanya berhenti di sini. Mayoritas berhenti pada angka estimasi tanpa melanjutkan ke tindakan.

Machine Learning mengatakan apa yang akan terjadi, tetapi belum cukup menjawab apa yang harus dilakukan. Akibatnya, bagi para pengambil kebijakan, hasil riset sering kali menjadi menarik untuk dibaca, tetapi sulit untuk dipakai. Mereka dihadapkan pada angka-angka prediksi, namun tetap harus mengambil keputusan dalam ketidakpastian dan sering kali kembali pada intuisi, pengalaman, atau bahkan tekanan situasional.



Bagi kebanyakan organisasi, fenomena ini menciptakan paradoks: investasi besar pada data dan analitik, tetapi dampaknya terhadap keputusan strategis masih terbatas. Insight tersedia, tetapi tidak selalu bertransformasi menjadi aksi. Dan di situlah jarak antara ilmu dan keputusan nyata masih terlalu lebar.

Tanpa skenario dan simulasi, setiap keputusan menjadi seperti melangkah dalam gelap—tidak pernah benar-benar memahami bagaimana sistem akan bereaksi, bagaimana dampaknya akan menyebar, dan apa konsekuensi jangka panjang yang mungkin muncul.

Di sinilah tantangan bagi para akademisi. Apakah akan berhenti untuk berperan sebagai peramal masa depan—atau melangkah lebih jauh, menjadi perancang keputusan? Nilai tertinggi dari ilmu pengetahuan bukanlah pada kemampuannya memprediksi, melainkan pada kemampuannya membantu manusia bertindak dengan lebih bijak di tengah ketidakpastian.

Inilah motivasi kami mengajukan “DSS Generasi Baru”, dimana model prediktif (ML) hanyalah langkah dasar yang di atasnya perlu ditambahkan dua lapisan: *Scenario Analysis* dan *System Dynamics*. Machine Learning menjawab “apa yang mungkin terjadi?”; Scenario Analysis mengeksplorasi “bagaimana jika kondisi berubah?”; System Dynamics menjawab “apa konsekuensi kebijakan dalam dinamika sistem nyata yang saling berinteraksi?”. Integrasi ketiganya inilah yang saya ajukan dalam rantai:

Predict → *Scenario* → *System Dynamics* → *Decision*.

Dengan demikian, DSS generasi baru mengkonseptualisasikan *pipeline end-to-end* menuju keputusan dengan komponen komponennya:

1. Data & Prediksi: ML / prediktif analytics sebagai layer pertama.
2. Foresight & Skenario: Scenario analysis sebagai layer kedua untuk stress-test pada ketidakpastian utama.
3. Simulasi Kebijakan: System Dynamics sebagai layer ketiga untuk mengevaluasi feedback dan delay di sistem nyata.
4. Keputusan Preskriptif: Output akhir berupa rekomendasi kebijakan dan trade-off antar tujuan.
5. Umpan Balik: Monitoring hasil dan siklus pembelajaran berkelanjutan.

Kontribusi utama yang diajukan dalam orasi ini adalah sebuah kerangka konseptual baru yang integratif yang saya sebut ***Decision Intelligence System*** yang mengintegrasikan predictive analytics, scenario-based foresight, dan system-level simulation ke dalam satu pipeline keputusan end-to-end. Pendekatan ini menempatkan DSS bukan sebagai alat analitik yang terpisah-pisah, tetapi sebagai sistem terpadu.

Untuk memperjelas konsep ini, izinkan saya memvisualisasikannya sebagai sebuah arsitektur yang lebih utuh.

- Lapisan pertama adalah Data Layer, di mana berbagai sumber data—historis, real-time, dan eksternal—dikonsolidasikan sebagai fondasi analitik.



- Lapisan kedua adalah Predictive Layer, di mana *machine learning* bekerja untuk menghasilkan baseline prediksi—memberikan jawaban atas pertanyaan: *apa yang kemungkinan akan terjadi?*
- Lapisan ketiga adalah Scenario Layer, di mana berbagai kemungkinan masa depan dikonstruksi—optimis, moderat, pesimis, hingga shock—untuk menjawab: *bagaimana jika kondisi berubah?*
- Lapisan keempat adalah Simulation Layer berbasis System Dynamics, yang memungkinkan kita menguji kebijakan dalam sistem nyata—dengan mempertimbangkan *feedback loops* dan *delay*—untuk menjawab: *apa konsekuensi dari keputusan yang kita ambil?*
- Lapisan kelima adalah Prescriptive Decision Layer, di mana seluruh hasil analisis diterjemahkan menjadi rekomendasi kebijakan yang konkret, lengkap dengan trade-off yang transparan.
- Dan akhirnya, lapisan keenam adalah Monitoring & Learning, di mana keputusan yang telah diambil terus dipantau, dievaluasi, dan digunakan sebagai umpan balik untuk memperbaiki model dan kebijakan berikutnya.

Yang tidak kalah penting, seluruh pipeline ini ditopang oleh satu lapisan fundamental—yaitu Talent Layer. Sistem ini hanya dapat berjalan jika terdapat orkestrasi antara data engineer, data scientist, analis skenario, *system dynamics modeller*, hingga pengambil keputusan itu sendiri.

Dengan demikian, DSS generasi baru bukan lagi sekadar alat analisis, melainkan sebuah sistem cerdas untuk pengambilan keputusan—yang mengubah data menjadi insight, insight menjadi foresight, dan foresight menjadi tindakan.

Hadirin yang saya hormati,

Yang menarik, kapabilitas ini sesungguhnya telah tumbuh dan teruji melalui berbagai riset terapan dan kolaborasi di lingkungan BINUS. Di BINUS, kita telah membangun kepakaran dalam machine learning, memahami bagaimana menyusun masa depan melalui scenario analysis, dan menelusuri dinamika sistem melalui system dynamics.

Namun, kekuatan sejati bukan terletak pada masing-masingnya—melainkan pada saat ketiganya dipertemukan, melalui apa yang saya namakan *Decision Intelligence Hub*. Melalui hub ini dihadirkan sebuah paradigma baru: di mana data tidak hanya dibaca, tetapi diuji, disimulasikan, dan diterjemahkan menjadi keputusan nyata. Karena pada akhirnya, masa depan bukanlah sesuatu yang kita tunggu—melainkan sesuatu yang kita rancang, uji, dan putuskan. Dan di situlah, ilmu pengetahuan menemukan maknanya yang paling tinggi.

Selain masalah integrasi, perlu juga ditekankan pentingnya governance. Pengelolaan data harus mencakup klasifikasi publik/sensitif, metadata, dan protokol akses aman. Model harus diuji validitas, fairness, dan sensitifitasnya; dokumentasi dan audit model wajib ada. Setiap keputusan yang diusulkan dicatat dalam *decision log* demi transparansi dan pembelajaran. Ini meningkatkan reproducibility dan accountability.



Refleksi pribadi, profesi Analyst bukan sekadar menghasilkan model akurat Kita harus menjembatani ilmu ke tindakan. Data dan model hanyalah alat; yang dicari pengguna adalah keputusan yang *dapat dijalankan*—dengan keyakinan bahwa ia telah diuji melintasi beragam masa depan.

Hadirin yang saya muliakan, sebelum saya akhiri orasi ini saya ingin menyampaikan bahwa ketiga Guru besar tamu yang ikut serta dalam acara pengukuhan ini tidaklah diundang secara random. Ketiganya merepresentasi komponen-komponen dalam Decision Intelligence.

Prof Kiki adalah guru besar dalam Graph Theory yang sekarang ilmunya banyak diadopsi dalam machine learning, seperti Graph Neural Network, Knowledge Graph, Social Network Analysis, Graph Embedding dll.

Prof Jaharuddin ini adalah ahlinya system dynamic, ilmu yang sama-sama kami pelajari lebih dari 30 tahun yang lalu semasa S2 di ITB.

Dan Prof Hyro ada disini bukan karena berasal dari kampung yang sama tetapi beliau ini adalah orang yang bertanggung jawab dalam melahirkan pemimpin-pemimpin daerah. Dan tugas utama pemimpin daerah adalah mengambil Keputusan.

Bapak / Ibu yang saya hormati,

Mari berkolaborasi, baik secara internal maupun eksternal untuk membawa DSS di Indonesia ke level berikutnya: dari prediksi menjadi keputusan yang tangguh. Dalam konteks Indonesia—dengan kompleksitas sosial, ekonomi, dan geografis yang tinggi—pendekatan ini akan menjadi semakin relevan dan mendesak.

Saya percaya

bahwa masa depan DSS bukan lagi tentang decision support—melainkan decision intelligence.

Bagian Kedua: Ucapan Terima Kasih

Untuk memulai rangkaian ucapan terima kasih, izinkan saya memulainya dengan mempersembahkan sebuah lagu: “You raise me up” dari Josh Groban (bernyanyi diiringi musik keluarga dilanjutkan dengan Ucapan terima kasih).

