



PENGUKUHAN GURU BESAR TETAP

Prof. Fergyanto E. Gunawan, Dr. Eng

SENIN, 7 MARET 2022

ORASI ILMIAH

Peran Simulasi Dalam Implementasi *Industry 4.0*

Prakata

Kami panjatkan puji dan syukur bagi Tuhan Yang Maha Esa. Dengan ijinnya, kami bisa menyelesaikan buku Pidato Pengukuhan Guru Besar dalam bidang Teknik Industri dengan judul “Peran Simulasi dalam Implementasi Industry 4.0.” Materi ini akan dipresentasikan pada sidang senat Universitas Bina Nusantara di Jakarta, Indonesia.

Buku ini mengangkat tema mengenai sistem dan simulasi dan peran kunci instrumen ini dalam revolusi industri 4.0. Revolusi industri ini bisa terjadi karena adanya sembilan teknologi pendukung, yaitu: *Simulation, 3D Printing, Autonomous Robots, System Integration, Internet of Things, Big Data, Augmented Reality, Cloud Computing, dan Cyber Security*. Empat pilar pertama merupakan hal yang relevan dengan bidang teknik industri. Pilar kelima dan keenam juga diterapkan secara luas dalam industri manufaktur dan layanan.

Penulis telah menggunakan instrumen simulasi lebih dari tiga dekade dimulai dengan penerapan simulasi untuk masalah mekanika sampai dengan penerapan simulasi untuk bidang sosial (*Computational Social Science*). Dalam buku ini, penulis memperlihatkan bahwa simulasi, baik pendekatan makro maupun mikro, perlu didasari dengan pengetahuan teori atau hubungan kausalitas yang baik. Penulis juga memperlihatkan bahwa simulasi mampu memaparkan fakta-fakta yang membuat kita lebih bijak dalam melihat fenomena-fenomena ekonomi dan sosial yang terjadi di masyarakat.

Besar harapan kami, tulisan ini bermanfaat untuk masyarakat luas. Penulis mengucapkan terima kasih dengan tulus pada semua pihak yang telah membantu penyelesaian buku pidato ini.

Jakarta, 7 Maret 2022
Penulis,

Fergyanto E. Gunawan

Daftar Isi

<i>Prakata</i>	2
<i>Hubungan Kausal (a.k.a Teori) dan Peran Simulasi</i>	6
<i>Simulasi Skala Makro: Sistem Dinamik</i>	13
<i>Simulasi Skala Mikro: Simulasi Berbasis Agen</i>	16
<i>Catatan Penutup</i>	19
<i>Ucapan Terima Kasih</i>	24
<i>CV</i>	26

Yang terhormat:

- Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Bapak Nadiem Anwar Makarim, B.A., M.B.A. dan jajarannya,
- Plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Bapak Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC, Ph.D., IPU, Asean Eng. dan jajarannya,
- Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah III, Ibu Dr. Ir. Paristiyanti Nurwardani, MP dan jajarannya,
- Ketua Yayasan Universitas Bina Nusantara, Bapak Ir. Bernard Gunawan dan jajarannya,
- Para Pimpinan BINUS Higher Education (BHE),
- Senat Perguruan Tinggi Universitas Bina Nusantara,
- Rektor Universitas Bina Nusantara, Bapak Prof. Dr. Ir. Harjanto Prabowo, M.M.,
- Rektor Universitas Syiah Kuala, Bapak Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Eng., IPU.,
- President Director PT Impact Pratama Industri Tbk, Bapak Haryanto Tjiptodihardjo,
- Ketua Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia, Prof. Dr. Ir. Satriyo Soemantri Brodjonegoro,
- Guru Besar Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB, Bapak Prof. Dr. Ir. Ichsan Setya Putra,
- Guru Besar Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB, Bapak Prof. Dr. Ir. Tata Cipta Dirgantara,
- Guru Besar Fakultas Teknik dan juga Wakil Rektor III Universitas Andalas, Ir. Insannul Kamil, M.Eng., Ph.D, IPM, ASEAN Eng.
- Para Guru Besar Universitas Bina Nusantara,
- Director PT Impact Pratama Industri Tbk, Bapak Sugiarto Romeli

- Para Wakil Rektor Universitas Bina Nusantara,
- Para Direktur Kampus,
- Para Dekan, Pimpinan School, dan Direktur di lingkungan Universitas Bina Nusantara,
- Para Ketua Departemen dan Ketua Program Studi Universitas Bina Nusantara,
- Para pimpinan unit/center,
- Rekan-rekan dosen dan staf tenaga kependidikan,
- Seluruh Sivitas Akademika Universitas Bina Nusantara, dan
- Sanak keluarga semua yang saya cintai.

Selamat pagi.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Pertama, mari kita panjatkan syukur pada Tuhan Yang Maha Baik. Atas ijinNya, kita semua dapat hadir di sini dalam keadaan sehat dan baik dalam masa pandemi dalam acara pengukuhan guru besar dalam bidang Sistem Simulasi dan Modeling di Departemen Teknik Industri, Binus Graduate Program, Universitas Bina Nusantara.

Kedua, saya dan keluarga mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya atas kehadiran bapak-ibu yang sangat kami hormati dalam upacara pengukuhan ini. Kehadiran bapak-ibu sangat berarti dan merupakan kehormatan besar bagi kami sekeluarga.

Bapak-ibu hadirin yang saya hormati, izinkan saya menyampaikan pidato ilmiah dengan judul:

Peran Simulasi dalam Implementasi Industry 4.0

Pidato ilmiah ini disusun menjadi tiga bagian. Pertama adalah mengenai pentingnya teori atau hubungan kausal dan simulasi. Kedua adalah mengenai simulasi di tingkat makro. Ketiga adalah simulasi di tingkat mikro. Pidato ilmiah ini saya tutup dengan satu simpulan dalam satu paragraf pendek.

Hubungan Kausal (a.k.a Teori) dan Peran Simulasi

Simulasi tidak bisa dilakukan tanpa memahami hubungan kausal atau sebab-akibat. Hubungan kausal yang akurat adalah kunci utama. Sering terjadi, hubungan yang bersifat asosiasi atau korelasi dianggap sebagai hubungan kausal.

Tulisan ini akan menggunakan perkembangan teknologi pesawat terbang untuk mendemonstrasikan pentingnya hubungan kausal, implikasi negatif dari hubungan korelasi yang dianggap sebagai hubungan kausal, dan peran simulasi.

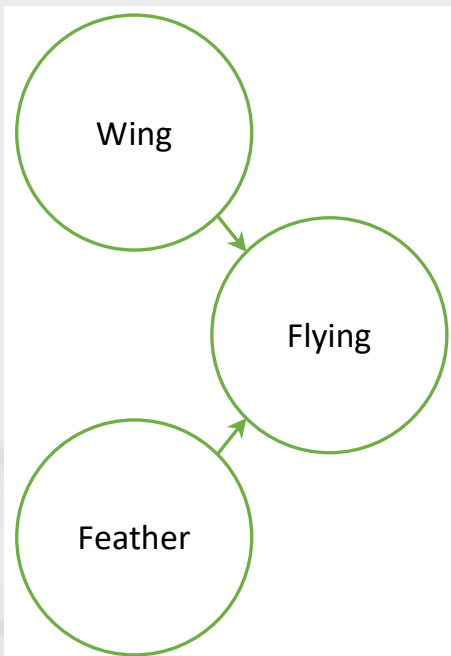
Teknologi pesawat terbang dikembangkan manusia belum lama, kurang-lebih 120 tahun. Sepanjang masa tersebut, teknologi yang dimulai dengan sangat sederhana berkembang sangat pesat terutama setelah difasilitasi dengan simulasi.

Sejarah mencatat pesawat pertama kali diterbangkan oleh

Wilbur Wright di tahun 1902. Wright bersaudara membuat pesawat yang diberi nama Wright Flyer seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 1 (Anderson Jr and Anderson, 1998). Setelah beberapa percobaan, Wright Flyer akhir mampu terbang sejauh 260 m dalam waktu kurang dari 1 menit.

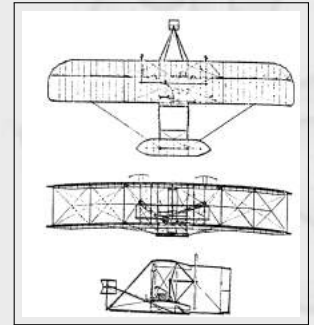
Sebelum percobaan terbang oleh Wright bersaudara, banyak pihak telah berupaya untuk terbang. Ide pertama mengenai terbang ditiru manusia dari alam, yaitu dari burung. Ilmu pengetahuan banyak dikembangkan dengan meniru alam.

Dalam upayanya untuk terbang, peneliti mengamati mahluk-mahluk yang mampu terbang. Mereka menemukan bahwa mahluk yang mampu terbang memiliki dua hal: bulu dan sayap. Dari pengamatan awal ini, peneliti lalu membuat teori bahwa (lihat Gambar 2)



sayap dan bulu membuat burung terbang.

Peneliti tidak menyadari bahwa burung, bulu, dan sayap yang teramati hanyalah fenomena asosiasi atau korelasi, dan bukan sebab-akibat atau kausalitas. Mereka tidak melihat *counter*



Gambar 1: Pesawat pertama, Wright Flyer, yang dibuat manusia (Anderson Jr and Anderson, 1998).

Gambar 2: Teori pertama mengenai terbang bahwa burung terbang karena memiliki bulu dan sayap.

example dalam kasus burung unta yang memiliki bulu dan sayap tetapi tidak mampu terbang. Burung tidak terbang hanya karena memiliki bulu.

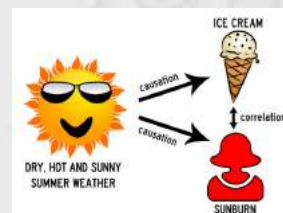
Korelasi adalah hal yang mudah diamati dan mudah dihitung. Jika nilai dua ide atau konsep muncul bersamaan, keduanya memiliki korelasi. Sebaliknya, kausalitas atau hubungan sebab-akibat jauh lebih rumit tetapi lebih penting. Secara sederhana, Gambar 3 memperlihatkan perbedaan korelasi dan kausalitas (Figuroa, 2019). Cuaca panas menyebabkan permintaan *ice cream* meningkat. Cuaca panas menyebabkan kulit terbakar. Tetapi, permintaan akan *ice cream* tidak berhubungan dengan kulit terbakar; keduanya bersifat asosiasi atau korelasi.

Pada dasarnya, teori mengatur hubungan kausalitas. Sadar atau tidak, kita menggunakan banyak teori dalam kehidupan sehari-hari. Bisa dikatakan bahwa teori menyelamatkan hidup kita. Hubungan sebab-akibat itu memberikan kita kemampuan untukantisipasi sesuatu sebelum terjadi. Selain manusia, sangat sedikit makhluk hidup di muka bumi ini yang mampu melakukan antisipasi atau prediksi.

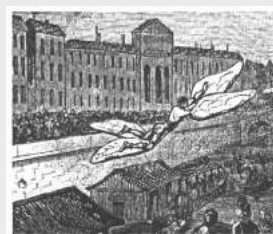
Berdasarkan teori bahwa sayap dan bulu membuat burung terbang, ilmuwan lalu melakukan banyak percobaan. Mereka membuat sayap dan mengikat sayap tersebut badan mereka. Lalu, mereka lompat dari tempat tinggi, bangunan ataupun bukit, mengepakkan sayapnya, meniru burung, dan berharap mereka bisa terbang (Gambar 4 dan 5). Kita tahu hasilnya. Semua berakhir pada kematian.

Terobosan yang luar biasa untuk masalah terbang ini dilakukan oleh matematikawan Daniel Bernoulli di tahun 1738 dalam bukunya yang berjudul *Hydrodynamica*. Beliau menjelaskan bahwa yang dibutuhkan untuk terbang adalah gaya angkat. Teori atau hubungan kausalitasnya adalah:

Gaya Angkat Menyebabkan Terbang.



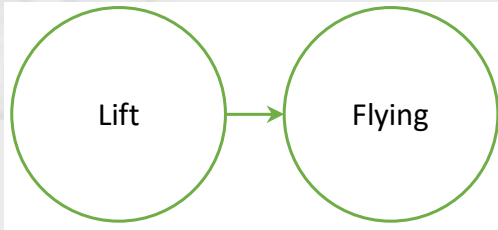
Gambar 3: Hubungan kausal dan korelasi (Figuroa, 2019).



Gambar 4: Upaya Marquis de Backueville untuk terbang melewati sungai Seine di Paris 1742 (Anderson Jr and Anderson, 1998).

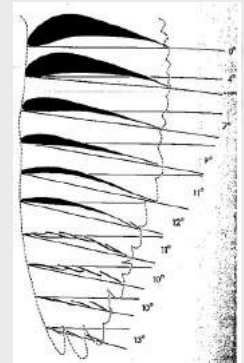


Gambar 5: Upaya Otto Lilienthal untuk terbang menggunakan glider di tahun 1894 (Anderson Jr and Anderson, 1998).

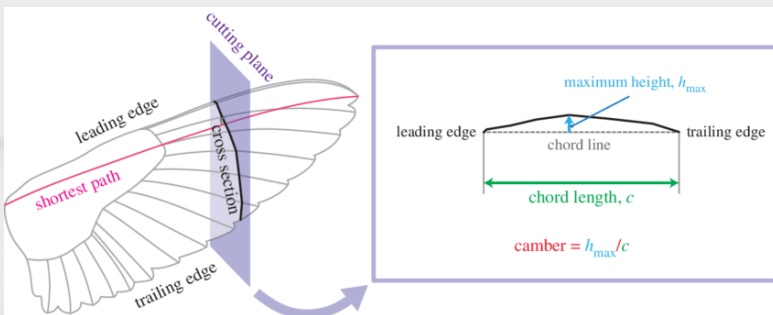


Dengan teori ini, fokus penelitian berubah, bukan lagi mengenai sayap dan bulu, tapi gaya angkat. Lalu, peneliti fokus pada bentuk geometri yang bisa menghasilkan gaya angkat. Peneliti kembali melihat burung tetapi dengan kaca mata yang berbeda. Mereka bertanya apa yang menyebabkan sayap mampu menghasilkan gaya angkat. Menurut Leu (2022) dan Maeda et al. (2017), peneliti-peneliti menemukan bahwa sayap burung mengikuti kontur yang disebut *airfoil* seperti dalam Gambar 6 dan Gambar 7.

Geometri *airfoil* adalah temuan yang luar biasa. *Airfoil* adalah kunci untuk terbang. *Airfoil* adalah bentuk yang dieksploitasi manusia untuk menguasai angkasa. Bahkan, mobil balap menggunakan *airfoil*, disebut *spoiler*, untuk menghasilkan tekanan pada roda belakang.

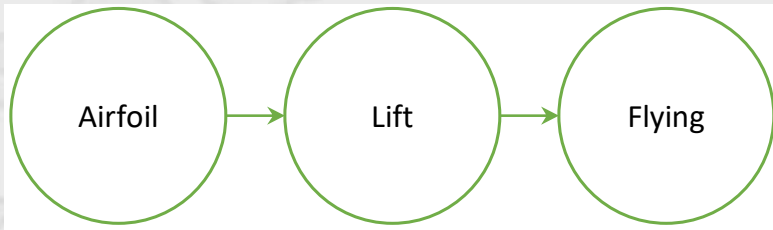


Gambar 6: Penampang berbentuk *airfoil* sepanjang sayap burung (Leu, 2022).



Gambar 7: Bentuk dan penampang sayap burung hummingbird (Maeda et al., 2017).

Dengan temuan ini, peneliti lalu merevisi hubungan sebab-akibat atau teori mengenai terbang yang dibuat sebelumnya. Terbang disebabkan oleh adanya gaya angkat, dan *airfoil* bisa menghasilkan gaya angkat.

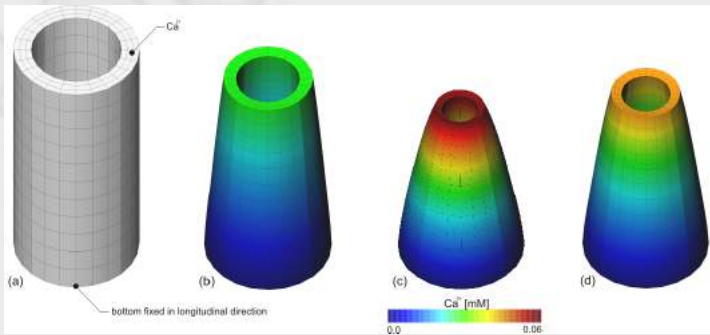


Temuan ini membuka potensi manusia dengan cara yang luar biasa sekali. Prinsip ini, bukan saja memberi kemampuan untuk terbang seperti halnya burung tetapi juga memberikan kemampuan terbang yang jauh lebih unggul dibanding burung yang menjadi sumber di mana ide tersebut diambil. Manusia membangun berbagai macam mesin seperti turbin menggunakan prinsip ini.

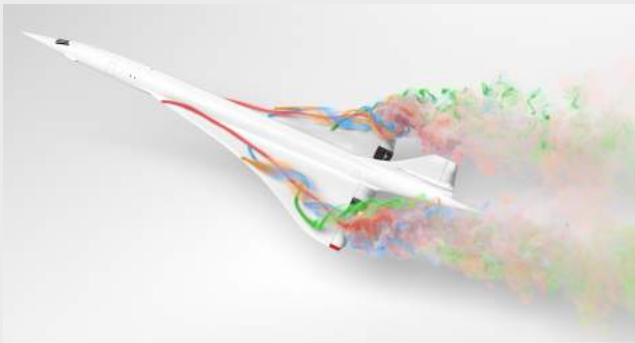
Perkembangan teknologi pesawat terbang dalam satu abad memperlihatkan bahwa *human ingenuity* bisa sangat luar biasa jika dibangun di atas teori atau kausalitas yang tepat.

Terobosan besar terjadi ketika teori-teori dalam ilmu alam, seperti hukum kekekalan energi dan kekekalan massa, digabungkan dengan komputer untuk membentuk platform simulasi. Simulasi menjadi platform untuk menyalurkan kreatifitas manusia dalam melakukan eksplorasi di berbagai bidang di antaranya adalah sebagai berikut.

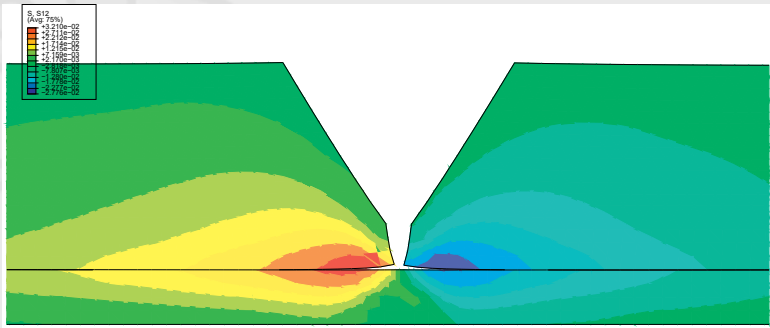
- Gunawan et al. (2010) memperlihatkan simulasi kontraksi *smooth muscle* seperti dalam Gambar 8.
- Lyu et al. (2021) memperlihatkan penggunaan simulasi untuk mempelajari pergerakan aliran udara di sekitar pesawat terbang (Gambar 9).
- Gunawan (2011) memperlihatkan simulasi kegagalan material komposit seperti dalam Gambar 10
- Gunawan et al. (2008) memperlihatkan penggunaan simulasi untuk mempelajari kegagalan sambungan las titik (*spotweld*) (Gambar 11).
- Gunawan (2012) menggunakan simulasi untuk mempelajari proses berkembangnya *airbag* (Gambar 12).



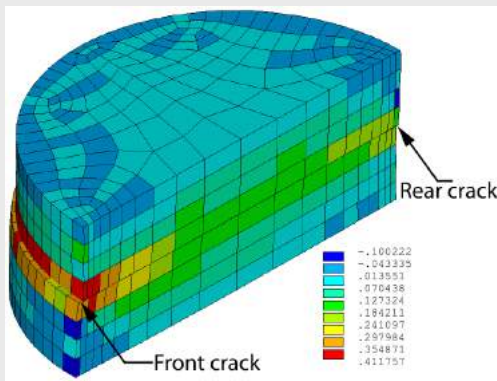
Gambar 8: Simulasi kontraksi *smooth muscle* karena konsentrasi kalsium. Otot ini bisa ditemui dalam sistem pencernaan dan peredaran darah (Gunawan et al., 2010).



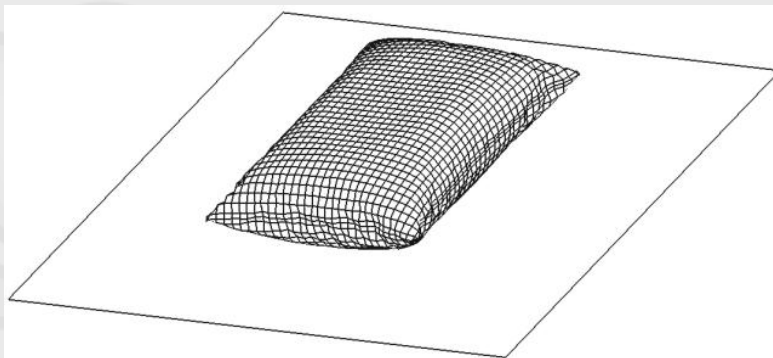
Gambar 9: Simulasi aliran udara di sekitar pesawat (Lyu et al., 2021).



Gambar 10: Simulasi rusaknya ikatan matriks dengan fiber dalam struktur komposit karena beban tarik dan impact (Gunawan, 2011).



Gambar 11: Simulasi retak pada sambungan las titik (spotweld). Sambungan jenis ini banyak digunakan dalam industri otomotif (Gunawan et al., 2008).



Gambar 12: Simulasi pengembangan airbag (Gunawan, 2012).

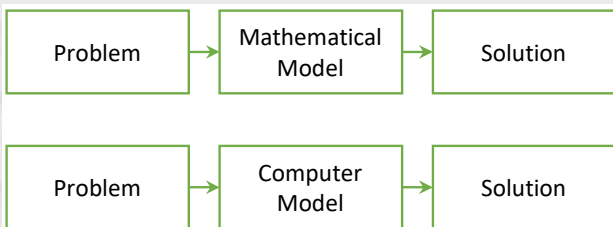
Bapak/Ibu hadirin yang Saya hormati,

Di atas, telah dipaparkan bahwa platform simulasi yang menerapkan teori-teori dalam bidang fisika dan kimia bisa menjadi platform di mana ide dan kreativitas manusia bisa dikembangkan dengan mudah dan cepat. Dalam bagian berikut, akan dipaparkan penggunaan platform simulasi untuk teori-teori dalam bidang bisnis dan ekonomi. Kita akan melihat beberapa hasil yang mengejutkan.

Simulasi Skala Makro: Sistem Dinamik

Seringkali, instrumen atau model matematika adalah jembatan untuk menemukan solusi. Lihat Gambar 13. Prosedur ini membutuhkan translasi masalah menjadi notasi matematika yang bersifat abstrak. Setelah solusi matematika diperoleh, kembali dilakukan translasi dari bentuk matematika menjadi bentuk fisik. Hal ini menjadi hambatan besar buat banyak profesional. Akibatnya, mereka mungkin menghindari menggunakan matematika. Mereka cenderung mengambil keputusan berdasarkan instuisi walaupun mereka menyadari bahwa solusi yang diperoleh mungkin tidak komprehensif.

Komputer simulasi mengenkapsulasi persamaan matematika menjadi diagram blok. Abstraksi ini lebih dekat ke proses manusia berpikir dibanding persamaan matematika.



Gambar 13: Model matematika dan komputer adalah jembatan antara masalah dan solusi.

Sebagai contoh, untuk memperoleh cara yang paling optimum untuk mendistribusikan barang dari depot ke cabang-cabang, pelaku perlu memecahkan persamaan (Murtagh and Niwattisya-

wong, 1982):

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} w_{ij} \tag{1}$$

dan

$$\sum_{i=1}^m w_{ij} = b_j, j = 1, \dots, n \tag{2}$$

Jalur penyelesaian ini, di mana persoalan perlu ditulis dengan abstraksi matematika, bukanlah solusi yang akan diambil pelaku bisnis maupun praktisi.

Instrumen simulasi komputer skala makro didesain dengan sangat sederhana. Instrumen hanya memiliki dua elemen dasar: *Stock* dan *Flow* (Gambar 14) (Meadows, 2008). Instrumen ini sering disebut Sistem Dinamik.

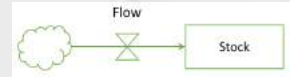
Berikut kami berikan beberapa contoh model Sistem Dinamik. Dalam hal model tabungan di bank, Gambar 15, *Stock* menggambarkan jumlah tabungan, dan *Flow* menggambarkan laju pertambahan tabungan karena bunga bank.

Dalam hal model infeksi Covid-19, Gambar 16, *Stock* menggambarkan jumlah pasien yang terinfeksi, dan *Flow* menggambarkan laju infeksi (Sterman, 2000).

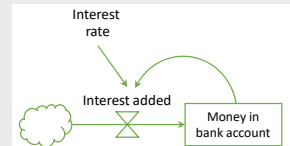
Instrumen simulasi komputer yang terdiri hanya dua elemen tentunya sangat sederhana. Umumnya, hambatan dalam menggunakan model komputer bukan karena instrumen itu sendiri. Tantangan datang dari pemahaman mengenai teori atau kausalitas antar variabel-variabel yang terlibat. Pengguna perlu mengetahui variabel-variabel yang dominan. Pengguna perlu memahami hubungan antar variabel.

Mari kita gunakan model sistem dinamik untuk memahami dinamika ekonomi berdasarkan sumber daya alam yang tidak terbarukan. Model ekonomi seperti ini persis seperti model bisnis PT Freeport Indonesia. Memahami dinamika ini bisa menjadi pertimbangan untuk berinvestasi.

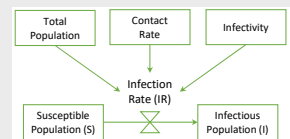
Secara sederhana, dinamika ekonomi untuk bisnis seperti ini ditunjukkan dalam Gambar 17. Investasi dalam bentuk capital digunakan untuk ekstraksi sumber daya alam. Investasi ini mengalami depresiasi dalam bentuk mesin dan peralatan untuk ekstraksi. Sebagian profit, digunakan untuk meningkatkan investasi capital.



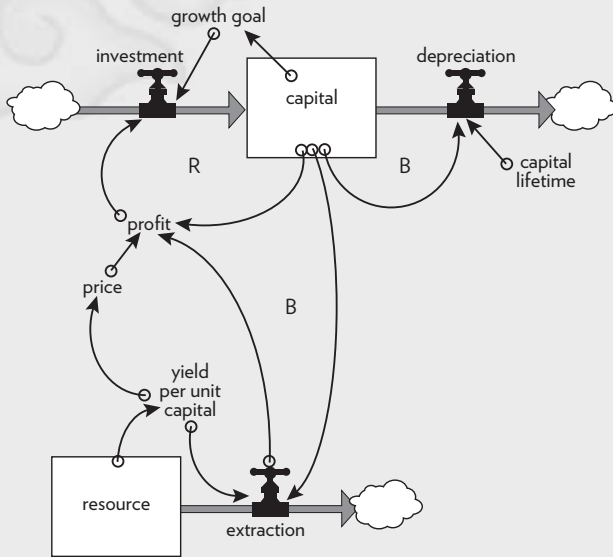
Gambar 14: *Stock* dan *Flow*, dua elemen dasar, untuk simulasi dengan pendekatan Sistem Dinamik (Meadows, 2008).



Gambar 15: Struktur *stock* dan *flow* untuk menggambarkan dinamika tabungan (Meadows, 2008).



Gambar 16: Struktur *stock* dan *flow* untuk mempelajari infeksi dan penyebaran Covid-19 dengan model SIR (Sterman, 2000).

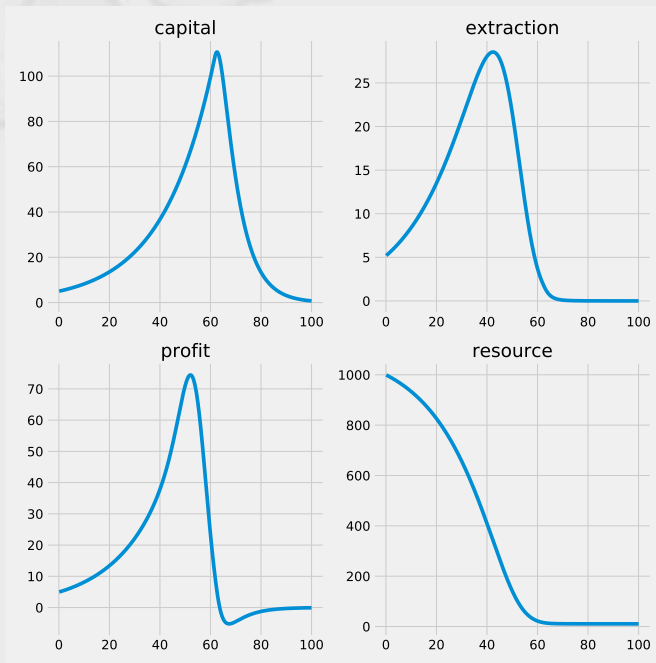


Gambar 17: Model sederhana untuk bisnis dengan sumberdaya yang tidak terbarukan (Meadows, 2008).

Hasil simulasi sistem ekonomi ini memperlihatkan beberapa hal yang menarik, lihat Gambar 18. Kita melihat bahwa jumlah sumber daya (*resource*) menurun dengan cepat. Hal ini mudah dipahami. Hal yang menarik adalah biaya ekstraksi naik dengan drastis, sebelum jatuh dengan cepat. Sepuluh tahun setelah biaya ekstraksi mencapai titik tertinggi, profit lalu mencapai titik tertinggi, lalu jatuh dengan cepat. Terakhir, sepuluh tahun setelah profit mencapai titik tertinggi, *capital* mencapai titik tertinggi dan kemudian jatuh dengan cepat.

Kita juga melihat bahwa bisnis sudah sepenuhnya tidak menguntungkan walaupun sumber daya alam masih tersedia. Hal ini menjelaskan mengapa tambang-tambang timah yang ditinggalkan perusahaan, masih terus dimanfaatkan oleh masyarakat. Kita juga melihat kota-kota hantu, seperti kota Walhalla, Victoria, Australia, yang ditinggalkan setelah penambangan selesai.

Bisa saja teknologi baru ditemukan sehingga biaya ekstraksi bisa ditekan. Maersk Oil membuat terobosan di ladang minyak Al Shaheen, Qatar, dengan *hydraulically horizontal fracking* sehingga ladang minyak tua terus bisa dioperasikan dan proses ekstraksi bisa terus dilakukan walaupun biaya naik 300% (Lopdrup et al., 2009).



Gambar 18: Dinamika ekonomi berdasarkan sumber daya tidak terbarukan untuk variabel capital, laju extraction, profit, dan resource (Meadows, 2008).

Bapak/Ibu hadirin yang Saya hormati,

Simulasi Skala Mikro: Simulasi Berbasis Agen

Simulasi pendekatan makro adalah pilihan yang baik untuk mereka yang mampu melihat persoalan dan faktor-faktor yang terlibat dari tingkat *bird-view*. Seringkali, hubungan kausal lebih mudah diamati dan dipahami dalam skala mikro. Sebagai contoh, dalam berkendara, jika jarak dengan mobil depan terlalu dekat, pengemudi akan mengerem untuk menghindari tabrakan (Gambar 19). Ini adalah contoh hubungan kausal dalam skala mikro.

```

if jika terlalu dekat then
  tekan rem
end if

```

Peristiwa dalam skala mikro di atas bisa saja memiliki pengaruh makro. Hal ini terjadi jika pengereman satu kendaraan mempengaruhi sejumlah kendaraan dalam satu peleton. Bagaimana



fenomena skala mikro berpengaruh pada fenomena di skala makro adalah hal yang berada di luar cakupan pidato ini.

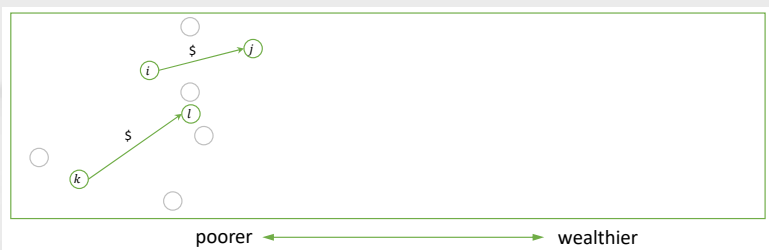
Ketika hubungan sebab-akibat atau kausal diketahui dalam skala mikro, simulasi berbasis agen adalah pilihan yang tepat. Dalam simulasi berbasis agen, model pada dasarnya adalah interaksi antar agen. Setiap agen berperilaku selayaknya manusia sebagai individu. Setiap individu memiliki atribut seperti status pernikahan yang menggambarkan keadaan mereka. Di samping memiliki atribut, setiap agen atau individu sanggup mengambil tindakan berdasarkan kondisi dan interaksi dengan agen lainnya.

Dalam simulasi berbasis agen, hubungan sebab-akibat atau teori kausalitas diimplementasi dalam bentuk

```

if some condition is true then
  Agents do some processing
else
  Agents do the default actions
end if

```



Gambar 19: Interaksi kendaraan dalam skala mikro yang mengikuti teori *car-following model* (Gunawan et al., 2021).

Gambar 20: Model ekonomi sederhana. Agen *i* memilih agen *j* secara acak dan memberikan sebagian kecil kekayaannya (Wilensky, 2011).

Sebuah contoh menarik penggunaan simulasi berbasis agen adalah untuk memahami terjadinya konsentrasi kekayaan mengikuti prinsip Pareto di mana 20% populasi menguasai 80% kekayaan. Model ini sering disebut sebagai model ekonomi

sederhana, lihat Gambar 20.

Model menggambarkan sebuah pasar yang adil di mana semua agen memiliki kesempatan yang sama. Simulasi dimulai dengan distribusi kekayaan merata (Gambar 21). Setiap agen memiliki kekayaan \$100. Dunia kecil dalam simulasi ini memiliki 500 agen. Dalam setiap iterasi, setiap agen akan memilih agen lain secara acak dan memberikan sebagian kecil kekayaan yang dimilikinya.

Pada akhir simulasi, kekayaan terdistribusi mengikuti pola Pareto di mana kekayaan terkonsentrasi pada sedikit agen seperti diperlihatkan dalam Gambar 22. Sebelum simulasi, penulis cenderung berpikir bahwa jika bisnis berlangsung secara adil di mana semua orang memiliki kesempatan yang sama, kekayaan akan terdistribusi merata. Terjadinya konsentrasi kekayaan tidak berarti bahwa bisnis telah dilakukan dengan tidak adil.

Boghosian (2020) menemukan hal yang sama. Dalam *The Inescapable Casino*, beliau menulis bahwa konsentrasi kekayaan adalah sifat dasar pasar bebas:

“Wealth naturally trickles up in free-market economies.”

Menggunakan model ekonomi sederhana, Pluchino et al. (2018) bahkan menyimpulkan:

... our simple agent-based model show that, if it is true that some degree of talent is necessary to be successful in life, almost never the most talented people reach the highest peaks of success, being overtaken by averagely talented but sensibly luckier individuals.

Argumen bahwa kaya dan sukses adalah faktor nasib sulit diterima oleh masyarakat yang percaya dengan meritokrasi. Mereka semata-mata percaya bahwa sukses tergantung talenta, keterampilan, kerja keras, dan kecerdasan.

Pluchino et al. (2018) berpendapat bahwa keberuntungan merupakan salah satu faktor kesuksesan. Hal yang sama tertulis dalam Matius 25:29:

Karena setiap orang yang mempunyai, kepadanya akan diberi, sehingga ia berkelimpahan. Tetapi siapa yang tidak mempunyai, apapun juga yang ada padanya akan diambil dari padanya.

(For to every one who has will more be given, and he will have abundance; but from him who has not, even what he has will be taken away.)



Gambar 21: Panel atas memperlihatkan 100 agen yang masing-masing memiliki kekayaan awal 100 satuan. Posisi dalam sumbu x menggambarkan jumlah kekayaan. Agen akan bergerak ke kanan seiring dengan bertambahnya kekayaan. Panel bawah memperlihatkan histogram distribusi kekayaan. Awalnya, kekayaan terdistribusi merata.



Gambar 22: Panel atas memperlihatkan bahwa sebagian besar agen memiliki kekayaan yang lebih rendah dibanding kekayaan awal. Sebagian kecil agen mengakumulasi kekayaan dan bergerak ke sisi kanan gambar. Panel bawah memperlihatkan histogram di mana konsentrasi kekayaan terjadi pada beberapa agen.

Kita bisa saja berikhtiar, tapi sukses dan kaya, seperti halnya jodoh, adalah garisan dari langit. Kita memiliki model yang mampu mendemonstrasikan teori ini.

Bapak/Ibu hadirin yang Saya hormati,

Catatan Penutup

Simulasi adalah *bicycle-of-the-mind* untuk memahami fenomena kompleks dalam bidang ilmu alam dan ilmu sosial. Simulasi bisa dilakukan dengan benar jika didukung dengan pengetahuan mendalam mengenai fenomena yang ingin dipelajari atau teori, baik di tingkat makro maupun mikro.

Secara umum, model simulasi dapat dihasilkan dengan melibatkan dua keahlian. Pertama adalah keahlian mengenai persoalan yang dihadapi (*Subject Matter Expert, SME*). Kedua adalah keahlian mengenai perangkat lunak yang digunakan. Seringkali, sulit menemukan satu individu yang menguasai keduanya sehingga simulasi tidak digunakan. Seperti halnya banyak hal, kolaborasi adalah hal yang penting.

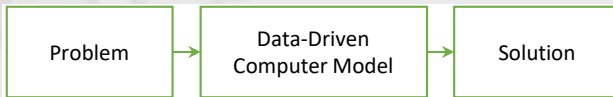
Bapak/Ibu hadirin yang Saya hormati,

Kami pahami saat ini *Machine Learning* secara luas digunakan. Kesuksesan ini tentunya karena banyak faktor, salah satunya adalah kemudahan. Model *Machine Learning* mudah dihasilkan dan dengan cepat bisa digunakan. Secara sederhana, dengan *Machine Learning*, masalah diselesaikan dengan tiga langkah berikut:

1. masalah,
2. data ↔ model komputer, dan
3. solusi.

Secara skematis, tiga langkah di atas diperlihatkan dalam Gambar 23. Singkat kata, solusi dengan pendekatan ini sangat tergantung data.

Bisa dikatakan bahwa isu utama penggunaan metode ini adalah data. Jika data tersedia, bahkan tanpa teori pendukung



Gambar 23: Metode solusi yang paling populer dewasa ini adalah *Machine Learning*. Dengan metode ini, model bisa dibuat sepenuhnya berdasarkan data.

pun, model *Machine Learning* bisa dihasilkan. Saat ini, data relatif mudah diperoleh terutama dengan adanya *Internet of Things*. Data dalam jumlah ribuan ataupun ratusan ribu dengan mudah dikumpulkan. Karena kemudahan ini, bisa dipahami jika model *Machine Learning* banyak digunakan.

Di sisi lain, model simulasi mesti dihasilkan dengan teori yang baik. Untuk masalah apapun, lebih mudah untuk mengumpulkan data dibanding memahami teori yang menjelaskan mengapa sesuatu terjadi.

Dalam konteks *Machine Learning*, model komputer seringkali diperlakukan sebagai kotak hitam. Beberapa jurnal utama dalam bidang rekayasa, seperti *Journal of Sound and Vibration* dan *Journal of Mechanical System and Signal Processing* memutuskan menolak paper seperti itu. JSV menulis:

"In the last few years, JSV has been receiving a large number of papers relating to machine learning or 'soft computing' applied in a mechanical systems context. Many of these papers are rejected without review ..."

Alasan utama penolakan, menurut Editor JSV, adalah

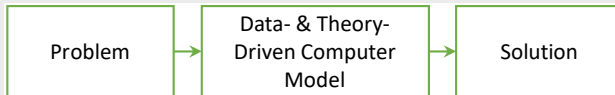
"The problem most often encountered is that the papers do not contribute to engineering knowledge."

Yang dimaksud dengan *engineering knowledge* adalah pengetahuan atau teori mengenai fenomena dalam bidang rekayasa. Secara umum, model *Machine Learning* yang dibutuhkan di banyak bidang seperti akuntansi dan rekayasa adalah model *Machine Learning* yang didukung oleh teori yang diterima di bidang-bidang tersebut.

Secara umum, teori atau hubungan sebab-akibat tersebut bisa didasarkan atas proses fisika, kimia, bisnis, ataupun psikologi, ataupun kombinasinya. Sampai saat ini, komputer tidak memahami kausalitas.

Sebagai institusi yang terkenal dengan Ilmu Komputer dan Sistem Informasi, BINUS perlu menyadari hal ini bahwa ilmu

komputer dan sistem informasi *per se* memiliki dampak terbatas. Akan tetapi, kombinasi keduanya dengan bidang-bidang lainnya di mana *Subject Matter Expert* berada adalah jalan utama untuk membuat *Machine Learning* ataupun simulasi diterapkan dengan teori yang kokoh. Kombinasi Ilmu Komputer, Sistem Informasi, dan *Subject Matter Expert* akan menghasilkan sistem yang *accountable*, bukan sebagai kotak hitam, sehingga instrumen tersebut bisa diterima oleh ahli di masing-masing bidang dan masyarakat luas, lihat Gambar 24.



Gambar 24: Untuk meningkatkan akuntabilitas, metode penyelesaian bukan saja dibuat berdasarkan data tetapi juga perlu didukung dengan teori yang diterima secara luas di setiap bidang di mana metode diterapkan.

Daftar Referensi

- John D Anderson Jr and John David Anderson. *A history of aerodynamics: and its impact on flying machines*. Cambridge university press, 1998.
- Bruce M Boghosian. The inescapable casino. *The Best Writing on Mathematics 2020*, 18:15, 2020.
- Anthony Figueroa. Correlation is not causation. <https://towardsdatascience.com/>, August 14 2019.
- Fergyanto E. Gunawan. Debonding strength of bundled glass fibers subjected to stress pulse loading. *Engineering Fracture Mechanics*, 78(16):2731–2745, Nov 2011. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.engfracmech.2011.07.008>. Elsevier. Scopus Indexed.
- Fergyanto E Gunawan. Numerical modeling and experimental verification of airbag for packaging material application. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering (Scopus indexed)*, 7(1):64–68, 2012. <http://www.myjournal.my/public/article-view.php?id=62167>.
- Fergyanto E Gunawan, Hiroomi Homma, and Bhuwan Adhikari. Nugget strength of spot weld under shear impact load. *Journal*

- of solid mechanics and materials engineering (Scopus indexed)*, 2(8): 1136–1145, 2008. <http://dx.doi.org/10.1299/jmmp.2.1136>.
- Fergyanto E Gunawan, Markus Böl, and Gerhard Holzapfel. Finite element framework of the electromechanical coupling of smooth muscles. In *9th World Congress on Computational Mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics*, 2010.
- Fergyanto E Gunawan, Satryo S Brodjonegoro, and Burhan. The effects of the preferential driving strategy to fuel consumption and greenhouse gasses. *ICIC Express Letters Part B: Applications*, 12(9):1–7, 2021.
- Tzong-Shyng Leu. Aerodynamics I, Chapter 5 incompressible flow over finite wings, March 2022. URL <http://web.iaa.ncku.edu.tw/~aeromems/Aerodynamics/Ch5.pdf>. Online.
- Thomas P Lopdrup, Henrik Bjerre Ohrt, Michael Lechner, Ghina El-Itawi, Rashed Noman, and Mohd Rushdan Jaafar. Increasing recovery in the complex reservoirs in the al shaheen field, offshore qatar, by mastering reservoir pressure for large scale horizontal infill drilling. In *International Petroleum Technology Conference*. OnePetro, 2009.
- Chaoyang Lyu, Wei Li, Mathieu Desbrun, and Xiaopei Liu. Fast and versatile fluid-solid coupling for turbulent flow simulation. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 40(6):1–18, 2021.
- M Maeda, T Nakata, I Kitamura, H Tanaka, and H Liu. Quantifying the dynamic wing morphing of hovering hummingbird. *Royal Society open science*, 4(9):170307, 2017.
- Donella H Meadows. *Thinking in systems: A primer*. chelsea green publishing, 2008.
- BA Murtagh and SR Niwattisyawong. An efficient method for the multi-depot location—allocation problem. *Journal of the Operational Research Society*, 33:629–634, 1982.
- Alessandro Pluchino, Alessio Emanuele Biondo, and Andrea Rapisarda. Talent versus luck: The role of randomness in

success and failure. *Advances in Complex systems*, 21(03n04): 1850014, 2018.

John Sterman. *Business dynamics*. McGraw-Hill, Inc., 2000.

U. Wilensky. Netlogo simple economy model.
<https://towardsdatascience.com/>, 2011. URL <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/SimpleEconomy>.

Bapak/Ibu hadirin yang Saya hormati,

Ucapan Terima Kasih

Para hadirin yang saya hormati, pada bagian akhir pidato penguatan ini, izinkan saya untuk memanjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkah dan karunianya. Secara umum, saya mengucapkan terima kasih pada berbagai pihak yang telah membantu dan mendukung saya mencapai jabatan fungsional akademik tertinggi di Universitas Bina Nusantara. Secara khusus, saya mengucapkan terima kasih pada:

- Pemerintah Republik Indonesia, melalui Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Bapak Nadiem Anwar Makarim, B.A., M.B.A. yang telah menetapkan dan mengangkat saya sebagai Guru Besar di Binus Graduate Program, Universitas Bina Nusantara,
- Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Bapak Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC, Ph.D., IPU, Asean Eng. yang telah mendukung, memproses, dan menyetujui usulan Senat Perguruan Tinggi Universitas Bina Nusantara dan LLDIKTI Wilayah III,
- Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah III sebelumnya, Prof. Dr. Agus Setyo Budi, M.Sc dan jajarannya yang telah mendukung, memproses, dan menyetujui usulan Senat Perguruan Tinggi Universitas Bina Nusantara dengan sangat cepat,
- Ketua Yayasan Universitas Bina Nusantara, Bapak Ir. Bernard Gunawan dan para Pimpinan BINUS Higher Education yang telah memberikan saya kesempatan mengabdikan dan mengembangkan diri melalui institusi Universitas Bina Nusantara,
- Senat Perguruan Tinggi Universitas Bina Nusantara yang telah mendukung dan menyetujui usulan guru besar saya,

- Rektor Universitas Bina Nusantara, Bapak Prof. Dr. Ir. Harjanto Prabowo, M.M., yang memberikan banyak bantuan dan bimbingan untuk banyak hal yang terlalu panjang untuk dituliskan di sini,
- Prof. Dr. Ir. Satryo Soemantri Brodjonegoro, Prof. Dr. Ir. Ichsan Setya Putra, dan Prof. Dr. Ir. Tata Cipta Dirgantara yang selalu setia membimbing saya semenjak saya masuk ke ITB, dan juga mereview dokumen aplikasi guru besar saya,
- Prof. Dr. Eng. Hiroomi Homma yang dengan sabar membimbing saya,
- Vice Rector Academic Development, Bapak Dr. Engkos Achmad Kuncoro, S.E., M.M., unit-unit terkait, dan jajarannya yang bekerja keras untuk melatih saya, mengumpulkan, memproses, dan melengkapi seluruh dokumen untuk memenuhi syarat guru besar,
- Vice Rector Academic Development, Ibu Dr. Reina, S.Kom., M.M., unit-unit terkait, dan jajarannya yang bekerja keras untuk memfasilitasi saya dalam melakukan dharma pengajaran,
- Vice Rector Student Affairs & Community Development, Bapak Johan, S.Kom., M.M., CDMS, unit-unit terkait, dan jajarannya yang bekerja keras untuk memfasilitasi saya dalam melakukan dharma pengabdian,
- Vice Rector Global Employability & Entrepreneurship, Ibu Prof. Dr. Meyliana, S.Kom., M.M., CDMS, CBDMP, unit-unit terkait, dan jajarannya yang memfasilitasi saya dalam membangun jaringan dengan industri dan akademik,
- Vice Rector Research & Technology Transfer, Bapak Prof. Tirta Nugraha Mursitama, S.Sos., M.M., Ph.D., unit-unit terkait, dan jajarannya yang memfasilitasi saya dalam menjalankan dharma penelitian,
- Guru-guru saya di ITB, SMA 2 Makassar, SMP 1 Tolitoli, dan SD Santa Theresia Tolitoli.

- BINUS Graduate Program Director sekarang, Dr. Sani Muhamad Isa, S.Si., M.Kom., dan sebelumnya, Iman Herwidiana Kartowisastro, Ph.D. Prof. Dr. Ir. Edi Abdurachman, MS., M.Sc., dan Prof. Dr. Gerardus Polla M.App.Sc. yang telah banyak membimbing dan membantu saya,
- Keluarga saya, rekan-rekan dosen dan tenaga kependidikan di Binus Graduate Program,
- Alumni Homma Lab. dan Alumni Jepang: Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Eng., IPU., Ir. Insannul Kamil, M.Eng., Ph.D, IPM, ASEAN Eng., Prof. Jeanette Hussong, Associate Professor Dr.Eng. Sandro Mibradi, Imad, Fenny, Sherly, Didik, dan Dharma Putra.
- Teman-teman alumni M91 ITB, SMA 2 Makassar, SMP 1 Tolitoli, dan SD Santa Theresia Tolitoli.
- Terakhir dan tidak kalah pentingnya adalah: Saya mengucapkan terima kasih kasih untuk mendiang ayahanda saya, Koshie E. Gunawan, dan ayah mertua saya, Irving Sutrya Ubhakti, yang mengajari banyak hal dengan sabar. Terima kasih untuk ibunda saya di Tolitoli, Thelda Liem, dan di Jakarta, Sonny Duwana, untuk kasih dan dukungannya. Istri saya tercinta, Xenia Ayubudhi, dan anak saya, Giovanni Rafael Gunawan, terima kasih untuk memberikan momen-momen penting dalam hidup saya. Saya juga mengucapkan terima kasih pada seluruh keluarga saya di Tolitoli, Jakarta, Bandung, dan Serpong.

Mohon maaf atas semua kesalahan yang telah saya buat dalam pidato ini maupun sebelumnya.

Terima Kasih.

Biodata

Nama : Fergyanto E. Gunawan
Binusian ID : 1060003946
Kode Dosen : D3776
Jabatan Fungsional : Guru Besar 850
Tempat/Tanggal Lahir : Tolitoli / 4 Nov. 1972
Alamat Kantor : Binus Kampus Anggrek, Jl. Kebon Jeruk Raya No. 27, Jakarta 11530 +62-21-534-5830, +62.21 535 0660
Alamat Rumah : Kelapa Gading Raya, Perumahan Riviera Garden RF 6/2, Jakarta Utara 14250 Indonesia, Kec. Kelapa Gading, Kel. Pegangsaan Dua
Istri : Xenia Ayubudhi Ubhakti
Anak : Giovanni Rafael Gunawan
Email : fgunawan@binus.edu



Riwayat Pendidikan

- 2006 · Doctor of Engineering in Structural and System Engineering, Toyohashi University of Technology, Japan.
- 1998 · MSc in Mechanical Engineering, Bandung Institute of Technology, Indonesia.
- 1996 · BSc in Aeronautics and Aerospace Engineering, Bandung Institute of Technology, Indonesia.

Riwayat Pekerjaan

- 1996–1998 · Research/Teaching Assistant, Bandung Institute of Technology, Indonesia.
- 1998–2004 · Technical Official, Department of Mechanical Engineerin, Toyohashi University of Technology, Japan.

- 2004–2007 · Teaching Associate, Department of Mechanical Engineering, Toyohashi University of Technology, Japan.
- 2007–2007 · Research Associate, Department of Mechanical Engineerin, Toyohashi University of Technology, Japan.
- 2007–2009 · Assistant Professor, Cooperative Research Facility Center, Toyohashi University of Technology, Japan.
- 2007–2009 · Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, Toyohashi University of Technology, Japan.
- Feb–Dec. 2009 · Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Technical Universität Braunschweig, Germany.
- 2009–2010 · Research Associate, The University of Western Australia, Australia.
- 2010–2012 · Tenaga Pengajar, Bina Nusantara University, Indonesia.
- 2012–2017 · Lektor 200, Bina Nusantara University, Indonesia.
- 2017–2021 · Lektor Kepala 550, Bina Nusantara University, Indonesia.
- 2021–Present · Guru Besar 850, Bina Nusantara University, Indonesia.

Publikasi di Jurnal Ilmiah dan Proseedings

Alamsjah, F., Siahaan, A., Santoso, Y. A., Handoko, D., Gunawan, F. E., Asrol, M., Redi, A. A. N. P., Persada, S. F., et al. (2021). Potential factors affecting adoption of electric vehicle by indonesia market. *ICIC express letters. Part B, Applications: an international journal of research and surveys*, 12(11):1081–1090.

Alexandra, C., Tantri, T., and Gunawan, F. E. (2019). Analyzing the performance criteria of arma model for air quality forecasting in jakarta. *Journal of Environmental Management & Tourism*, 10(7 (39)):1591–1600.

- Aras, M., Fujianti, V. R., and Gunawan, F. E. (2019). The factors affecting online purchase intention in indonesia. *ICIC Express Letters Part B: Applications*, 10(12).
- Asrol, M., Papilo, P., and Gunawan, F. E. (2021). Support vector machine with k-fold validation to improve the industry's sustainability performance classification. *Procedia Computer Science*, 179:854–862.
- Böl, M., Gunawan, F. E., and Holzapfel, G. A. (2009). Soft biological tissue activation. chemomechanical aspects in tissue contraction. In *The X International Conference on Computational Plasticity–COMPLAS X*, Barcelona, Spain.
- Chandra, F. Y., Gunawan, F. E., Glann, G., and Gunawan, A. A. (2014). Improving the accuracy of real-time traffic data gathered by the floating car data method. In *The 2nd International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, Bandung, Indonesia.
- Dabet, A., Homma, H., Homma, H., and Gunawan, F. E. (2018). Effectiveness of pre-screening test for safe design of components fabricated with abaca natural fibers. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(13):1207–1215.
- Gunawan, A. A., Tanjung, D. A., and Gunawan, F. E. (2019a). Detection of vehicle position and speed using camera calibration and image projection methods. *Procedia Computer Science*, 157:255–265.
- Gunawan, F. (2021). The fuel consumption density due to phantom traffic jam. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, volume 729, page 012025. IOP Publishing.
- Gunawan, F., Böl, M., and Holzapfel, G. (2010). Finite element framework of the electromechanical coupling of smooth muscles. In *9th World Congress on Computational Mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics*.
- Gunawan, F., Kanto, Y., Kamil, I., Tran, H., et al. (2021a). Structural health monitoring: Frequency domain analysis of beam

- with breathing crack. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, volume 729, page 012027. IOP Publishing.
- Gunawan, F. E. (2011a). Characteristics of traffic in a highly congested motorway in urban area in jakarta-indonesia. In *Proceedings of International Conference on Traffic and Logistic Engineering 2011*, pages 70–74, Chennai, India.
- Gunawan, F. E. (2011b). Comparison of gazis-herman-rothery, optimal velocity and intelligent driver car-following models. In *Proceedings of International seminar on applied technology, science, and arts (APTECS) 2011*, pages 474–480, Grha ITS Surabaya Indonesia.
- Gunawan, F. E. (2011c). Debonding strength of bundled glass fibers subjected to stress pulse loading. *Engineering Fracture Mechanics*, 78(16):2731–2745. Elsevier. Scopus Indexed.
- Gunawan, F. E. (2011d). Dynamic debonding strength of fiber glass composite. In *International Conference on the Mechanical Behavior of Materials (ICM11)*, Milano, Italy.
- Gunawan, F. E. (2011e). Stress wave method for identification of viscoelastic material property based on finite-element inverse-analysis. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering*, 69(3):405–413. Scopus indexed.
- Gunawan, F. E. (2012a). Characteristics of traffic in a highly congested motorway in urban area in jakarta-indonesia. *International Journal of Engineering and Technology*, 4(2):221–225.
- Gunawan, F. E. (2012b). Levenberg-marquardt iterative regularization for the pulse-type impact-force reconstruction. *Journal of Sound and Vibration (Q1)*, 331(25):5424–5434. Elsevier. Scopus Indexed.
- Gunawan, F. E. (2012c). Numerical modeling and experimental verification of airbag for packaging material application. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering (Scopus indexed)*, 7(1):64–68. <http://www.myjournal.my/public/article-view.php?id=62167>.

- Gunawan, F. E. (2012d). Two-vehicle dynamics of the car-following models on a realistic driving condition. *International journal of transportation systems and information technology*, 12(2):77–83.
- Gunawan, F. E. (2013). A new approach for debonding characterization. In *International Conference on Advances Science and Contemporary Engineering (ICASCE)*, Bandung, Indonesia.
- Gunawan, F. E. (2014a). Design and implementation of discrete-event simulation framework for modeling bus rapid transit system. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 14(4):37–45. Elsevier. Scopus Indexed.
- Gunawan, F. E. (2014b). Design and implementation of discrete-event simulation framework for modeling bus rapid transit system. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 14(4):97–110. Elsevier. Scopus Indexed.
- Gunawan, F. E. (2014c). *Numerical Methods for Solving Fredholm Integral Equations of the First Kind: Application for Indirect Impact Force Measurement*. Lambert Academic Publishing.
- Gunawan, F. E. (2014d). Statistically optimum virtual trip line for real-time traffic monitoring system. In *International Conference and Advanced Informatics: Concepts, Theory and Applications (ICAICTA)*, pages 51–56, Bandung, Indonesia.
- Gunawan, F. E. (2015). Empirical assessment on factors affecting travel time of bus rapid transit. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(1):327–334. Indexed by Scopus.
- Gunawan, F. E. (2016). Impact force reconstruction using the regularized wiener filter method. *Inverse Problems in Science and Engineering*, 24(07):1107–1132.
- Gunawan, F. E. (2018a). Detecting road damages by using gyroscope sensor. *ICIC Express Letters*, 12(11):1089–1098.
- Gunawan, F. E. (2018b). Improving the reliability of F -statistic method by using linear support vector machine for structural health monitoring. *ICIC Express Letters*, 12(12):1183–1193.

- Gunawan, F. E. (2018c). Static and dynamic debonding strength of bundled glass fibers. *Archive of mechanical engineering*, 65(2):209–220.
- Gunawan, F. E. (2019a). Car-following model: a computer-vision-based calibration method. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 15(4):1397–1411.
- Gunawan, F. E. (2019b). A learning recommendation to improve electronic textbook learning experience. *ICIC Express Letters*, 13(1):1–10.
- Gunawan, F. E. (2019c). Reliability of the power spectral density method in predicting structural integrity. *International journal of innovative computing, information and control*, 15(5):1717–1727.
- Gunawan, F. E. (2019d). The sensitivity of the damage index of the general vibration method to damage level for structural health monitoring. *ICIC Express Letters*, 13(10):931–939.
- Gunawan, F. E. (2020a). A new damage indicator for structural health monitoring: Euler-bernoulli beam case. *ICIC Express Letters Part B: Applications*, 11(3):213–220.
- Gunawan, F. E. (2020b). A new damage indicator in time and frequency domains for structural health monitoring: The case of beam with a breathing crack. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 16(5):1579–1591.
- Gunawan, F. E., Ashianti, L., Candra, S., and Soewito, B. (2016a). Detecting online child grooming conversation. In *2016 11th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems (KICSS)*, pages 1–6.
- Gunawan, F. E., Ashianti, L., and Sekishita, N. (2018a). A simple classifier for detecting online child grooming conversation. *Telkommnika*, 16(3):1239–1248.
- Gunawan, F. E. and Böl, M. (2009). Numerical modeling of fatigue effects in skeletal muscles. In *GACM Colloquium on Computational Mechanics*, Universität Hannover, Germany.

- Gunawan, F. E., Brodjonegoro, S. S., and Burhan (2021b). The effects of the preferential driving strategy to fuel consumption and greenhouse gasses. *ICIC Express Letters Part B: Applications*, 12(9):1–7.
- Gunawan, F. E. and Chandra, F. Y. (2014). Optimal averaging time for predicting traffic velocity using floating car data technique for advanced traveler information system. In *The Ninth International Conference on Traffic and Transportation Studies (ICTTS 2014)*, Shaoxing China.
- Gunawan, F. E., Elysia, Soewito, B., and Abbas, B. S. (2016b). A new method for calibrating gazis-herman-rothery car-following model. In Nguyen, N. T., Trawinski, B., Fujita, H., and Hong, T.-P., editors, *LNAI 9622 Intelligent Information and Database Systems. Subseries of Lecture Notes in Computer Science*. Springer. Presented on 8th Asian Conference, ACIIDS 2016, Da Nang Vietnam, March 14–16, 2016.
- Gunawan, F. E., Hapsari, I. A., Soewito, B., and Candra, S. (2016c). A study of comparison of feature extraction methods for handwriting recognition. In *Proceedings International Seminar on Intelligent Technology and Its Application: Recent trends in Intelligent Computational Technologies for Sustainable Energy*, pages 73–77. IEEE.
- Gunawan, F. E., Harefa, J., and Sekishita, N. (2018b). Face recognition on linear motion-blurred image. *Telkomnika*, 16(3):1249–1255.
- Gunawan, F. E. and Homma, H. (2002). On efficient iterative solution for large inverse problems. In *Proceedings of Experimental and Theoretical Mechanics (ETM) 2002*, pages 203–211. Sanur, Bali, Indonesia.
- Gunawan, F. E. and Homma, H. (2003). Conjugate gradient and l-curve like methods for large inverse problem. In *Proceeding of International Symposium on Inverse Problems in Engineering Mechanics*. Nagano, Japan.

- Gunawan, F. E. and Homma, H. (2004a). Accurate estimation of impact force by inverse analysis. In *Proceeding of Mechanical Engineering Congress*. Hokkaido, Japan.
- Gunawan, F. E. and Homma, H. (2004b). Efficient iterative solution for large inverse problem. *JSME International Journal Series A: Solid Mechanics and Material Engineering (Scopus indexed)*, 47(2):130–137. <http://dx.doi.org/10.1299/jsmea.47.130>.
- Gunawan, F. E. and Homma, H. (2008a). Impact-force estimation by quadratic spline approximation. *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering*, 2:1092–1103. <http://dx.doi.org/10.1299/jmmp.2.1092>.
- Gunawan, F. E. and Homma, H. (2008b). A solution of the ill-posed impact-force inverse problems by the weighted least squares method. *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering (Scopus indexed)*, 2(2):188–198. <http://dx.doi.org/10.1299/jmmp.2.188>.
- Gunawan, F. E., Homma, H., and Adhikari, B. (2008a). Nugget strength of spot weld under shear impact load. *Journal of solid mechanics and materials engineering (Scopus indexed)*, 2(8):1136–1145. <http://dx.doi.org/10.1299/jmmp.2.1136>.
- Gunawan, F. E., Homma, H., and Brodjonegoro, S. S. (2008b). Force transmission in disk discrete element system of continuum materials and comparison to granular materials. In *International Symposium on Advances of Mechanics of Materials 2008*, Tokyo Institute of Technology, Japan.
- Gunawan, F. E., Homma, H., and Brodjonegoro, S. S. (2009a). Finite element analysis and experiment of the subsurface damages on silicon nitride subjected to repeated impact loadings. *Journal of solid mechanics and materials engineering*, 3(11):1160–1172. Scopus indexed.
- Gunawan, F. E., Homma, H., Brodjonegoro, S. S., Hudin, A. B. B., and Zainuddin, A. B. (2009b). Mechanical properties of oil palm empty fruit bunch fiber. *Journal of solid mechanics and materials engineering*, 3(7):945–951. Scopus indexed.

- Gunawan, F. E., Homma, H., and Kanto, Y. (2005a). Stress wave propagation method for identification of viscoelastic material constants by using finite-element inverse-analysis. In *2nd JSME/ASME international conference on materials and processing 2005: The 13th JSME materials and processing conference (M&P 2005), June 19–22, 2005, Seattle, Washington, USA.*, Seattle, Washington, USA.
- Gunawan, F. E., Homma, H., and Kanto, Y. (2005b). Time and frequency domain iterative regularization for inverse analysis of an instrumented one-point bend specimen. *Key engineering materials; Fracture and Strength of Solids VI*, 306–308(-):649–655. <http://www.scientific.net/KEM.306-308.649>.
- Gunawan, F. E., Homma, H., and Kanto, Y. (2005c). Time and frequency domains iterative regularization for inverse analysis of an instrumented one-point bend specimen. In *The 6th international conference on fracture and strength of solids*, Bali, Indonesia.
- Gunawan, F. E., Homma, H., and Kanto, Y. (2006). Two-step b-splines regularization method for solving an ill-posed problem of impact-force reconstruction. *Journal of Sound and Vibration (Q1)*, 297:200–214. Elsevier. Indexed by Scopus and ISI.
- Gunawan, F. E., Homma, H., Kurniawati, F. T., and Yamauchi, M. (2004). Static debonding initiation stress of fiber glass composite. *JSME International journal, Series A (Scopus indexed)*, 47(2):122–129. <http://dx.doi.org/10.1299/jsmea.47.122>.
- Gunawan, F. E., Homma, H., Shah, Q. H., and Mihradi, S. (2002). Estimation of dynamic stress intensity for one-point bend specimen by inverse analysis. *JSME International Journal Series A: Solid mechanics and material engineering*, 45(3):388–394. Indexed by Scopus.
- Gunawan, F. E., Homma, H., Shah, Q. S., and Mihradi, S. (2001a). Inverse analysis of impact of one-point bend specimen. In *Proceedings of the 2001 Annual Meeting of JSME/MMD*. Kitami, Japan.

- Gunawan, F. E., Homma, H., and Shirley, S. (2008c). An analysis of debonding along interface of bundled fibers and matrix. *Journal of solid mechanics and materials engineering (Scopus indexed)*, 2:310–318. <http://dx.doi.org/10.1299/jmmp.2.310>.
- Gunawan, F. E., Homma, H., Washio, T., and Kitoh, T. (2000). Prediction of impact force by nylon ball collision onto a glass fiber reinforced plastic disk. In *Proceedings of International Seminar on Numerical Analysis in Engineering*. Medan, Indonesia.
- Gunawan, F. E., Homma, H., Washio, T., and Kitoh, T. (2001b). Impact force estimation on lateral impact of plate. In *Proceedings of International Seminar on Numerical Analysis in Engineering*, pages 30–36. Medan, Indonesia.
- Gunawan, F. E. and Idananta, K. (2017). Predicting the level of emotion by means of indonesia speech signal. *Telkomnika*, 15(2):665–670.
- Gunawan, F. E., Idananta, K., Candra, S., and Soewito, B. (2016d). Relation between emotional state and speech signal. In *2016 11th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems (KICSS)*, pages 1–3. IEEE.
- Gunawan, F. E. and Iswara, L. (2021a). Agent-based model of teamwork: Model validation. In *The 2021 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems*.
- Gunawan, F. E. and Iswara, L. (2021b). Motivation and team productivity: An agent-based approach. In *5th International Conference on Eco Engineering Development*.
- Gunawan, F. E., Juandi, A. V., and Soewito, B. (2015a). An automatic text summarization using text features and singular value decomposition for popular articles in indonesia language. In *International Seminar on Intelligent Technology and Its Application (ISITIA)*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- Gunawan, F. E. and Jupiter (2018). Gamification analysis and implementation in online learning. *ICIC Express Letters*, 12(12):1195–1204.

- Gunawan, F. E., Koesnandar, E., Pranolo, F. L., Hartono, T., and Pangestu, V. (2012). Empirical travel time reliability of trans-jakarta bus rapid transit. In International Logistics Seminar and Workshop2012, Jakarta, Indonesia.
- Gunawan, F. E. and Kusnandar, E. (2011). Evaluation of trans-jakarta performance in comparison with world class bud rapid transit (in indonesian language). *Jurnal jalan dan jembatan* 28(2):-.
- Gunawan, F. E., Maryanto, A., Udjaja, Y., Candra, S., and Soewito, B. (2016e). Improvement of e-learning quality by means of a recommendation system. In 2016 11th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems (KICSS) , pages 1–4. IEEE.
- Gunawan, F. E. and Novendra, R. (2017). An analysis of bitcoin acceptance in indonesia. *ComTech* 8(4):241–247.
- Gunawan, F. E., Perdana, R. G., Seran, M. A. B., and Yonathan (2018c). People knowledge and willingness of automatic external defibrillator usage in public facilities in the capital city of indonesia. *ICIC Express Letters* , 12(10):1001–1008.
- Gunawan, F. E. and Pratiwi, M. (2019). Determining the heart rate by using speech signal. *ICIC Express Letters* , 13(1):11–18.
- Gunawan, F. E. and Putra, I. S. (1997). Rose model of bonding patch. In *Proceeding of Experimental and Theoretical Mechanics Bandung, Indonesia*.
- Gunawan, F. E. and Riansah, F. (2021). Redistribution of wealth: An agent-based simulation. In *The 3rd International Symposium on Materials and Electrical Engineering*.
- Gunawan, F. E., Sari, I., et al. (2019b). The consumer intention to use digital membership cards. *Journal of Business and Retail Management Research* 13(4).
- Gunawan, F. E. and Sekishita, N. (2019). A damage sensitive feature: Beam case. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering volume 694, page 012012*. IOP Publishing.

- Gunawan, F. E., Soewito, B., Candra, S., and Sekishita, N. (2017). Improving e-book learning experience by learning recommendation. In *Proceeding of the Electrical Engineering Computer Science and Informatics*, volume 4, pages 441–445.
- Gunawan, F. E., Soewito, B., Mauritsius, T., Surantha, N., et al. (2018d). Vibration-based classification of road damages: gyroscope data and a simple neural network model. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, volume 195, page 012068. IOP Publishing.
- Gunawan, F. E., Soewito, B., Mauritsius, T., Surantha, N., et al. (2018e). Vibration-based classification of road damages: gyroscope data and a simple neural network model. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, volume 195, page 012068. IOP Publishing.
- Gunawan, F. E., Soewito, B., and Sekishita, N. (2019c). Students fixation on tables in powerpoint slides. In *2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education (TALE)*, pages 1–5. IEEE.
- Gunawan, F. E., Soewito, B., Surantha, N., and Mauritsius, T. (2018f). One more reason to reject manuscript about machine learning for structural health monitoring. In *2018 Indonesian Association for Pattern Recognition International Conference (IN-APR)*, pages 62–66. IEEE.
- Gunawan, F. E., Soewito, B., Surantha, N., Mauritsius, T., and Sekishita, N. (2019d). The accuracy of the f statistic for structural health monitoring. In *The 16th International Conference on Quality in Research (QiR)*.
- Gunawan, F. E., Soewito, B., Surantha, N., Mauritsius, T., and Sekishita, N. (2019e). Classification of the structural integrity by the general vibration method. *Procedia Computer Science*, 157:382–387.
- Gunawan, F. E., Soewito, B., Surantha, N., Mauritsius, T., and Sekishita, N. (2019f). Numerical analysis of general-vibration-based method for structural health monitoring. In *The 16th international conference on quality in research (QiR)*.

- Gunawan, F. E., Soewito, B., Surantha, N., Mauritsius, T., and Sekishita, N. (2019g). A study of the sensitivity of the fuel consumption to driving strategy by micro simulation. *Procedia Computer Science*, 157:375–381.
- Gunawan, F. E., Soewito, B., Surantha, N., Mauritsius, T., and Sekishita, N. (2020a). The accuracy of the f statistic for structural health monitoring. In *AIP Conference Proceedings*, volume 2227, page 020024. AIP Publishing LLC.
- Gunawan, F. E., Soewito, B., Surantha, N., Mauritsius, T., and Sekishita, N. (2020b). Numerical analysis of general-vibration-based method for structural health monitoring. In *AIP Conference Proceedings*, volume 2227, page 040030. AIP Publishing LLC.
- Gunawan, F. E., Sondakh, B. L., and Alamsjah, F. (2020c). Factors affecting the user of online food delivery through mobile apps. *ICICI Express letters*.
- Gunawan, F. E., Suharjito, and Gunawan, A. A. S. (2013). Simulation model of bus rapid transit. In *International Conference on Advances Science and Contemporary Engineering (ICASCE)*, Jakarta, Indonesia.
- Gunawan, F. E. and Suwandi, V. (2020). Identifying the most influencing characteristics of fake news. *ICIC Express Letters*, 11(1):93–101.
- Gunawan, F. E., Wanandi, K., Soewito, B., Candra, S., and Sekishita, N. (2017a). Detecting the early drop of attention using EEG signal. In *2017 4th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, pages 1–6.
- Gunawan, F. E., Wijaya, O., Soewito, B., Candra, S., Diana, Suharyanto, C. E., and Sekishita, N. (2017b). An analysis of concentration region on powerpoint slides using eye tracking. In *2017 4th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, pages 1–5.

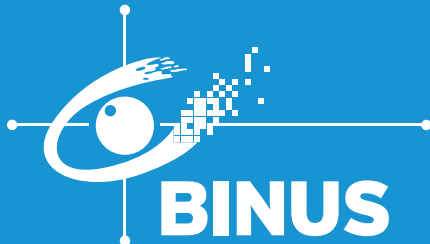
- Gunawan, F. E., Yanfi, and Soewito, B. (2015b). A vibratory-based method for road damage classification. In *International Seminar on Intelligent Technology and Its Application (ISITIA)*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- Gunawan, F. E., Yudistira, J., and Alamsjah, F. (2020d). A personal level driving strategy to minimize the fuel consumption. *ICIC Express Letters Part B: Applications*, 11(10):903–912.
- Gunawan, J. and Gunawan, F. E. (2019). Factors that influence employees' intention to use enterprise social media as knowledge sharing media. *CommIT (Communication & Information Technology) Journal*, 13(2):79–89.
- Homma, H., Gunawan, F. E., and Nakazato, K. (2001a). Damage mechanism and dynamic fracture toughness of glass fiber reinforced plastic. In *Israel-Japan Workshop on Dynamic Response of Brittle Solid*. Jerusalem, Israel.
- Homma, H., Gunawan, F. E., Yamauchi, M., and Kurniawati, F. T. (2003). Interfacial strength of glass fiber composite. *Journal of engineering materials*, 243–244:81–86. <http://www.scientific.net/KEM.243-244.81>.
- Homma, H., Washio, T., and Gunawan, F. E. (2001b). Mechanism of glass fiber reinforced plastic damage caused by repeated raindrop impact. In *Proceedings of Fourth International Symposium on Impact Engineering*. Kumamoto, Japan.
- Homma, H., Yamauchi, N., and Gunawan, F. E. (2002). De-bonding strength of fiber glass and matrix–part ii: dynamic loading. In *Proceedings of Experimental and Theoretical Mechanics (ETM)*, pages 417–422. Sanur, Bali, Indonesia.
- Intan, C., Limartha, L. P., Ekaputra, M. R. P., and Gunawan, F. E. (2019). Stress due to scientific publication among academic lecturers: Indonesia case. *ICIC Express Letters*, 13(12).
- Iswara, L., Gunawan, F. E., and Alamsjah, F. (2021). Assessing task difficulty, team-member ability, and motivation on the team productivity by an agent-based model. In *International*

- Conference on Biospheric Harmony Advanced Research (ICOBAR) 2021*. BINUS University.
- Kurniawati, F. T., Homma, H., Yamauchi, N., and Gunawan, F. E. (2002). De-bonding strength of fiber glass and matrix-part i: static loading. In *Proceedings of Experimental and Theoretical Mechanics (ETM) 2002*, pages 411–416. Sanur, Bali, Indonesia.
- Lumentut, J., Gunawan, F. E., Atmadja, W., and Abbas, B. S. (2015a). A system for real-time passenger monitoring system for bus rapid transit system. In *The 7th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (ACIIDS)*, Bali, Indonesia.
- Lumentut, J. S., Gunawan, F. E., and Diana (2015b). Evaluation of recursive background subtraction algorithms for real-time passenger counting at bus rapid transit system. In *International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCCSI 2015)*, Bina Nusantara University, Jakarta, Indonesia.
- Mariyadi, B., Gunawan, F. E., and Budiman, A. S. (2021). New indicator for health monitoring of structures made of fiber-reinforced composite materials under low impact loading. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCO-MAT)*, 12(14):2793–2800.
- Mauritsius, T., Legowo, N., and Gunawan, F. E. (2018). Reducing the timeslot used in examination timetable problem. In *2018 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*, pages 211–216. IEEE.
- Muthmainnah, F. and Gunawan, F. E. (2020). The effects of the students' hierarchy of needs in an indonesian private academy on the intention to buy in social commerce. *CommIT (Communication and Information Technology) Journal*, 14(2):81–88.
- Nugroho, A., Asrol, M., Gunawan, F. E., Halim, A., Prastitasari, D., and Kurniawan, R. T. (2021). An analysis and design of simulation modelling for airplane passenger boarding strategy during normal and new normal periods. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(13):7135–7153.

- Pranoto, H., Gunawan, F. E., and Soewito, B. (2015). Logistic models for classifying online grooming conversation. *Procedia Computer Science*, 59:357–365.
- Pratiwi, S., Hartanto, A., Gunawan, F. E., and Denavi, M. (2018). Analysis of factors affecting the admission of e-filing systems in jakarta. In *2018 Indonesian Association for Pattern Recognition International Conference (INAPR)*, pages 302–306. IEEE.
- Purnama, Y. and Gunawan, F. E. (2018). Vibration-based damaged road classification using artificial neural network. *Telkomnika Indonesia Journal of Electrical Engineering*, 16(5):1–8.
- Putra, A. S., Warnars, H. L. H. S., Gunawan, F. E., and Budiharto, W. (2021). Intelligent transportation supervision system on the vehicle wanted using microcontroller. In *International Conference on Global Optimization and Its Applications 2021*, volume 1, pages 112–112.
- Rahutomo, R. and Gunawan, F. E. (2019). Design deep learning neural network for structural health monitoring. *Journal of theoretical and applied information technology*, 97(5):1634–1643.
- Ramadhan, A., Putra, F., Wirawan, H., and Gunawan, F. (2021). Logistic network optimization using balanced allocation multi depot vehicle routing problem. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, volume 729, page 012017. IOP Publishing.
- Reinaldi, M., Amanda, R., Sasongko, D., Da Cruz, L. H., Chandra, M. R., Gunawan, F. E., and Asrol, M. (2021). Public acceptance on the adoption of new normal regulations in indonesia. *ICIC express letters. Part B, Applications: an international journal of research and surveys*, 12(8):679–685.
- Sahay, R., Budiman, A. S., Aziz, I., Navarro, E., Escoubas, S., Cornelius, T. W., Gunawan, F. E., Harito, C., Lee, P. S., Thomas, O., et al. (2022). Crystallographic anisotropy dependence of interfacial sliding phenomenon in a cu (16)/nb (16) arb (accumulated rolling bonding) nanolaminate. *Nanomaterials*, 12(3):308.

- Sahay, R., Budiman, A. S., Harito, C., Gunawan, F. E., Navarro, E., Escoubas, S., Cornelius, T. W., Aziz, I., Lee, P. S., Thomas, O., et al. (2021). Berkovich nanoindentation study of 16 nm cu/nb arb nanolaminate: Effect of anisotropy on the surface pileup. *MRS Advances*, 6(19):495–499.
- Sari, D. L., Sinaga, R. I. P., Storyna, H., Gunawan, F. E., Asrol, M., and Redi, A. P. (2021a). The relationship between job stress and employee performance in manufacturing industry in indonesia. *JARES (Journal of Academic Research and Sciences)*, 6:26–38.
- Sari, D. L., Storyna, H., Intan, R., Sinaga, P., Gunawan, F. E., Asrol, M., and Redi, A. P. (2021b). The effect of job stress to employee performance: Case study of manufacturing industry in indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, volume 794, page 012085. IOP Publishing.
- Savetlana, S., Homma, H., and Gunawan, F. E. (2010). The approach of dynamic fracture toughness of gfrp from viscoelastic and debonding behavior. In *Regional conference on mechanical and aerospace technology*, Bali, Indonesia.
- Siahaan, Y. A. and Gunawan, F. E. (2021a). Measuring level of information and communication technology literacy of university students in indonesia. In *2nd Southeast Asian Academic Forum on Sustainable Development (SEA-AFSID 2018)*, pages 242–245. Atlantis Press.
- Siahaan, Y. A. and Gunawan, F. E. (2021b). Mengukur tingkat literasi teknologi informasi dan komunikasi mahasiswa di indonesia. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 3(2):63–69.
- Soewito, B., Gaol, F. L., Simanjuntak, E., and Gunawan, F. E. (2015a). Attendance system on android smartphone. In *Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (IC-CEREC), 2015 International Conference on*, pages 208–211.
- Soewito, B., Irwan, Antonyova, A., and Gunawan, F. E. (2015b). Fall detection algorithm to generate security alert. In *Inte-*

- national Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCSICI 2015)*, Bina Nusantara University, Jakarta, Indonesia.
- Syarnubi, A., Saefullah, K. S., Wahyudi, P. W. L., Gunawan, F. E., and Asrol, M. (2021). Identifying the sources of work-order back-logs in a petrochemical production process. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(14):1649–1656.
- Waluyo, R., Gunawan, F. E., and Setiawan, I. (2022). The measurement of information and communication technology literacy: A case study of the village officials in purbalingga. *CommIT (Communication and Information Technology) Journal*, 16(1):19–25.
- Wewengkang, V. B., Gunawan, A. A., Kusnandar, E., and Gunawan, F. E. (2012). Visual traffic surveillance using feature point approach. *Procedia Engineering*, 50:354–360.
- Widodo, A. W., Xavier, C., Wibisono, M. R., Murti, N. M. D. A., Putra, T. P., Gunawan, F. E., and Asrol, M. (2021). The impact of job stress on employee productivity during covid-19 pandemic at the aviation industry. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, volume 794, page 012084. IOP Publishing.



BINUS HIGHER EDUCATION



In Partnership with



Northumbria
University
NEWCASTLE

BINUS NORTHUMBRIA
SCHOOL OF DESIGN



In Partnership with

ASO
COLLEGE
GROUP
JAPAN

BINUS ASO
SCHOOL OF ENGINEERING

