

Sistem Dinamis sebagai Alat Analisis dan Pengambilan Keputusan di Indonesia: *Literature Review*

Iling Pamungkas^{1*}, Abdiel Khaleil Akmal¹, Heri Tri Irawan¹, Rizki Agam Syahputra¹, Arrazy Elba Ridha¹, Hadzfi Zhaqiri¹, Sitti Fadjrini¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

*Email Korespondensi: ilingpamungkas@utu.ac.id

Abstract - This research aims to conduct a comprehensive literature review on the application of dynamic system simulation as a decision-making tool. This research is motivated by the complexity of modern problems that require appropriate analytical tools to support better decision-making. The method used in this research is a systematic literature review by following structured steps to ensure that this research is comprehensive and unbiased. The results of this study indicate that dynamic systems are powerful and relevant analytical tools across sectors. With its ability to model dynamic interactions and simulate future scenarios, dynamic systems can help stakeholders make better decisions and achieve more sustainable results in facing complex challenges in the modern era. This study also identifies several challenges in the application of dynamic system simulation, such as lack of awareness of its benefits, lack of expertise in building and analyzing simulation models, as well as limited in-depth research on its application in various contexts. Therefore, further research is needed to address these challenges and improve the application of dynamic system simulation in decision making.

Keywords: decision making, dynamic system simulation, literature review

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur komprehensif mengenai penerapan simulasi sistem dinamis sebagai alat pengambilan keputusan. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kompleksitas permasalahan modern yang memerlukan alat analisis yang tepat untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinjauan literatur sistematis dengan mengikuti langkah-langkah terstruktur untuk memastikan bahwa penelitian ini komprehensif dan tidak bias. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dinamis adalah alat analisis yang kuat dan relevan di berbagai sektor. Dengan kemampuannya untuk memodelkan interaksi dinamis dan mensimulasikan skenario masa depan, sistem dinamis dapat membantu pemangku kepentingan membuat keputusan yang lebih baik dan mencapai hasil yang lebih berkelanjutan dalam menghadapi tantangan kompleks di era modern. Penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa tantangan dalam penerapan simulasi sistem dinamis, seperti kurangnya kesadaran akan manfaatnya, kurangnya keahlian dalam membangun dan menganalisis model simulasi, serta terbatasnya penelitian mendalam tentang penerapannya dalam berbagai konteks. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi tantangan-tantangan ini dan meningkatkan penerapan simulasi sistem dinamis dalam pengambilan keputusan.

Kata kunci: pengambilan keputusan, simulasi sistem dinamis, tinjauan literatur.

PENDAHULUAN

Pengambilan keputusan merupakan jantung dari setiap organisasi, baik itu perusahaan, pemerintah, maupun lembaga non-profit. Keputusan yang tepat dapat membawa organisasi menuju kesuksesan, sedangkan keputusan yang salah dapat berakibat fatal (Yulianto, 2023). Namun, dalam dunia yang semakin kompleks dan dinamis, pengambilan keputusan seringkali dihadapkan pada berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah kompleksitas sistem yang harus dihadapi. Sistem-

sistem ini seringkali terdiri dari banyak variabel yang saling terkait, sehingga sulit untuk memahami dinamika dan perilaku sistem secara keseluruhan (Widiaswanti, 2024).

Dalam konteks ini, simulasi sistem dinamis muncul sebagai salah satu alat yang menjanjikan. Simulasi sistem dinamis memungkinkan untuk membangun model matematis dari sistem yang kompleks, dan kemudian mensimulasikan perilaku sistem tersebut dalam berbagai skenario (Donoriyanto et al., 2023). Dengan demikian, pemahaman yang lebih baik akan diperoleh mengenai bagaimana sistem merespon perubahan pada variabel-variabel input. Namun, meskipun potensi simulasi sistem dinamis sangat besar, penerapannya dalam pengambilan keputusan masih belum seoptimal seharusnya.

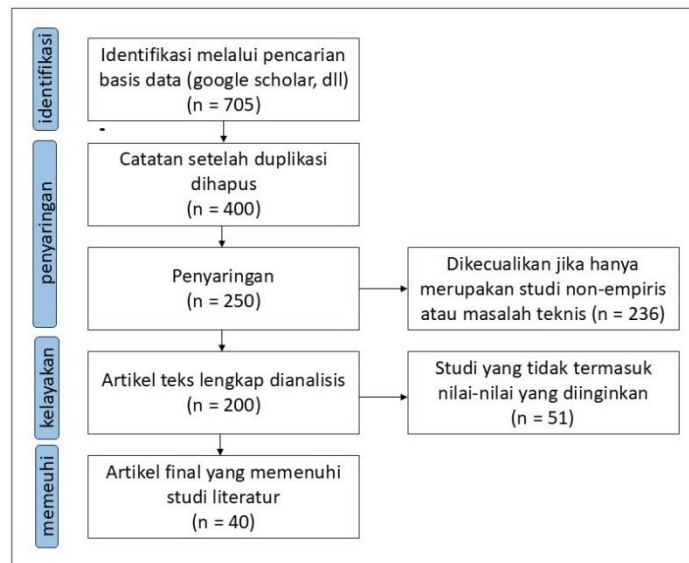
Salah satu kendala utama adalah kurangnya kesadaran akan manfaat simulasi sistem dinamis. Banyak pengambil keputusan masih bergantung pada metode tradisional yang seringkali kurang memadai untuk menghadapi kompleksitas masalah modern (Urifah et al., 2024). Selain itu, kurangnya keahlian dalam membangun dan menganalisis model simulasi juga menjadi hambatan. Membangun model simulasi yang akurat dan relevan membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang sistem yang sedang dipelajari, serta keahlian dalam menggunakan perangkat lunak simulasi (Setiawan et al., 2024).

Keterbatasan penelitian mendalam mengenai penerapan simulasi sistem dinamis dalam berbagai konteks menghadirkan tantangan dalam pengambilan keputusan; meskipun telah ada kajian terkait, ketiadaan literatur yang komprehensif dan terintegrasi menyulitkan praktisi menemukan panduan spesifik. Namun demikian, simulasi sistem dinamis menawarkan solusi dengan membangun model virtual yang merepresentasikan elemen-elemen kunci dalam suatu sistem, memungkinkan pengujian berbagai skenario keputusan secara aman dan efisien. Melalui simulasi, pengambil keputusan dapat memahami perilaku sistem secara holistik, mengidentifikasi titik ungkit yang efektif, dan membangun intuisi yang lebih mendalam mengenai konsekuensi jangka panjang dari setiap pilihan, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih terinformasi dan strategis meskipun ketersediaan panduan yang terpadu masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan pustaka yang komprehensif mengenai penerapan simulasi sistem dinamis sebagai alat pengambilan keputusan. Melalui tinjauan ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai potensi dan tantangan dalam penerapan simulasi sistem dinamis, serta identifikasi gap penelitian yang perlu diisi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan metodologi simulasi sistem dinamis dan meningkatkan penerapannya dalam berbagai bidang, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka sistematis (*systematic literature review*) untuk meringkas dan menganalisis literatur yang ada terkait sistem dinamis sebagai alat analisis dan pengambilan keputusan di Indonesia. Tinjauan pustaka sistematis ini mengikuti langkah-langkah terstruktur untuk memastikan bahwa penelitian ini komprehensif dan tidak bias (Pamungkas et al., 2023; Pamungkas et al., 2024). Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini diuraikan pada gambar 1 berikut.

Gambar 1. Diagram alir proses *literature review*

Gambar 1 menjelaskan secara sistematis proses seleksi literatur yang ketat untuk penelitian yang bertujuan meninjau peran dan aplikasi sistem dinamis sebagai alat analisis dan pengambilan keputusan di konteks Indonesia. Tahap awal, "Identifikasi melalui pencarian basis data," menghasilkan sejumlah besar artikel ($n=705$), mencerminkan potensi luasnya literatur yang terkait dengan sistem dinamis dan Indonesia, meskipun tidak semuanya relevan secara langsung. Langkah krusial berikutnya adalah "Catatan setelah duplikasi dihapus" ($n=400$), yang memastikan bahwa setiap artikel yang dipertimbangkan unik, menghindari bias dan inefisiensi dalam proses peninjauan.

Tahap "Penyaringan" ($n=250$) menjadi filter awal berdasarkan abstrak dan judul, menyisihkan artikel yang jelas-jelas di luar cakupan studi. Proses eksklusi lebih lanjut terjadi pada tahap berikutnya, di mana 236 artikel dikeluarkan karena diklasifikasikan sebagai studi non-empiris atau berfokus pada masalah teknis yang tidak secara langsung membahas aplikasi sistem dinamis dalam analisis dan pengambilan keputusan di Indonesia. Hal ini menunjukkan fokus penelitian pada studi yang memiliki landasan empiris atau aplikasi praktis dalam konteks yang dituju.

Setelah penyaringan awal, "Artikel teks lengkap dianalisis" ($n=200$), memungkinkan evaluasi yang lebih mendalam terhadap metodologi, temuan, dan relevansi setiap studi. Pada tahap ini, kriteria inklusi yang lebih spesifik diterapkan, yang menghasilkan eksklusi 51 artikel yang "tidak termasuk nilai-nilai yang diinginkan." Istilah "nilai-nilai yang diinginkan" mengimplikasikan adanya fokus spesifik dalam penelitian ini, misalnya pada sektor aplikasi tertentu, metodologi pemodelan yang relevan, atau studi kasus yang berfokus pada pengambilan keputusan di tingkat tertentu di Indonesia. Akhirnya, hanya 40 artikel yang memenuhi semua kriteria seleksi dan menjadi "Artikel final yang memenuhi studi literatur." Jumlah ini menunjukkan bahwa meskipun pencarian awal menghasilkan banyak artikel, hanya sebagian kecil yang secara langsung dan relevan membahas penggunaan sistem dinamis sebagai alat analisis dan pengambilan keputusan di Indonesia, menyoroti potensi kesenjangan atau area penelitian yang perlu dieksplorasi lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil dan diskusi dari pengumpulan, pengolahan, dan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini. Selain itu, bagian ini juga membahas artikel-artikel yang dihasilkan dari tahap penyaringan.

Pada tahap awal pengumpulan artikel, kata kunci yang digunakan adalah "sistem dinamis", "dynamic systems", "model dinamis", "pengambilan keputusan", "decision making", "Indonesia", dan

kombinasi dari kata kunci tersebut. Pencarian dilakukan pada mesin pencari artikel Google Scholar dan basis data akademik lainnya yang relevan. Tahun pencarian dibatasi pada tahun 2024 untuk memfokuskan pada tren terkini terkait pemanfaatan sistem dinamis oleh para peneliti di Indonesia.

Setelah melalui tahap pengumpulan data, diperoleh sejumlah artikel yang kemudian diseleksi berdasarkan judul dan abstraknya. Kriteria inklusi adalah artikel yang secara jelas membahas sistem dinamis sebagai alat analisis dan pengambilan keputusan di Indonesia. Artikel yang tidak relevan dengan topik penelitian. Selanjutnya, dilakukan seleksi tahap kedua dengan membaca teks lengkap artikel-artikel yang lolos seleksi tahap pertama. Kriteria inklusi pada tahap ini adalah artikel yang memenuhi persyaratan berikut:

1. Relevan dengan pertanyaan penelitian.
2. Memuat informasi tentang metode sistem dinamis yang digunakan.
3. Menyajikan hasil penelitian atau studi kasus yang relevan dengan konteks Indonesia.
4. Terbit dalam jurnal ilmiah yang terindeks atau prosiding konferensi yang terpercaya.

Setelah melalui proses penyaringan yang ketat, diperoleh 40 artikel yang sesuai dengan topik penelitian. Hasil pengumpulan artikel dan proses penyaringan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi artikel berdasarkan tahun penelitian, metode yang digunakan, dan hasil penelitian

No.	Nama Penulis dan Tahun	Jenis Pengambilan Keputusan	Hasil
1	Solo et al., 2024.	Pengelolaan sampah	Skenario terbaik untuk mengatasi masalah sampah organik di Kelurahan Oesapa adalah dengan kombinasi sistem komposting dan pengolahan menggunakan metode <i>Black Soldier Fly</i> (BSF) di TPS-3R.
2	Karima et al., 2022.	Pengembangan bisnis dan UMKM	Produksi kapasitas terpasang diprediksi mampu memenuhi permintaan selama enam tahun ke depan. Untuk memenuhi permintaan dalam delapan tahun, perusahaan dapat meningkatkan produksi mesin penggiling.
3	Wajdah & Nurmawati, 2024.	Ketahanan pangan	Simulasi menunjukkan bahwa jika kondisi saat ini terus berlanjut, Indonesia berpotensi mengalami kekurangan pasokan beras pada tahun 2045, karena produksi dalam negeri tidak akan mencukupi kebutuhan.
4	Widiyanti & Satori, 2022.	Pengembangan UMKM	Bisnis kue tradisional diprediksi tetap menghasilkan keuntungan hingga April 2028. Kenaikan harga produk menjadi Rp 1.500 per buah saat harga bahan baku naik dapat dipertimbangkan pemilik bisnis untuk menjaga keberlanjutan usaha.
5	Sintia, 2023.	Ketahanan pangan	Skenario terbaik adalah meningkatkan ekspor beras, cadangan beras pemerintah, dan produksi padi. Validasi menghasilkan tingkat kesalahan 0,00131% dan varian kesalahan 0,08196%.
6	Aulia & Purwantoro,	Rantai pasok dan logistik	Penelitian ini mengidentifikasi merek-merek semen yang beredar di Kota Palangka Raya, yaitu Gresik, Conch, dan Tiga Roda, melalui analisis rantai pasok

	2024.	menggunakan metode <i>Causal Loop</i> .		
7	Baturohmah, 2023.	Pengembangan bisnis dan UMKM		Ada tiga skenario untuk meningkatkan keuntungan produksi: meningkatkan produksi, menurunkan biaya alat, dan keduanya. Meningkatkan produksi dan menurunkan biaya alat secara signifikan dapat meningkatkan penjualan, pendapatan, dan keuntungan bisnis dalam 12 bulan.
8	Fatmawati & Maruf, 2024.	Pengelolaan sampah		Penerapan metode maggot (larva lalat <i>Black Soldier Fly</i>) dan prinsip 3R (<i>Reduce, Reuse, Recycle</i>) terbukti sangat efektif dalam mengurangi jumlah sampah organik dan non-organik dalam jangka waktu 5 tahun ke depan.
9	Amin & Donoriyanto 2023.	Energi dan lingkungan		Hasil paling optimal adalah penerapan pajak per emisi karbon pada sumber produksi dengan efektivitas 20%.
10	Wijaya et al., 2024.	Rantai pasok dan logistik, pertanian dan ketahanan pangan		Melalui simulasi, penelitian ini memproyeksikan kondisi rantai pasok bawang merah dalam 10 tahun mendatang dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti persentase distribusi dan peningkatan produktivitas.
11	Donoriyanto, et al., 2023.	Ketahanan pangan		Kebijakan peningkatan produktivitas dan pengurangan lahan mutasi dapat meningkatkan hasil produksi dan ketersediaan beras.
12	Suryandaru et al., 2024.	Lingkungan		Pembakaran sampah dapat dikurangi melalui berbagai upaya seperti daur ulang, pemanfaatan bahan bakar jumputan padat, bank sampah, serta perbaikan sektor pertanian dan transportasi. Selain itu, reforestasi (penanaman kembali hutan) juga memberikan dampak positif.
13	Alfani & Donoriyanto, 2023.	Transportasi		Model simulasi lalu lintas menunjukkan jalan tol sangat efisien dan dapat mengurangi masalah kemacetan.
14	Solihat & Driejana, 2024.	Energi dan lingkungan		PLTN memiliki potensi besar sebagai sumber energi listrik yang signifikan di Kalimantan, dengan manfaat berupa pengurangan emisi gas rumah kaca dan peningkatan kualitas udara.
15	Donoriyanto et al., 2023	Pengembangan bisnis dan UMKM		Setelah simulasi dinamik dengan 4 skenario, skenario peningkatan bahan baku helm dipilih. Ketersediaan helm: 2000 unit (2022), 1150 unit (2023), 600 unit (2024), 350 unit (2025), 400 unit (2026), dan 750 unit (2027).
16	Annisa & Pala 2024.	Pertanian dan ketahanan pangan		Pertumbuhan penduduk yang cepat memiliki hubungan yang signifikan dengan penyusutan lahan sawah. Hal ini dapat mengancam ketahanan pangan lokal karena

			meningkatnya kebutuhan pangan.
17	Sirajuddin et al, 2022.	Ketahanan pangan	Simulasi sistem dinamik menunjukkan permintaan ayam broiler meningkat (2022-2026), tetapi produksi defisit. Permintaan daging ayam meningkat dan ketersediaan tidak mencukupi. Pemerintah Kota Cilegon harus meningkatkan produksi ayam broiler dengan menambah peternak dan membuka impor dari kota lain.
18	Ikhsanuddin & Alfiyanto, 2024.	Perencanaan kota	Simulasi menunjukkan bahwa pasokan dan konsumsi bahan bakar akan terus meningkat hingga tahun 2038.
19	Adila et al., 2023	Pertanian dan ketahanan pangan	Skenario kebijakan terbaik adalah kombinasi peningkatan luas area, produktivitas, dan realisasi wajib tanam oleh importir. Variabel paling sensitif terhadap ketersediaan bawang putih Indonesia adalah wajib tanam. Setiap peningkatan realisasi wajib tanam 10% dapat meningkatkan ketersediaan bawang putih Indonesia sebesar 4,7%.
20	Nengse & Warmadewanthi, 2024	Lingkungan	Jumlah limbah medis padat B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) dari fasilitas kesehatan di Surabaya Timur terus meningkat, yang memerlukan penanganan khusus dan intensif.
21	Faisol et al., 2023.	Ketahanan pangan	Salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan konsumsi pangan di Kabupaten Manokwari hingga tahun 2050 adalah dengan meningkatkan produksi tanaman pangan melalui perluasan lahan tanaman pangan dan penggunaan varietas unggul.
22	Wasiman & Windasari, 2024.	Ketahanan pangan	Untuk memenuhi permintaan daging ayam broiler, strategi yang efektif adalah dengan meningkatkan bobot ayam saat pemeliharaan dan menambah jumlah ayam yang dipelihara.
23	Ahmad et al., 2023.	Ketahanan pangan	Analisis dinamik menjelaskan faktor-faktor penyebab penurunan hasil tangkapan ikan layur dalam dua tahun terakhir dan menampilkan estimasi nilai pada setiap variabel, kecuali produksi tangkapan layur.
24	Salo et al., 2024.	Pertanian dan ketahanan pangan	Perbaikan lahan dan optimalisasi penggunaan mesin pertanian terbukti efektif dalam meningkatkan produksi beras, yang berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan.
25	Donoriyanto & Rahmawati, 2023.	Pengembangan bisnis dan UMKM	Skenario perbaikan yang diusulkan adalah dengan melakukan monitoring ketersediaan bahan baku secara berkala.

26	Prasetyo et al., 2024.	Pengelolaan sampah	Simulasi model dinamika sistem dapat memberikan wawasan berharga tentang dampak dari berbagai skenario kebijakan pengelolaan sampah, termasuk efisiensi teknis, biaya operasional, dan pengurangan timbulan sampah di TPA.
27	Dwiguna et al., 2022.	Rantai pasok dan logistik	Didapatkan lima skenario model dengan data rata-rata per tahun meliputi jarak tempuh pengiriman (7615,867 Km), waktu tempuh pengiriman (259,7459 Jam), pesanan pengiriman (131,75 Unit), biaya pengiriman (Rp. 863.609.391,3), dan biaya angkutan (Rp. 1.323.367.834). Biaya alternatif/optimal per bulan adalah Rp. 863.609.391,3.
28	Sholihah et al., 2024.	Pertanian dan ketahanan pangan	Pertumbuhan lahan perumahan dan pertumbuhan populasi di Jawa Timur memiliki dampak signifikan terhadap produksi dan permintaan padi.
29	Utomo, 2022.	Pengembangan bisnis dan UMKM	Model sistem dinamik memberikan kuantitas R dan Q paling efektif dengan nilai R sebesar 300 kg dan nilai Q sebesar 1500 kg, membuat waktu penyimpanan bahan baku menjadi tujuh hari.
30	Sakti & Andi, 2024.	Pengelolaan sampah	Target pengurangan penumpukan sampah plastik sebanyak 1825 ton per tahun berpotensi tercapai pada tahun 2030, berdasarkan hasil simulasi.
31	Ramli et al., 2023.	Pertanian	Simulasi skenario RTRW hingga tahun 2042 memprediksi pengurangan luas lahan kritis menjadi 174.178,52 Ha. Simulasi skenario perlindungan lahan memprediksi pengurangan luas lahan kritis menjadi 164.914,83 Ha. Model pengelolaan lahan kritis terbaik adalah skenario perlindungan lahan.
32	Dianingrum et al., 2024.	Rantai pasok dan logistik	Keterbatasan relawan dan transportasi menjadi hambatan dalam pengadaan komoditas bagi pengungsi. Peningkatan jumlah relawan mahasiswa dan transportasi dapat meningkatkan pemerataan distribusi bantuan.
33	Widiaswanti, 2022.	Pengembangan bisnis dan UMKM	Harga minyak atsiri dipengaruhi oleh produksi minyak atsiri Indonesia, ketidakseimbangan pasokan dan permintaan, harga minyak atsiri dunia, dan nilai tukar rupiah. Produksi minyak atsiri dipengaruhi oleh teknologi proses, peran pemerintah, produksi bahan baku, dan kapasitas penyulingan. Produksi bahan baku tanaman atsiri dipengaruhi oleh luas area panen, kualitas bahan baku, dan pengaruh musim. Alih fungsi lahan mempengaruhi produksi bahan baku dan minyak atsiri.
34	Syafira & Arvitrida,	Rantai pasok dan logistik	Penerapan kebijakan min-max inventory dengan penambahan safety stock dan skema transshipment

	2024.	logistik	menghasilkan kinerja terbaik dalam manajemen inventaris, dengan tingkat fill rate yang tinggi dan biaya yang optimal.
35	Widodo et al., 2023.	Rantai pasok dan logistik	Faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi logistik korban bencana erupsi Gunung Merapi adalah kurangnya komunikasi antar petugas posko pengungsian dengan posko induk penyedia bantuan atau BPBD, jumlah distribusi bantuan yang tidak sesuai dengan jumlah pengungsi, kurangnya pengawasan pendistribusian logistik, ketidaksesuaian data pengungsi, dan ketepatan sasaran penerimaan bantuan logistik.
36	Anggraeni et al., 2024.	Transportasi	Rekomendasi kebijakan meliputi pengembangan transportasi umum yang efisien dan ramah lingkungan, peningkatan kualitas infrastruktur jalan, dan penerapan kebijakan pengendalian lalu lintas yang efektif.
37	Rahmantlya et al., 2022.	Ketahanan pangan	Pengaturan jumlah kapal sangat berpengaruh dalam upaya penangkapan ikan sehingga dapat menghemat penggunaan biomassa dalam waktu yang lebih lama.
38	Lumbanraja, 2024.	Pengembangan bisnis dan UMKM	Strategi pengembangan yang dirancang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pendapatan di Caldera Resto and Coffee.
39	Anggraeni & Murnawan, 2024.	Pertanian	Simulasi model tanam menunjukkan potensi hasil panen yang signifikan dari pemanfaatan lahan sawah produktif, dengan potensi keuntungan yang besar.
40	Kusnadi et al., 2023.	Perencanaan kota	Temuan keberlanjutan model dasar Smart People adalah 9,1%; skenario optimis adalah 15,27%; skenario yang paling mungkin adalah 15,14%; dan skenario pesimis sebesar 15,02%. Temuan ini mendukung keberlanjutan kebijakan program Orang Cerdas dalam jangka panjang.

Berdasarkan Tabel 1, terdapat 40 artikel yang tercantum yang terdiri dari artikel-artikel yang diterbitkan dalam rentang tahun 2022 hingga 2024, dengan mayoritas 21 artikel diterbitkan pada tahun 2024. Tahun 2023 menyusul dengan 13 artikel, dan tahun 2022 memiliki 6 artikel. Dari 40 artikel yang tercantum, terlihat jelas bahwa sistem dinamik digunakan sebagai alat yang efektif untuk menganalisis dan memodelkan masalah-masalah kompleks dalam berbagai bidang. Sistem dinamik memungkinkan para peneliti dan pengambil keputusan untuk memahami interaksi antar variabel dan bagaimana perubahan dalam satu variabel dapat mempengaruhi variabel lainnya seiring waktu. Hal ini krusial dalam membuat prediksi dan merancang strategi yang efektif.

1. Pengelolaan Sampah: Tantangan Kompleks dan Solusi Berkelanjutan

Artikel-artikel mengenai pengelolaan sampah (Solo et al., 2024; Fatmawati & Maruf, 2024; Prasetyo et al., 2024; Sakti & Andi, 2024) menyoroti kompleksitas permasalahan sampah, terutama di perkotaan.

Sistem dinamik memungkinkan pemahaman yang lebih baik mengenai interaksi antara berbagai faktor seperti pertumbuhan penduduk, timbunan sampah, kapasitas pengolahan, dan kebijakan pengelolaan. Temuan dari artikel-artikel ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan holistik dalam pengelolaan sampah. Tidak hanya fokus pada pengolahan, tetapi juga pada pengurangan timbunan sampah, daur ulang, dan perubahan perilaku masyarakat. Sistem dinamik membantu mengidentifikasi titik-titik kritis dalam sistem pengelolaan sampah dan merancang intervensi yang efektif.

2. Pertanian dan Ketahanan Pangan: Menghadapi Tantangan Populasi dan Perubahan Iklim

Artikel-artikel di bidang pertanian dan ketahanan pangan (Wajdah & Nurmalina, 2024; Annisa & Pala, 2024; Wijaya et al., 2024; Salo et al., 2024; Sholihah et al., 2024; Anggraeni & Murnawan, 2024; Sintiya, 2023; Donoriyanto, et al., 2023; Sirajuddin et al., 2022; Adila et al., 2023; Faisol et al., 2023; Ahmad et al., 2023; Ramli et al., 2023; Rahmantya et al., 2022) menunjukkan bagaimana sistem dinamik dapat digunakan untuk menganalisis tantangan-tantangan krusial seperti pertumbuhan populasi, perubahan lahan pertanian, perubahan iklim, dan fluktuasi harga komoditas. Model-model sistem dinamik membantu memprediksi dampak dari berbagai skenario dan merumuskan kebijakan yang tepat untuk menjaga ketahanan pangan. Misalnya, model dapat mensimulasikan dampak dari kebijakan subsidi pupuk, pengembangan infrastruktur irigasi, atau diversifikasi pertanian. Hal ini memungkinkan pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya untuk mengambil keputusan yang lebih informatif dan efektif.

3. Energi dan Lingkungan: Transisi Menuju Keberlanjutan

Artikel-artikel mengenai energi dan lingkungan (Suryandaru et al., 2024; Solihat & Driejana, 2024; Nengse & Warmadewanthi, 2024; Amin & Donoriyanto 2023) menyoroti pentingnya transisi menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan dan rendah emisi karbon. Sistem dinamik memainkan peran penting dalam memahami interaksi antara sektor energi, lingkungan, dan ekonomi. Model-model sistem dinamik membantu menganalisis dampak dari berbagai kebijakan energi, seperti pengembangan energi terbarukan, efisiensi energi, dan penetapan harga karbon. Hal ini memungkinkan para pembuat kebijakan untuk merancang strategi yang efektif untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mencapai target-target keberlanjutan.

4. Rantai Pasok dan Logistik: Meningkatkan Efisiensi dan Ketahanan

Artikel-artikel di bidang rantai pasok dan logistik (Aulia & Purwanto, 2024; Wijaya et al., 2024; Syafira & Arvitrida, 2024; Dianingrum et al., 2024; Dwiguna et al., 2022; Widodo et al., 2023) menunjukkan bagaimana sistem dinamik dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi, ketahanan, dan responsivitas rantai pasok. Model-model ini membantu mengidentifikasi bottleneck, mengurangi biaya, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Dalam era globalisasi dan persaingan yang ketat, perusahaan perlu memiliki rantai pasok yang efisien dan adaptif. Sistem dinamik memungkinkan perusahaan untuk mensimulasikan berbagai skenario dan merancang strategi yang optimal untuk menghadapi tantangan-tantangan seperti fluktuasi permintaan, gangguan pasokan, dan bencana alam.

5. Transportasi dan Perencanaan Kota: Mengatasi Tantangan Mobilitas

Artikel-artikel mengenai transportasi dan perencanaan kota (Anggraeni et al., 2024; Ikhsanuddin & Alfianto, 2024; Alfani & Donoriyanto, 2023; Kusnadi et al., 2023) menyoroti permasalahan kompleksitas transportasi perkotaan, seperti kemacetan, polusi, dan aksesibilitas. Sistem dinamik membantu memahami interaksi antara berbagai faktor seperti pertumbuhan populasi, penggunaan kendaraan pribadi, transportasi publik, dan infrastruktur jalan. Model-model sistem dinamik dapat digunakan untuk mengevaluasi dampak dari berbagai kebijakan transportasi, seperti pembangunan

jalan baru, peningkatan transportasi publik, atau penerapan kebijakan pembatasan kendaraan. Hal ini memungkinkan para perencana kota untuk merancang sistem transportasi yang lebih efisien, berkelanjutan, dan inklusif.

6. Strategi Bisnis dan Produksi: Menghadapi Perubahan Pasar dan Kondisi Eksternal

Artikel-artikel mengenai pengembangan bisnis dan UMKM (Lumbanraja, 2024; Karima et al., 2022; Widiyanti & Satori, 2022; Baturohmah, 2023; Donoriyanto et al., 2023; Donoriyanto & Rahmawati, 2023; Utomo, 2022; Widiawanti, 2022) terlihat bahwa keberhasilan suatu bisnis sangat dipengaruhi oleh kemampuan dalam memprediksi permintaan pasar, mengelola produksi dan biaya, serta merespons perubahan kondisi eksternal. Dalam konteks produksi, kapasitas terpasang harus diselaraskan dengan proyeksi permintaan jangka panjang, dan peningkatan efisiensi melalui teknologi atau optimasi biaya dapat menjadi kunci keberlanjutan. Untuk bisnis kuliner tradisional, fleksibilitas harga dan kemampuan beradaptasi terhadap fluktuasi bahan baku menjadi faktor penting. Analisis skenario dan simulasi dinamik terbukti efektif dalam memetakan potensi risiko dan peluang, seperti dalam kasus ketersediaan bahan baku helm, di mana monitoring berkala dan penentuan kuantitas pemesanan optimal dapat meminimalkan kekurangan. Selain itu, faktor-faktor eksternal seperti harga komoditas global, nilai tukar, dan kebijakan pemerintah turut memengaruhi keberhasilan bisnis, seperti yang terlihat pada industri minyak atsiri. Pada akhirnya, strategi pengembangan yang komprehensif, seperti yang diterapkan di Caldera Resto and Coffee, memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan pendapatan.

Artikel-artikel yang diulas secara konsisten menyoroti bahwa tantangan-tantangan di berbagai sektor, seperti pengelolaan sampah, ketahanan pangan, transisi energi, rantai pasok, dan transportasi perkotaan, memiliki sifat kompleks dan sistemik. Artinya, permasalahan-permasalahan ini tidak dapat dipecahkan dengan pendekatan linier atau terisolasi, melainkan membutuhkan pemahaman mendalam tentang interaksi antar berbagai faktor. Sistem dinamik, dengan kemampuannya untuk memodelkan loop umpan balik, keterlambatan, dan pola perilaku yang muncul, terbukti menjadi alat yang sangat berharga dalam memahami kompleksitas ini.

Penggunaan model sistem dinamik memungkinkan para pemangku kepentingan untuk mensimulasikan berbagai skenario dan mengevaluasi dampak dari kebijakan dan intervensi yang berbeda. Pendekatan ini mendukung pengambilan keputusan berbasis model, di mana keputusan diambil berdasarkan bukti kuantitatif dan pemahaman tentang dinamika sistem. Dalam konteks pengelolaan sampah, misalnya, model sistem dinamik membantu mengidentifikasi titik-titik kritis dalam sistem dan merancang intervensi yang efektif untuk mengurangi timbunan sampah dan meningkatkan daur ulang.

Dalam bidang pertanian dan energi, sistem dinamik mendorong pendekatan holistik dan berkelanjutan yang mempertimbangkan aspek-aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Model-model sistem dinamik membantu memprediksi dampak dari berbagai skenario, seperti perubahan iklim atau kebijakan subsidi, dan merumuskan kebijakan yang tepat untuk menjaga ketahanan pangan dan mencapai target-target keberlanjutan. Di sektor rantai pasok dan transportasi, sistem dinamik membantu meningkatkan efisiensi, ketahanan, dan responsivitas terhadap gangguan, yang sangat penting dalam era globalisasi dan ketidakpastian yang meningkat.

Dalam merencanakan strategi bisnis dan produksi, keberhasilan bisnis bergantung pada prediksi pasar, efisiensi produksi, dan respons terhadap perubahan eksternal. Adaptasi harga, manajemen bahan baku optimal, dan strategi komprehensif meningkatkan pendapatan.

Secara keseluruhan, artikel-artikel ini menegaskan bahwa sistem dinamik adalah alat analisis yang kuat dan relevan lintas sektor. Dengan kemampuannya untuk memodelkan interaksi dinamis dan mensimulasikan skenario masa depan, sistem dinamik dapat membantu para pemangku kepentingan membuat keputusan yang lebih baik dan mencapai hasil yang lebih berkelanjutan dalam menghadapi tantangan kompleks di era modern.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem dinamik adalah alat analisis yang kuat dan relevan lintas sektor. Dengan kemampuannya untuk memodelkan interaksi dinamis dan mensimulasikan skenario masa depan, sistem dinamik dapat membantu para pemangku kepentingan membuat keputusan yang lebih baik dan mencapai hasil yang lebih berkelanjutan dalam menghadapi tantangan kompleks di era modern. Peran krusial sistem dinamik sebagai alat analisis komprehensif untuk mengatasi tantangan kompleks di berbagai sektor, mulai dari pengelolaan sampah dan ketahanan pangan hingga energi berkelanjutan, rantai pasok efisien, perencanaan kota yang baik, dan pengembangan UMKM inovatif. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman mendalam tentang interaksi berbagai faktor, memprediksi dampak kebijakan, dan mengidentifikasi titik kritis untuk merancang intervensi yang lebih efektif dan holistik. Dengan kemampuannya memodelkan kerumitan dan keterkaitan antar elemen, sistem dinamik memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih terinformasi dan strategis, mendorong solusi yang lebih berkelanjutan dan berdampak jangka panjang dalam menghadapi permasalahan multidimensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adila, J. Z., Adhi, A. K., & Nurmalina, R. (2023, October). Model Penawaran Dan Permintaan Bawang Putih Indonesia: Pendekatan Sistem Dinamik. In *Forum Agribisnis: Agribusiness Forum* (Vol. 13, No. 2, pp. 218-228).
- Ahmad, K. K., Rosalia, A. R., & Lestari, D. A. (2023). Analisis Sistem Dinamik terhadap Pengelolaan Sumberdaya Perikanan layur di Ujung Genteng, Sukabumi. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 5(1), 1-17.
- Alfani, A. M., Donoriyanto, D. S., & Nugraha, I. (2023). Penerapan Sistem Dinamis dalam Menganalisis Tarif Tol Krian-Legundi-Manyar-Bunder. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 8(3), 704-714.
- Amin, R. A. M., & Donoriyanto, D. S. (2023). Analisis Perancangan Model Kebijakan Dalam Mengurangi Emisi Karbon Sektor Energi Di Indonesia Dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *Student Scientific Creativity Journal*, 1(3), 120-130.
- Anggraeni, D. P., Renatasari, C., Pakpahan, P. A. R., & Wati, S. F. A. (2024). Analisis Peningkatan Jumlah Transportasi Kota Surabaya Menggunakan Sistem Dinamik. *KOLONI*, 3(2), 237-250.
- Anggraeni, H. N., & Murnawan, H. (2024). Pengembangan Model Dinamis dalam Pengaplikasian Pupuk Non-Kimia pada Sektor Pertanian Guna Me-Reduce Cost Production Sebagai Upaya Pengoptimalan Pendapatan Masyarakat Desa Minggirsari. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 7(2), 1322-1330.
- Annisa, L. H., & Pala, A. (2024). Rancangan Simulasi Sistem Dinamis Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dan Penyusutan Lahan Sawah Terhadap Produksi Pangan di Kabupaten Bantul. *Journal of Agribusiness Science and Rural Development*, 4(1), 1-12.
- Aulia, S., & Purwantoro, A. (2024). Causal Loop Diagram Rantai Pasok Semen di Kota Palangka Raya. *Basement: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 53-59.
- Baturohmah, H. (2023). Pemodelan Sistem Dinamik dalam Peningkatan Profitabilitas Produksi Menggunakan Ventana Simulation. *Jurnal Restikom: Riset Teknik Informatika dan Komputer*, 5(1), 64-72.
- Dianingrum, A. S., Anoraga, R. A. B., & Sugandi, M. F. (2024). Analisis Model Sistem Dinamis Humanitarian Logistik Studi Kasus: Bantuan Logistik Pasca Bencana Letusan Gunung Api Merapi Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. *Neraca: Jurnal Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi*, 2(2), 670-670.
- Donoriyanto, D. S., & Rahmawati, N. (2023, November). Analisis Ketersediaan Material Produksi pada PT. X dengan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis. In *Prosiding Seminar Nasional Waluyo Jatmiko* (pp. 421-430).
- Donoriyanto, D. S., Nugraha, I., & Ardlianti, R. A. (2023). Analisis Ketersediaan Beras Di Surabaya Dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *Tekmapro*, 18(2), 23-34.
- Donoriyanto, D. S., Rahmawati, N., & Indiyanto, R. (2023). Analisis Sistem Produksi Helm Pada PT. X Dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *Tekmapro*, 18(2), 95-106.
- Dwiguna, K., Rahman, T., & Olga, L. (2022). Analisis Distribusi Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis (Studi Kasus PT. Chaira Abadi Sentosa Bandar Lampung). *Journal of Management and*

- Industrial Engineering (JMIE)*, 1(1), 35-46.
- Faisol, A., Rahmawati, S. A., & Hutasoit, H. (2023). Analisis dan Proyeksi Kebutuhan Beberapa Komoditas Tanaman Pangan menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis untuk Memenuhi Kebutuhan Pangan Di Kabupaten Manokwari. *Median: Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 15(3), 119-134.
- Fatmawati, I. R., & Maruf, A. (2024). Simulasi Pengelolaan Sampah di Pasar Tohaga Cileungsi Kabupaten Bogor. *Karimah Tauhid*, 3(4), 4703-4715.
- Ikhsanuddin, R. M., & Alfianto, M. A. (2024). Rancangan Sistem Dinamis Perencanaan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak. *Journal of Data Science Theory and Application*, 3(1), 7-13.
- Karima, H. Q., Saputra, M. A., & Romadlon, F. (2022). Analisis kapasitas produksi dan pemenuhan permintaan dengan model sistem dinamis pada industri semen. *UNISTEK*, 9(1), 11-18.
- Kusnadi, E., Jumiaty, E., & Mubarak, A. (2023). Model sistem dinamik untuk keberlanjutan smart people sebagai faktor pengungkit smart city di Kota Tarakan. *Jurnal Ilmiah Respati*, 14(1), 43-55.
- Lumbanraja, S. (2024). Strategi Pengembangan UMKM Caldera Resto And Coffee Dengan Menggunakan Blue Ocean Strategy Dan Sistem Dinamik. *Jurnal Teknik Ibnu Sina (JT-IBSI)*, 9(02), 83-92.
- Nengse, S., & Warmadewanthi, I. D. A. A. (2024). Potensi Emisi Gas Rumah Kaca Pengangkutan dan Pengolahan Limbah B3 Infeksius Faskes Surabaya Timur dengan Sistem Dinamik. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 10(1), 53-60.
- Pamungkas, I., Irawan, H. T., & Hadi, K. (2023). Review Penggunaan Metode Pengendalian Kualitas pada Proses Manufaktur Kapal. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 2(4), 261-268.
- Pamungkas, I., Akmal, A. K., & Irawan, H. T. (2024). Blocplan Algorithm for Facility Layout Design in Various Industry in Indonesia. *Jurnal Inotera*, 9(1), 212-219.
- Pamungkas, I., Irawan, H. T., & Hasnita, H. (2023). Penggunaan Teknik Evaluasi Keandalan Mesin Pada Berbagai Industri di Indonesia: Literature Review. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 5(1), 22-32.
- Prasetyo, M. H., Lihawa, F., & Baderan, D. W. K. (2024). Potensi Model Sistem Dinamik dalam Sistem Pengelolaan Sampah Perkotaan. *Jurnal Wilayah, Kota dan Lingkungan Berkelanjutan*, 3(2), 274-286.
- Rahmantlya, K. F., Zulfainarni, N., & Nababan, B. O. (2022). Analisis Sistem Dinamik Perikanan Multispesies: Studi Terhadap Perikanan Pelagis di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 17(1), 19-33.
- Ramli, I., Nabila, F., Satriyo, P., & Jayanti, D. S. (2023). Model pengelolaan lahan kritis pada daerah aliran sungai krueng peusangan menggunakan sistem dinamik. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 11(1), 44-55.
- Sakti, Y. K., & Andi, D. (2024). Pemodelan Sistem Dinamis Analisis Ketercapaian Reduksi Sampah Plastik Pada TPA Kota Surabaya. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 7(3), 1874-1881.
- Salo, L. A., Paliling, F., Aldi, A., Ramba, D., & Salo, E. S. (2024). Analisa Ketahanan Pangan Di Kabupaten Toraja Utara Dengan Pemodelan Sistem Dinamis. *Action Research Literate*, 8(4), 772-778.
- Setiawan, Z., Hariyono, R. C. S., Fitriyanto, R., Phan, I. K., & Suprayitno, D. (2024). *Pengantar Sistem Informasi: Konsep Dasar dan Aplikasi Praktis*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Sholihah, R. T. A., Putra, A. B., & Wati, S. F. A. (2024). Analisis Produksi Padi Jawa Timur menggunakan Sistem Dinamik Mendukung Upaya Ketahanan Pangan. *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, 20(1), 304-313.
- Sintiya, E. S. (2023). Analisis ketersediaan beras menggunakan sistem dinamik sebagai pendukung kebijakan ketahanan pangan. *Jurnal Tecnoscienza*, 7(2), 268-282.
- Sirajuddin, S., Bhaswara, G., & Gunawan, A. (2022). Model sistem dinamis industri ayam pedaging dalam memenuhi kebutuhan daging ayam. *Journal Industrial Servicess*, 8(1), 53-58.
- Solihat, S., & Driejana, D. (2024). Sistem Dinamik Bauran Energi Nuklir pada Skenario Penurunan Emisi Sektor Energi Listrik di Kalimantan. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 12(2), 25-43.
- Solo, A. A. M., Da Costa, M., & Manulangga, O. G. L. (2024). Pemodelan sistem dinamis pengolahan sampah organik di Kelurahan Oesapa Kota Kupang. *Magnetic: Research Journal of Physics and It's Application*, 4(2), 367-375.
- Suryandaru, A., Hidayat, A. T., & Apriadi, M. I. (2024). Penanganan emisi gas karbon di Kota Cilegon menggunakan pendekatan sistem dinamis. *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, 5(1), 150-155.
- Syafira, A. S., & Arvitrida, N. I. (2024). Strategi Pengendalian Persediaan pada Rantai Pasok Multi-

- Echelon untuk Fast Moving Products dengan Pendekatan Sistem Dinamik. *Jurnal Teknik ITS*, 13(1), E81-E86.
- Urifah, D., Hayati, M., & Hasanah, N. (2024). Tantangan Dan Peluang: Pendidikan Karakter Sebagai Pondasi Mengatasi Degradasi Moral Di Era Digital. *Ibtida'iy: Jurnal Prodi PGMI*, 9(2), 1-14.
- Utomo, A. W. (2022). Analisis Proses Pengadaan Bahan Baku Terigu dengan Model Sistem Dinamis pada Produksi Mi di UD. Maju Makmur Kota Madiun. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 2(1).
- Wajdah, R. R., & Nurmalina, R. (2024). Ketersediaan beras menuju kemandirian pangan: pendekatan sistem dinamik. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 22(1), 63-80.
- Wijaya, W., Hidayat, Y. R., & Eliah, J. F. R. (2024). Aplikasi Powersim Pada Simulasi Dinamis Rantai Pasok Bawang Merah Di Kabupaten Cirebon. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 8(4), 1412-1427.
- Wasiman, W., & Windasari, W. (2024). Rancangan Sistem Dinamis Ketersediaan Daging Ayam Pedaging di Jawa Tengah. *Journal of Data Science Theory and Application*, 3(1), 1-6.
- Widiaswanti, E. (2022). Model konseptual dinamika pemasaran minyak atsiri indonesia menggunakan sistem dinamik. *Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri (JAPTI)*, 3(1), 35-44.
- Widiaswanti, E. (2024). *Pengantar Sistem Dinamik Dengan Vensim PLE*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Widiyanti, G. S., & Satori, M. (2022). Perancangan Usaha Rintisan Berkelanjutan dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *Jurnal riset teknik Industri*, 57-64.
- Widodo, E. M., Rifa'i, A., & Fuadyani, R. (2023). Sistem Distribusi Logistik Dengan Pendekatan Sistem Dinamik Untuk Mitigasi Bencana Gunung Merapi. *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, 23(2), 99-108.
- Yulianto, H. (2023). *Manajemen Strategis: Dasar Konsepsi Pada Organisasi Bisnis*. Yudha English Gallery.