



Model simulasi pendekatan *agent-based modeling* untuk menganalisis angka buta huruf di Papua

Alifta Dicasani^{1✉}, Galih Tri Chanafi¹, Aji Kusumawardanto¹, Galih Mahardika Munandar¹

Universitas Muhammadiyah Gombong, Kebumen Indonesia⁽¹⁾

DOI: [10.31004/jutin.v8i1.41179](https://doi.org/10.31004/jutin.v8i1.41179)

✉ Corresponding author:

[aliftadicasani@unimugo.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
angka buta huruf;
agent-based modelling;
Papua;
pendidikan

Angka buta huruf yang tinggi di Papua mencerminkan tantangan sosial dan ekonomi yang besar. Penyebabnya, partisipasi pendidikan di Papua masih jauh dibawah rata-rata nasional. Strategi yang tepat diperlukan guna mendukung pemerataan sosial-ekonomi di Indonesia. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh faktor tingkat pendidikan, ekonomi dan populasi terhadap tingginya angka buta huruf dengan simulasi. *Agent-Based Modelling* digunakan untuk mensimulasikan interaksi faktor-faktor dan mengetahui pengaruhnya terhadap sistem. Hasilnya faktor yang mempengaruhi penurunan angka buta huruf adalah kombinasi peningkatan kualitas pendidikan dan pertumbuhan ekonomi. Sehingga rekomendasi kebijakan yang mempertimbangkan hasil penelitian ini diharapkan akan mampu mendukung pemerataan kesejahteraan nasional.

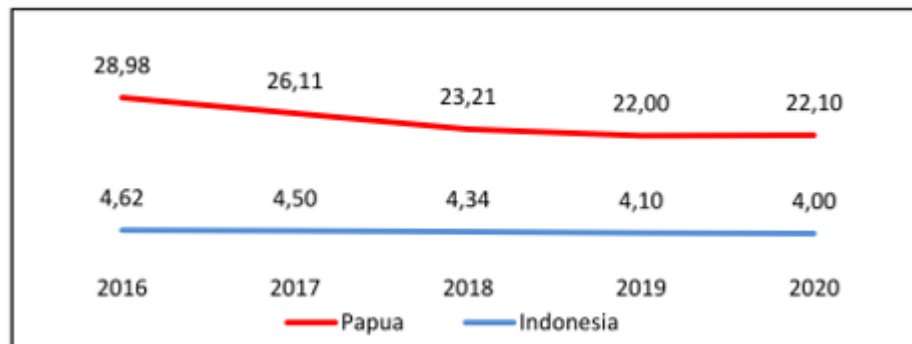
Abstract

Keywords:
illiteracy rate;
agent-based modelling;
Papua;
education

The high illiteracy rate in Papua reflects significant social and economic challenges. This is largely due to the low educational participation rate in the region compared to the national average. Appropriate strategies are needed to support social and economic equity in Indonesia. This research aims to analyze the influence of education level, economic factors, and population on the high illiteracy rate using simulation. Agent-Based Modeling is used to simulate the interactions of these factors and understand their impact on the system. The results show that a combination of improved education quality and economic growth is a key factor in reducing illiteracy rates. Therefore, policy recommendations that consider the findings of this research are expected to support equity and development in Papua.

1. INTRODUCTION

Pada tahun 2024, Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia mencatatkan pertumbuhan ekonomi yang stabil, dengan Produk Domestik Bruto (PDB) tumbuh sebesar 5,05% pada Triwulan II-2024. Pertumbuhan ini didukung oleh inflasi yang terkendali pada angka 2,13% di bulan Juli 2024, menunjukkan keberhasilan dalam menjaga stabilitas ekonomi domestik. Salah satu pendorong utama pertumbuhan ekonomi ini adalah kontribusi signifikan dari PDB nasional yang berasal dari Pulau Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara (Lizana & Ridho, 2021). Namun, keberhasilan ini belum sepenuhnya merata, mengingat masih adanya kesenjangan pembangunan di beberapa wilayah terpencil, seperti Papua, yang menghadapi tantangan besar di sektor pendidikan (Lavenia, Mandai, & Lutfi, 2023)



Gambar 1. Grafik Perbandingan Angka Buta Huruf di Papua dan Indonesia.

Di Papua, angka buta huruf (ABH) yang mencapai 22,10% pada tahun 2020 menjadi hambatan utama bagi kontribusi optimal wilayah tersebut terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Tingginya tingkat ABH ini jauh melampaui rata-rata nasional, mencerminkan ketimpangan yang serius dalam akses terhadap pendidikan (Lake & Utami, 2022). Kondisi ini memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap produktivitas tenaga kerja dan daya saing ekonomi daerah. Rendahnya tingkat pendidikan mengurangi kemampuan tenaga kerja untuk berpartisipasi dalam sektor ekonomi modern, sehingga memperlambat pertumbuhan ekonomi lokal.

Faktor-faktor yang menyebabkan tingginya ABH di Papua mencakup keterbatasan infrastruktur pendidikan, seperti jumlah sekolah yang tidak mencukupi dan fasilitas belajar yang kurang memadai (Yuniarti, Wianti, & Nurgaheni, 2020). Selain itu, kekurangan tenaga pengajar berkualitas semakin memperburuk situasi, membuat proses pembelajaran menjadi tidak efektif. Tekanan ekonomi di tingkat keluarga juga berperan besar dalam menghambat anak-anak untuk melanjutkan pendidikan, terutama di daerah pedesaan yang sulit dijangkau (Aprianti, Astuti, & Mulhamah, 2024). Ketimpangan ini menimbulkan tantangan sosial-ekonomi yang lebih luas, termasuk meningkatnya angka kemiskinan dan ketimpangan sosial di wilayah tersebut. Keadaan semakin diperburuk oleh jumlah populasi di Papua yang semakin meningkat. Pertambahan jumlah penduduk yang tidak disertai dengan peningkatan kualitas manusia akan berdampak positif pada angka kemiskinan di Papua (Syahrazad & Vidriza, 2024). Dalam jangka panjang, tingginya ABH akan terus memperburuk kesenjangan pembangunan antar wilayah di Indonesia yang berujung menghambat upaya pemerintah untuk mencapai pemerataan kesejahteraan nasional (Mulia & Saputra, 2020).

Oleh karena itu, upaya untuk menurunkan angka buta huruf di Papua merupakan langkah krusial dalam mewujudkan pembangunan yang merata dan berkelanjutan. Perbaikan infrastruktur pendidikan, pelatihan guru, dan dukungan ekonomi bagi keluarga miskin, tidak hanya akan meningkatkan akses pendidikan tetapi juga berkontribusi pada pengurangan kesenjangan sosial dan pembangunan berkelanjutan di Papua (Herman, Wardani, Muhabbatillah, & Purwasih, 2018). Sehingga diperlukan simulasi dengan menggunakan pendekatan *Agent-Based Modeling* guna merepresentasikan interaksi antar faktor dan pola perilaku ke dalam beberapa alternatif skenario. Diharapkan dengan mengimplementasikan skenario terbaik, dapat membantu menurunkan angka ABH di Provinsi Papua (Rahman, Taghikhah, Paul, Shukla, & Agarwal, 2021).

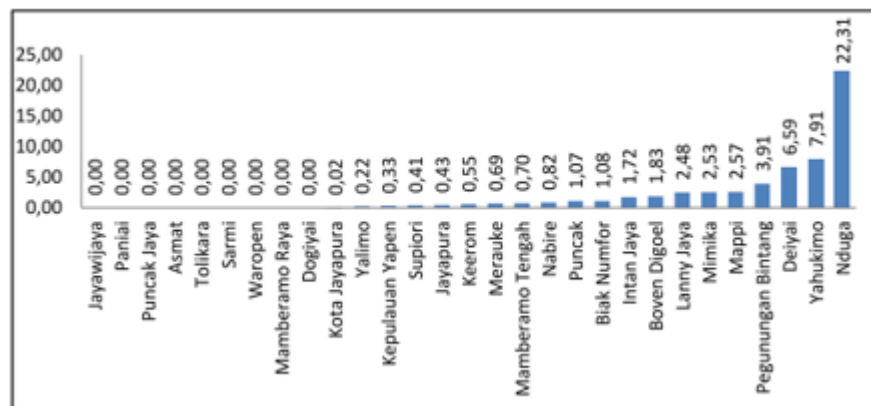
2. METHODS

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Agent-Based Modeling* (ABM) untuk menganalisis pengaruh interaksi antar faktor terhadap angka buta huruf. ABM merupakan metode komputasional yang digunakan untuk mensimulasikan perilaku sistem kompleks (Rizana & Ramadhan, 2020). Pendekatan ABM dipilih karena fleksibel

dan dapat digunakan untuk memodelkan berbagai jenis sistem, salah satunya sistem kependudukan (Siagian & Prasajo, 2021). Tahapan penelitian dimulai dengan penentuan model, termasuk identifikasi agen (faktor-faktor penyebab ABH), atribut, dan perilakunya. Selanjutnya parameterisasi yaitu penentuan nilai parameter model berdasarkan data penelitian terdahulu. Model kemudian diimplementasikan ke dalam NetLogo yang kemudian dilakukan simulasi dengan berbagai skenario untuk mengamati dinamika sistem (Arvianto, Budiawan, Karami, Rozi, & Marthin, 2022).

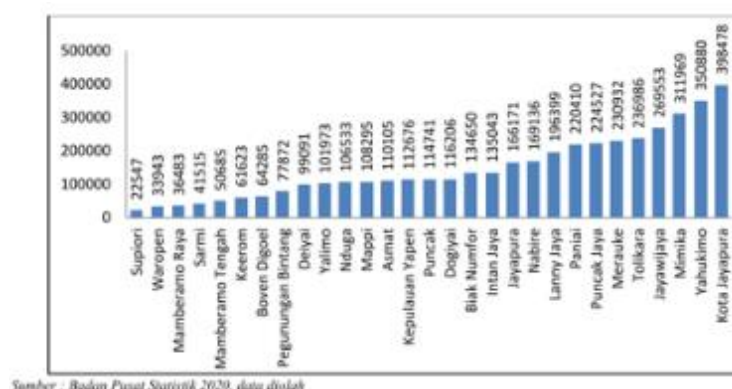
Simulasi ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana interaksi antara infrastruktur pendidikan, karakteristik sosial-ekonomi, tekanan ekonomi, dan pola pengasuhan dalam keluarga mempengaruhi angka buta huruf di Papua. Selain itu, simulasi ini juga digunakan untuk memprediksi dampak jangka panjang dari tingginya angka buta huruf terhadap pembangunan sosial-ekonomi di provinsi tersebut (Ganarsih, Hafidah, & Nurjanah, 2022). Sehingga resiko dalam pengambilan keputusan terkait upaya terbaik mengurangi ABH di Papua dapat diminimalisir (Lim & Johnson, 2024).

Data-data sensus dan survei yang menjadi bahan kajian dalam Studi Kependudukan di Provinsi Papua antara lain :



Gambar 2. Grafik Distribusi Angka Putus Sekolah SD menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Papua Tahun 2020.

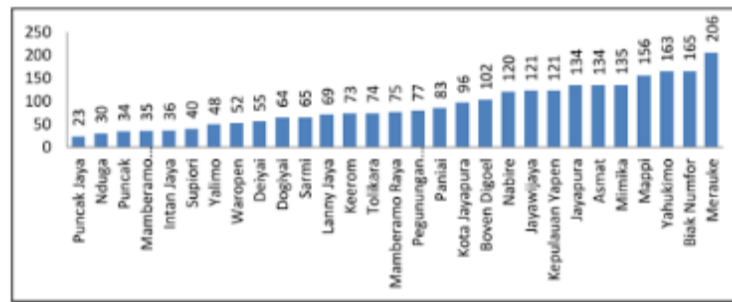
Berdasarkan informasi dari **Gambar 2.**, Kabupaten Nduga memiliki persentase angka putus sekolah tertinggi yaitu 22,31%, diikuti Kabupaten Yahukimo 7,91%, Deiyai 6,59%, dan Pegunungan Bintang 3,91%. Sebaliknya, Kabupaten Jayawijaya, Panlai, Puncak Jaya, Asmat, dan Tolikara mencatatkan persentase terendah atau 0,00% yang disebabkan oleh tercukupinya keadaan ekonomi dan pendidikan.



Sumber : Badan Pusat Statistik 2020, data diolah

Gambar 3. Grafik Distribusi Penduduk di Kabupaten Papua.

Pada **Gambar 3.** diatas, tersaji distribusi penduduk di Kabupaten Nduga yang memiliki angka tertinggi dengan 398.478 jiwa, diikuti beberapa kabupaten lainnya, yaitu Kabupaten Yahukimo 350.880 jiwa, Mimika 311.969 jiwa, dan Jayawijaya 269.553 jiwa. Sebaliknya, jumlah populasi di Kabupaten Supiori hanya 22.547 jiwa, Waropen 33.943 jiwa, Mamberamo Raya 36.483 jiwa, Sarmi 41.515 jiwa dan Mamberamo Tengah 50.685 jiwa. Rendahnya jumlah penduduk disebabkan oleh letak geografisnya yang berada di pegunungan atau hutan.



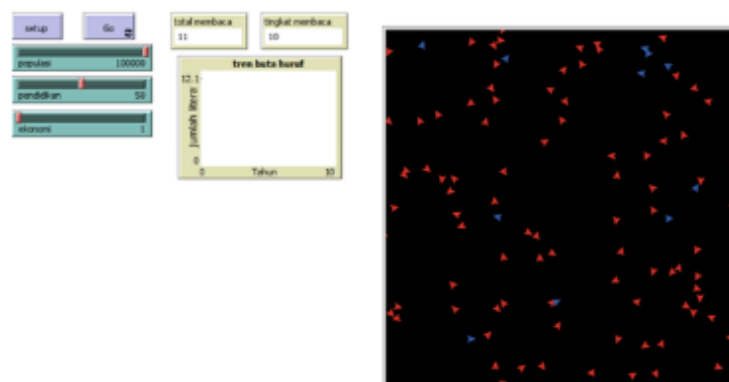
Sumber : Badan Pusat Statistik 2020, data diolah

Gambar 4. Grafik Distribusi Sekolah berdasarkan Kabupaten/Kota di Papua.

Selanjutnya dari **Gambar 4.**, Kabupaten Merauke memiliki jumlah sekolah tertinggi dengan jumlah total 206, diikuti Kabupaten Biak Numfor dengan 165 sekolah, Yahukimo 163 sekolah dan Mappi 156 sekolah. Sebaliknya, Kabupaten dengan jumlah sekolah paling sedikit yaitu Puncak Jaya dengan 23 sekolah, Nduga 30 sekolah, Puncak 34 sekolah, dan Mamberamo 35 sekolah. Rendahnya jumlah sekolah disebabkan oleh letak geografisnya yang berada di pegunungan atau hutan dan sulit dijangkau.

3. RESULT AND DISCUSSION

Ilustrasi pengaruh faktor ekonomi dan pendidikan terhadap ABH di Provinsi Papua ditunjukkan dengan proses simulasi dengan parameter input: ukuran populasi sebesar 100.000 agen.

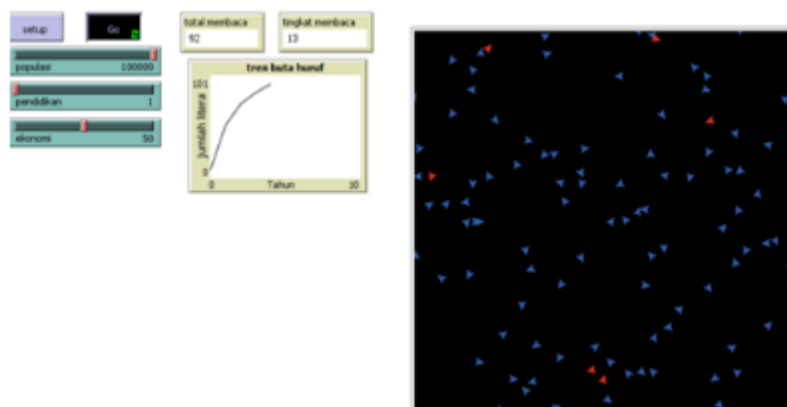


Gambar 5. Antar muka (interface) Model ABH di Papua.

Simulasi dilakukan dengan menggunakan tiga skenario utama untuk mengidentifikasi dampak berbagai kombinasi faktor terhadap penurunan angka buta huruf. Skenario-skenario tersebut meliputi :

Skenario Pertama

Kombinasi dari kemampuan ekonomi yang tinggi dengan infrastruktur pendidikan yang rendah, untuk memahami dampak dari distribusi penduduk terhadap penyebaran ABH, dengan ilustrasi berikut :



Gambar 6. Antar muka (interface) Model Skenario 1.

Simulasi pada skenario satu dilakukan dengan populasi agen sebanyak 100.000, tingkat pendidikan 1 (rendah) sedangkan tingkat ekonomi 50 (tinggi). Parameter presentase agen yang bisa membaca 92 dengan tingkat membaca 13, maka hasilnya :

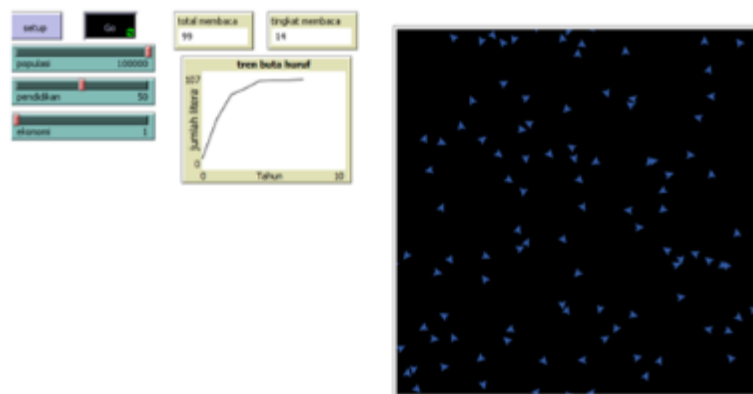
Tabel 1. Hasil Simulasi Kombinasi Ekonomi Tinggi dengan Pendidikan Rendah

Tahun	Baca
0	13
1	53
2	72
3	88
4	93
5	95
6	97
7	99
8	99
9	100
10	100

Berdasarkan hasil simulasi skenario pertama didapat bahwa simulasi interaksi antara infrastruktur pendidikan yang rendah dan karakteristik sosial-ekonomi yang tinggi berpengaruh terhadap angka buta huruf di Papua selama 9 tahun kedepan.

Skenario Kedua

Kombinasi tekanan ekonomi yang rendah dengan akses pendidikan tinggi, untuk melihat efektivitas bantuan ekonomi pada keluarga dalam menurunkan ABH, dengan ilustrasi :



Gambar 7. Antar muka (*interface*) Model Skenario 2.

Pada skenario dua, simulasi dilakukan dengan populasi agen sebanyak 100.000, tingkat pendidikan 50 (tinggi) sedangkan tingkat ekonomi 1 (rendah). Parameter presentase agen yang bisa membaca 99 dengan tingkat membaca 14, didapatkan hasil :

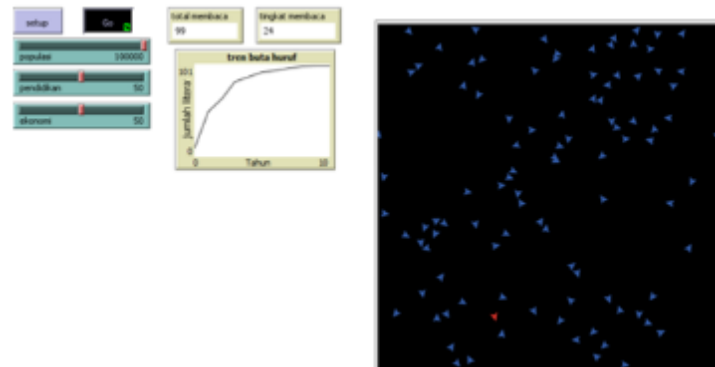
Tabel 2. Hasil Simulasi Kombinasi Pendidikan Tinggi dan Ekonomi Rendah

Tahun	Baca
0	12
1	44
2	72
3	83
4	93
5	97
6	99
7	100

Berdasarkan informasi dari **Tabel 2.**, interaksi pengaruh tekanan ekonomi dan pola pendidikan tinggi di tingkat keluarga terhadap keputusan menyekolahkan anak di Papua akan hilang dalam 6 tahun.

Skenario Ketiga

Kombinasi seluruh faktor (populasi, infrastruktur pendidikan, dan ekonomi) pada tingkat optimal, untuk mensimulasikan upaya intervensi kebijakan yang terintegrasi, dengan ilustrasi :



Gambar 8. Antar muka (interface) Model Skenario 3.

Simulasi pada skenario tiga, dengan populasi agen sebanyak 100.000, tingkat pendidikan 50 (tinggi) dan tingkat ekonomi 50 (tinggi). Parameter presentase agen yang bisa membaca 99 dengan tingkat membaca 24, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Simulasi Kombinasi Pendidikan dan Ekonomi yang Optimal

Tahun	Baca
0	9
1	50
2	84
3	94
4	97
5	99
6	100
7	100

Tabel 3., menunjukkan hasil simulasi skenario ketiga, dimana kombinasi antara pendidikan dan ekonomi di Papua akan mampu menghilangkan ABH dalam waktu 5 tahun. Berdasarkan pola dari ketiga skenario tersebut, dapat disimpulkan bahwa Skenario ketiga merupakan alternatif terbaik yang mampu mengurangi ABH di Papua dengan waktu tercepat.

4. CONCLUSION

Perpaduan *Agent-Based Modelling* dengan NetLogo merupakan alat yang sangat kuat untuk menganalisis masalah kompleks seperti angka buta huruf di Papua. Pendekatan ini dapat membantu mengurangi resiko dalam pengambilan keputusan dan peninjauan kebijakan pada suatu sistem kependudukan. Analisis simulasi menunjukkan bahwa interaksi antara faktor populasi dan ekonomi memberikan dampak paling signifikan terhadap tingkat buta huruf, sementara kombinasi antara peningkatan kualitas pendidikan dan pertumbuhan ekonomi menunjukkan potensi terbesar dalam menurunkan angka buta huruf. Diperlukan kebijakan terpadu yang mengintegrasikan perbaikan infrastruktur pendidikan, bantuan ekonomi langsung, dan pemanfaatan teknologi pembelajaran untuk menurunkan angka buta huruf di Papua secara signifikan dan berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan.

5. REFERENCES

- Aprianti, Y., Astuti, A. M., & Mulhamah. (2024). Systematic Literature Reviews : Analisis Angka Buta. *Journal of Math Tadris* Vol. 4, No. 2 (pp. 182-201). <https://doi.org/10.55099/jmt.v4i2.169>.
- Arvianto, A., Budiawan, W., Karami, A., Rozi, F., & Marthin, J. D. (2022). SIMULASI SISTEM PARKIR SPASIAL BERBASIS AGENT: SEBUAH PERANCANGAN KONSEP DAN IMPLEMENTASI MODEL. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 17(2) (pp. 71-81). DOI : <https://doi.org/10.14710/jati.17.2.71-81> .
- Ganarsih, A. A., Hafidah, R., & Nurjanah, N. E. (2022). PROFIL KEMAMPUAN MEMBACA PERMULAAN ANAK USIA 4-5 TAHUN. *Jurnal Kumara Cendekia* Vol 10, No 3 (pp. 186-195). DOI: <https://doi.org/10.20961/kc.v10i3.56350>.
- Herman, M. C., Wardani, N. K., Muhabbatillah, S., & Purwasih, J. H. (2018). SEKOLAH 'EMAK-EMAK' UNTUK BUTA HURUF DI KECAMATAN LECES KABUPATEN PROBOLINGGO. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial* Vol 28, No 2. DOI: 10.2317/jpis.v28i2.7243.
- Lake, B. S., & Utami, E. D. (2022). Variabel-Variabel yang Memengaruhi Angka Buta Huruf (ABH) di Provinsi Papua Tahun 2020. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2022(1) (pp. 113-122). <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2022i1.1216>.
- Lavenia, L., Mandai, S., & Lutfi, M. Y. (2023). PENGARUH PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO (PDRB), UPAH MINIMUM, PENGANGGURAN, JUMLAH PENDUDUK DAN ANGKA MELEK HURUF TERHADAP KEMISKINAN DI PROVINSI JAWA BARAT TAHUN 2015 - 2021. *Jurnal Ekonomi Trisakti* (pp. 319-328). <https://doi.org/10.25105/jet.v3i1.15412>.
- Lim, J., & Johnson, C. (2024). Judgmental Forecasting Uses Agent-Based Modeling and Simulation to Minimize Risks and Losses in Decision-Making. *JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI* Vol. 23, No. 2 (pp. 278-285). <https://doi.org/10.23917/jiti.v23i02.4486>.
- Lizana, H. I., & Ridho, F. (2021). Implementasi dan Evaluasi Visualisasi Data Interaktif pada Publikasi Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi Indonesia. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2021(1) (pp. 947-957). <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2021i1.795>.
- Mulia, R. A., & Saputra, N. (2020). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KESEJAHTERAAN MASYARAKAT KOTA PADANG. *Jurnal EL-RIYASAH* Vol 11, No 1 (pp. 67-83). <http://dx.doi.org/10.24014/jel.v11i1.10069>.
- Rahman, T., Taghikhah, F., Paul, S. K., Shukla, N., & Agarwal, R. (2021). An agent-based model for supply chain recovery in the wake of the COVID-19 pandemic. *Computers & Industrial Engineering* Vol 158. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107401>.
- Rizana, A. F., & Ramadhan, F. (2020). PENERAPAN AGENT-BASED SIMULATION DALAM MEMPREDIKSI PENGGUNAAN BERKELANJUTAN SISTEM ERP. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)* Vol.7, No. 2 (pp. 303-312). DOI: 10.25126/jtiik.202071817.
- Siagian, T. H., & Prasojo, A. P. (2021). AGENT-BASED MODELLING PADA STUDI KEPENDUDUKAN: POTENSI DAN TANTANGAN. *Seminar Nasional Official Statistics* Vol 2020 No 1 (pp. 1032-1040). DOI: <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.591>.
- Syahrzad, L., & Vidriza, U. (2024). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI INDEKS KEDALAMAN KEMISKINAN DI PROVINSI PAPUA TAHUN 2017 – 2022. *Jurnal Of Development Economic And Digitalization* Vol. 3 No. 1, (pp. 109-129).
- Yuniarti, P., Wianti, W., & Nurgaheni, N. E. (2020). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Manajemen Dan Bisnis Islam*, 2(3) (pp. 169-176). <https://doi.org/10.36407/serambi.v2i3.207>.