

PREDIKSI KEBERHASILAN TRANSFORMASI DIGITAL PADA UKM

Atika Mutiarachim^{1*}, Jaluanto Sunu Punjul Tyoso², Amsar³

^{1,2,3}Program Studi Bisnis Digital, Fakultas Ekonomika dan Bisnis, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang.

*amutiarachim@gmail.com

Jl. Pawiyatan Luhur, Bendan Dhuwur, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

Article history: Received: 27 May 2025; Revised: 27 June 2025; Accepted: 30 June 2025

Abstract

Industry 4.0 requires large and small-scale industry players to be able to adapt to technological acceleration. Digital transformation has proven to have a significant impact on industry performance, including maintaining the existence of SMEs. The success of SMEs in utilizing technology has proven to be able to increase profits and operational efficiency. SMEs must ensure that digital transformation is successfully implemented. Digital transformation prediction makes it easy for SMEs to know the level of success of their business in implementing digital transformation, so that SMEs can develop innovation strategies to optimize digital technology to maintain existence, obtain optimal profits, increase competitiveness and operational efficiency. Prediction is done by comparing ID3, C4.5 and CART to find the rule with the best performance, which is most effective for predicting the success of an SME in implementing digital transformation. The results show ID3 has the best performance with 89.19% accuracy and AUC 0.959. The ATP attribute becomes the root node in all decision trees generated. This means that the variables of Digital Marketing Role, TOE Model, Digital Business Strategy, Technopreneurship adoption have a big role or significant impact on SMEs in implementing digital transformation in their business.

Keywords: *Digital Transformation, Role of Digital Marketing, TOE Model, Technopreneurship, SME.*

Abstrak

Industri 4.0 menuntut pelaku industri skala besar sampai kecil untuk mampu beradaptasi dengan percepatan teknologi. Transformasi digital terbukti berdampak signifikan terhadap kinerja industri, termasuk mempertahankan eksistensi UKM. Keberhasilan UKM dalam memanfaatkan teknologi terbukti mampu meningkatkan keuntungan dan efisiensi operasional. Pelaku UKM harus memastikan transformasi digital berhasil diterapkan. Prediksi transformasi digital memudahkan pelaku UKM untuk mengetahui tingkat keberhasilan usahanya dalam menerapkan transformasi digital, sehingga UKM dapat mengembangkan strategi inovasi mengoptimalkan teknologi digital untuk menjaga eksistensi, memperoleh keuntungan optimal, meningkatkan daya saing serta efisiensi operasional. Prediksi dilakukan dengan membandingkan ID3, C4.5 dan CART untuk menemukan rule dengan performance terbaik, yang paling efektif untuk memprediksi keberhasilan suatu UKM dalam menerapkan transformasi digital. Hasil menunjukkan ID3 memperoleh performance terbaik dengan akurasi 89.19% dan AUC 0.959. Atribut ATP menjadi *root node* pada seluruh pohon keputusan yang dihasilkan. Ini berarti variabel Peran Digital Marketing, Model TOE, Strategi Bisnis Digital, Adopsi technopreneurship mempunyai peranan besar atau dampak yang signifikan terhadap UKM dalam melaksanakan transformasi digital pada bisnisnya.

Kata Kunci: *Transformasi Digital, Peran Digital Marketing, Model TOE, Technopreneurship, UKM.*



Pendahuluan

Digitalisasi menuntut seluruh lini kehidupan untuk bersenyawa dengan teknologi. Peningkatan pemanfaat teknologi berbanding lurus dengan meningkatnya transformasi digital pada industri bisnis, baik skala besar maupun kecil. Transformasi digital membantu bisnis tetap kompetitif [1] serta berdampak signifikan pada keputusan konsumen [2][3]. Transformasi digital terbukti membantu pelaku usaha diseluruh dunia, khususnya usaha kecil menengah (UKM) untuk mempertahankan eksistensi usahanya, terutama di masa kritis *social distancing* Covid 19 [4][5]. Penerapan transformasi digital memerlukan adaptasi organisasi. Beberapa kunci utama pendorong transformasi digital yaitu *internet-of-things*, *social media*, *mobile apps*, *artificial intelligence*, *augmented and virtual reality*, *metaverse*, *corporate digital responsibility* [6]. Kualitas aplikasi berdampak positif signifikan terhadap kepuasan dan loyalitas pelanggan [7]. Transformasi digital dalam bisnis akan berjalan baik selama bisnis mampu mengikuti perkembangan digital yang sangat cepat [8].

Penelitian pada empat organisasi industri terkemuka yang melakukan transformasi digital, menunjukkan bahwa kepemimpinan, struktur organisasi dan budaya merupakan kunci kesuksesan dalam melaksanakan transformasi digital, sekaligus berdampak pada hasil kinerja perusahaan menjadi lebih optimal [9].

Penelitian [10] melakukan studi mengenai faktor yang mempengaruhi performa *knowledge-intensive business services* (KIBS), dengan metode analisis Fuzzy-set *qualitative comparative analysis* (fsQCA), hasil menunjukkan bahwa memperbaiki jejaring sosial dan memanfaatkannya untuk kepentingan bisnis, mengikuti pelatihan digital, memiliki manager yang lebih tua, dapat meningkatkan performa perusahaan.

Penelitian [11] melakukan analisis tekstual dan pembacaan laporan tahunan secara mendalam pada perusahaan-perusahaan di China, untuk mengukur apakah suatu Perusahaan menerapkan transformasi digital, sejauh mana penerapannya dan apa dampak dari penerapan tersebut bagi perusahaan. Hasil menunjukkan bahwa penerapan transformasi digital meningkatkan performa perusahaan, efisiensi biaya, operasional menjadi lebih baik, keberhasilan inovasi sehingga menghasilkan kinerja yang lebih baik. Penerapan transformasi digital yang biasa membantu kinerja perusahaan jangka panjang, sedangkan penerapan transformasi digital meningkatkan kinerja perusahaan dalam dua tahun pertama dan paling bermanfaat bagi perusahaan yang berada pada tahap mapan dalam siklus hidup produk mereka.

Transformasi digital terbukti memberikan dampak positif akselerasi bagi perkembangan bisnis UKM. Penelitian [12] melakukan riset pada MSEs China. Total terdapat 148.98 miliar MSEs di China memberikan kontribusi hampir 50% dari total GDP nasional. Tahun 2022 ekonomi digital memberi dampak pada percepatan pertumbuhan ekonomi mencapai RMB 50.2 triliun. Hasil menunjukkan transformasi digital meningkatkan pendapat UKM, memberikan kemudahan akses kredit, memberikan percepatan pada UKM yang sedang di tahap pertumbuhan, terutama di wilayah Tiongkok Tengah dan Barat. Penelitian [13] memberikan kesimpulan bahwa penerapan transformasi digital pada UMKM mampu meningkatkan kepercayaan konsumen, operasional hilirisasi produk, dan pelayanan menjadi semakin cepat, serta membentuk ekosistem kewirausahaan digital skal internasional. Meningkatkan produktivitas, mendorong pertumbuhan berkelanjutan yang menjadi penggerak utama inklusi dan mempercepat pertumbuhan ekonomi [14].

Transformasi digital menjadi urgensi yang harus diperhatikan pelaku usaha untuk meningkatkan daya saing penjualan serta efisiensi biaya operasional. Bisnis UKM memiliki peran strategis dalam perekonomian Indonesia dengan kontribusi 97% penyerapan tenaga kerja dan 61,9% terhadap PDB nasional [15], namun belum terdapat penelitian yang mengembangkan model prediksi keberhasilan penerapan transformasi digital pada UMKM Indonesia menggunakan pendekatan *machine learning* untuk membantu pelaku usaha mengevaluasi dan mengoptimalkan strategi digitalisasi. Penelitian ini bertujuan menemukan metode prediksi yang tepat untuk mengetahui apakah suatu UKM dapat dinyatakan berhasil dalam menerapkan transformasi digital pada usahanya.

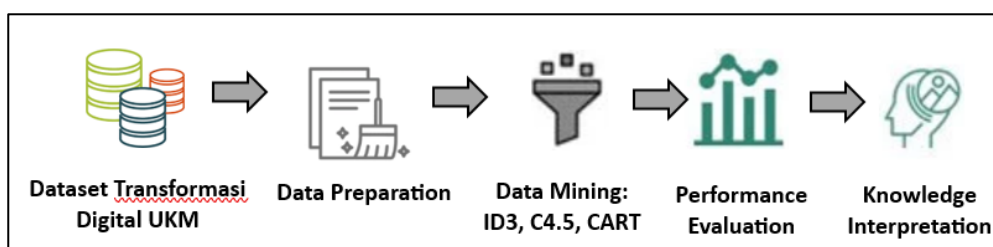
Algoritma *decision tree* mampu menghasilkan prediksi dengan akurasi tinggi, serta *rule* yang efisien dan mudah dipahami [13][14][15][16], sehingga tepat diterapkan pada prediksi transformasi digital UKM. Hasil prediksi membantu pelaku UKM mengetahui keberhasilan penerapan transformasi

digital, memberikan wawasan mendalam mengenai strategi yang tepat untuk meningkatkan daya saing UKM dalam era digital, serta mengidentifikasi tantangan yang mungkin dihadapi selama proses transformasi, memberikan rekomendasi praktis bagi para pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan dan program yang mendukung pengembangan UKM di tengah perubahan teknologi yang cepat.

Metode

Penelitian menggunakan dataset transformasi digital berdasarkan data Dinas Koperasi dan UMKM Provinsi Jawa Tengah. Pada kuartal kedua 2024, tercatat 191.689 UMKM yang menjadi binaan, distribusinya meliputi: UKM produksi/non pertanian berjumlah 74.203 unit, UKM pertanian 28.520 unit, UKM perdagangan 67.210 unit, dan UKM jasa 21.756 unit (sumber: <https://satudata.dinkop-umkm.jatengprov.go.id/umkm>). Total populasi tersebut kemudian dipilih 264 Usaha Menengah di Jawa Tengah, dengan kategori menengah yang memiliki aset berkisar 15-50 miliar rupiah sebagai sampel dalam penelitian ini. Pemilihan kategori usaha menengah didasarkan pada pertimbangan bahwa mereka umumnya telah memiliki pemahaman tentang pemanfaatan teknologi informasi untuk mendukung aktivitas bisnis. Data dengan label penerapan transformasi digital terdiri dari 117 data berlabel 0 artinya penerapan transformasi digital tidak berhasil dan 1 artinya berhasil.

Penelitian menggunakan *tool* Altair AI Studio. *Data preparation* dilakukan dengan transformasi data, pengecekan *missing value* dan *outlier* untuk memastikan data konsisten [20]. Prediksi dilakukan dengan membandingkan metode klasifikasi *decision tree* ID3, C4.5, CART untuk memperoleh *performance* terbaik. Hasil prediksi berupa *performance* dan pohon keputusan, dapat menjadi *knowledge* yang bisa dimanfaatkan sebagai metode prediksi pada dataset baru, guna menentukan keberhasilan UKM dalam menerapkan transformasi digital pada bisnisnya.



Gambar 1. Metode Penelitian

Dataset merupakan hasil pengisian angket oleh pelaku UKM binaan, terkait penerapan transformasi digital berdasarkan perspektif Peran Model Digital Marketing, Technology, Organization, and Environment (TOE), Strategi Bisnis Digital, dan Adaptasi Technopreneurship, dengan skala likert 1-5, kemudian di transformasi agar sesuai dengan kebutuhan penelitian. Detail atribut terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Transformasi Data

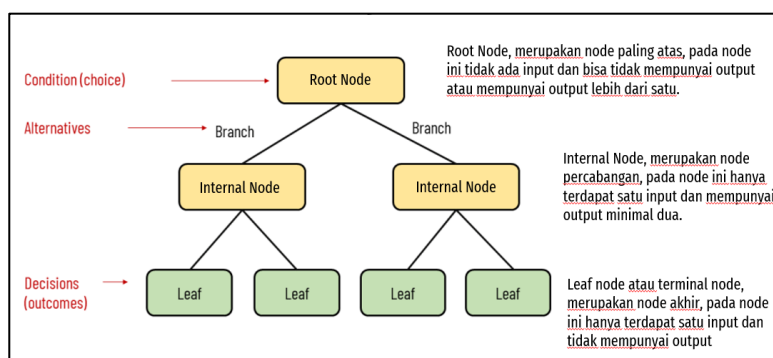
Keterangan	Indikator	Atribut	Transformasi Atribut	Tipe Data
Peran Digital Marketing	Indeks pemanfaatan pemasaran digital	PDM1	PDM	Integer
	Strategi digital marketing UKM	PDM2		
	Kemampuan pemasaran digital	PDM3		
	Platform yang beragam	PDM4		
Model TOE	Kompetensi teknologi	MTO1	MTO	Integer
	Manfaat relatif	MTO2		
	Kompatibilitas	MTO3		
	Ukuran Perusahaan	MTO4		
	Keyakinan Manajerial	MTO5		
	Kesiapan Organisasi	MTO6		
	Dukungan Peraturan	MTO7		
	Tekanan Kompetitif	MTO8		
Strategi Bisnis Digital	Keterampilan Manajerial	SBD1	SBD	Integer
	Kemampuan Operasional	SBD2		
	Keterampilan TI	SBD3		

Keterangan	Indikator	Atribut	Transformasi Atribut	Tipe Data
Adopsi <i>technopreneurship</i>	Kolaborasi Elektronik	SBD4	ATP	Integer
	Kepuasan Pengguna	SBD5		
	Faktor Keberhasilan Kritis	SBD6		
	Inovasi Produk	ATP1		
	Pemanfaatan Media Sosial	ATP2		
Trasformasi Digital	Penjualan Marketplace	ATP3	TD	Integer (Label)
	Peningkatan Produktivitas	TD1		
	Akses Pasar	TD2		
	Inklusi Keuangan	TD3		
	Kerangka Tata Kelola TI	TD4		
	Pembangunan Infrastruktur	TD5		

Atribut pada dataset mampu memberikan penilaian dari sisi manajerial, tidak hanya fokus pada teknis, sehingga mampu merepresentasikan keberhasilan penerapan transformasi digital [21].

Pembahasan

Metode klasifikasi yang paling mudah diinterpretasi manusia adalah pohon keputusan. Pembuatan pohon keputusan dimulai dengan simpul akar, di mana atribut dipilih, dilanjutkan ke subset yang memenuhi hasil dari simpul anak cabang, dan proses ini berlanjut hingga pohon keputusan memiliki contoh dari kelas tertentu (batang). *Decision tree* mengembangkan berbagai model, seperti ID3, C4.5, dan CART [22].



Gambar 2. Node pada *Decision Tree*

ID3

Algoritma *Iterative Dichotomiser 3* (ID3) adalah teknik yang digunakan untuk membuat pohon keputusan yang menggunakan ide tentang entropi informasi. Pada ID3, pembuatan pohon keputusan dimulai dengan memilih root node berdasarkan jumlah gain tertinggi. Hasil perhitungan entropi pada persamaan (2) menghasilkan nilai gain pada persamaan (1).

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n -p_i * \log_2 p_i \quad (1)$$

Dimana S mengacu pada himpunan kasus, n mengacu pada jumlah partisi S , dan p_i mengacu pada proporsi S_i terhadap S .

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy(S_i) \quad (2)$$

Dimana S mengacu pada himpunan kasus, A mengacu pada atribut, n mengacu pada jumlah partisi atribut A , $|S_i|$ mengacu pada jumlah kasus pada partisi ke- i dan $|S|$ mengacu pada jumlah kasus dalam S .

C4.5

Algoritma C4.5 merupakan pengembangan dari ID3, memiliki prinsip yang sama, namun pemilihan atribut menggunakan perhitungan *gain ratio* pada persamaan (3), diawali perhitungan *split info* pada persamaan (4). Atribut dengan *gain ratio* tertinggi dipilih sebagai simpul, dengan *gain* adalah information gain dan *split info* menyatakan entropi.

$$Gain\ Ratio\ (S,\ A) = \frac{Gain\ (S,A)}{Split\ Info\ (S,A)} \quad (3)$$

$$Split\ Info\ (S,\ A) = \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} \log_2 \frac{|S_i|}{|S|} \quad (4)$$

Kelebihan C4.5 dibandingkan ID3 adalah mampu mengolah data numerik dan diskret, mampu menangani nilai atribut yang hilang serta menghasilkan *rule* yang mudah diinterpretasikan.

CART

Algoritma Classification and Regression Trees (CART) memecah sekelompok data yang terkumpul dalam suatu ruang yang disebut simpul menjadi dua kelompok yang disebut simpul anak. Nilai Index Gini untuk semua data yang digunakan dihitung oleh perhitungan CART, yang kemudian digunakan untuk menghitung nilai Index Gini untuk setiap indikator yang digunakan pada persamaan (5).

$$Index\ Gini\ (t) = 1 - \sum_{j=1}^n p^2(j|t) \quad (5)$$

Dimana $P(j|t)$ = probabilitas bersyarat kelas j yang berada pada simpul t , $n_j(t)$ = banyak pengamatan kelas j pada node t , $n(t)$ = banyak pengamatan pada node t

Proses selanjutnya menghitung nilai Gini Gain total indikator pada persamaan (6).

$$Gini\ Gain = \sum_{j=1}^n \frac{|S_j|}{|S|} \times Index\ Gini\ (t) \quad (6)$$

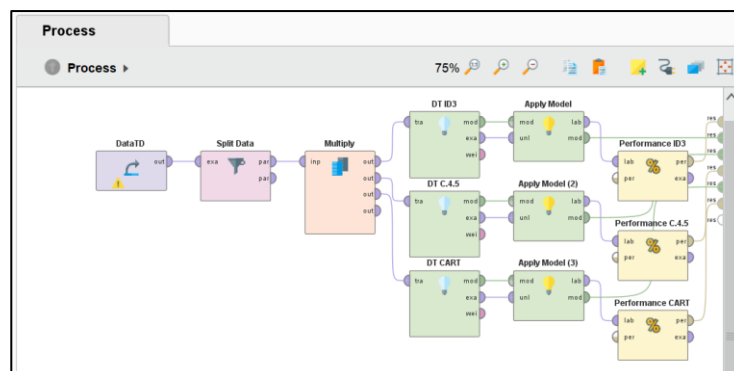
Dimana $|S_j|$ = jumlah data dalam partisi ke- j , $|S|$ = jumlah total data

Indikator dengan nilai Gini Gain tertinggi ditempatkan di node akar, indikator dengan nilai Gini Gain lebih rendah dari node akar ditempatkan di node cabang, dan perhitungan Gini Gain diulangi lagi, tetapi Gini Gain tertinggi dari langkah sebelumnya tidak dihitung kembali. Setelah node akar tersedia pada langkah sebelumnya, indikator selanjutnya dengan nilai Gini Gain tertinggi ditempatkan di node cabang, dan perhitungan Gini Gain diulangi lagi sampai nilai Gini Gain selanjutnya mencapai 0.

Hasil

Dataset memiliki 26 atribut. Transformasi dilakukan dengan menjumlahkan nilai skala pada masing-masing atribut, sehingga atribut diringkas menjadi PDM, MTO, SBD, ATP dan TD sebagai label. Dataset lengkap, konsisten, tidak mengandung *missing value* dan *outlier*. Data diolah menggunakan klasifikasi *decision tree* melakukan perbandingan ID3, C4.5, CART untuk memperoleh *performance* terbaik.

Pembagian dengan *split data 70:30 stratified sampling*. Prediksi dengan algoritma klasifikasi *decision tree* ID3, C4.5 dan CART. Hasil *performance* klasifikasi binominal terdiri dari akurasi, *classification error*, Kappa, AUC, *precision*, *recall*, *sensitivity*, *specificity* dan F-Measure.



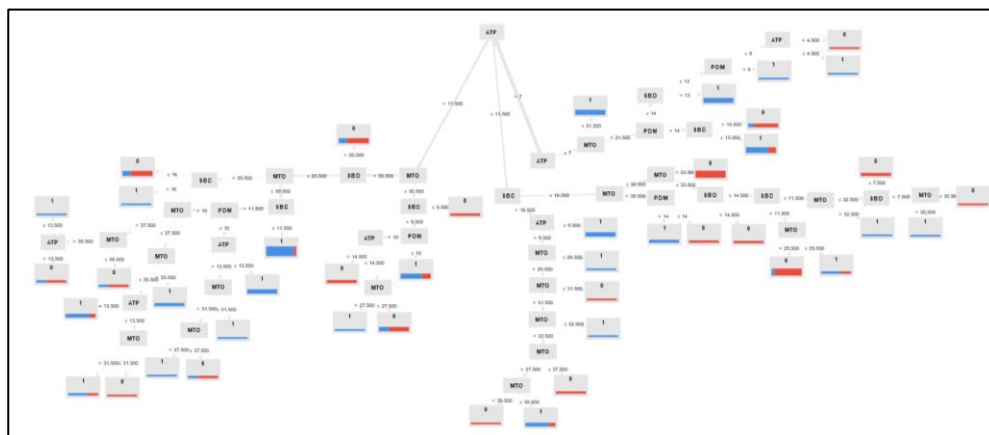
Gambar 3. Proses Klasifikasi *Decision Tree*

Pemangkasan (*pruning*) dilakukan untuk menghindari *overfitting* dengan memangkas node yang tidak perlu [16], [17]. Penelitian ini menerapkan parameter *pruning* dengan *confidence* 0.5. Parameter *prepruning* dengan *minimal gain* 0.02, *minimal leaf size* 2, *minimal size for split* 4 dan *prepruning alternatives* 3. Hasil yang diperoleh berupa *performance* dan pohon keputusan yang merupakan *rule/pola* dalam prediksi keberhasilan penerapan transformasi digital pada UKM.

ID3 menggunakan parameter perhitungan *information gain*.

Tabel 2. *Confusion Matrix* ID3

	True 1	True 0	Class Precision
Pred 1	92	9	91.09%
Pred 0	11	73	86.90%
Class recall	89.32%	89.02%	

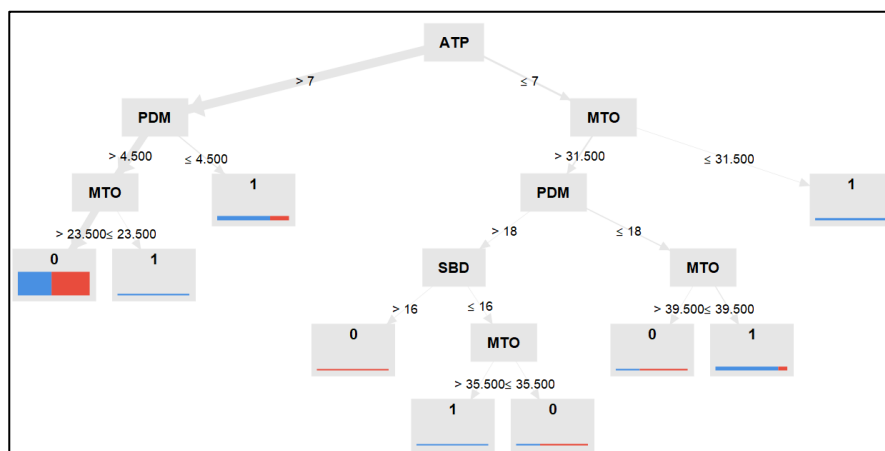


Gambar 4. *Decision Tree* ID3

C4.5 menggunakan parameter perhitungan *gain ratio*.

Tabel 3. *Confusion Matrix* C4.5

	True 1	True 0	Class Precision
Pred 1	40	7	85.11%
Pred 0	63	75	54.35%
Class recall	38.83%	91.46%	

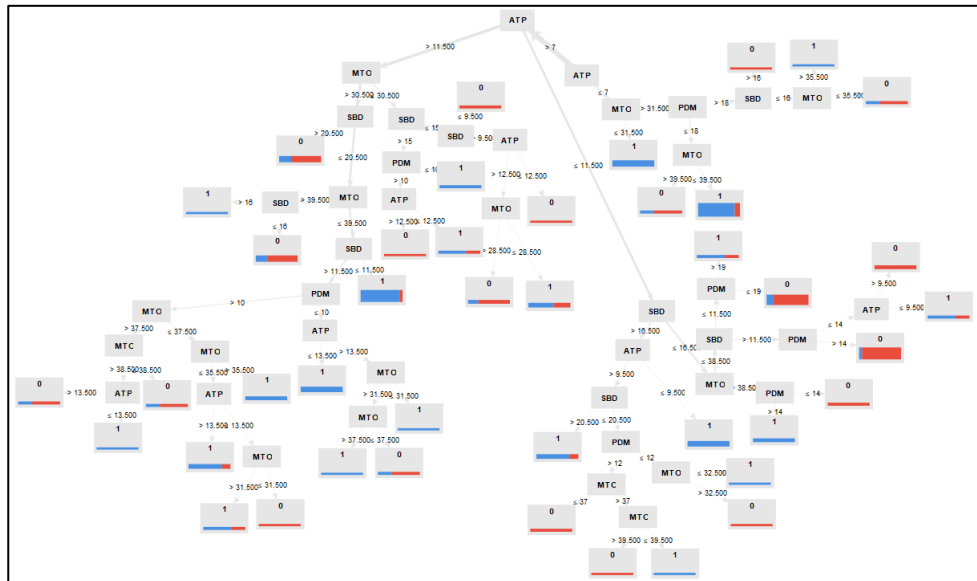


Gambar 5. *Decision Tree* C4.5

CART menggunakan parameter perhitungan *gini index*.

Tabel 4. *Confusion Matrix* CART

	True 1	True 0	Class Precision
Pred 1	90	11	89.11%
Pred 0	13	71	84.52%
Class recall	87.38%	86.59%	



Gambar 6. *Decision Tree* CART

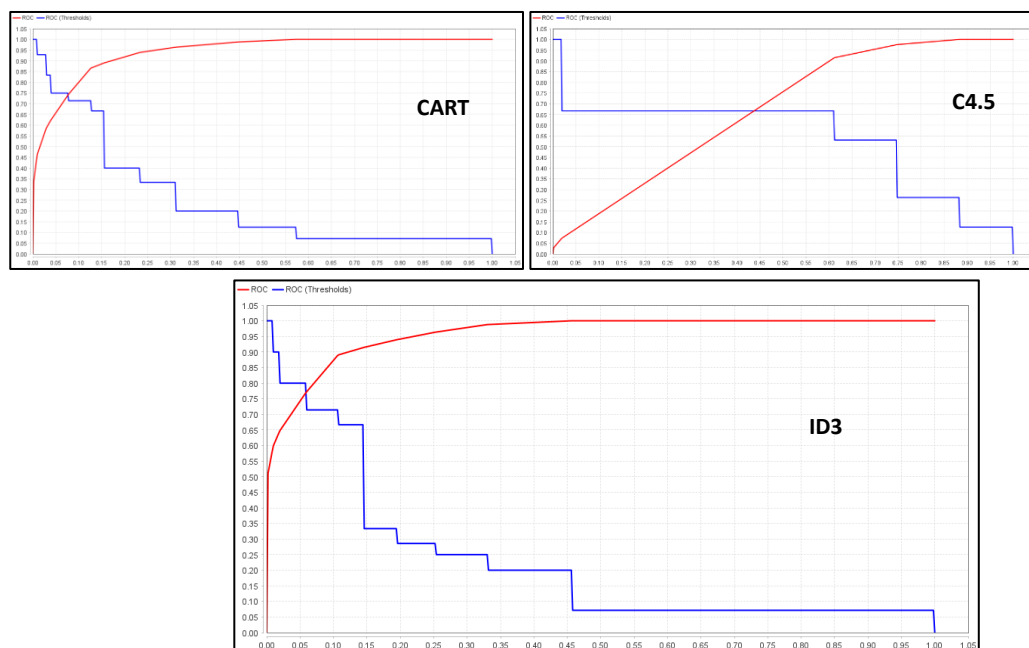
Hasil *decision tree* pada ketiga algoritma menunjukkan ATP sebagai *root node*, artinya adopsi *technopreneurship* menjadi atribut paling berpengaruh dan menjadi prioritas utama pengambilan keputusan. Atribut selanjutnya yang menjadi internal node pertama pada ketiga metode adalah MTO yaitu model TOE (*technology, organization, environment*), sehingga indikator kompetensi teknologi, ukuran perusahaan, kesiapan organisasi dan indikator lainnya dalam model TOE menjadi faktor kedua yang paling signifikan dalam prediksi keberhasilan transformasi digital UKM.

Tabel 5. *Performance*

<i>Performance</i>	ID3	C.4.5	CART
Accuracy	89.19%	62.16%	87.03%
Classifiaction Error	10.81%	37.84%	12.97%
Kappa	0.782	0.283	0.738
AUC	0.959	0.673	0.941
Precision	86.90%	54.35%	84.52%
Recall	89.02%	91.46%	86.59%
Sensitivity	89.02%	91.46%	86.59%
Specificity	89.32%	38.83%	87.38%
F-Measure	87.95%	68.18%	85.54%

Performance menunjukkan akurasi terbaik diperoleh algoritma ID3 89.19%, *classification error* terendah 10.81%, nilai Kappa 0.782, mendekati 1 berarti substansial. Nilai *precision*, *recall*, *sensitivity*, *specificity* memperoleh persentase yang tinggi. *F-Measure* yang diperoleh 87.95%, lebih dari 80% menunjukkan kinerja klasifikasi memiliki akurasi dan presisi yang kuat.

Algoritma terbaik kedua CART dengan akurasi 87.03%, *classification error* 12.97%, AUC 0.941%. Nilai Kappa, *precision*, *recall*, *sensitivity*, *specificity* dan *F-Measure* dibawah perolehan algoritma ID3. Terakhir algoritma C4.5 memperoleh akurasi terendah dibandingkan algoritma lain yaitu 62.16%.



Gambar 7. Grafik AUC

Pada grafik AUC, semakin baik model membedakan kelas positif dan negatif, akan semakin dekat kurva dengan sudut kiri atas grafik. Nilai AUC diatas 0.8 artinya sangat baik. Gambar 3 menunjukkan grafik AUC dengan nilai terbaik 0.959 diperoleh ID3. Hasil secara keseluruhan menunjukkan ID3 memperoleh *performance* terbaik dibandingkan C4.5 dan CART.

Kesimpulan dan Saran

Algoritma ID3 memperoleh *performance* terbaik, menunjukkan klasifikasi *decision tree* ID3 paling sesuai diterapkan untuk dataset transformasi UKM pada penelitian ini. Akurasi 89.19%, *classification error* 10.81%, Kappa 0.782, AUC 0.959. Nilai *precision*, *recall*, *sensitivity* dan *specificity* 86.90%, 89.02%, 89.02%, dan 89.32%. Nilai *F-Measure* 87.95%. Pola pohon keputusan dapat dimanfaatkan sebagai *rule* untuk melakukan prediksi keberhasilan penerapan transformasi digital pada UKM lainnya. Hasil prediksi membantu pemilik UKM mengatur strategi untuk mengatasi jika terjadi ketidakberhasilan penerapan transformasi digital, agar dapat diperbaiki untuk mengoptimalkan performa UKM. Jika sudah berhasil, pemilik UKM dapat mempertahankan dan meningkatkan penerapan transformasi

digital pada UKM agar tetap konsisten dan selalu mengikuti perkembangan teknologi bisnis. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan melakukan prediksi keberhasilan penerapan transformasi digital pada UKM dengan menggunakan algoritma lain untuk memperoleh akurasi yang optimal, selain itu dapat menambah jumlah data untuk mengoptimalkan hasil prediksi.

Referensi

- [1] S. Kraus, P. Jones, N. Kailer, A. Weinmann, N. Chaparro-Banegas, and N. Roig-Tierno, "Digital Transformation: An Overview of the Current State of the Art of Research," *Sage Open*, vol. 11, no. 3, 2021, doi: 10.1177/21582440211047576.
- [2] J. Paul *et al.*, "Digital transformation: A multidisciplinary perspective and future research agenda," *Int J Consum Stud*, vol. 48, no. 2, Mar. 2024, doi: 10.1111/ijcs.13015.
- [3] S. Setiyanto, A. Mutia Dawis, Y. Tri Desianti, and I. Huwaidah, "UMKM Go Digital: Optimalisasi Teknologi Multimedia dalam Meningkatkan Kompetensi Pemasaran Digital UMKM di Era 4.0," vol. 1, 2024, doi: 10.21927/ijubi.v7i1.4376.
- [4] N. M. Widnyani, N. Luh, P. S. Astitiani, B. Christina, and L. Putri, "Penerapan Transformasi Digital Pada UKM Selama Pandemi Covid-19 di Kota Denpasar," *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis*, vol. 6, no. 1, Jun. 2021, [Online]. Available: <http://journal.undiknas.ac.id/index.php/manajemen>
- [5] M. K. Peter, L. Wuersch, A. Wong, and A. Neher, "Digital transformation of work: Swiss MSEs working from home behaviour during COVID-19 – pioneers leading the pack," *European Business Review*, vol. 36, no. 2, pp. 249–270, Mar. 2024, doi: 10.1108/EBR-01-2023-0008.
- [6] A. Mutiarachim, *CHAPTER XII Integration of Artificial Intelligence and Big Data Analytics in Customer-Centric Organizations*.
- [7] A. Mutiarachim and N. A. Yuniarti, "Jurnal Sistem Informasi, Manajemen, dan Akuntansi (SIMAK) The Role of Driver Services and Application Quality in Enhancing Gojek Customer Loyalty Through Satisfaction," *SIMAK*, vol. 22, pp. 130–144, Nov. 2024.
- [8] E. Erwin *et al.*, "TRANSFORMASI DIGITAL," 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/379374858>
- [9] F. Imran, K. Shahzad, A. Butt, and J. Kantola, "Digital Transformation of Industrial Organizations: Toward an Integrated Framework," *Journal of Change Management*, vol. 21, no. 4, pp. 451–479, 2021, doi: 10.1080/14697017.2021.1929406.
- [10] S. Ribeiro-Navarrete, D. Botella-Carrubi, D. Palacios-Marqués, and M. Orero-Blat, "The effect of digitalization on business performance: An applied study of KIBS," *J Bus Res*, vol. 126, pp. 319–326, Mar. 2021, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296320308948>
- [11] H. Zhai, M. Yang, and K. C. Chan, "Does digital transformation enhance a firm's performance? Evidence from China," *Technol Soc*, vol. 68, Feb. 2022.
- [12] R. Guo, J. Liu, and Y. Yu, "Digital Transformation, Credit Availability, and MSE Performance: Evidence from China," *Financ Res Lett*, vol. 72, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106552>.
- [13] A. Solechan, T. W. Ap, and B. Hartono, "Transformasi Digital Pada UMKM Dalam Meningkatkan Daya Saing Pasar," Jun. 2023.
- [14] A. Nopriyanto Bahasoan, N. S. Qamariah, M. Sari Azis, F. Ekonomi, and U. Sulawesi Barat, "Transformasi Digital pada UMKM: Penggerak Pertumbuhan Ekonomi dan Inklusi di Negara Berkembang," *Jurnal Indragiri Penelitian Multidisiplin*, vol. 5, no. 1, 2024.
- [15] P. Pujiyanto, A. Rahman, L. Lindawati, M. Kenamon, and R. Efrianti, "Perancangan Platform Inkubator Bisnis Sebagai Upaya Peningkatan Kompetensi Pelaku UMKM untuk Menggerakkan

- Perekonomian Indonesia," *Indonesian Journal of Business Intelligence (IJUBI)*, vol. 5, no. 2, p. 127, Dec. 2022, doi: 10.21927/ijubi.v5i2.2668.
- [16] C. N. Syahputri and M. S. Hasibuan, "Optimasi Klasifikasi Decision Tree Dengan Teknik Pruning Untuk Mengurangi Overfitting," *JSil (Jurnal Sistem Informasi)*, vol. 11, no. 2, pp. 87–96, Sep. 2024, doi: 10.30656/jsii.v11i2.9161.
- [17] C. S. Lee, P. Yeng, S. Cheang, and M. Moslehpour, "Predictive Analytics in Business Analytics: Decision Tree," 2022.
- [18] M. Bansal, A. Goyal, and A. Choudhary, "A comparative analysis of K-Nearest Neighbor, Genetic, Support Vector Machine, Decision Tree, and Long Short Term Memory algorithms in machine learning," *Decision Analytics Journal*, vol. 3, p. 100071, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.dajour.2022.100071.
- [19] B. Charbuty and A. Abdulazeez, "Classification Based on Decision Tree Algorithm for Machine Learning," *Journal of Applied Science and Technology Trends*, vol. 2, no. 01, pp. 20–28, Mar. 2021, doi: 10.38094/jastt20165.
- [20] A. Mutiarachim, F. K. Fikriah, B. Ansor, and A. P. Ramdani, "Boosting Performance Klasifikasi kNN Customer Loyalty dengan Chi-Square dan Information Gain," *Jurnal Transformatika*, vol. 22, no. 2, pp. 81–89, Mar. 2025, doi: 10.26623/6wgy1097.
- [21] S. Okuda and N. Uchihira, "Digital Transformation Classification Types and Evolution Process for Established Companies," in *The Human Side of Service Engineering*, AHFE International, 2023. doi: 10.54941/ahfe1003124.
- [22] I. Gede, I. Sudipa, and M. Darmawiguna, "Buku Ajar Data Mining," 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/377415198>