

# Prediksi Kebangkrutan Perusahaan Menggunakan Algoritma *Decision Tree* Berbasis Teknik *Resampling*

Abdul Wahab Avrizar<sup>1</sup>, Erfian Junianto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya

e-mail: <sup>1</sup>avrizal9@gmail.com, <sup>2</sup>erfian.ejn@ars.ac.id

## Abstrak

Kondisi keuangan perusahaan memiliki persentase terbesar dalam mempengaruhi kebangkrutan. Sebagai tindakan pencegahan kebangkrutan perusahaan, diperlukan sebuah peramalan atau prediksi kebangkrutan berdasarkan kondisi keuangan perusahaan dilihat dari analisa laporan keuangan perusahaan. Prediksi dapat dilakukan dengan pendekatan penggunaan rasio keuangan dan pendekatan pembelajaran mesin. Melalui pendekatan pembelajaran mesin, algoritma akan menganalisa data keuangan perusahaan untuk mempelajari pola dan karakteristik tertentu hingga dapat memprediksi apakah suatu perusahaan dikatakan bangkrut atau tidak. Pendekatan pembelajaran mesin menggunakan data sampel keuangan perusahaan, akan tetapi sampel perusahaan yang tidak bangkrut atau sehat lebih banyak dari sampel perusahaan yang bangkrut. Terdapat 6.599 sampel perusahaan sehat (96,77%) dan hanya 220 sampel perusahaan yang bangkrut (3,23%) sehingga mungkin akan menurunkan kualitas prediksi algoritma machine learning. Sehingga untuk meningkatkan kualitas prediksi algoritma digunakan optimasi pada level data yaitu resampling. Terdapat dua jenis teknik resampling yaitu mengurangi sampel (undersampling) dan menambah sampel (oversampling). Algoritma *decision tree* digunakan karena dinilai sederhana dan mudah diimplementasikan. Diharapkan teknik resampling dapat meningkatkan kualitas algoritma decision tree untuk memprediksi kebangkrutan perusahaan. Hasil penelitian pada dataset awal menghasilkan akurasi 94%, akan tetapi kualitas prediksi pada kasus perusahaan yang bangkrut sangatlah rendah. Sementara akurasi pada dataset yang telah dilakukan undersampling menghasilkan akurasi hanya 75% sementara akurasi pada dataset yang telah dilakukan oversampling menghasilkan akurasi sebesar 98%.

**Kata kunci**— kebangkrutan, decision tree, resampling, undersampling, oversampling

## Abstract

*The company's financial condition has the largest percentage in influencing bankruptcy. As a precautionary measure against corporate bankruptcy, a bankruptcy forecast or prediction is needed based on the company's financial condition seen from the analysis of the company's financial statements. Prediction can be done by using financial ratio approach and machine learning approach. Through a machine learning approach, the algorithm will analyze the company's financial data to study certain patterns and characteristics so that it can predict whether a company is said to be bankrupt or not. The machine learning approach uses company financial sample data, but the sample of companies that are not bankrupt or healthy is more than the sample of companies that are bankrupt. There are 6,599 samples of healthy companies (96.77%) and only 220 samples of companies that are bankrupt (3.23%) so that it may reduce the prediction quality of machine learning algorithms. So to improve the quality of the prediction algorithm used optimization at the data level, namely resampling. There are two types of resampling techniques, namely reducing the sample (undersampling) and increasing the sample (oversampling). It is expected that the resampling technique can improve the quality of the decision tree algorithm to predict company bankruptcy. The results of the research on the initial dataset produce an accuracy of 94%, but the quality of predictions in the case of bankrupt companies is very low. Meanwhile, the accuracy of the dataset that has been undersampled produces an accuracy of only 75%, while the accuracy of the dataset that has been oversampled produces an accuracy of 98%.*

**Keywords**— bankruptcy, decision tree, resampling, undersampling, oversampling

**Corresponding Author:**

**Erfian Junianto**

Email: erfian.ejn@ars.ac.id

---

## 1. PENDAHULUAN

Kebangkrutan menjadi resiko paling besar yang mungkin akan dialami oleh perusahaan. Perkembangan teknologi, kemampuan beradaptasi hingga kondisi ekonomi keuangan perusahaan menjadi faktor umum penyebab kebangkrutan [1]. Kondisi keuangan perusahaan memiliki persentase terbesar dalam mempengaruhi kebangkrutan. Untuk mengukur tingkat resiko dan kesehatan perusahaan, analisa terhadap laporan keuangan perusahaan perlu dilakukan. Dari analisa laporan keuangan perusahaan tersebut dapat diketahui apabila perusahaan sedang mengalami kesulitan keuangan [2].

Kesulitan keuangan perusahaan yang sudah sangat parah hingga tidak dapat lagi menjalankan roda operasional perusahaan merupakan kondisi dimana perusahaan tersebut dinyatakan bangkrut [3]. Sebagai tindakan pencegahan kebangkrutan perusahaan, diperlukan sebuah peramalan atau prediksi kebangkrutan berdasarkan kondisi keuangan perusahaan dilihat dari analisa laporan keuangan perusahaan.

Model prediksi kebangkrutan berdasarkan kondisi keuangan yang umum digunakan diantaranya *Z-score altman*, *Y-score Ohlson*, *X-score Zmijewski*, *G-score Grover*, *S-score Springate* dan lain-lain [4]. Model-model tersebut merupakan model prediksi kebangkrutan berdasarkan pendekatan rasio-rasio keuangan tertentu seperti total kewajiban, modal kerja, arus kas, keuntungan bersih, penjualan, hutang dan lain-lain.

Peneliti umumnya menggunakan model-model tersebut untuk memprediksi kebangkrutan, namun terdapat pendekatan lain selain penggunaan rasio keuangan yaitu pendekatan pembelajaran mesin atau *machine learning*. Melalui pendekatan pembelajaran mesin, algoritma akan menganalisa data keuangan perusahaan untuk mempelajari pola dan karakteristik tertentu hingga dapat memprediksi apakah suatu perusahaan dikatakan bangkrut atau tidak [5].

Beberapa penelitian yang menggunakan algoritma *machine learning* diantaranya menggunakan algoritma *naïve bayes* [6], *decision tree* [7], *neural network* [8] terhadap data kebangkrutan kualitatif, *random forest* [9] terhadap data rasio keuangan, dan *naïve bayes* terhadap data kebangkrutan kuantitatif [10]. Penelitian terhadap data kebangkrutan kuantitatif lebih menarik karena lebih merepresentasikan kondisi keuangan perusahaan dengan 95 atribut keuangan perusahaan dan 6.819 sampel data perusahaan [11].

Data kebangkrutan kuantitatif merupakan data sekunder tentang data kebangkrutan perusahaan di Taiwan dari tahun 1999 hingga 2009 berdasarkan *Taiwan Economic Journal*. Dataset ini memiliki dua nilai yang akan diprediksi yaitu bangkrut (tidak sehat) atau tidak (sehat). Akan tetapi, pada dataset ini terdapat masalah yaitu ketidakseimbangan data dimana jumlah data pada sampel perusahaan yang tidak bangkrut atau sehat lebih banyak dari sampel perusahaan yang bangkrut. Terdapat 6.599 sampel perusahaan sehat (96,77%) dan hanya 220 sampel perusahaan yang bangkrut (3,23%) sehingga mungkin akan menurunkan kualitas prediksi algoritma *machine learning*.

Secara umum untuk menangani ketidakseimbangan data tersebut secara sederhana dapat dioptimasi pada level data menggunakan teknik *resampling* yaitu melakukan pemilihan sampel data ulang. Terdapat dua jenis teknik *resampling* yaitu mengurangi sampel (*undersampling*) dan menambah sampel (*oversampling*) [12]. Guna mendapatkan solusi terbaik terhadap ketidakseimbangan data ini, maka akan digunakan teknik *resampling* menggunakan metode *random under sampling* (RUS) dan *random over sampling* (ROS) [13].

Sementara algoritma *machine learning* yang digunakan adalah *decision tree*. Algoritma *decision tree* dipilih karena mudah dimengerti dan dianalisis [7], mendukung data numerik [14], hanya memerlukan persiapan data yang sederhana [15] serta mudah disimpulkan [16].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Desain Penelitian

Menurut definisi dari Higher Education Funding Council for England (HECFE), penelitian merujuk pada kegiatan penyelidikan sistematis atau investigasi di suatu bidang, yang bertujuan untuk memperoleh pengetahuan dan pemahaman baru serta mengidentifikasi atau merevisi fakta, teori, aplikasi, dan sejenisnya [17].

Ada empat metode penelitian yang umum digunakan, yaitu action research, experiment, case study, dan survey [18]. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah experiment, yang melibatkan penyelidikan terhadap beberapa variabel dengan menggunakan tes yang dikendalikan oleh peneliti [19]. Penelitian ini melibatkan beberapa tahapan, di antaranya adalah:

#### 1. Pengumpulan Data

Tahap ini menjelaskan proses pengumpulan dan pemilihan data untuk penelitian. Pada tahap ini, dijelaskan sumber data dan metode yang digunakan untuk memperoleh data yang relevan, serta menentukan data mana yang akan diolah.

#### 2. Pengolahan Data Awal

Pengolahan data awal meliputi pembersihan data, pentransformasian data ke dalam bentuk yang dibutuhkan serta mengimplementasikan teknik *resampling* menggunakan *random undersampling* (RUS) dan *random oversampling* (ROS).

#### 3. Metode yang Diusulkan

Setelah melakukan pengolahan awal pada data, langkah berikutnya adalah membuat model yang sesuai dengan jenis data yang digunakan. Untuk membuat model, diperlukan pembagian data menjadi data pelatihan (training dataset) dan data pengujian (testing dataset).

#### 4. Eksperimen dan Pengujian Model

Pada tahap ini, dilakukan eksperimen dan pengujian model pada data yang telah diproses sebelumnya. Algoritma akan dihitung beberapa kali untuk mendapatkan parameter terbaik yang sesuai dengan data.

#### 5. Evaluasi dan Validasi Hasil

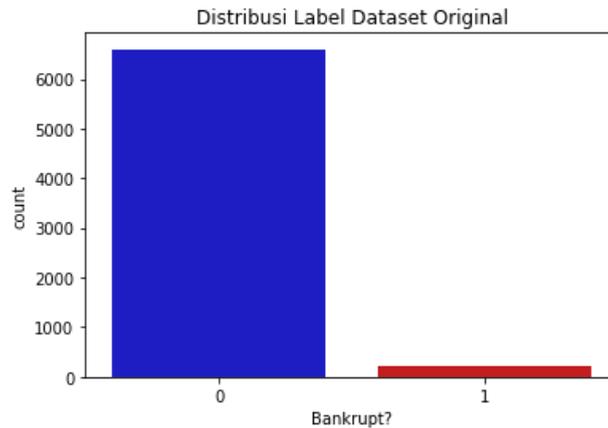
Tahap evaluasi adalah tahap terakhir dalam penelitian di mana hasil dari eksperimen dan pengujian model dievaluasi untuk mendapatkan kesimpulan.

### 2.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan kumpulan data dari Taiwan Economic Journal dengan rentang waktu dari tahun 1999 hingga 2009. Dataset ini didonasikan oleh Deron Liang dan Chih-Fong Tsai dari National Central University, Taiwan. Dataset ini diambil dari Kaggle (<https://www.kaggle.com/fedesoriano/company-bankruptcy-prediction>)

Dataset ini berisi informasi setiap perusahaan yang diwakili dalam data yang ditetapkan oleh 96 atribut yang merupakan kondisi keuangan perusahaan. 95 atribut tersebut bertipe data numerik sementara satu atribut yang merupakan atribut kelas bertipe data binary. Dataset ini memiliki dua kelas yaitu bangkrut (*bankruptcy*) dan sehat (*healthy*). Kategori bangkrut menunjukkan prediksi perusahaan bergerak menuju arah kebangkrutan, sementara kategori sehat menunjukkan prediksi perusahaan sedang dalam kondisi stabil atau membaik.

Jumlah sampel pada dataset ini sebanyak 6.819 sampel dengan distribusi pada kelas *bankrupt* sebanyak 220 sampel (3,23% dari total keseluruhan data) dan distribusi pada kelas *healthy* sebanyak 6.599 (96,77% dari total keseluruhan data). Ini mengindikasikan bahwa dataset ini mengalami ketidakseimbangan kelas ditunjukkan dengan selisih distribusi pada dua kelas tersebut cukup jauh.



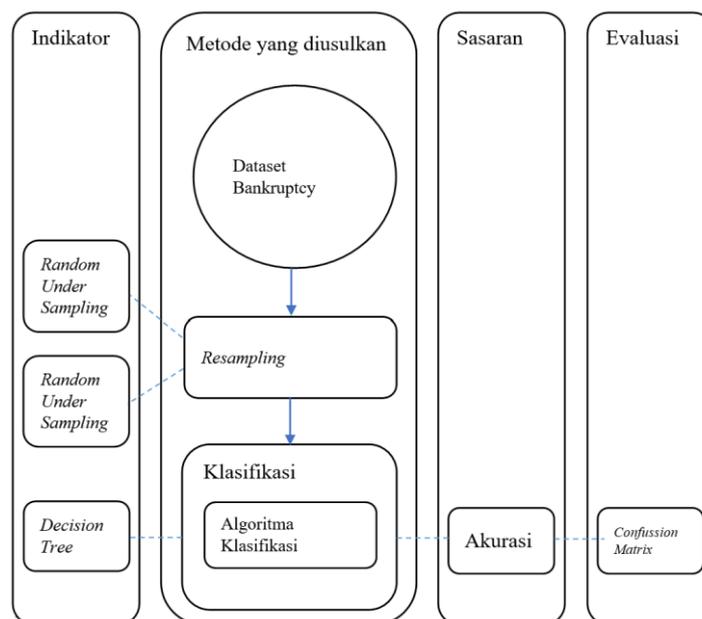
Gambar 1. Distribusi Label Dataset Original

### 2.3. Pengumpulan Data

Pengolahan awal data merupakan langkah penting setelah pengumpulan data. Dalam penelitian ini, pengolahan awal data dilakukan dengan membagi dataset menjadi dua bagian, yaitu data training dan data testing. Data testing digunakan untuk menguji model yang telah dikembangkan, sementara data training digunakan untuk mengembangkan model. Pembagian dataset ini menggunakan metode split validation dengan variasi rasio 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50. Hal ini dilakukan untuk mengetahui performa rata-rata yang dihasilkan oleh algoritma decision tree.

### 2.4. Metode yang Diusulkan

Algoritma *decision tree* digunakan sebagai algoritma *classifier*. Hasil klasifikasi kemudian di evaluasi akurasi menggunakan *confussion matrix*. Pengolahan data awal membagi data menjadi data training dan data testing dengan rasio 0.9 atau 90% untuk data training dan 10% untuk data testing. Setelah itu data training akan dilatih dengan algoritma *decision tree*. Setelah itu dihitung rata-rata hasil *confussion matrix* pada setiap rasio data training dan testing untuk mengetahui performa dari algoritma *decision tree* dalam memprediksi kebangkrutan perusahaan.



Gambar 2. Metode yang Diusulkan

### 2.5. Eksperimen dan Pengujian Model

Penelitian yang dilakukan dalam eksperimen ini menggunakan komputer untuk melakukan proses perhitungan terhadap model yang diusulkan. Tahapan eksperimen pada penelitian ini adalah:

1. Mentransformasi data menggunakan teknik *resampling* baik *random undersampling* dan *random oversampling*
2. Menyiapkan 2 dataset untuk eksperimen, dataset *training* dan dataset *testing*.
3. Mendesain arsitektur *decision tree*.
4. Melakukan *training* dan *testing* terhadap model *decision tree* dan mencatat hasil akurasi.
5. Melakukan komparasi hasil akurasi pada kedua lima kali eksperimen bergantung pada rasio.
6. Mengembangkan aplikasi berdasarkan algoritma *decision tree*.

### 2.6. Evaluasi dan Validasi Hasil

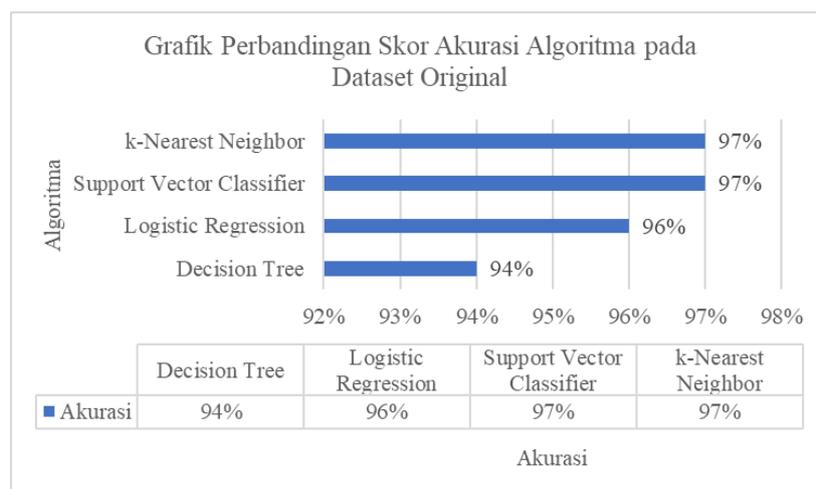
Tahap ini melibatkan pengujian model yang telah dibuat menggunakan Python, dengan mengevaluasi akurasi hasil dari semua eksperimen, yaitu eksperimen *decision tree* pada dataset dengan lima rasio yang berbeda menggunakan *split validation*. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah beberapa kali tahapan eksperimen dilakukan, hasil pada setiap eksperimen pada tahapan evaluasi data akan dibahas berdasarkan dataset yang dianalisis secara berurutan diantaranya dataset *original*, *undersampling* dan *oversampling* untuk setiap algoritma yang diujikan.

### A. Hasil Eksperimen pada Dataset Original

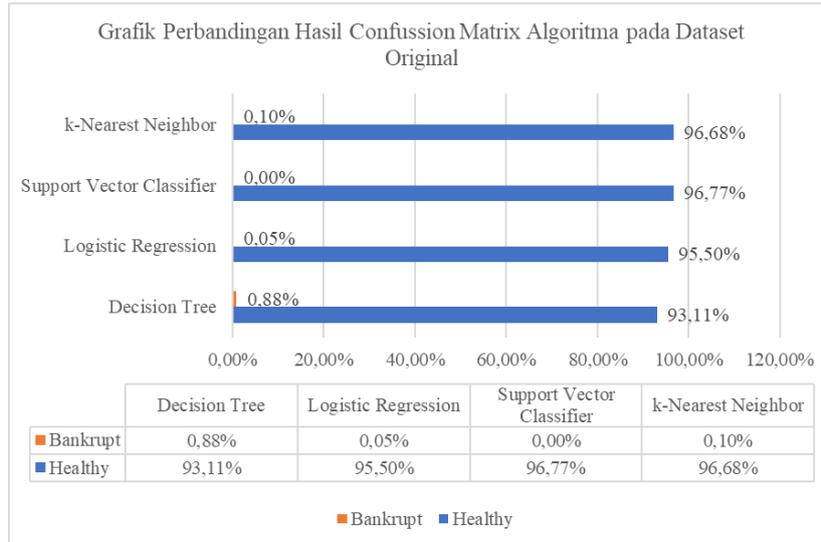
Berdasarkan hasil eksperimen tersebut, dapat disimpulkan bahwa algoritma *support vector classifier* dan *k-nearest neighbor* unggul dari segi skor akurasi dengan nilai tertinggi sebesar 97%, sementara skor akurasi terendah dicapai oleh algoritma *decision tree* yang hanya menghasilkan akurasi sebesar 94%. Grafis perbandingan skor akurasi pada algoritma terhadap dataset *original* tersebut.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Skor Akurasi Algoritma pada Dataset Original

Sementara jika dilihat berdasarkan hasil eksperimen pada *confussion matrix*, dapat disimpulkan bahwa algoritma terbaik yang memprediksi kasus perusahaan *healthy* dengan sempurna adalah *support vector classifier* dengan akurasi 96,77% (1.980/1.980) sedangkan paling rendah diperoleh oleh *decision tree* dengan akurasi hanya 93,11% (1.905/1.980).

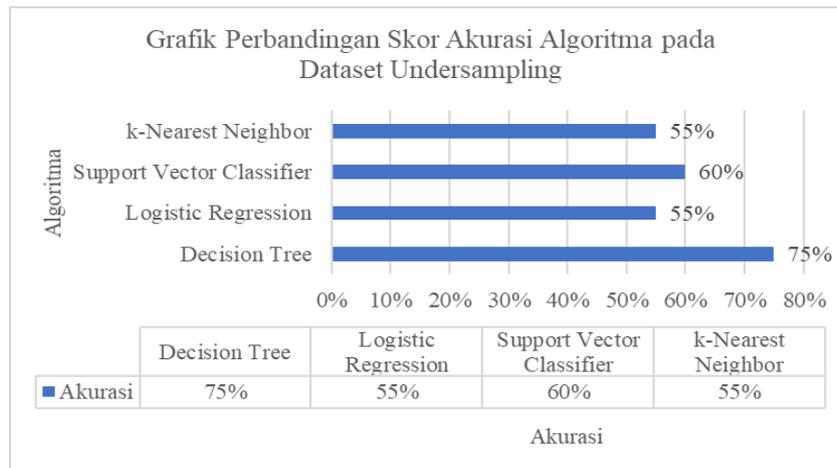
Akan tetapi untuk prediksi kasus perusahaan *bankrupt*, tidak ada satupun algoritma yang menghasilkan hasil memuaskan dimana paling tinggi hanya mencapai 0,88% (18/66) saja yang dihasilkan oleh algoritma *decision tree*. Sementara terendah diperoleh algoritma *support vector classifier* dimana tidak satupun kasus *bankrupt* berhasil diprediksi. Grafik perbandingan skor akurasi pada algoritma terhadap dataset *original* tersebut.



Gambar 4 Grafik Perbandingan *Confussion Matrix* Algoritma pada Dataset *Original*

B. Hasil Eksperimen pada Dataset *Undersampling*

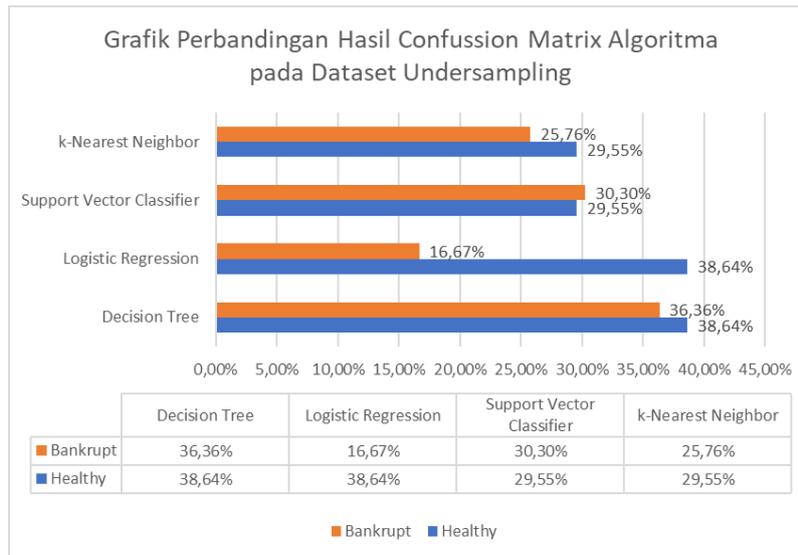
Berdasarkan hasil eksperimen tersebut, dapat disimpulkan bahwa algoritma *decision tree* unggul dari segi skor akurasi dengan nilai tertinggi sebesar 75%, sementara skor akurasi terendah dicapai oleh algoritma *logistic regression* dan *k-nearest neighbor* yang hanya menghasilkan akurasi sebesar 55%. Grafik perbandingan skor akurasi pada algoritma terhadap dataset *original* tersebut.



Gambar 5 Perbandingan Skor Akurasi Algoritma Dataset *Undersampling*

Sementara jika dilihat berdasarkan hasil eksperimen pada *confussion matrix*, dapat disimpulkan bahwa algoritma terbaik yang memprediksi kasus perusahaan *healthy* adalah algoritma *decision tree* dan *logistic regression* dengan akurasi 38,64% (51/66) sedangkan paling rendah diperoleh oleh *support vector classifier* dan *k-nearest neighbor* dengan akurasi hanya 29,55% (39/66).

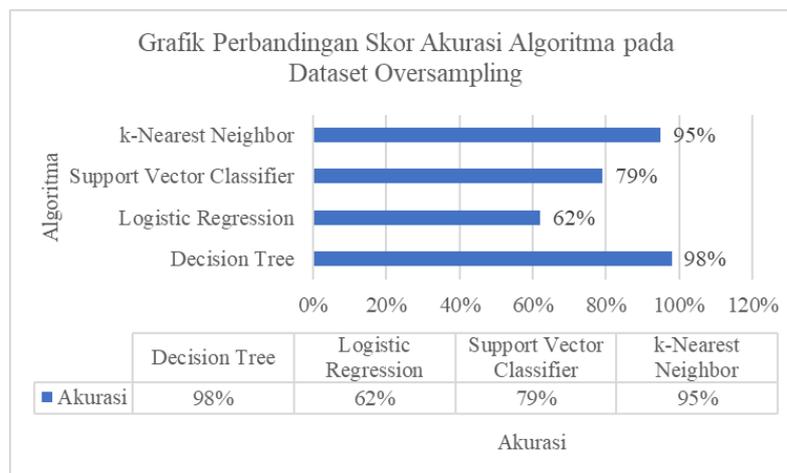
Sementara pada prediksi kasus perusahaan *bankrupt*, hasil eksperimen pada algoritma klasifikasi menghasilkan hasil memuaskan dengan peningkatan cukup signifikan dimana paling tinggi mencapai 36,36% (48/66) yang dihasilkan oleh algoritma *decision tree*. Sementara terendah diperoleh algoritma *logistic regression* dimana menghasilkan akurasi sebesar 16,67% (22/66). Grafis perbandingan *confussion matrix* pada algoritma terhadap dataset *undersampling*.



Gambar 6 Grafik Perbandingan *Confussion Matrix* Algoritma Dataset *Undersampling*

C. Hasil Eksperimen pada Dataset *Oversampling*

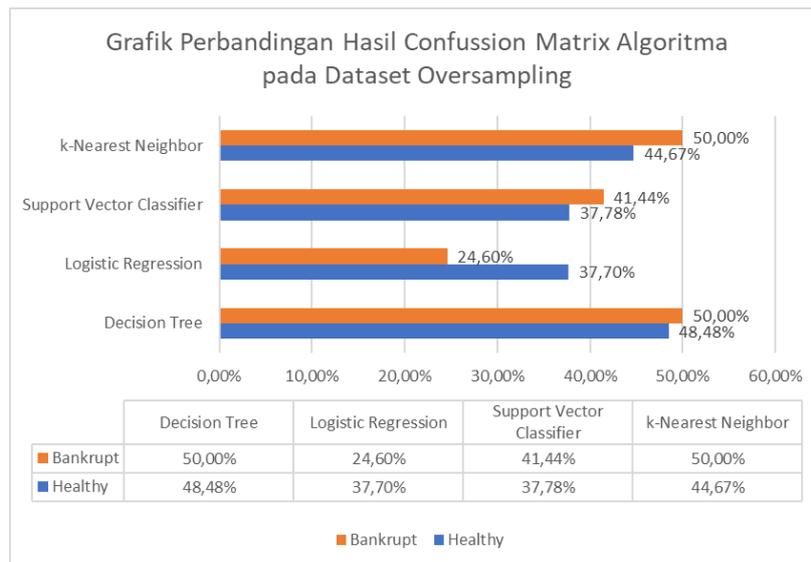
Berdasarkan hasil eksperimen tersebut, dapat disimpulkan bahwa algoritma *decision tree* unggul dari segi skor akurasi dengan nilai tertinggi sebesar 98%, sementara skor akurasi terendah dicapai oleh algoritma *logistic regression* yang hanya menghasilkan akurasi sebesar 62%. Grafis perbandingan skor akurasi pada algoritma terhadap dataset *original* tersebut.



Gambar 7 Perbandingan Skor Akurasi Algoritma Dataset *Oversampling*

Sementara jika dilihat berdasarkan hasil eksperimen pada *confussion matrix*, dapat disimpulkan bahwa algoritma terbaik yang memprediksi kasus perusahaan *healthy* adalah algoritma *decision tree* dengan akurasi 48,48% (1920/1980) sedangkan paling rendah diperoleh oleh *logistic regression* dengan akurasi hanya 37,70% (1493/1980).

Sementara pada prediksi kasus perusahaan *bankrupt*, hasil eksperimen pada algoritma klasifikasi menghasilkan hasil memuaskan dengan peningkatan cukup signifikan dimana paling tinggi mencapai nilai sempurna yakni 50,00% (1980/1980) yang dihasilkan oleh algoritma *decision tree* dan *k-nearest neighbor*. Sementara terendah diperoleh algoritma *logistic regression* dimana menghasilkan akurasi sebesar 24,60% (974/1980). Grafis perbandingan *confussion matrix* pada algoritma terhadap dataset *oversampling*.



Gambar 8 Grafik Perbandingan *Confussion Matrix* Algoritma pada Dataset *Oversampling*

#### 4. KESIMPULAN

Dari serangkaian eksperimen yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Algoritma *decision tree* dapat dengan baik memprediksi kebangkrutan perusahaan, melalui eksperimen pada tiga dataset yang berbeda menghasilkan *accuracy score* yang sangat baik. Pada dataset *original* dicapai akurasi 94%, dataset *undersampling* meraih akurasi paling besar jika dibandingkan algoritma lain sebesar 75% serta dataset *oversampling* meraih akurasi paling besar yakni 98%. Melalui pengukuran *confussion matrix* pun, algoritma *decision tree* menghasilkan prediksi yang sangat baik pada setiap kelasnya, mengungguli seluruh algoritma lain yang digunakan pada penelitian ini
2. Teknik *resampling* berhasil diterapkan pada penelitian ini, serta terbukti dapat mengatasi ketidakseimbangan kelas yang dialami oleh dataset ini. Melalui teknik *resampling*, telah didapatkan hasil prediksi yang lebih merata pada kedua kelas yaitu *healthy* dan *bankrupt*. Adapun teknik *oversampling* mampu mengungguli teknik *undersampling* pada hasil pengukuran *confussion matrix*. Dikombinasikan dengan algoritma klasifikasi *decision tree*, teknik *oversampling* berhasil memprediksi kelas *bankrupt* sebesar 50,00% (1980/1980) serta memprediksi kelas *healthy* sebesar 48,48% (1920/1980) dimana hanya salah memprediksi pada 60 sampel data saja.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. R. Masdiantini dan S. N. M. Warasniasih, "Laporan Keuangan dan Prediksi Kebangkrutan," *JIA (Jurnal Ilmiah Akutansi)*, pp. 196-220, 2020.
- [2] M. Hanafi dan A. Halim, *Analisis Laporan Keuangan (Kelima)*, Yogyakarta: UPP STIM YPKN, 2016.
- [3] J. Mandalurang, P. V. Rate dan V. N. Untu, "Analisis Kebangkrutan dengan Menggunakan Metode Altman dan Springate pada Industri Perdagangan Ritel yang Terdaftar di BEI Periode 2014-2018," *Jurnal EMBA*, pp. 4358-4366, 2019.
- [4] R. Effendi, "ANALISIS PREDIKSI KEBANGKRUTAN DENGAN METODE ALTMAN, SPRINGATE, ZMIJEWSKI, FOSTER, DAN GROVER PADA EMITEN JASA TRANSPORTASI," *PARSIMONIA*, pp. 307-318, 2018.
- [5] I. Sulistiani, E. Mufida, P. M. Yasser dan L. Alamsyah, "Systematic Literature Review: Bankruptcy Prediction Menggunakan Teknik Machine Learning dan Deep Learning," *INFORMATIKA DAN TEKNOLOGI (INTECH)*, pp. 13-18, 2021.
- [6] F. Firdaus dan A. Mukhlis, "Implementasi Algoritma Naive Bayes Pada Data Set Kualitatif Prediksi," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, pp. 15-20, 2020.
- [7] H. Saleh, "PREDIKSI KEBANGKRUTAN PERUSAHAAN MENGGUNAKAN ALGORITMA C4.5 BERBASIS FORWARD SELECTION," *ILKOM JURNAL ILMIAH*, pp. 173-180, 2017.
- [8] A. Setiadi, "DATA MINING UNTUK PREDIKSI KEBANGKRUTAN PERUSAHAAN BERDASARKAN DATA KUALITATIF," dalam *Seminar Nasional Inovasi dan Tren*, Jakarta, 2014.
- [9] B. Siswoyo, "MultiClass Decision Forest Machine Learning Artificial Intelligence," *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, pp. 1-7, 2020.
- [10] W. I. Sabilla dan C. B. Vista, "Implementasi SMOTE dan Under Sampling pada Imbalanced Dataset untuk Prediksi Kebangkrutan Perusahaan," *Jurnal Politeknik Caltex Riau*, pp. 329-339, 2021.
- [11] D. Liang, C. Lu, C. Tsai dan G. Shih, "Financial Ratios and Corporate Governance Indicators in Bankruptcy Prediction: A Comprehensive Study," *European Journal of Operational Research*, pp. 561-572, 2016.
- [12] A. Saifudin dan R. S. Wahono, "Pendekatan Level Data untuk Menangani Ketidakseimbangan Kelas pada Prediksi Cacat Software," *Journal of Software Engineering*, pp. 76-85, 2015.
- [13] N. Paramitha, E. Junianto dan S. Susanti, "Penerapan Teorema Bayes Untuk Diagnosis Penyakit Pada Ibu Hamil Berbasis Android," *Jurnal Informatika*, vol. 6, no. 1, pp. 53-61, 2019.
- [14] I. Sutoyo, "IMPLEMENTASI ALGORITMA DECISION TREE UNTUK KLASIFIKASI DATA PESERTA DIDIK," *Pilar Nusa Mandiri*, pp. 217-224, 2018.
- [15] N. Ratama, "Analisa Dan Perbandingan Sistem Aplikasi Diagnosa Penyakit Asma Dengan Algoritma Certainty Factor Dan Algoritma Decision Tree Berbasis Android," *Jurnal Informatika*, 2018.
- [16] . N. Nurajijah dan D. Riana, "Algoritma Naive Bayes, Decision Tree, dan SVM untuk Klasifikasi Persetujuan Pembiayaan Nasabah Koperasi Syariah," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 2019.
- [17] Y. Ramdhani dan D. Riana, "Hierarchical Decision Approach based on Neural Network and Genetic Algorithm method for single image classification of Pap smear," dalam *2017 Second International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 2017.
- [18] D. Riana, Y. Ramdhani, T. P. Rizki dan A. N. Hidayanto, "Riana, D., Ramdhani, Y., Rizki, T. P., & Hidayanto, A. N. (2018). Improving hierarchical decision approach for single image classification of pap smear." *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, p. 5415, 2018.
- [19] R. T. Prasetyo, "Prasetyo, R. T. (2020). Genetic Algorithm to Optimize k-Nearest Neighbor Parameter for Benchmarked Medical Datasets Classification," *Jurnal Online Informatika*, pp. 153-160, 2020.