

# Prediksi Kebangkrutan Perusahaan Infrastruktur Berdasarkan *Image Financial Ratio* Menggunakan Metode *Convolutional Neural Networks* (CNN)

Muhammad Iklil Rafly Nilam dan Pratnya Paramitha Oktaviana  
Departemen Aktuaria, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: pratnya@aktuarial.its.ac.id

**Abstrak**—Saat ini pembangunan infrastruktur terus dilakukan oleh pemerintah Indonesia. Untuk melakukan pembangunan infrastruktur dibutuhkan bantuan dari perusahaan yang bergerak dalam bidang infrastruktur. Terdapat beberapa perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang tergolong dalam klaster jasa infrastruktur. Meskipun perusahaan tersebut tergolong dalam perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN), perusahaan tersebut masih memiliki risiko untuk bangkrut. Perusahaan dapat dikatakan bangkrut apabila perusahaan tersebut sudah tidak mampu untuk membayar kewajibannya. Dengan melakukan analisis terhadap rasio keuangan suatu perusahaan, dapat diketahui kinerja dari suatu perusahaan. Untuk memprediksi kebangkrutan suatu perusahaan, metode yang sering digunakan adalah *Artificial Neural Networks*, *Support Vector Machine*, *Altman's Zscore*, dan lainnya. Pada penelitian kali ini akan digunakan metode *Convolutional Neural Networks*. Data yang digunakan merupakan laporan keuangan masing-masing perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) klaster jasa infrastruktur yang dipublikasikan pada tahun 2019-2021 melalui situs web masing-masing perusahaan. Hasil yang diharapkan oleh penelitian ini berupa prediksi apakah perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) klaster jasa infrastruktur akan mengalami kebangkrutan atau tidak. Berdasarkan hasil analisis melalui rasio keuangan, perusahaan BUMN klaster infrastruktur memiliki kemiripan pada rasio *Total Assets Turnover*, *Debt to Assets Ratio*, dan *Gross Profit*. Dengan menggunakan metode CNN, didapatkan tingkat akurasi sebesar 71,43% untuk memprediksi suatu perusahaan termasuk kategori akan bangkrut atau tidak bangkrut pada data *training*. Sedangkan model yang didapatkan oleh data *training* dapat memprediksi 66,67% dari total data *testing*.

**Kata Kunci**—Bangkrut, *Convolutional Neural Networks*, Infrastruktur, Laporan Keuangan, Rasio Keuangan.

## I. PENDAHULUAN

Saat ini pembangunan infrastruktur terus dilakukan oleh pemerintah Indonesia. Pada tahun 2022 realisasi belanja infrastruktur Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat mencapai 93,6% atau sebesar 117,9 Triliun. Pembangunan infrastruktur ini akan berlanjut di tahun 2023. Berdasarkan berita yang berasal dari laman web Kementerian Keuangan Republik Indonesia ([kemenkeu.go.id](http://kemenkeu.go.id)), bahwa Staf Ahli Menteri Keuangan Bidang Pengeluaran Negara, Made Arya Wijaya menjelaskan ada dua prioritas pemerintah yang berkaitan dengan infrastruktur di 2023. Pertama, mempercepat penyelesaian pembangunan infrastruktur prioritas nasional. Kedua, mendorong pertumbuhan sentra-sentra ekonomi baru, termasuk Ibu Kota Nusantara (IKN). Untuk melakukan pembangunan infrastruktur dibutuhkan bantuan dari perusahaan yang bergerak dalam bidang infrastruktur. Terdapat beberapa perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang tergolong dalam klaster jasa infrastruktur. Berdasarkan

Undang-Undang Republik Indonesia nomor 19 tahun 2003 tentang Badan Usaha Milik Negara pasal 1 menyatakan bahwa BUMN merupakan badan usaha yang seluruh atau sebagian besar modalnya dimiliki oleh negara. Meskipun perusahaan tersebut tergolong dalam perusahaan BUMN, perusahaan tersebut masih memiliki risiko untuk bangkrut.

Laporan keuangan adalah laporan yang menunjukkan kondisi keuangan perusahaan pada suatu periode tertentu. Dengan melakukan analisis terhadap rasio keuangan suatu perusahaan, dapat diketahui kinerja dari suatu perusahaan. Rasio keuangan seperti rasio likuiditas, rasio aktivitas, rasio solvabilitas, dan rasio profitabilitas dapat digunakan. Rasio keuangan tersebut berasal dari laporan keuangan setiap perusahaan yang dipublikasikan melalui laman web masing-masing perusahaan.

Kebangkrutan dapat diprediksi dengan menggunakan beberapa metode. Untuk memprediksi kebangkrutan suatu perusahaan, penelitian sebelumnya sering menggunakan metode numerik, seperti *Artificial Neural Networks*, *Support Vector Machine*, *Altman's Zscore*, dan lainnya [1–2].

Pada tahun 2019, Tadaaki Hosoda mencoba melakukan penelitian mengenai prediksi kebangkrutan di Jepang dengan menggunakan metode berbasis *image* yaitu *Convolutional Neural Networks* (CNN). Metode ini menggunakan gambar sebagai analisis, sehingga data rasio keuangan yang akan digunakan dalam penelitian perlu dikonversi menjadi sebuah gambar terlebih dahulu. Hasil dari penelitian tersebut adalah prediksi kebangkrutan metode CNN lebih baik dibandingkan metode lainnya [3].

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, didapatkan bahwa penelitian mengenai rasio keuangan dengan menggunakan metode berbasis *image* jarang digunakan padahal didapatkan hasil klasifikasi yang lebih baik. Hal ini mendorong peneliti untuk melakukan penelitian mengenai rasio keuangan dengan menggunakan metode CNN. Pada penelitian ini akan digunakan data rasio keuangan pada perusahaan infrastruktur di Indonesia. Data rasio keuangan tersebut akan diubah terlebih dahulu menjadi *image* (*image financial ratio*) kemudian akan dilakukan analisis dengan menggunakan metode CNN. Hasil yang didapatkan merupakan prediksi kebangkrutan perusahaan infrastruktur di Indonesia, sehingga informasi tersebut dapat berguna bagi investor, perusahaan, dan masyarakat lainnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Rasio Keuangan

Laporan keuangan adalah laporan yang menunjukkan kondisi keuangan perusahaan pada saat ini atau dalam suatu periode tertentu [4]. Laporan keuangan akan memberikan infor-

masi seperti aset perusahaan, liabilitas, pendapatan perusahaan, dan informasi keuangan lainnya yang berkaitan dengan kondisi keuangan perusahaan dalam suatu periode tertentu. Informasi yang berasal dari laporan keuangan akan digunakan untuk membuat rasio keuangan yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja keuangan suatu perusahaan. Terdapat beberapa jenis rasio keuangan yang memiliki fungsi berbeda-beda, berikut merupakan jenis rasio keuangan beserta fungsinya.

1) *Rasio Likuiditas*

Rasio likuiditas merupakan rasio yang digunakan untuk mengukur seberapa likuidnya suatu perusahaan [4]. Terdapat beberapa jenis rasio likuiditas.

a. *Current Rasio*

$$Current\ Ratio = \frac{CA}{CL} \quad (1)$$

b. *Quick Rasio*

$$Quick\ Ratio = \frac{CA-I}{CL} \quad (2)$$

c. *Cash Rasio*

$$Cash\ Ratio = \frac{CE}{CL} \quad (3)$$

d. *Cash Turnover*

$$Cash\ Turnover = \frac{R}{CE} \quad (4)$$

e. *Inventory to Net Working Capital*

$$Inventory\ to\ Net\ Working\ Capital = \frac{I}{CA-CLN} \quad (5)$$

dengan I adalah *inventory*, CA adalah *current assets*, CE adalah *cash equivalent*, CL adalah *current liabilities*, dan R adalah *revenue*.

2) *Rasio Aktivitas*

Rasio aktivitas merupakan rasio yang digunakan untuk mengukur efektivitas perusahaan dalam menggunakan aset yang dimilikinya [4]. Terdapat beberapa jenis rasio aktivitas.

a. *Total Asset Turnover*

$$Total\ Assets\ Turnover = \frac{Sales}{Total\ Assets} \quad (6)$$

b. *Fixed Assets Turnover*

$$Fixed\ Assets\ Turnover = \frac{Sales}{Total\ Fixed\ Assets} \quad (7)$$

c. *Receivable Turnover*

$$Receivable\ Turnover = \frac{Net\ Credit\ Sales}{Average\ Accounts\ Receivable} \quad (8)$$

d. *Inventory Turnover*

$$Inventory\ Turnover = \frac{Cost\ of\ Goods\ Sold}{Average\ Inventories} \quad (9)$$

e. *Working Capital Turnover*

$$Working\ Capital\ Turnover = \frac{Sales}{Working\ Capital} \quad (10)$$

3) *Rasio Solvabilitas*

Rasio solvabilitas atau *leverage ratio* merupakan rasio yang digunakan untuk mengukur sejauh mana aset perusahaan dibiayai dengan utang [4].

a. *Debt to Aset Rasio*

$$Debt\ to\ Asset\ Ratio = \frac{Total\ Debt}{Total\ Assets} \quad (11)$$

b. *Debt to Equity Rasio*

$$Debt\ to\ Equity\ Ratio = \frac{Total\ Debt}{Total\ Equity} \quad (12)$$

c. *Long Term Debt to Equity Ratio*

$$Long\ Term\ Debt\ to\ Equity\ Ratio = \frac{Long\ Term\ Debt}{Equity} \quad (13)$$

d. *Times Interest Earned*

$$Times\ Interest\ Earned = \frac{EBIT}{Interest} \quad (14)$$

e. *Fixed Charge Coverage*

$$Fixed\ Charge\ Coverage = \frac{EBIT + Interest + Lease}{Interest + Lease} \quad (15)$$

4) *Rasio Profitabilitas*

Rasio profitabilitas merupakan rasio untuk menilai kemampuan perusahaan dalam mencari keuntungan [4]. Terdapat beberapa jenis rasio profitabilitas.

a. *Profit Margin on Sales*

*Profit Margin on Sales* atau *Ratio Profit Margin* atau margin laba atas penjualan merupakan salah satu rasio yang digunakan untuk mengukur margin laba atas penjualan. Terdapat dua profit margin, yaitu sebagai berikut.

$$Gross\ Profit\ Margin\ Ratio = \frac{Gross\ Profit}{Sales} \quad (16)$$

$$Net\ Profit\ Margin\ Ratio = \frac{Net\ Profit}{Net\ Sales} \quad (17)$$

b. *Return on Investment*

$$Return\ On\ Investment = \frac{Earning\ After\ Interest\ and\ Tax}{Total\ Assets} \quad (18)$$

c. *Return on Equity*

$$Return\ On\ Equity = \frac{Earning\ After\ Interest\ and\ Tax}{Equity} \quad (19)$$

B. *Altman's Z-Score*

Altman digunakan dalam melakukan prediksi bangkrutnya sebuah bisnis menggunakan nilai Z (*Z-score*), yaitu skornya yang dihitung melalui standar dikali berbagai rasio keuangan yang memperlihatkan potensi kebangkrutannya sebuah usaha [5] yang dapat dituliskan seperti Persamaan (20).

$$Z = 1.2X_1 + 1.4X_2 + 3.3X_3 + 0.6X_4 + 1.0X_5 \quad (20)$$

$X_1$  adalah rasio modal kerja terhadap total aset,  $X_2$  adalah rasio ekuitas terhadap total aset,  $X_3$  adalah rasio laba operasi terhadap total aset,  $X_4$  adalah rasio nilai pasar ekuitas terhadap total hutang, dan  $X_5$  adalah rasio omset terhadap total aset.

Perusahaan akan diklasifikasikan ke dalam 3 kategori berdasarkan nilai Z. Perusahaan akan berada di *safe zone* atau zona yang aman dari kebangkrutan apabila nilai  $Z > 2.99$ . Apabila nilai Z berada di antara 1.8 dan 2.99 atau  $1.8 < Z < 2.99$  maka perusahaan akan berada di *grey zone* atau zona rawan kebangkrutan. Sedangkan jika nilai  $Z < 1.8$  maka perusahaan akan berada di *distress zone* atau zona kebangkrutan.

C. *Korelasi Pearson*

Korelasi Pearson digunakan untuk mengukur hubungan antara dua variabel [6-7]. Korelasi Pearson dapat dituliskan menjadi Persamaan (21),

gambar

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) - (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (21)$$

dengan  $r$  adalah koefisien korelasi Pearson antara variabel  $x$  dan  $y$ ,  $X_i$  adalah variabel independen ke- $i$ ,  $Y_i$  adalah variabel dependen ke- $i$ ,  $\bar{X}$  adalah rata-rata variabel independen,  $\bar{Y}$  adalah rata-rata variabel dependen, dan  $n$  banyaknya data.

Rumus tersebut akan mengukur hubungan variabel  $x$  dan  $y$  dengan nilai antara -1 hingga 1. Jika nilai yang didapatkan adalah -1 maka terdapat hubungan yang berlawanan atau negatif diantara variabel  $x$  dan  $y$  apabila nilai yang didapatkan adalah 0 maka tidak terdapat hubungan diantara variabel  $x$  dan  $y$ , sedangkan jika nilai yang didapatkan adalah 1 maka terdapat hubungan yang searah atau positif antara variabel  $x$  dan  $y$ .

#### D. Numerik to Image (Pixel)

Menurut T. Hosaka (2019) untuk mengukur kecerahan piksel digunakan rumus sebagai berikut [3],

$$\frac{v[R(i)] - m[R(i)]}{\sigma[R(i)]} \times 100 + 128 \quad (22)$$

dengan  $v[R(i)]$  adalah nilai *financial rasio*,  $m[R(i)]$  adalah rata-rata *financial rasio*, dan  $\sigma[R(i)]$  adalah standar deviasi *financial rasio*.

Apabila terdapat *missing values* pada  $v[R(i)]$  atau nilai  $\sigma[R(i)] = 0$  maka kecerahan piksel akan menjadi 128. Nilai 128 merupakan rata-rata dari kecerahan piksel yang berkisar dari nilai 0 hingga 255. Rentang nilai 0 hingga 255 merupakan representasi model warna RGB (*Red, Green, Blue*). Pada setiap saluran warna RGB pada umumnya digunakan 8 bit untuk menentukan tingkat kecerahan. Dengan digunakan 8 bit untuk menentukan tingkat kecerahan maka terdapat  $2^8$  atau terdapat 256 nilai yang memungkinkan untuk digunakan. Sehingga menyebabkan tingkat kecerahan berkisar dari 0 hingga 255.

#### E. Convolutional Neural Network

*Convolutional Neural Networks* (CNN) merupakan salah satu jenis metode klasifikasi untuk memprediksi kategori dari data input. CNN merupakan sebuah teknik yang terinspirasi dari cara manusia menghasilkan persepsi visual. Arsitektur dari CNN dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu *feature extraction layer* dan *fully-connected layer*.

##### 1) Feature Extraction Layer

Proses yang terjadi pada bagian *feature extraction layer* adalah mengubah sebuah *image* menjadi *features* yang berupa angka-angka yang merepresentasikan *image* tersebut (*feature extraction*). *Feature extraction layer* terdiri dari dua bagian, yaitu *convolutional layer* dan *pooling layer*.

##### a) Convolutional Layer

*Convolutional layer* terdiri dari neuron yang tersusun sehingga membentuk sebuah filter dengan panjang dan tinggi (piksel). Filter ini akan digeser keseluruhan bagian dari data *input* atau gambar. Setiap pergeseran akan dilakukan operasi "dot" antara *input* dan nilai dari filter tersebut sehingga menghasilkan sebuah *output* atau biasa disebut sebagai *activation map* atau *feature map*.

##### b) Fungsi Aktivasi

Fungsi yang digunakan untuk aktivasi adalah nilai *output* dari neuron bisa dinyatakan sebagai 0 jika *input*-nya adalah negatif. Jika nilai *input* dari fungsi aktivasi adalah positif, maka *output* dari neuron adalah nilai *input* aktivasi itu sendiri.

##### c) Polling Layer

*Polling layer* terdiri dari sebuah filter dengan ukuran dan *stride* tertentu yang bergeser pada seluruh area *feature map*. *Pooling* yang sering digunakan adalah *max pooling* dan *average pooling*. Tujuan dari penggunaan *pooling layer* adalah mengurangi dimensi dari *feature map* (*down sampling*), sehingga mempercepat komputasi karena parameter yang harus di *update* semakin sedikit dan mengatasi *overfitting*. *Feature map* yang dihasilkan oleh *max pooling* merupakan nilai maksimal yang berada di suatu filter, sedangkan *feature map* yang dihasilkan oleh *average pooling* merupakan nilai rata-rata yang berada di suatu filter.

##### 2) Fully-Connected Layer

*Feature map* yang dihasilkan dari *feature extraction* masih berbentuk multidimensional *array*, sehingga harus mengubah *feature map* menjadi sebuah vektor agar bisa digunakan sebagai *input* dari *fully-connected layer*. *Feature map* diubah menjadi sebuah vektor satu dimensi, setiap neuron pada layer ini akan terhubung dengan neuron pada layer sebelumnya sehingga masing-masing neuron pada layer *fully connected* menerima *input* dari setiap fitur. *Output* setiap neuron diaktivasi dengan menggunakan fungsi aktivasi. Hasil dari proses *fully connected layer* merupakan *output layer* berupa hasil klasifikasi suatu perusahaan termasuk kategori akan bangkrut atau tidak bangkrut.

#### F. Confusion Matrix

Salah satu metode untuk mengukur performa dari suatu model klasifikasi adalah dengan mencari nilai *precision*, *recall*, akurasi serta *F1-score* dari suatu model.

##### 1) Nilai Precision

Merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (23)$$

##### 2) Nilai Recall

Merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar positif.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (24)$$

##### 3) F1-Score

*F1-score* merupakan perbandingan rata-rata dari *precision* dan *recall*.

$$F1\text{-score} = \frac{2 \times Recall \times Precision}{Recall + Precision} \quad (24)$$

##### 4) Akurasi

Akurasi didefinisikan sebagai persentase dari data uji yang diklasifikasikan ke kelas yang benar. Akurasi dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (25)$$

Semakin tinggi nilai akurasi maka hasil penelitian akan mendekati hasil yang sebenarnya.

Tabel 1.  
Statistika Deskriptif Rasio Keuangan Periode 2021

| Rasio Keuangan  | Nilai Maksimum | Nilai Minimum | Rata-rata | Standar Deviasi |
|-----------------|----------------|---------------|-----------|-----------------|
| X <sub>1</sub>  | 2,77           | 0,86          | 1,45      | 0,71            |
| X <sub>2</sub>  | 2,18           | 0,53          | 1,02      | 0,48            |
| X <sub>3</sub>  | 1,13           | 0,09          | 0,41      | 0,34            |
| X <sub>4</sub>  | 82,05          | -9,18         | 14,54     | 26,35           |
| X <sub>5</sub>  | 50,37          | -0,08         | 7,62      | 15,76           |
| X <sub>6</sub>  | 0,46           | 0,11          | 0,24      | 0,12            |
| X <sub>7</sub>  | 1,13           | 0,17          | 0,60      | 0,37            |
| X <sub>8</sub>  | 0,93           | -10,22        | -1,53     | 4,16            |
| X <sub>9</sub>  | 108,82         | 0,15          | 16,36     | 33,16           |
| X <sub>10</sub> | 82,05          | -9,18         | 14,54     | 26,35           |
| X <sub>11</sub> | 0,95           | 0,40          | 0,71      | 0,18            |
| X <sub>12</sub> | 21,12          | 0,68          | 4,76      | 6,02            |
| X <sub>13</sub> | 13,84          | 0,52          | 2,54      | 4,12            |
| X <sub>14</sub> | 2,13           | -0,69         | 0,30      | 0,73            |
| X <sub>15</sub> | 2,45           | 0,38          | 1,22      | 0,53            |
| X <sub>16</sub> | 0,46           | 0,04          | 0,23      | 0,16            |
| X <sub>17</sub> | 0,06           | -0,45         | -0,05     | 0,16            |
| X <sub>18</sub> | 0,03           | -0,05         | 0,00      | 0,02            |
| X <sub>19</sub> | 0,05           | -1,11         | -0,11     | 0,35            |

III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder berupa laporan keuangan yang berasal dari situs web masing-masing perusahaan Badan Usaha Milik Negara klaster infrastruktur pada periode 2019-2021. Perusahaan Badan Usaha Milik Negara klaster infrastruktur yang digunakan adalah PT Adhi Karya, PT Semen Baturaja, PT Brantas Abipraya, PT Hutama Karya, PT Jasa Marga, PT Pembangunan Perumahan, PT Semen Indonesia, PT Waskita Karya, PT Wijaya Karya, dan Perum Perumnas. Sehingga total data yang digunakan berjumlah 30 data.

Adapun langkah-langkah pada penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) menghitung rasio keuangan, (2) melakukan analisis statistika deskriptif, (3) membuat klasifikasi dengan menggunakan *Altman's Z-Score*, (4) membagi data *training* sebesar 70% dan data *testing* sebesar 30%, (5) menentukan ukuran *image financial rasio*, (6) menghitung korelasi Pearson, (7) menempatkan posisi rasio keuangan sesuai dengan korelasi Pearson, (8) menentukan kecerahan piksel, dan (9) melakukan analisis dengan metode *Convolutional Neural Networks*.

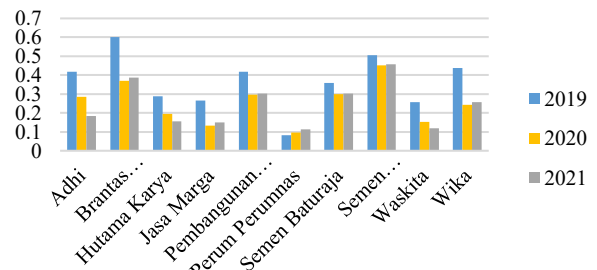
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Statistika Deskriptif

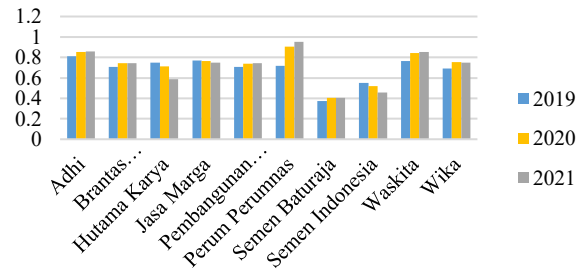
Statistika deskriptif pada penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan data yang digunakan. Data yang digunakan berasal dari laporan keuangan perusahaan BUMN kluster infrastruktur. Terdapat statistika deskriptif pada tahun 2019 dan 2020, namun statistika deskriptif yang ditampilkan hanya pada tahun 2021. Statistika deskriptif rasio keuangan pada periode 2021 disajikan pada Tabel 1.

B. Karakteristik Rasio Keuangan

Pada penelitian ini, analisis pada rasio keuangan digunakan untuk menggambarkan kondisi keuangan pada perusahaan. Sehingga hasil dari analisis tersebut dapat digunakan untuk menentukan keputusan berinvestasi atau menentukan strategi yang perlu diambil oleh perusahaan. Terdapat 19 variabel ra-



Gambar 1. Total assets turnover.



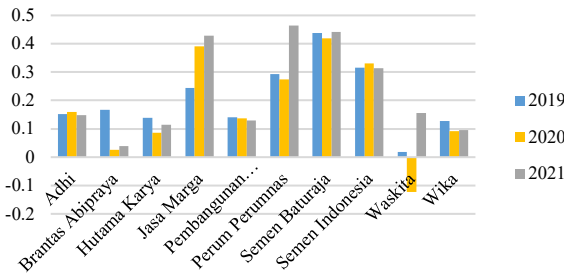
Gambar 2. Debt to assets ratio.

sio keuangan yang digunakan pada penelitian ini, namun hanya 3 variabel rasio keuangan yang ditampilkan.

*Total assets turnover* merupakan rasio keuangan yang menggambarkan kemampuan perusahaan dalam menggunakan asetnya untuk mendapatkan pendapatan. Berdasarkan Gambar 1, *total assets turnover* didapatkan bahwa PT Brantas Abipraya memiliki nilai *total assets turnover* tertinggi, yaitu sebesar 0,601417859 pada periode 2019. Sedangkan Perum Perumnas memiliki nilai *total assets turnover* terendah, yaitu sebesar 0,082358165 pada periode 2019. Sehingga pada periode 2019, PT Brantas Abipraya sudah efisien dalam menggunakan asetnya untuk mendapatkan pendapatan. Sedangkan Perum Perumnas kurang efisien dalam menggunakan asetnya untuk mendapatkan pendapatan.

*Debt to assets ratio* merupakan rasio keuangan yang menggambarkan kemampuan perusahaan dalam menggunakan utang untuk membiayai asetnya. Berdasarkan Gambar 2, *Debt to Assets Ratio* didapatkan bahwa Perum Perumnas memiliki nilai *debt to assets ratio* tertinggi yaitu sebesar 0,954797003 pada periode 2021. Sedangkan PT Semen Baturaja memiliki nilai *debt to assets ratio* terendah yaitu sebesar 0,374955268 pada periode 2019. Sehingga pada periode 2019, PT Semen Baturaja memiliki jumlah utang yang lebih sedikit daripada asetnya. Namun pada periode 2021, Perum Perumnas memiliki jumlah utang yang lebih tinggi daripada asetnya.

*Gross profit margin* merupakan rasio keuangan yang menggambarkan kemampuan perusahaan menghasilkan laba kotor dari kegiatan operasionalnya. Berdasarkan Gambar 3 *Gross Profit Margin* didapatkan bahwa Perum Perumnas memiliki nilai *gross profit margin* tertinggi, yaitu sebesar 0,463480723 pada periode 2021. Sedangkan PT Waskita Karya memiliki nilai *gross profit margin* terendah, yaitu sebesar -0,122163504 pada periode 2020. Sehingga pada periode 2020, PT Waskita Karya kurang baik dalam menghasilkan laba kotor dengan kegiatan operasionalnya. Namun pada periode 2021, Perum Perumnas lebih baik dalam menghasilkan laba kotor dengan kegiatan operasionalnya.



Gambar 3. Gross profit margin.

Tabel 2. Altman's Zscore 2021

| Nama Perusahaan       | Hasil Altman's Z-Score | Keterangan | Kategori           |
|-----------------------|------------------------|------------|--------------------|
| Adhi                  | 0,073982606            | < 2,99     | 0 (Akan bangkrut)  |
| Brantas Abipraya      | 0,214539340            |            | 0 (Akan bangkrut)  |
| Hutama Karya          | -0,084731566           |            |                    |
| Jasa Marga            | 223.650,6345           | > 2,99     | 1 (Tidak bangkrut) |
| Pembangunan Perumahan | 0,204515214            | < 2,99     | 0 (Akan bangkrut)  |
| Perum Perumnas        | 0,586036564            |            |                    |
| Semen Baturaja        | 1.571,528521           | > 2,99     | 1 (Tidak bangkrut) |
| Semen Indonesia       | 738.466,7795           |            |                    |
| Waskita               | 0,213641340            | < 2,99     | 0 (Akan bangkrut)  |
| Wika                  | 0,031533516            |            |                    |

C. Altman's Zscore

Apabila nilai Altman's Z-Score < 2,99 maka perusahaan termasuk kategori akan bangkrut sedangkan jika nilai Altman's Z-Score > 2,99 maka perusahaan termasuk kategori tidak bangkrut. Terdapat nilai Altman's Z-Score pada periode 2019 dan 2020 namun yang ditampilkan hanya nilai Altman's Z-Score pada periode 2021. Nilai Altman's Z-Score pada periode 2021 disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil Altman's Z-Score terdapat 3 perusahaan termasuk dalam kategori tidak bangkrut dan terdapat 7 perusahaan termasuk dalam kategori akan bangkrut pada periode 2021.

D. Pembagian Data Training dan Data Testing

Pada penelitian ini, data akan dibagi menjadi data training dan data testing. Data yang digunakan pada data training adalah sebesar 70% dan data yang digunakan pada data testing adalah sebesar 30%. Data training akan digunakan untuk melatih model dan mengoptimalkan parameter sedangkan data testing digunakan untuk menguji kinerja model. Data training terdiri dari rasio keuangan perusahaan (PT Adhi Karya, PT Semen Baturaja, PT Brantas Abipraya, PT Pembangunan Perumahan, PT Hutama Karya, PT Semen Indonesia dan Perum Perumnas) pada periode 2019, 2020, dan 2021. Sehingga total data training adalah sebanyak 7 perusahaan selama 3 periode. Sedangkan untuk data testing terdiri dari perusahaan (PT Jasa Marga, PT Waskita Karya, dan PT Wijaya Karya) pada periode 2019, 2020, dan 2021. Sehingga total data testing adalah sebanyak 3 perusahaan selama 3 periode.

E. Korelasi Pearson

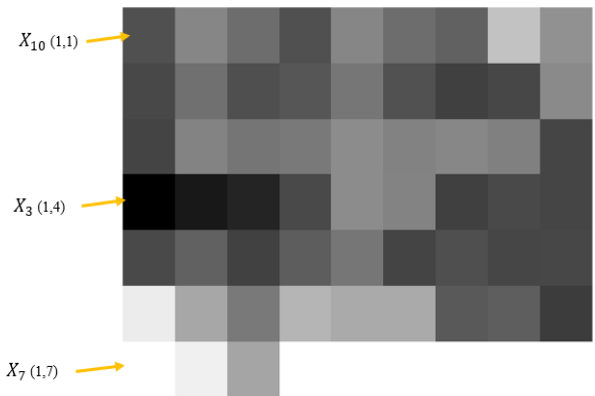
Data yang digunakan pada korelasi Pearson merupakan data training. Korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui

Tabel 3. Korelasi Pearson

|          | $X_1$ | $X_2$ | ...      | $X_{18}$ | $X_{19}$ |
|----------|-------|-------|----------|----------|----------|
| $X_1$    | 1     | 0,348 | ...      | -0,365   | -0,535   |
| $X_2$    |       | 1     | ...      | 0,344    | 0,372    |
| $\vdots$ |       |       | $\vdots$ | $\vdots$ | $\vdots$ |
| $X_{18}$ |       |       |          | 1        | 0,892    |
| $X_{19}$ |       |       |          |          | 1        |

|   | 1      | 2        | 3      | 4        | 5      | 6        | 7      | 8      | 9      |
|---|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|
| 1 |        | $X_{10}$ |        | $X_4$    |        | $X_5$    |        |        |        |
|   | 94,42  | 165,57   | 131,72 | 94,42    | 165,57 | 131,72   | 116,29 | 245,16 | 179,52 |
| 2 |        | $X_{14}$ |        | $X_{15}$ |        | $X_8$    |        |        |        |
|   | 83,06  | 136,76   | 92,95  | 102,19   | 143,78 | 95,74    | 73,24  | 82,46  | 170,06 |
| 3 |        | $X_{18}$ |        | $X_{19}$ |        | $X_6$    |        |        |        |
|   | 77,56  | 161,81   | 142,21 | 148,77   | 173,16 | 160,29   | 166,17 | 156,98 | 79,12  |
| 4 |        | $X_3$    |        | $X_{17}$ |        | $X_{13}$ |        |        |        |
|   | -12,81 | 19,33    | 36,83  | 86,11    | 173,96 | 163,06   | 72,56  | 84,89  | 79,79  |
| 5 |        | $X_{16}$ |        | $X_2$    |        | $X_9$    |        |        |        |
|   | 85,54  | 116,91   | 75,34  | 111,56   | 143,95 | 77,42    | 92,62  | 81,01  | 81,65  |
| 6 |        | $X_{12}$ |        | $X_{11}$ |        | $X_1$    |        |        |        |
|   | 300,28 | 208,56   | 149,49 | 227,96   | 212,95 | 212,41   | 106,43 | 112,91 | 67,17  |
| 7 |        | $X_7$    |        |          |        |          |        |        |        |
|   | 326,31 | 305,37   | 206,22 |          |        |          |        |        |        |

Gambar 4. Tingkat kecerahan image financial ratio.



Gambar 5. Image financial ratio PT Adhi Karya.

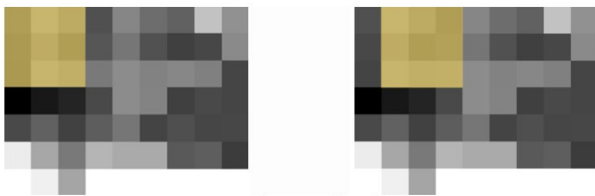
keeratan hubungan antar variabel rasio keuangan. Rasio keuangan yang memiliki hubungan erat akan ditempatkan sedekat mungkin. Hasil korelasi Pearson tersaji pada Tabel 3.

Pada image financial ratio, nilai korelasi Pearson akan menentukan posisi rasio keuangan pada image. Sehingga apabila berdasarkan nilai korelasi pearson yang didapatkan maka variabel  $X_{10}$  dan  $X_4$  akan ditempatkan bersebelahan karena memiliki nilai korelasi Pearson positif yang paling tinggi. Kemudian untuk variabel lainnya akan ditempatkan berdasarkan nilai korelasi Pearson antara variabel  $X_{10}$  dan variabel tersebut. Sehingga urutan variabel menjadi  $X_{10}$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_{14}$ ,  $X_{15}$ ,  $X_8$ ,  $X_{18}$ ,  $X_{19}$ ,  $X_6$ ,  $X_3$ ,  $X_{17}$ ,  $X_{13}$ ,  $X_{16}$ ,  $X_2$ ,  $X_9$ ,  $X_{12}$ ,  $X_{11}$ ,  $X_1$ , dan  $X_7$ .

F. Pengaturan Tingkat Kecerahan

Setelah posisi rasio keuangan di dalam image sudah diurutkan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan tingkat kecerahan rasio keuangan. Dengan menggunakan Persamaan (22) maka didapatkan tingkat kecerahan rasio keuangan pada perusahaan 1 disajikan pada Gambar 4.

Didapatkan hasil 94,42 pada (1,1). Hasil tersebut berasal dari Persamaan 22. Nilai financial ratio  $X_{10}$  pada periode 2019 adalah 2,629323, rata-rata financial ratio  $X_{10}$  pada periode 2019 adalah 15,0968, dan standar deviasi financial ratio  $X_{10}$  pada periode 2019 adalah 37,12603. Dengan menggu-



Gambar 6. Convolutional layer.



Gambar 7. Feature map.

nakan Persamaan (22) maka didapatkan perhitungan sebagai berikut.

$$\frac{2,629323 - 15,0968}{37,12603} \times 100 + 128 = 94,41851$$

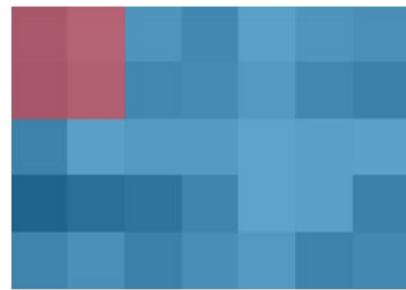
Hasil yang didapatkan dengan menggunakan Persamaan (22) adalah sebesar 94,41851. Hasil tersebut kemudian dibulatkan menjadi 94,42. Sehingga tingkat kecerahan pada (1,1) adalah 94,42.

Tingkat kecerahan yang dihasilkan akan berkisar dari 0 hingga 255. Apabila tingkat kecerahan yang dihasilkan adalah 0 maka *image financial ratio* akan berwarna hitam yang menandakan kondisi *financial ratio* yang buruk, sedangkan jika tingkat kecerahan yang dihasilkan adalah 255 maka *image financial ratio* akan berwarna putih yang menandakan kondisi *financial ratio* yang baik. Namun apabila tingkat kecerahan yang dihasilkan di antara 0 hingga 255 maka *image financial ratio* akan berwarna abu-abu yang menandakan kondisi *financial ratio* berada di antara buruk dan baik, sehingga warna abu-abu yang dihasilkan akan berbeda-beda. Warna abu-abu yang mendekati warna putih berarti menandakan kondisi *financial ratio* yang baik, sebaliknya apabila warna abu-abu mendekati warna hitam maka menandakan kondisi *financial ratio* yang buruk. Apabila tingkat kecerahan yang dihasilkan kurang dari 0 maka tingkat kecerahan akan menjadi 0, sedangkan jika tingkat kecerahan yang dihasilkan lebih dari 255 maka tingkat kecerahan akan menjadi 255.

G. Hasil Image Financial Ratio

Setelah tingkat kecerahan didapatkan maka dilakukan perubahan data numerik menjadi gambar *grayscale*. Gambar *grayscale* dengan posisi *financial ratio* berdasarkan hasil korelasi pearson dan tingkat kecerahan berdasarkan hasil perhitungan pada Persamaan (22) disajikan pada Gambar 5.

Terdapat 10 *image financial ratio* yang dihasilkan pada penelitian ini, namun *image financial ratio* yang akan ditampilkan hanya 1. Gambar 5 merupakan *image financial ratio* perusahaan PT Adhi Karya. Urutan *financial ratio* pada hasil *image financial ratio* ini telah diurutkan berdasarkan nilai korelasi Pearson yang telah didapatkan sebelumnya. Sehingga urutan *financial ratio* pada *image financial ratio* menjadi  $X_{10}, X_4, X_5, X_{14}, X_{15}, X_8, X_{18}, X_{19}, X_6, X_3, X_{17}, X_{13}, X_{16}, X_2, X_9, X_{12}, X_{11}, X_1$ , dan  $X_7$ . Tingkat kecerahan pada *image financial ratio* ditentukan dengan menggunakan Per-



Gambar 8. Pooling layer.



Gambar 9. Feature map baru.

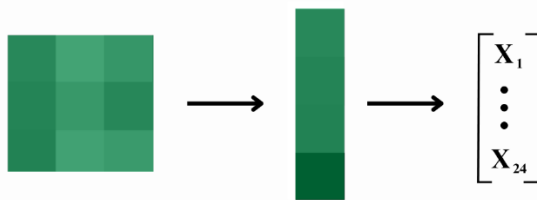
samaan (22). Hasil perhitungan tingkat kecerahan pada *image financial ratio* dapat dilihat pada bab sebelumnya.

Berdasarkan Gambar 5 maka didapatkan beberapa tingkat kecerahan pada *image financial ratio*. Tingkat kecerahan tersebut terbagi menjadi warna putih, warna hitam, dan warna di antara putih atau hitam (abu-abu). Apabila terdapat warna putih pada tingkat kecerahan seperti  $X_7$  (1,7), maka kondisi *financial ratio* pada posisi tersebut sangat baik. Apabila terdapat warna hitam pada tingkat kecerahan seperti  $X_3$  (1,4), maka kondisi *financial ratio* pada posisi tersebut sangat buruk. Apabila terdapat warna abu-abu pada tingkat kecerahan seperti  $X_{10}$  (1,1), maka kondisi *financial ratio* pada posisi tersebut berada di antara baik dan buruk.

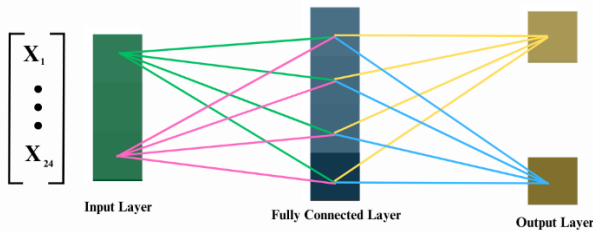
H. Convolutional Neural Networks

Data *input* yang digunakan pada metode CNN ini adalah *image financial ratio* yang telah didapatkan sebelumnya. Pada metode CNN, *image financial ratio* akan melewati proses *feature extraction layer* dan *fully connected layer*. Proses *feature extraction* pada *image financial ratio* akan menghasilkan *feature maps* yang berisi informasi berupa representatif *image financial ratio*. Kemudian pada proses *fully connected* akan menghasilkan hasil klasifikasi berdasarkan *image financial ratio*. Berikut merupakan perumpamaan ilustrasi proses metode CNN pada *image financial ratio* untuk menghasilkan perusahaan termasuk dalam kategori akan bangkrut atau tidak bangkrut.

Pada proses *feature extraction layer* akan dilakukan pengambilan informasi dari *image financial rasio* seperti pada Gambar 6. *Image financial ratio* ditunjukkan oleh warna *grayscale* atau putih, abu-abu, dan hitam. Sedangkan warna kuning pada *image financial ratio* merupakan filter. Filter yang digunakan berukuran  $3 \times 3$ , filter tersebut akan digeser keseluruhan *image financial ratio*. Fungsi filter pada *convolutional layer* ini adalah untuk mendeteksi fitur atau informasi yang terdapat pada *image financial ratio*. Hasil dari pergeseran filter kepada seluruh *image financial ratio* adalah berupa *feature map* seperti pada Gambar 7. *Feature map* mewakili fitur atau informasi tertentu yang terdapat pada *image*



Gambar 10. *Input fully connected layer.*



Gambar 11. *Fully connected layer.*

*financial ratio*. Warna biru merupakan *feature map* yang dihasilkan oleh *convolutional layer*. Setelah melalui proses *convolutional layer*, maka akan dilakukan proses *pooling layer*. *Pooling layer* digunakan untuk mengurangi dimensi dari *feature map*, sehingga dapat mempercepat proses komputasi.

*Pooling layer* yang digunakan merupakan *max pooling* dengan ukuran filter sebesar  $2 \times 2$ . Warna merah merupakan filter pada *pooling layer* yang akan digeser ke seluruh *feature map* seperti pada Gambar 8. *Feature map* yang sebelumnya dihasilkan ditandai dengan warna biru. Karena *pooling layer* yang digunakan adalah *max pooling* maka akan diambil nilai maksimal pada suatu filter di setiap pergeseran ke seluruh *feature map*. Sehingga akan dihasilkan *feature map* baru dengan nilai maksimal dari proses filter yang digeser pada *feature map* sebelumnya seperti pada Gambar 9.

Warna hijau merupakan *feature map* baru yang dihasilkan oleh proses *max pooling*. *Feature map* baru ini merupakan hasil dari serangkaian proses *feature extraction layer* yang akan digunakan sebagai data input pada proses selanjutnya, yaitu proses *fully connected layer*.

*Feature map* yang dihasilkan pada proses sebelumnya, tidak dapat digunakan sebagai input dari *fully connected layer*. Sehingga *feature map* diubah terlebih dahulu menjadi vektor satu dimensi agar *feature map* dapat digunakan sebagai input pada proses *fully connected layer* seperti diilustrasikan pada Gambar 10.

Setelah *feature map* diubah menjadi vektor satu dimensi maka *feature map* dapat digunakan sebagai input *fully connected layer*. Hasil dari proses *fully connected layer* adalah *output layer* yang merupakan hasil klasifikasi suatu perusahaan akan termasuk kategori akan bangkrut atau tidak bangkrut seperti pada Gambar 11. Sehingga hasil klasifikasi tersebut menjadi hasil akhir dari metode CNN pada *image financial ratio*.

I. Hasil Convolutional Neural Networks

Hasil akhir yang didapatkan melalui metode CNN berupa klasifikasi suatu perusahaan termasuk kategori akan bangkrut atau tidak bangkrut. Hasil klasifikasi yang didapatkan disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 pada data *training* terdapat TN sebanyak 12 data, FN sebanyak 3 data, FP sebanyak

Tabel 4. Confusion Matriks Data Training

| Aktual | Prediksi |   | Total |
|--------|----------|---|-------|
|        | 0        | 1 |       |
| 0      | 12       | 3 | 15    |
| 1      | 3        | 3 | 6     |

Tabel 5. Confusion Matriks Data Testing

| Aktual | Prediksi |   | Total |
|--------|----------|---|-------|
|        | 0        | 1 |       |
| 0      | 4        | 2 | 6     |
| 1      | 1        | 2 | 3     |

Tabel 6. Nilai Akurasi, Precision, Recall, dan F1-Score

| Data     | Akurasi | Precision | Recall | F1-Score |
|----------|---------|-----------|--------|----------|
| Training | 0,7143  | 0,8       | 0,8    | 0,8      |
| Testing  | 0,6667  | 0,67      | 0,8    | 0,729    |

3 data dan TP sebanyak 3 data. Berdasarkan Tabel 5 pada data *testing* terdapat TN sebanyak 12 data, FN sebanyak 3 data, FP sebanyak 3 data dan TP sebanyak 3 data. Berdasarkan Tabel 6 maka didapatkan tingkat akurasi sebesar 0,7143 pada data *training*. Nilai akurasi pada data *training* digunakan untuk mengukur prediksi model yang didapatkan. Sehingga metode CNN memiliki tingkat akurasi sebesar 71,43% untuk memprediksi suatu perusahaan termasuk kategori akan bangkrut atau tidak bangkrut. Sedangkan pada data *testing* didapatkan tingkat akurasi sebesar 0,6667. Nilai akurasi pada data *testing* digunakan untuk mengevaluasi model yang didapatkan oleh data *training*. Sehingga model yang didapatkan oleh data *training* dapat memprediksi 66,67% dari total data *testing*. Nilai *precision* yang didapatkan pada data *training* sebesar 0,8 yang berarti bahwa model dapat mengklasifikasi 80% perusahaan termasuk dalam kategori akan bangkrut. Sedangkan nilai *precision* pada data *testing* sebesar 0,67 yang berarti bahwa model dapat mengklasifikasi 67% perusahaan termasuk dalam kategori akan bangkrut berdasarkan data aktual. Nilai *recall* pada data *training* sebesar 0,8 menunjukkan bahwa model dapat mengidentifikasi perusahaan pada kategori akan bangkrut sebesar 80%. Sedangkan nilai *recall* pada data *testing* sebesar 0,8 menunjukkan bahwa model dapat mengidentifikasi perusahaan pada kategori akan bangkrut sebesar 80%. Nilai F1-Score pada data *training* sebesar 0,8 menandakan bahwa model mampu melakukan klasifikasi yang akurat dalam memprediksi perusahaan akan bangkrut. Nilai F1-Score pada data *testing* sebesar 0,729 menandakan bahwa model mampu melakukan klasifikasi yang akurat dalam memprediksi perusahaan yang akan bangkrut pada data aktual.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut. (1) Perusahaan BUMN klaster infrastruktur memiliki kemiripan pada rasio  $X_6$  (*Total Assets Turnover*) yang berarti bahwa terdapat kemiripan dalam menggunakan aset perusahaan untuk mendapatkan pendapatan,  $X_{11}$  (*Debt to Assets Ratio*) yang berarti bahwa terdapat kemiripan dalam menggunakan utang untuk membiayai aset perusahaan, dan  $X_{16}$  (*Gross Profit Margin*) yang berarti bahwa terdapat kemiripan dalam menghasilkan laba kotor dari kegiatan operasionalnya. Berdasarkan hasil *Altman's ZScore*,

hanya terdapat 3 perusahaan yang termasuk kategori tidak bangkrut. Perusahaan tersebut memiliki kemiripan pada nilai ekuitas yang lebih tinggi daripada kewajibannya. (2) Nilai akurasi pada data *training* digunakan untuk mengukur prediksi model yang didapatkan. Metode CNN memiliki tingkat akurasi sebesar 71,43% untuk memprediksi suatu perusahaan termasuk kategori akan bangkrut atau tidak bangkrut. Nilai akurasi pada data testing digunakan untuk mengevaluasi model yang didapatkan oleh data *training*. Sehingga model yang didapatkan oleh data *training* dapat memprediksi 66,67% dari total data testing.

Berdasarkan kesimpulan, maka terdapat saran sebagai berikut. (1) Perusahaan BUMN klaster infrastruktur yang termasuk dalam kategori akan bangkrut, dapat mempertimbangkan kembali proporsi antara nilai ekuitas dan kewajibannya, atau mungkin lebih efisien dalam mengelola kewajibannya. (2) Pada penelitian ini, data yang digunakan menjadi sedikit karena data rasio keuangan pada setiap perusahaan diubah menjadi *image*. Sehingga banyaknya variabel rasio keuangan akan menjadi hanya 1 *image* pada setiap perusahaan. Peneliti selanjutnya dapat menambahkan perusahaan yang akan diprediksi. Menambahkan perusahaan yang akan diprediksi akan memperbanyak variasi data, hal tersebut dapat menyebabkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dikarena-

kan pola model yang dihasilkan oleh data *training* akan lebih banyak.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. W. D. Ayuni, N. N. Lasmini, dan A. A. Putrawan, "Support vector machine (svm) as financial distress model prediction in property and real estate companies," in *International Conference on Applied Science and Technology on Social Science 2022 (iCAST-SS 2022)*, Bandung, 2022, hal. 397–402.
- [2] W. Steven, "Analisis Perbandingan Klasifikasi Financial Distress Perusahaan Sektor Transportasi di Bursa Efek Indonesia Menggunakan Artificial Neural Network dan Support Vector Machine," Departemen Aktuaria, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2023.
- [3] T. Hosaka, "Bankruptcy prediction using imaged financial ratios and convolutional neural networks," *Expert Syst. Appl.*, vol. 117, hal. 287–299, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.09.039>.
- [4] Kasmir, *Analisis Laporan Keuangan*. Depok: Rajawali Pers, 2019. ISBN: 978-979-769-945-7.
- [5] A. Rahmah dan K. Kamilah, "Prediksi kebangkrutan dengan metode Altman Z-Score dalam perspektif maqashid syariah," *JIEI J. Ilm. Ekon. Islam*, vol. 8, no. 1, hal. 641–650, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.29040/jiei.v8i1.4315>.
- [6] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2017. ISBN: 979-8433-64-0.
- [7] K. N. Anisa dan Sutikno, "Analisis hubungan curah hujan dan indikator El-Nino Southern Oscillation di sentra produksi padi Jawa Timur dengan pendekatan copula," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 4, no. 1, hal. 49–54, 2015, doi: [10.12962/j23373520.v4i1.8866](https://doi.org/10.12962/j23373520.v4i1.8866).