

Prediksi Harga Saham serta Pemberian Keputusan Jual Beli Menggunakan Metode Regression Tree dan Self Organizing Map (SOM)

Uggi Stivani Savitri¹, Deni Saepudin², Rian Febrian Umbara³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

⁴Divisi Digital Service PT Telekomunikasi Indonesia

¹uggistivani@students.telkomuniversity.ac.id, ²denisaepudin@telkomuniversity.ac.id,

³rianum@telkomuniversity.ac.id,

Abstrak

Dalam investasi saham seorang investor sebaiknya memiliki prediksi untuk memprediksi harga saham yang ada pada waktu tertentu agar memiliki hasil yang memuaskan dengan mendapatkan keuntungan. Maka dari itu sebagai investor harus dapat memprediksi harga saham kedepannya dengan menggunakan Regression Tree. Regression tree atau pohon regresi adalah metode untuk membangun model prediksi dari data dimana model diperoleh dari hasil partisi secara rekursif ruang data dan menduga model prediksi sederhana di dalam setiap partisi. Selain Regression Tree diperlukan teknik lain untuk memberikan keputusan kepada investor waktu yang tepat untuk menjual, membeli serta menahan saham agar memberikan keuntungan teknik tersebut adalah Self Organizing Map (SOM). SOM adalah salah satu jenis metode clustering atau pengelompokan. Data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah 1 data saham yang tergabung dalam saham LQ45. Hasil akhir dari penerapan Regression Tree dan SOM ini adalah sebuah prediksi harga saham serta pemberian keputusan yang tepat guna memberikan keuntungan bagi investor.

Kata kunci : Regression Tree, Self Organizing Map, saham

Abstract

In a stock investment, an investor should have a prediction to predict the stock prices to gaining profit. Therefore, as a investor you must be able to predict stock prices going forward by using Regression Tree. Regression Tree is a method predictive models of data in which the model is obtained from the partition results in a recursive data space and predicts a simple prediction model in each partition. In addition to Regression Tree, another technique is needed to make decisions to investors when the right time to sell, buy and hold shares in order to benefit from the technique is Self Organizing Map (SOM). Som is a type of clustering or grouping method. The data used is 1 data stock price incorporated in LQ45. The final result of the method of Regression Tree and SOM is a stock price prediction and the decision to provide benefits to investors.

Keywords: Regression Tree, Self Organizing Map, stock price

1. Pendahuluan

Saham adalah produk dalam pasar modal yang harga naik turunnya tidak dapat dipastikan. Bagi investor, masalah yang dihadapi adalah menentukan waktu kapan harus membeli dan menjual saham yang dapat memberikan keuntungan.

Sistem pendukung dalam perdagangan saham adalah dengan mempelajari pola dari data harga saham. Dengan mempelajari pola tersebut, dapat memprediksi untuk harga saham kedepannya serta memberikan rekomendasi secara menguntungkan. Sistem ini dirancang sedemikian rupa sehingga orang awam pun bisa menggunakannya. Untuk mengetahui pergerakan serta prediksi saham kedepannya tersebut dilakukan dengan metode regression tree.

Regression Tree sendiri adalah bagian dari metode decision tree (pohon keputusan) yang diperkenalkan oleh Tim Ka Ho pada tahun 1995. Analisis regresi merupakan alat statistika yang dapat digunakan untuk menyelidiki hubungan antara sebuah variabel respon (Y) dengan satu atau lebih prediktor (X). Pada saat ini, analisis regresi berguna dalam menelaah hubungan dua variabel atau lebih, dan terutama untuk menelusuri pola hubungan yang modelnya belum diketahui dengan sempurna, sehingga dalam penerapannya lebih bersifat eksploratif. Pohon regresi ini merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melihat hubungan antara variabel respon dengan variabel-variabel bebas yang berukuran besar dan kompleks. Kekompleksan tersebut dapat berupa dimensinya yang sangat besar. Salah satu kelebihan metode pohon regresi adalah hasil prediksi yang diperoleh memiliki tingkat akurasi yang tinggi serta lebih mudah dalam interpretasi dan visualisasi. Serta untuk mengetahui keputusan terbaik yang memberikan keuntungan bagi investor dilakukan dengan metode Self Organizing Map.

Self Organizing Map (SOM) pertama dikenalkan oleh Kohonen [2] adalah salah satu metode pengelompokan data. Pengelompokan atau clustering adalah aktivitas pengelompokan data menjadi satu kelompok jika data – data tersebut “sejenis” dan membuat kelompok yang berbeda jika objek itu “berbeda”. Self Organizing Map ini digunakan dalam pengambilan keputusan bagi investor. Pada masalah memprediksi harga saham, Chih-Ming Hsu [8] adalah orang yang memperkenalkan bagaimana cara memprediksi harga saham dengan menggunakan gabungan Self Organizing Map (SOM) dan Genetic Programming (GP) atau (SOM-GP). Namun, pada tugas akhir ini saya akan menggunakan gabungan metode yaitu Regression Tree dan Self Organizing Map (SOM).

Latar Belakang

Pada tugas akhir ini masalah yang akan dibahas adalah bagaimana memprediksi harga saham dan menentukan waktu kapan harus membeli/menjual dengan metode Regression Tree dan Self Organizing Map (SOM). Self Organizing Map (SOM) itu sendiri adalah jenis metode *clustering* atau pengelompokan data. Proses ini dilakukan dengan mengelompokkan objek menjadi 1 kelompok jika objek-objek tersebut mirip begitu pula sebaliknya. Tujuan utama dari metode cluster adalah pengelompokan sejumlah data/obyek ke dalam cluster (group) sehingga dalam kelompok cluster akan berisi data yang semirip mungkin. *Clustering* digunakan untuk menempatkan obyek yang mirip (jaraknya dekat) dalam satu cluster dan membuat jarak antar cluster sejauh mungkin. Saham sendiri adalah data memiliki record yang sangat banyak. Dalam data historis, pergerakan data saham memiliki pola tertentu. Pola tersebut akan menjadi acuan untuk dapat memprediksi harga saham dimasa depan serta mempermudah proses prediksi itu sendiri.

Topik dan Batasannya

Dalam tugas akhir ini topik yang dianalisis yaitu mendapatkan prediksi harga saham serta pemberian keputusan. Batasan masalah pada tugas akhir ini terdapat 1 saham dari BBKA. Ada banyak metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil prediksi, karena pada penelitian ini menginginkan hasil yang optimal maka dari itu penulis memilih untuk menggunakan algoritma Regression Tree dan Self Organizing Map. Data histori saham yang digunakan adalah data saham yang tergabung dalam saham LQ45, data tersebut diperoleh dari finance.yahoo.com dan data yang digunakan adalah harga penutupan saham data mingguan / weekly dalam kurun waktu selama 14 tahun (2004-2018).

Tujuan

Tujuan pada tugas akhir ini yaitu :

1. Untuk mengetahui kapan saham diprediksi akan naik dan turun menggunakan Regression Tree.
2. Untuk mengetahui cara pengambilan keputusan terbaik pada setiap pergerakan harga saham.

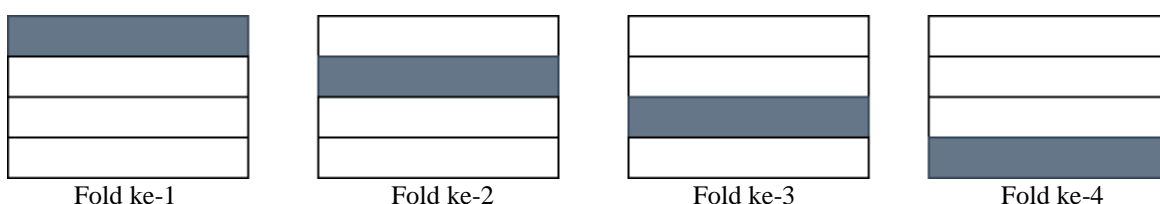
2 Studi Terkait

Saham (Stock)

Saham (*stock*) adalah bentuk surat berharga yang merupakan tanda kepemilikan seseorang atau badan terhadap suatu perusahaan. Pengertian saham sendiri adalah surat berharga yang di keluarkan oleh sebuah perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) atau yang biasa disebut emiten [3]. Wujud saham adalah selebar kertas yang menerangkan bahwa pemilik kertas tersebut adalah pemilik perusahaan yang menerbitkan kertas tersebut [4]. Dalam kata lain jika seorang investor membeli saham, maka ia pun akan menjadi pemilik atau pemegang saham pada perusahaan tersebut sesuai dengan jumlah yang ia beli.

Pembagian Data

Pembagian data dilakukan untuk memperoleh data latih dan data uji. Proses ini menggunakan *k-fold cross validation* dengan $k = 4$. *Cross validation* merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi dan membandingkan kinerja algoritme dengan membagi data menjadi dua bagian, yaitu bagian untuk melatih model dan bagian untuk menguji model [1]. Metode *k-fold cross validation* diawali dengan membagi data ke dalam k set data yang jumlahnya hampir sama rata. Data uji diperoleh dari set data ke- k sedangkan data latih adalah set data selainnya untuk masing – masing iterasi (Liu dan Ozsü 2009). Gambar di bawah merupakan ilustrasi pembagian data menggunakan *k-fold cross validation* dengan $k = 4$.



Gambar 2.2 Ilustrasi 4-fold cross validation

Regression Tree

Menurut Rockach dan Mainmon (2015), analisis regresi merupakan alat statistika yang dapat digunakan untuk menyelidiki hubungan antara sebuah variabel respon / target ($T_{duration}$) dengan 1 atau lebih variabel prediktor (X). Regression tree adalah sebuah model yang dapat digunakan untuk melihat hubungan antara variabel respon kontinu dengan variabel – variabel bebas yang berukuran besar dan kompleks, serta memberikan hasil prediktif yang dapat digunakan sebagai model klasifikasi dan model regresi [8]. Pengambilan keputusan menggunakan decision tree untuk mengidentifikasi strategi mana yang mencapai target. Salah satu kelebihan metode regresi adalah hasil prediksi yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi serta lebih mudah dalam bentuk visualisasi dibanding dengan metode lain.

Regression tree membangun model regresi dalam bentuk struktur pohon dengan membuat dataset menjadi subset yang lebih kecil. Hasil akhirnya adalah tree dengan node dan leaf. Node memiliki 2 cabang atau lebih, masing – masing mewakili nilai prediksi pada variabel target. Root node adalah node paling atas pada tree yang merupakan prediktor terbaik yang terpilih. Algoritma pembentukan struktur regression tree adalah dengan menentukan prediktor sebagai berikut :

$$X = \begin{bmatrix} y_t & y_{t-1} & y_{t-2} & \dots & y_{t-(a-1)} \\ y_{t-1} & y_{t-2} & y_{t-3} & \dots & y_{t-a} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{t-n+a} & y_{t-n+(a-1)} & y_{t-n+(a-2)} & \dots & y_{t-(n-1)} \end{bmatrix} \tag{1}$$

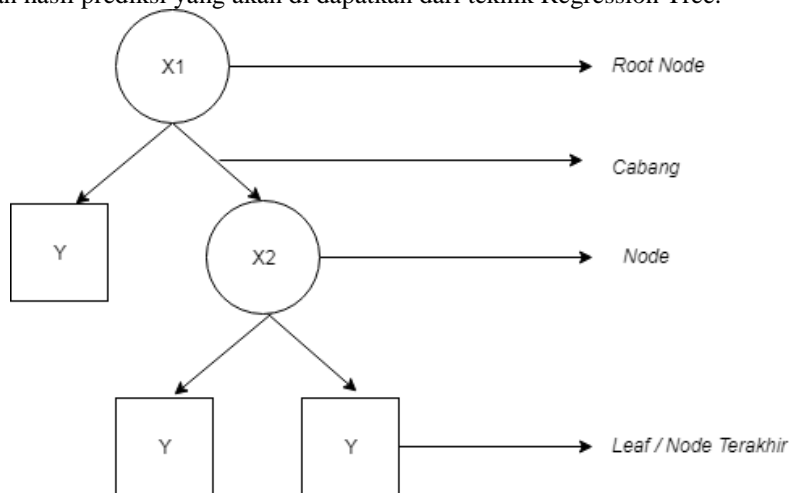
Keterangan :

- n : Banyak data saham
- a : Banyak prediktor

Dan dengan target sebagai berikut :

$$T_{duration} = \begin{bmatrix} y_{t+duration} \\ y_{t+duration-1} \\ \vdots \\ y_{t-n+a+duration} \end{bmatrix} \tag{2}$$

Setiap kolom X dianggap prediktor. $T_{duration}$ adalah target yaitu patokan atau nilai aktual untuk dibandingkan dengan hasil prediksi yang akan di dapatkan dari teknik Regression Tree.



Gambar 2.4 Ilustrasi diagram Regression Tree

Gambar 2.4 menunjukkan X1 dan X2 adalah variabel bebas yang terpilih untuk menjadi node. X1 merupakan root node atau node induk, sedangkan X2 merupakan node anak dimana Y merupakan node akhir atau leaf. Menurut Quinlan (1986) Regression Tree dibangun top-down dari root node dan melibatkan pembagian data pada tiap node menjadi dua node yaitu node kiri dan node kanan. Algoritma pembentukan Regression Tree melalui langkah – langkah sebagai berikut [7] :

1. Menentukan semua kemungkinan sekat yang dapat dibentuk untuk seluruh prediktor dengan mencari nilai tengah dari suatu range data saham.

2. Menghitung kehomogenan target menggunakan rumus standar deviasi sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(y_t - \bar{y}_t)^2}{N}} \quad (3)$$

Keterangan :

y_t = Nilai saham aktual
 \bar{y}_t = Nilai rata – rata saham aktual
 N = Jumlah data

3. Split setiap data prediktor menjadi calon node dan hitung kehomogenan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\sigma(s, g) = \sum P(g)\sigma(g) \quad (4)$$

Keterangan :

$P(g)$ = Nilai peluang pada node g
 $\sigma(g)$ = Nilai standar deviasi pada node g

4. Selanjutnya adalah menghitung Standard Deviation Reduction (SDR) setiap calon node dengan persamaan :

$$SDR(s, g) = \sigma - \sigma(s, g) \quad (5)$$

SDR terbaik adalah yang memiliki nilai paling maksimum untuk dijadikan node. Setelah terpilih node pertama, ulangi langkah 2 untuk menentukan node selanjutnya. Iterasi pembentukan tree akan berhenti ketika sudah tidak ada lagi calon node yang bisa terpilih. Hasil akhir dari teknik Regression Tree ini adalah sebuah hasil prediksi yang akan dibandingkan hasilnya dengan hasil aktual.

Untuk mengecek apakah hasil prediksi dari Regression Tree ini cukup baik adalah dengan menggunakan rumus Mean Absolute Percen Error (MAPE). Seperti namanya rumus ini mengukur keakuratan hasil prediksi dari data latih dan data uji menggunakan nilai rata – rata. Rumusnya sebagai berikut :

$$\left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - Y_t|}{|y_t|}\right) \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan :

y_t = Harga saham Aktual
 Y_t = Harga saham Prediksi
 n = Banyak saham

Self Organizing Map

Self organizing Map (SOM) pertama dikenalkan oleh Kohonen (1989). Self Organizing Map (SOM) adalah suatu metode dengan tujuan untuk mengelompokkan atau meng-clustering sekian banyak data [5]. Clustering adalah aktivitas pengelompokkan data ke dalam clusters. Proses pengelompokkan data dilakukan berdasarkan nilai bobot setiap data [8]. Jarak dari centroid satu ke centroid lainnya sudah ditetapkan diawal. Langkah – langkah proses kerja Self Organizing Map (SOM) adalah sebagai berikut [6] :

Langkah 1 : Seluruh data saham dijadikan data input. Selanjutnya, dilakukan proses clustering menggunakan metode Self Organizing Map.

Langkah 2 : menentukan jumlah cluster yang digunakan. Pada tahap ini digunakan jumlah cluster sebanyak 3 cluster.

Langkah 3 : pada perhitungan menggunakan metode SOM, diawali dengan inisiasi centroid.

Langkah 4 : Menetapkan nilai parameter epoch maksimum.

Langkah 5 : Untuk setiap data dilakukan perhitungan jarak terhadap centroid menggunakan rumus Euclidean Distance, kemudian dipilih nilai terkecil. Rumus Euclidean Distance adalah sebagai berikut :

$$D_j = \sum_{i=1}^N (w_{ij} - y_i)^2 \quad (7)$$

Keterangan :

D_j : Jarak data saham ke-i pada cluster j
 w_{ij} : bobot data saham ke-i pada cluster j
 y_i : data saham ke-i
 N : dimensi data

Langkah 6 : data yang memiliki nilai terkecil dari langkah 4 digunakan untuk proses update centroid. Dalam menentukan centroid terbaru pada waktu t maka diasumsikan harga saham saat ini $y(i)$ dan centroid yang terbaru w_{ij} . Kemudian untuk menentukan centroid yang baru untuk waktu berikutnya $t + 1$.

$$w_{ij}(\text{baru}) = w_{ij}(\text{lama}) + \eta[y_i - w_{ij}(\text{lama})] \quad (8)$$

η adalah learning rate. Pada 1 kali iterasi learning rate akan di update dengan menggunakan rumus:

$$\eta(\text{baru}) = 0.6 \times \eta(\text{lama}) \quad (9)$$

Langkah 7 : Melakukan pengecekan syarat berhenti. Iterasi akan berhenti apabila syarat berhenti terpenuhi. Pada tahap ini adalah berhenti jika centroid sudah tidak berubah / stabil.

Langkah 8 : Hasil akhir dari proses ini adalah data tercluster.

Identifikasi Cluster

Setelah konfigurasi kelompok SOM yang optimal dipilih, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi kelompok yang *profit* dan *non profit*. Dalam satu kelompok dihitung selisih antara hasil prediksi dan prediktor dengan skema sebagai berikut :

- $Y_t - (y_{t-1}) = \text{bernilai } +$, maka dinyatakan *profit*
- $Y_t - (y_{t-1}) = \text{bernilai } -$, maka dinyatakan *non profit*.

Keterangan :

Y_t = Hasil prediksi

y_{t-1} = Prediktor

Jika sudah ditentukan untuk semua data masing – masing cluster dengan *profit* dan *non profit*, maka langkah selanjutnya adalah penentuan label *buy* dan *not buy*. *Buy* jika jumlah data yang dinyatakan profit lebih banyak, dan *not buy* jika jumlah data yang dinyatakan non profit lebih banyak.

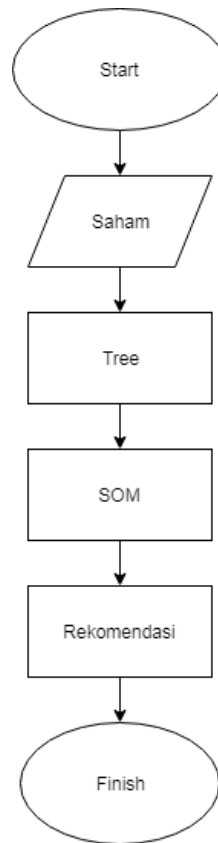
Rekomendasi

Pemberian rekomendasi berdasarkan pada kedekatan data saham dengan cluster yang sudah memiliki label. Rekomendasi diberikan jika memiliki kriteria sebagai berikut :

$$\text{Hasil} = \begin{cases} \text{True} & ; \text{ if buy and profit} \\ \text{False} & ; \text{ otherwise} \end{cases}$$

3. Sistem yang Dibangun

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memprediksi harga saham dan menentukan waktu kapan harus membeli, menjual atau menahan saham dengan metode Regression Tree dan Self Organizing Map (SOM). Berikut adalah flowchart dari perancangan sistem secara umum dari awal hingga akhir :



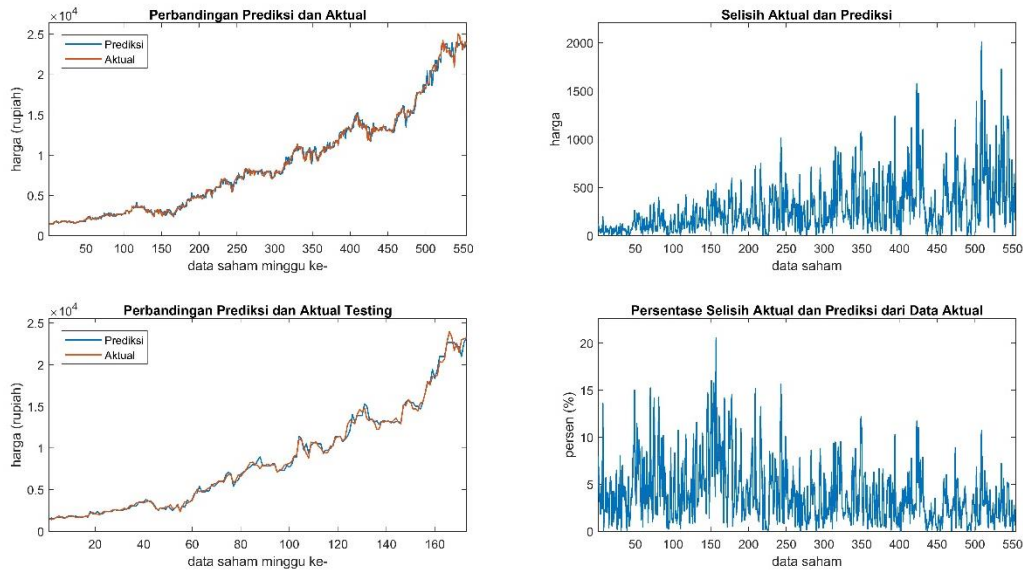
Gambar 3.1 Perancangan Sistem

- a. Input data harga saham
Data yang digunakan adalah harga penutupan/*close* saham data mingguan/*weekly* dari saham Bank BCA yang didapatkan dari yahoo.finance dalam kurun waktu selama 14 tahun (2004-2018).
- b. Data Training dan Testing
Pada tahap ini memilih data saham untuk data training dan data testing menggunakan teknik Kfold Cross Validation. Persentase pembagian data latih dan data uji dengan *4-fold cross validation* adalah 76% untuk data latih dan 24% untuk data uji dari 727 data. Oleh sebab itu, jumlah data latih sebanyak 554 dan data uji sebanyak 173.
- c. Regression Tree
Melakukan prediksi harga saham dengan menentukan prediktor sebanyak 4 dan target sebanyak 1. Jadi misalkan setiap barisnya memiliki prediktor sebanyak 4 yang artinya setiap 4 minggu akan menghasilkan 1 target dan begitu seterusnya.
- d. Self Organizing Map (SOM)
Mengelompokkan data saham berdasarkan kemiripan menggunakan Self Organizing Map. Pada tahap ini akan melakukan pemberian label pada masing – masing cluster.
- e. Identifikasi Keuntungan
Mengidentifikasi kelompok data saham berdasarkan parameter untung dan ruginya.
- f. Proses selesai.

4. Evaluasi

Pada pengujian pertama adalah prediksi harga saham menggunakan saham BBKA dengan jumlah record 727 data. Setelah melakukan pengujian maka diperoleh hasil sebagai berikut :

4.1 Hasil prediksi saham menggunakan Regression Tree:



Gambar 4.1 hasil prediksi menggunakan Regression Tree

Dari pengujian, didapatkan hasil prediksi yang dilakukan dengan Regression Tree menggunakan data latih. Berdasarkan Gambar 4.1 diperoleh hasil pada bagian kiri atas adalah grafik perbandingan harga prediksi dan aktual untuk data training. Terlihat bahwa terdapat fluktuasi antara prediksi dan aktual yang menunjukkan keberagaman bentuk harga tersebut sebanyak 554 data.

Pada bagian gambar kiri bawah adalah grafik perbandingan harga prediksi dan aktual untuk data testing dengan jumlah data sebanyak 173 data.

Pada bagian gambar kanan atas adalah bentuk grafik yang menggambarkan selisih harga mutlak antara aktual dan prediksi.

Pada bagian gambar kanan bawah adalah nilai persentase selisih aktual dan prediksi menggunakan MAPE. Nilai MAPE data aktual dan prediksi sebesar 4.00 % untuk data training dan nilai MAPE data aktual dan prediksi sebesar 3.77% untuk data testing. Artinya pengujian ini memiliki hasil prediksi yang bisa dikatakan mendekati nilai aktual merujuk pada nilai MAPE yang kecil.

4.2 Pemberian label pada cluster menggunakan SOM :

Pengujian dilakukan dengan data latih sebanyak 554 data, berikut adalah hasilnya :

Tabel 4.2.1 hasil pemberian label menggunakan SOM

| | Profit | Non Profit |
|-----------|--------|------------|
| Cluster 1 | 52 | 87 |
| Cluster 2 | 184 | 130 |
| Cluster 3 | 44 | 57 |

Pemberian label pada cluster berdasarkan banyaknya data saham yang memiliki profit dan tidak. Terlihat pada tabel 4.2.1, pada cluster 1 dengan jumlah data saham lebih banyak memiliki data non profit maka akan diberi label *not buy*, pada cluster 2 memiliki jumlah data saham lebih banyak data profit maka diberi label *buy* dan pada cluster 3 memiliki lebih banyak jumlah data saham non profit maka diberi label *not buy*. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian melakukan data uji sebanyak 173 data, berikut adalah hasilnya :

Tabel 4.2.2 hasil pengujian data uji menggunakan SOM

| | Profit | Non Profit |
|-----------|--------|------------|
| Cluster 1 | 13 | 25 |
| Cluster 2 | 62 | 39 |
| Cluster 3 | 13 | 21 |

Setelah melakukan pengujian menggunakan data uji untuk dimasukkan ke cluster yang telah memiliki label, pada tabel 4.2.2 didapatkan hasil bahwa cluster 1 dan 3 yang memiliki label *not buy* pada saat data training setelah dicoba menggunakan data testing memiliki hasil yang sama, begitupula untuk cluster 2 yang memiliki label *buy* pada saat di data training memiliki hasil yang sama pada data testing dengan hasil profit lebih banyak dari hasil non profit.

4.3 Rekomendasi

Dengan penentuan label pada cluster, rekomendasi dibuat berdasarkan kedekatan data dengan cluster yang sudah memiliki label. Hal ini akan memberikan saran kepada investor tentang harga saham yang memiliki keuntungan. Maka dalam hal ini rekomendasi yang diberikan adalah jika memiliki kriteria yang sudah ditetapkan.

Tabel 4.2.3 hasil Rekomendasi

| Rekomendasi Benar | Rekomendasi Salah |
|-------------------|-------------------|
| 62 | 39 |

Setelah melakukan penetapan rekomendasi, didapatkan hasil rekomendasi benar jika data saham tersebut berada pada cluster *buy* dan memberikan keuntungan sebesar 62% sedangkan rekomendasi salah jika data saham tersebut berada pada cluster *buy* namun memberikan kerugian sebesar 39%. Dan pada cluster 1 diberi rekomendasi salah dan tindakan yang harus dilakukan adalah dengan menjual/*sell* saham tersebut guna memberikan keuntungan bagi investor.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap prediksi harga saham serta pengambilan keputusan dengan metode Regression Rree dan Self Organizing Map, maka dapat ditarik kesimpulan hasil prediksi menggunakan Regression Tree menghasilkan nilai MAPE pada data training sebesar 4.00% dan untuk data testing sebesar 3.77% yang artinya hasil prediksi sudah mendekati nilai aktualnya. Rekomendasi yang dihasilkan menggunakan Self Organizing Map dengan nilai presisi sebesar 62% yang artinya rekomendasi benar sudah lebih besar daripada rekomendasi salah. Hal ini menyebabkan investor memiliki kemungkinan keuntungan yang lebih besar. Serta cluster 1 dengan rekomendasi sell.

Daftar Pustaka

- [1] C. Cheng, W. Xu, and J. Wang, "A comparison of ensemble methods in financial market prediction," *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, pp. 755 – 759, 2012.
- [2] Hsu, M. C. (2011). *A hybrid procedure for stock price prediction by integrating self-organizing map and genetic programming*. Taiwan, ROC.
- [3] <http://industri.bisnis.com/read/20170420/84/646990/matematika-berkontribusi-dalam-pengembangan-komputasi-dan-data-sains>. diakses pada: 1 Maret 2018, 20:30
- [4] Irham Fahmi (2012). *Manajemen Investasi: Teori dan Soal jawab*, Jakarta: Salemba Empat
- [5] Kohonen, T. (1989). *Self-organization and associative memory*. Berlin: Springer-Verlag.
- [6] Prasetyo, Eko (2012). *DATA MINING-Konsep dan Aplikasi Menggunakan MATLAB*, Yogyakarta
- [7] Resti Yuliani (2014). *Pembentukan Pohon Regresi Pada Tingkat Komsumsi Rumah Tangga Masyarakat Kelurahan Baros Cimahi*. Repository upi.
- [8] Robert J. Hondrick & Edward C. Prescott (1981). *Post-War U.S Business Cycles: An Empirical Investigation*. CMS-EMS The Center for Mathematical Study in Economics & Management Sciences. 451.

Lampiran

Cell 1

| No | Prediktor | Aktual | Prediksi |
|----|-----------|--------|-------------|
| 1 | 2500 | 2725 | 2693,75 |
| 2 | 2725 | 2700 | 2591,666667 |
| 3 | 2700 | 2575 | 2591,666667 |
| 4 | 2600 | 2400 | 2610,714286 |
| 5 | 2400 | 2625 | 2506,25 |
| 6 | 2625 | 2575 | 2525 |
| 7 | 2500 | 2625 | 2610,714286 |
| 8 | 2475 | 2500 | 2506,25 |
| 9 | 2550 | 2650 | 2693,75 |
| 10 | 2650 | 2650 | 2610,714286 |
| 11 | 2675 | 2725 | 2705,555556 |
| 12 | 2725 | 2700 | 2705,555556 |
| 13 | 2625 | 2775 | 2610,714286 |
| 14 | 2775 | 2675 | 2802,777778 |
| 15 | 2675 | 2625 | 2705,555556 |
| 16 | 2625 | 2700 | 2610,714286 |
| 17 | 2675 | 2725 | 2705,555556 |
| 18 | 2850 | 2925 | 2802,777778 |
| 19 | 3075 | 3075 | 3046,875 |
| 20 | 3000 | 2725 | 2883,333333 |
| 21 | 2725 | 3000 | 2705,555556 |
| 22 | 3000 | 3000 | 3037,5 |
| 23 | 3000 | 3025 | 3046,875 |
| 24 | 3025 | 3000 | 3046,875 |
| 25 | 3075 | 3425 | 3046,875 |
| 26 | 3450 | 3550 | 3500 |
| 27 | 3550 | 3650 | 3500 |
| 28 | 3475 | 3400 | 3528,125 |
| 29 | 3400 | 3550 | 3528,125 |
| 30 | 3550 | 3750 | 3750 |
| 31 | 3750 | 3700 | 3795 |
| 32 | 3650 | 3600 | 3612,5 |
| 33 | 3600 | 3550 | 3528,125 |
| 34 | 3525 | 3450 | 3500 |
| 35 | 3450 | 3600 | 3528,125 |
| 36 | 3600 | 3575 | 3528,125 |
| 37 | 3275 | 3200 | 3316,666667 |
| 38 | 3200 | 3250 | 3316,666667 |

Cell 2

| No | Prediktor | Aktual | Prediksi |
|----|-----------|--------|-------------|
| 1 | 1338 | 1413 | 1462,833333 |
| 2 | 1413 | 1463 | 1462,833333 |
| 3 | 1463 | 1488 | 1462,833333 |
| 4 | 1488 | 1475 | 1462,833333 |
| 5 | 1475 | 1413 | 1600,333333 |
| 6 | 1413 | 1438 | 1462,833333 |
| 7 | 1438 | 1463 | 1462,833333 |
| 8 | 1463 | 1500 | 1462,833333 |
| 9 | 1500 | 1500 | 1462,833333 |
| 10 | 1500 | 1663 | 1600,333333 |
| 11 | 1663 | 1650 | 1673,75 |
| 12 | 1650 | 1675 | 1673,75 |
| 13 | 1675 | 1663 | 1673,75 |
| 14 | 1663 | 1850 | 1673,75 |
| 15 | 1850 | 1800 | 1806,5 |
| 16 | 1800 | 1700 | 1700 |
| 17 | 1700 | 1713 | 1710,3 |
| 18 | 1713 | 1700 | 1710,3 |
| 19 | 1700 | 1663 | 1710,3 |
| 20 | 1663 | 1538 | 1673,75 |
| 21 | 1538 | 1638 | 1600,333333 |
| 22 | 1638 | 1638 | 1673,75 |
| 23 | 1638 | 1638 | 1673,75 |
| 24 | 1638 | 1638 | 1673,75 |
| 25 | 1638 | 1788 | 1673,75 |
| 26 | 1788 | 1750 | 1806,5 |
| 27 | 1750 | 1838 | 1806,5 |
| 28 | 1838 | 1813 | 1806,5 |
| 29 | 1813 | 1825 | 1806,5 |
| 30 | 1825 | 1763 | 1806,5 |
| 31 | 1763 | 1763 | 1750,333333 |
| 32 | 1763 | 1750 | 1750,333333 |
| 33 | 1750 | 1825 | 1750,333333 |
| 34 | 1825 | 1838 | 1806,5 |
| 35 | 1838 | 1750 | 1806,5 |
| 36 | 1750 | 1663 | 1806,5 |
| 37 | 1663 | 1700 | 1673,75 |
| 38 | 1700 | 1738 | 1710,3 |
| 39 | 1738 | 1788 | 1806,5 |
| 40 | 1788 | 1713 | 1806,5 |
| 41 | 1713 | 1688 | 1710,3 |
| 42 | 1688 | 1725 | 1710,3 |
| 43 | 1725 | 1713 | 1710,3 |
| 44 | 1713 | 1688 | 1710,3 |
| 45 | 1688 | 1663 | 1710,3 |
| 46 | 1663 | 1613 | 1673,75 |
| 47 | 1613 | 1563 | 1600,333333 |
| 48 | 1563 | 1500 | 1600,333333 |

| | | | |
|----|------|------|-------------|
| 49 | 1500 | 1588 | 1600,333333 |
| 50 | 1588 | 1650 | 1600,333333 |
| 51 | 1650 | 1675 | 1673,75 |
| 52 | 1675 | 1725 | 1673,75 |
| 53 | 1725 | 1700 | 1710,3 |
| 54 | 1700 | 1688 | 1710,3 |
| 55 | 1688 | 1700 | 1710,3 |
| 56 | 1700 | 1800 | 1710,3 |
| 57 | 1800 | 1800 | 1806,5 |
| 58 | 1800 | 1813 | 1806,5 |
| 59 | 1813 | 1825 | 1806,5 |
| 60 | 1825 | 1850 | 1806,5 |
| 61 | 1850 | 1825 | 1806,5 |
| 62 | 1825 | 1813 | 1700 |
| 63 | 1813 | 1738 | 1750,333333 |
| 64 | 1738 | 1888 | 1888 |
| 65 | 1888 | 1913 | 2024 |
| 66 | 1913 | 2013 | 2024 |
| 67 | 2013 | 1963 | 2024 |
| 68 | 1963 | 2088 | 2024 |
| 69 | 2088 | 2275 | 2200,2 |
| 70 | 2275 | 2163 | 2200,2 |
| 71 | 2163 | 2363 | 2354,5 |
| 72 | 2363 | 2188 | 2102,5 |
| 73 | 2188 | 2175 | 2354,5 |
| 74 | 2175 | 2250 | 2102,5 |
| 75 | 2250 | 2088 | 2102,5 |
| 76 | 2088 | 2050 | 2354,5 |
| 77 | 2050 | 2038 | 2102,5 |
| 78 | 2038 | 1988 | 2024 |
| 79 | 1988 | 2088 | 2024 |
| 80 | 2088 | 2038 | 2102,5 |
| 81 | 2038 | 2050 | 2024 |
| 82 | 2050 | 2200 | 2200,2 |
| 83 | 2200 | 2063 | 2102,5 |
| 84 | 2063 | 2013 | 2102,5 |
| 85 | 2013 | 2013 | 2024 |
| 86 | 2013 | 2100 | 2024 |
| 87 | 2100 | 2050 | 2102,5 |
| 88 | 2050 | 2150 | 2200,2 |
| 89 | 2150 | 2213 | 2200,2 |
| 90 | 2213 | 2263 | 2102,5 |
| 91 | 2263 | 2238 | 2102,5 |
| 92 | 2238 | 2275 | 2354,5 |
| 93 | 2275 | 2425 | 2354,5 |
| 94 | 2425 | 2413 | 2354,5 |
| 95 | 2413 | 2363 | 2354,5 |
| 96 | 2363 | 2338 | 2354,5 |
| 97 | 2338 | 2363 | 2354,5 |
| 98 | 2363 | 2363 | 2354,5 |

| | | | |
|-----|------|------|--------|
| 99 | 2363 | 2363 | 2354,5 |
| 100 | 2363 | 2525 | 2354,5 |
| 101 | 2525 | 2500 | 2525 |

Cell 3

| No | Prediktor | Aktual | Prediksi |
|----|-----------|--------|-------------|
| 1 | 2575 | 2600 | 2610,714286 |
| 2 | 2600 | 2575 | 2470 |
| 3 | 2575 | 2600 | 2610,714286 |
| 4 | 2600 | 2600 | 2610,714286 |
| 5 | 2575 | 2725 | 2693,75 |
| 6 | 2725 | 2500 | 2591,666667 |
| 7 | 2625 | 2525 | 2525 |
| 8 | 2525 | 2425 | 2470 |
| 9 | 2425 | 2475 | 2506,25 |
| 10 | 2500 | 2575 | 2525 |
| 11 | 2575 | 2550 | 2525 |
| 12 | 2650 | 2675 | 2693,75 |
| 13 | 2700 | 2625 | 2705,555556 |
| 14 | 2700 | 2675 | 2705,555556 |
| 15 | 2675 | 2675 | 2705,555556 |
| 16 | 2725 | 2850 | 2705,555556 |
| 17 | 2925 | 3100 | 3037,5 |
| 18 | 3100 | 3075 | 3139,285714 |
| 19 | 3075 | 3000 | 2883,333333 |
| 20 | 3000 | 3150 | 3046,875 |
| 21 | 3150 | 3075 | 3046,875 |
| 22 | 3425 | 3625 | 3500 |
| 23 | 3625 | 3450 | 3500 |
| 24 | 3650 | 3500 | 3528,125 |
| 25 | 3500 | 3475 | 3500 |
| 26 | 3700 | 3550 | 3795 |
| 27 | 3550 | 3650 | 3641,666667 |
| 28 | 3600 | 3625 | 3641,666667 |
| 29 | 3625 | 3450 | 3528,125 |
| 30 | 3450 | 3600 | 3641,666667 |
| 31 | 3550 | 3525 | 3528,125 |
| 32 | 3575 | 3550 | 3528,125 |
| 33 | 3550 | 3275 | 3500 |
| 34 | 3250 | 3225 | 3316,666667 |