

Pendekatan Metode Kalman Filter untuk Peramalan Pergerakan Indeks Harga Saham Terdampak Pandemi Coronavirus

Evita Purnaningrum

Manajemen, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

purnaningrum@unipasby.ac.id

Abstract

The Coronavirus outbreak has an impact on several segments, which is the Indonesian stock market. Moreover, Stock market forecasting when outbreak happened had become challenging. In other words, when stock movements experience uncertainty, especially with the unpredictable end of the corona virus outbreak. In addition, One of the main stock indexes in Indonesia is the IDX Composite (Jakarta Stock Exchange Composite Index) whose movements indicate the face of the movement of shares on stock market. Nevertheless, Forecasting was important, this study analyzed the movement of the IDX Composite during the coronavirus period to measure the accuracy of forecasting. The results obtained in this study are the level of accuracy of Kalman filter forecasting is high with RMSE close to zero and MAPE below 10%.

Keywords: Kalman filter, Stock Index, Coronavirus, Forecasting, Econometrics

Abstrak

Wabah coronavirus berdampak bagi beberapa segmen salah satunya adalah pasar saham Indonesia. Peramalan pasar saham menjadi menantang ketika pergerakan saham yang mengalami ketidakpastian, apalagi dengan adanya wabah corona virus yang tidak dapat diprediksi berakhirnya. Salah satu indeks saham utama di Indonesia adalah IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) yang pergerakannya menandakan wajah pergerakan saham yang ada di BEI (Bursa Efek Indonesia). Peramalan menjadi penting, penelitian ini menganalisa pergerakan IHSG pada periode coronavirus untuk mengukur tingkat akurasi peramalan. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah tingkat keakurasian peramalan Kalman filter adalah tinggi dengan RMSE mendekati nol dan MAPE di bawah 10%

Kata kunci: Kalman filter, Indeks Saham, Coronavirus, Peramalan, Ekonometrik

1 Pendahuluan

Coronavirus merupakan virus yang ditetapkan sebagai pandemi bagi seluruh warga negara dunia oleh WHO pada tanggal 11 Maret 2020 (Wang, Lu, He, & Ma, 2020)□. Hal tersebut telah berdampak bagi banyak sektor salah satunya adalah sektor ekonomi pada pasar saham Indonesia. Berdasarkan data Investing (<https://www.investing.com/>) yang merupakan salah satu website yang memberikan data mengenai pergerakan saham setiap harinya, IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) memiliki nilai terendah yaitu sebesar Rp 3.937,63 pada bulan Maret 2020 bertepatan dengan setelah ditetapkan Coronavirus (Covid-19) sebagai pandemi. Nilai tersebut jika dibandingkan dengan awal

tahun 2020 mengalami penurunan yang tajam sebesar 37.33%. Penurunan ini juga terjadi pada indeks saham utama Indonesia (FSTE Indonesia, Kompas 100, Pefindo025, dan LQ45) dan menjadi yang terbesar selama satu dekade ke belakang. Beberapa penelitian telah menunjukkan pengaruh pandemi Covid-19 terhadap pergerakan harga saham di berbagai negara, salah satunya adalah (Baker et al., 2020)□ menunjukkan bahwa pandemi ini memberikan efek terbesar jika dibandingkan dengan virus flu jenis lainnya. (Purnaningrum & Ariyanti, 2020)□ menganalisa bahwa Pandemi Covid-19 memberikan intervensi pada pergerakan harga saham di Indonesia dengan data tambahan Google Trends. Google trends merupakan salah satu Big Data yang dapat

dengan mudah digunakan sebagai data penelitian (Purnaningrum & Ariqoh, 2019)□.

Namun, setelah hampir satu tahun mendapat *shock effect* dari pandemi, pergerakan harga saham terutama di Indonesia mengalami peningkatan hingga bulan Oktober 2020 Hal ini menunjukkan bahwa harga saham mengalami pergerakan yang berubah-ubah tak konsisten, ini mengakibatkan peramalan harga saham menjadi masalah yang menantang pada kasus ekonometrik (Bustos & Pomares-Quimbaya, 2020; Pai & Lin, 2005)□. Berbagai model dan metode telah dikembangkan oleh peneliti dari modifikasi model konvensional hingga memanfaatkan Teknologi Informasi. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan nilai IHSG yang terdampak oleh pandemi dengan memanfaatkan metode Kalman filter. IHSG menjadi indeks saham yang diramalkan karena merupakan indeks utama Indonesia yang merupakan rangkuman dari harga-harga saham yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI), dengan kata lain IHSG menjadi gambaran umum pergerakan saham di BEI.

Kalman filter merupakan salah satu metode forecasting yang mengasimilasikan antara data pengamatan dengan model matematika (*state space*). Pertama kali diperkenalkan oleh RE Kalman pada tahun 1960 (Welch & Bishop, 2006)□ kemudian dikembangkan sesuai dengan bidang yang diteliti. (Purnaningrum & Apriliani, 2016)□ memanfaatkan Ensemble Kalman filter sebagai peramalan aliran sungai yang kemudian dimanfaatkan sebagai pengendali pintu bendung gerak. Sedangkan, (Purnaningrum, 2018)□ mengaplikasikan model Random Walk dengan Kalman filter untuk mengestimasi JII (Jakarta Islamic

Index) dengan hasil RMSE yang mendekati nol. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah terletak pada model yang digunakan menggunakan model ekonometrik untuk time series (Durbin & Koopman, 2012; Harvey, 1990; Wilcox & Hamano, 2017)□ dan saham yang dipilih. Selanjutnya bagian ke dua membahas tentang metode penelitian, bagian ketiga membahas tentang hasil analisa dan diskusi dan bagian terakhir kesimpulan dan saran.

2 Metodologi Penelitian

2.1 Data

Data penelitian adalah data sekunder yang diperoleh dari Investing.com (<https://id.investing.com>) mengenai IHSG secara harian. Periode pengambilan data mulai awal tahun 2020, munculnya wabah corona pertama kali di China hingga akhir Oktober 2020. Penelitian ini menguji keakurasian peramalan dilihat dari nilai MAPE dan RMSE. Semakin kecil nilai MAPE dan RMSE maka semakin akurat model yang digunakan.

2.2 Kalman filter

Kalman filter merupakan metode estimasi yang bersifat asimilasi. Asimilasi merupakan cara memperbaiki estimasi dengan menggabungkan antara model state space dengan data pengamatan (observasi). Keuntungan dari pemanfaatan Kalman filter ini adalah memperbaiki nilai estimasi ketika data pengamatan minim berdasarkan deret waktu. Hingga saat ini telah banyak penelitian yang memanfaatkan Kalman filter sebagai metode peramalannya. Studi kasus terbanyak pada bidang teknik, fenomena alam yang memiliki model matematika. (Cai et al., 2019)□ meramalkan arus lalu lintas dengan memodifikasi metode Kalman filter. (Zheng, Chen, & Luo, 2019)□ menganalisa

Kalman filter dapat meningkatkan akurasi peremalan beban rumah tangga guna pengelolaan distribusi pembangkit energi. (Aly, 2020) □ memanfaatkan Kalman filter untuk memperhitungkan kecepatan angin.

Pada kasus ekonometrik, pendekatan Kalman filter digunakan untuk meramalkan kasus deret waktu dengan model matematika yang telah dimodifikasi. (Ammouri, Toumi, Issaoui, & Zitouna, 2019) □ meramalkan inflasi di Tunisia selama masa ketidakstabilan ekonomi berdasarkan data bulanan dengan Kalman filter dan memperoleh peramalan yang akurat. (Gao, Aamir, Shabri, Dewan, & Aslam, 2019) □ memperhitungkan harga minyak dunia dengan metode Kalman filter. Penelitian ini menggunakan model state space dan observer berdasarkan model (Durbin & Koopman, 2012) □.

Model Observasi:

$$y_t = Z_t a_t + e_t, \quad e_t \sim N(0, H_t) \quad (1)$$

Model State Space:

$$a_{t+1} = T_t a_t + R_t h_t, \quad h_t \sim N(0, Q_t) \quad (2)$$

2.3 Langkah dan Tahapan penelitian

Pemanfaatan open source program diaplikasikan pada penelitian ini dengan menggunakan R software yang masih jarang pemanfaatannya untuk kasus-kasus ekonometrik. Software R memudahkan penggunaan dengan berbagai packages untuk menganalisa dan membuat algoritma penyelesaian. Berikut adalah alur algoritma yang dikerjakan pada penelitian ini untuk meramalkan IHSG selama pandemi:

- Menginstall Packages yang berkaitan dengan matematika, peramalan dan ekonometrik. (KFAS, ggplot2) (Helske, 2017; Wickham, 2016) □.

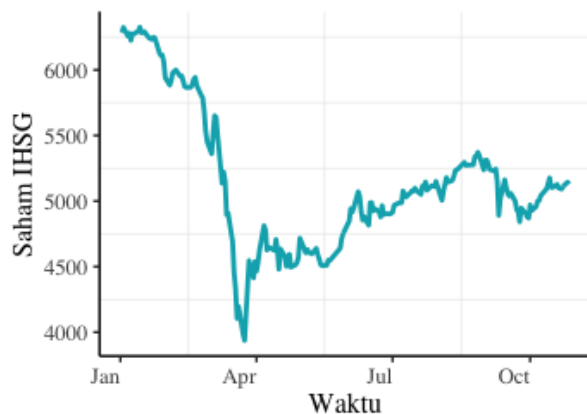
- Library #digunakan untuk memanggil packages yang digunakan pada algoritma
- Baca Data IHSG dan membuat grafik pergerakan IHSG yang terdampak pandemi
- Menentukan nilai Q (covariance error model pada persamaan (2)) dari model time series dengan bantuan while pada algoritma.
- Split Data dengan perbandingan 3:1 untuk data pelatihan dan data ujicoba
- Menjalankan program Kalman filter untuk memprediksi data pelatihan.
- Menghitung MAPE dan RMSE untuk data ujicoba.
- Menganalisa hasil dan dampak ke depannya.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Saham IHSG selama pandemi

Saham IHSG atau sering disebut sebagai IDX Composite merupakan indeks saham yang digunakan untuk memantau seluruh pergerakan harga saham yang tercatat di BEI. Sejak tahun 1983 IHSG digunakan sebagai indikator pergerakan saham tercatat di BEI (Sunardi, Nurmillah, & Ula, 2017) □. Gambar 1 menunjukkan pergerakan IHSG harian pada saat penutupan selama pandemi. Penurunan tercuram dalam kurun waktu pandemi pada akhir Maret dan perlahan mengalami peningkatan setiap harinya. Untuk kasus seperti ini, tidak dapat menggunakan metode yang konvensional seperti pendekatan dengan model-model linier yang hanya menangkap beberapa fenomena yang bersifat trend atau mengikuti pola-pola tertentu. Akan tetapi, penelitian ini menggunakan pendekatan Kalman filter

untuk meningkatkan keakurasian data terutama pada kasus pergerakan saham yang tidak stabil.



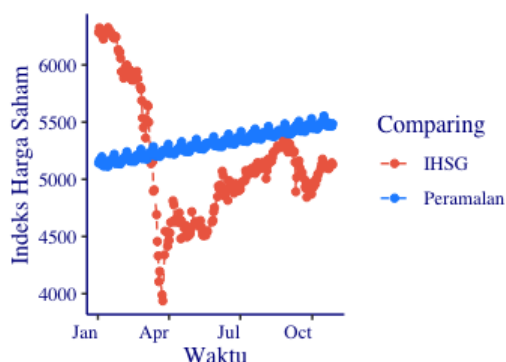
Gambar 1. Pergerakan IHSG selama terdampak pandemi

3.2 Hasil

Pada subbagian hasil, penelitian ini menampilkan hasil setiap langkah algoritma yang dilakukan untuk memperoleh model peramalan yang terbaik.

3.2.1 Penentuan Model terbaik berdasarkan nilai Q

Penelitian ini menjalankan program pada software R dengan batasan error mendekati 10^{-3} dan selisih antara MSE dari periode ke t dengan $t-1$ mendekati 10^{-7} . Nilai Q diperoleh dengan nilai 56. Berdasarkan hasil Gambar 2 terlihat bahwa peramalan yang berdasarkan Kalman filter jika yang diketahui hanya nilai awal saja akan mengikuti kurva linier dengan asumsi periode musiman 12 hari. Setelah memperoleh nilai Q selanjutnya adalah menggunakan hasil tersebut sebagai pembuat model berdasarkan data pelatihan.



Gambar 2. Perbandingan nilai IHSG dan Peramalan dengan nilai $Q=56$

3.2.2 Peramalan dengan Kalman filter

Peramalan dengan Kalman filter dilakukan setelah memperoleh nilai Q . Berdasarkan data pelatihan dilakukan penentuan periode terbaik berdasarkan algoritma yang telah dibuat oleh peneliti. Hasil periode terbaik dari antara periode musiman dan siklik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Penentuan Periode berdasarkan nilai RMSE dan MAPE

Akurasi	Periode	
	Musiman	Siklik
RMSE terbaik	24	41
MAPE terbaik	41	26

Berdasarkan Tabel 1, penelitian ini menganalisa dua model dan menentukan model terbaik yang dijadikan sebagai model peramalan IHSG. Tabel 2 menunjukkan perbandingan nilai MAPE dan RMSE dari masing-masing model.

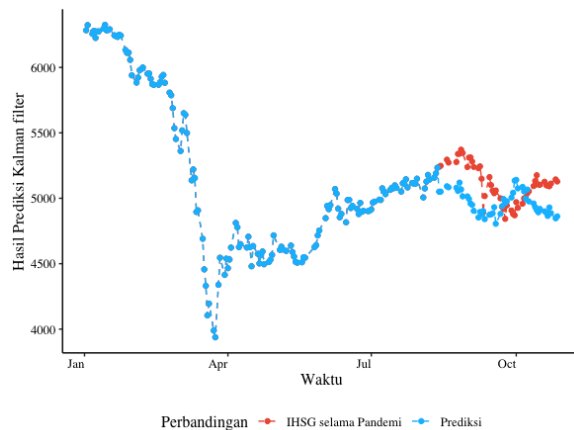
Tabel 2. Perbandingan RMSE dan MAPE dua model

Akurasi	Nilai	
	RMSE	MAPE
RMSE terbaik	0.0494	0.0024
MAPE terbaik	0.0432	0.0019

3.2.3 Diskusi

Perhitungan tingkat akurasi peramalan dengan nilai MAPE dan RMSE pada Tabel 2 menunjukkan bahwa Kalman filter terbukti dapat meramalkan dengan baik meskipun dengan ketidakstabilan data. Hal tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu yang mengukur akuratan ketidakstabilan inflasi (Ammouri et al., 2019). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa Kalman filter dapat meramalkan kasus-kasus pada

bidang ekonometrik dengan bantuan software R sesuai dengan kesimpulan dari (Wilcox & Hamano, 2017)□.



Gambar 3. Perbandingan nilai IHSG dan Peramalan dengan metode Kalman filter

Model ini untuk lebih lanjut dapat dimanfaatkan oleh para investor saham untuk meramalkan pergerakan harga saham yang akan datang. Jika digunakan sebagai trading dapat untuk kasus short term forecasting model ini dapat memiliki tingkat akurasi yang tinggi karena Kalman filter berpatokan kepada state space model. Untuk penelitian selanjutnya dapat memanfaatkan variabel lain sebagai variabel eksplanatori yang dapat meningkatkan keakurasian dari peramalan, salah satu yang dapat digunakan adalah Big Data dalam bentuk sederhana yaitu google trends (Purnaningrum & Ariqoh, 2019; Purnaningrum & Ariyanti, 2020)□. Selain memanfaatkan variabel ekplanatori juga dapat digunakan sebagai pengotimalan harga saham menggunakan metode riset operasi salahsatunya adalah DEA (Purnaningrum, 2016)□

4 Kesimpulan

Peramalan deret waktu terus mengalami perkembangan dan perbaikan dan mendapat perhatian lebih pada penelitian

ekonometrik. Kolaborasi antar model-model data time series dengan model matematika pada umumnya terus dikembangkan, salah satunya adalah peramalan deret waktu dengan Kalman filter. Penelitian ini menunjukkan bahwa performa metode tersebut termasuk tingkat tinggi dalam tingkat keakurasiannya yang dibuktikan dengan nilai MAPE yang di bawah 10%. Selain hal tersebut, metode ini menjadi kebaruan dalam bidang ekonometrik terutama penelitian ekonometrik di Indonesia. Saham terdampak oleh coronavirus dapat diketahui pergerakannya dengan metode Kalman filter. Lanjutan dari penelitian ini adalah dapat membandingkan dengan berbagai model state space tidak hanya model time series.

DAFTAR PUSTAKA

- Aly, H. H. H. (2020). An intelligent hybrid model of neuro Wavelet, time series and Recurrent Kalman Filter for wind speed forecasting. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100802>
- Ammouri, B., Toumi, H., Issaoui, F., & Zitouna, H. (2019). *Forecasting inflation in Tunisia during instability using dynamic factors model: A two-step based procedure based on Kalman filter*. <https://doi.org/10.1504/IJCEE.2019.097794>
- Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., Kost, K., Sammon, M., & Viratyosin, T. (2020). The Unprecedented Stock Market Reaction to COVID-19. *The Review of Asset Pricing Studies*. <https://doi.org/10.1093/rapstu/raaa008>
- Bustos, O., & Pomares-Quimbaya, A. (2020). Stock market movement forecast: A Systematic review. *Expert Systems with Applications*.

- <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113464>
- Cai, L., Zhang, Z., Yang, J., Yu, Y., Zhou, T., & Qin, J. (2019). A noise-immune Kalman filter for short-term traffic flow forecasting. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.122601>
- Durbin, J., & Koopman, S. J. (2012). Time Series Analysis by State Space Methods: Second Edition. *Aging*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gao, W., Aamir, M., Shabri, A. Bin, Dewan, R., & Aslam, A. (2019). Forecasting crude oil price using kalman filter based on the reconstruction of modes of decomposition ensemble model. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2946992>
- Harvey, A. C. (1990). Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter. In *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*. <https://doi.org/10.1017/cbo9781107049994>
- Helske, J. (2017). KFAS: Exponential family state space models in R. *Journal of Statistical Software*. <https://doi.org/10.18637/jss.v078.i10>
- Pai, P. F., & Lin, C. S. (2005). A hybrid ARIMA and support vector machines model in stock price forecasting. *Omega*. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.07.024>
- Purnaningrum, E. (2016). Kriteria Efisiensi Pelayanan Terminal Bus Berbasis Data Envelopment Analysis. *J Statistika*, 9(1), 1–6.
- Purnaningrum, E. (2018). RENEWABLE STOCK PRICE MODEL SEBAGAI PENDUKUNG INVESTASI SAHAM: STUDI KASUS SAHAM JII. *KOLEGIAL*, 6(2), 97–110.
- Purnaningrum, E., & Apriliani, E. (2016). Auto Floodgate Control Using EnKf-NMPC Method. *International Journal of Computing Science and Applied Mathematics*. <https://doi.org/10.12962/j24775401.v2i1.1579>
- Purnaningrum, E., & Ariqoh, I. (2019). Google Trends Analytics dalam Bidang Pariwisata. *Majalah Ekonomi*.
- Purnaningrum, E., & Ariyanti, V. (2020). Pemanfaatan Google Trends Untuk Mengetahui Intervensi Pandemi Covid-19 Terhadap Pasar Saham Di Indonesia. *Jurnal.Unipasby.Ac.Id*.
- Sunardi, N., Nurmillah, L., & Ula, R. (2017). Pengaruh Bi Rate, Inflasi Dan Kurs Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (Ihsg). *Jurnal Sekuritas*.
- Wang, J., Lu, X., He, F., & Ma, F. (2020). Which popular predictor is more useful to forecast international stock markets during the coronavirus pandemic: VIX vs EPU? *International Review of Financial Analysis*. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101596>
- Welch, G., & Bishop, G. (2006). An Introduction to the Kalman Filter. In *Practice*. <https://doi.org/10.1.1.117.6808>
- Wickham, H. (2016). ggplot2 Elegant Graphics for Data Analysis. In *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24277-4>
- Wilcox, B. A., & Hamano, F. (2017). Kalman's Expanding Influence in the Econometrics Discipline. *IFAC-PapersOnLine*. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.106>

Zheng, Z., Chen, H., & Luo, X. (2019). A Kalman filter-based bottom-up approach for household short-term load forecast. *Applied Energy*.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.05.102>