

ESTIMASI *PROFITABILITY* PADA PT.XYZ DENGAN ALGORITMA *UNSCENTED KALMAN FILTER*

Puspandam Katias^{1*}, Teguh Herlambang²
Program Studi Manajemen Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya
Unusa Kampus B Jalan Jemursari 51-57 Surabaya, Indonesia^{1,2}
puspandam@unusa.ac.id, teguh@unusa.ac.id

Abstrak – Salah satu tujuan unit bisnis adalah meningkatkan profitabilitas perusahaan. Profitabilitas merupakan kemampuan suatu perusahaan dalam menghasilkan laba selama periode tertentu. Profitabilitas yaitu kemampuan perusahaan untuk memperoleh laba, tingkat profitabilitas yang semakin besar menunjukkan perusahaan mampu mendapatkan laba yang semakin besar. Profitabilitas merupakan faktor penting di dalam perusahaan, sehingga pada paper ini dilakukan estimasi profitabilitas. Estimasi dalam hal ini menggunakan metode Unscented Kalman Filter (UKF) dan Akar Kuadrat Unscented Kalman Filter (AK-UKF) dengan penerapan prinsip prediksi dan koreksi secara kontinu. Berdasarkan analisis hasil simulasi, metode UKF dan AK-UKF dapat diimplementasikan untuk mengestimasi profit suatu perusahaan. Dari hasil analisa pada simulasi dengan 100, 200 dan 300 iterasi memiliki error yang kurang dari 5 %.

Kata Kunci: Profitabilitas, Estimasi profit, AK-UKF

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia bisnis saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat sehingga perekonomian mengalami tantangan dan rintangan yang cukup mengkhawatirkan dan dirasakan oleh beberapa negara. Hal ini membuat persaingan bisnis, sehingga diperlukan pengelolaan dan penanganan yang baik yang dilakukan oleh pihak manajemen. Selain itu Pihak manajemen juga dituntut untuk dapat mengkoordinasikan seluruh sumber daya yang dimiliki perusahaan secara efektif dan efisien, serta dapat membuat keputusan manajerial guna menunjang tercapainya tujuan perusahaan secara efektif dan efisien. Pihak

manajemen memerlukan suatu pedoman berupa perencanaan yang memuat langkah-langkah yang akan dan harus di tempuh satuan unit bisnis dalam mencapai tujuannya. Salah satu tujuan unit bisnis adalah meningkatkan profitabilitas perusahaan. Profitabilitas merupakan kemampuan suatu perusahaan dalam menghasilkan laba selama periode tertentu.

Rasio profitabilitas merupakan kemampuan atau hasil yang dicapai oleh perusahaan dalam penjualan barang atau jasa yang diproduksinya dalam satu periode tertentu. Profitabilitas merupakan faktor penting di dalam perusahaan, sehingga pada penelitian ini dilakukan Peramalan Laba Rugi Perusahaan dilihat dari Profitabilitas. Estimasi dalam hal ini menggunakan metode Unscented Kalman Filter dengan penerapan prinsip prediksi dan koreksi secara kontinu. Estimasi dilakukan karena suatu masalah terkadang dapat diselesaikan dengan menggunakan informasi atau data sebelumnya yang berhubungan dengan masalah tersebut [1]. Salah satu metode untuk estimasi adalah Unscented Kalman Filter (UKF). Beberapa penelitian telah mengembangkan metode pengembangan Kalman Filter baik untuk estimasi saham [2,3], harga minyak dunia [4,5,6] ataupun profit perusahaan [7,8]. Dalam paper ini mengestimasi fungsi profit yang didapatkan dari simulasi software Mathematica yang selanjutnya disimulasikan dengan software Matlab. Pada paper ini diimplementasikan dan dibandingkan metode Unscented Kalman

Filter (UKF) dan Akar Kuadrat Unscented Kalman Filter (AK-UKF) dalam mengestimasi profit, yang dapat dibuat sebagai bahan pertimbangan pembuatan pedoman perencanaan dengan tujuan perusahaan secara efektif dan efisien.

II. METODE PENELITIAN

A. Algoritma Unscented Kalman Filter

Unscented Kalman Filter merupakan perluasan dari transformasi unscented. Dengan menggunakan transformasi unscented diperoleh mean dan kovarian dari model pengukuran. Diberikan sebuah sistem nonlinear:

$$\begin{aligned} x_{k+1} &= f(x_k, u_k) + v_k \\ z_k &= H(x_k, k) + n_k \end{aligned} \tag{2.6}$$

Persamaan diatas menyatakan perubahan keadaan dan pengukuran. Dengan x_k variabel keadaan pada saat k , z_k variabel pengukuran, u_k definisikan sebagai input proses, dan v_k vektor noise pada keadaan dan n_k adalah vektor noise pada pengukuran sedangkan k adalah waktu diskrit.

Berikut adalah algoritma Unscented Kalman Filter: [4]:

- *Initiation at k = 0:*
 $\hat{x}_0 = E[x_0]$
 $P_{x_0} = E[(x_0 - \hat{x}_0)(x_0 - \hat{x}_0)^T]$
 $\hat{x}_0^a = E[x^a] = E[\hat{x}_0^T \ 0 \ 0]^T$
 $P_0^a = E[(x_0^a - \hat{x}_0^a)(x_0^a - \hat{x}_0^a)^T] = \begin{bmatrix} P_x & 0 & 0 \\ 0 & P_v & 0 \\ 0 & 0 & P_n \end{bmatrix}$ (1)

For $k = 1, 2, 3, \dots, \infty$:

- 1) Count sigma point
 $X_{k-1}^a = [\hat{x}_{k-1}^a \ \hat{x}_{k-1}^a + \gamma\sqrt{P_{k-1}} \ \hat{x}_{k-1}^a - \gamma\sqrt{P_{k-1}}]$
 Dimana:
 $\gamma = \sqrt{L + \lambda}$
 $\lambda = \alpha^2(L + \kappa) - L$ (2)

- 2) Time-update (prediction stage)
 $X_{k|k-1}^x = f(X_{k-1}^x, X_{k-1}^v)$
 $\hat{x}_k^- = \sum_{i=0}^{2L} W_i^{(m)} X_{i,k|k-1}^x$
 $P_{x_k}^- = \sum_{i=0}^{2L} W_i^{(c)} (X_{i,k|k-1}^x - \hat{x}_k^-) (X_{i,k|k-1}^x - \hat{x}_k^-)^T$
 $Z_{k|k-1} = H(X_{k|k-1}^x, X_{k-1}^n)$
 $\hat{z}_k^- = \sum_{i=0}^{2L} W_i^{(m)} Z_{i,k|k-1}$ (3)

- 3) Measurement update (correction stage):

$$\begin{aligned} P_{z_k, z_k} &= \sum_{i=0}^{2L} W_i^{(c)} (Z_{i,k|k-1} - \hat{z}_k^-) (Z_{i,k|k-1} - \hat{z}_k^-)^T \\ P_{x_k, z_k} &= \sum_{i=0}^{2L} W_i^{(c)} (X_{i,k|k-1}^x - \hat{x}_k^-) (Z_{i,k|k-1} - \hat{z}_k^-)^T \\ K_k &= P_{x_k, z_k} P_{z_k, z_k}^{-1} \\ \hat{x}_k &= \hat{x}_k^- + K_k (z_k - \hat{z}_k^-) \\ P_{x_k} &= P_{x_k}^- - K_k P_{z_k} K_k^T \end{aligned} \tag{4}$$

Algoritma Akar Kuadrat Unscented Kalman Filter (AK-UKF) adalah pengembangan dari algoritma UKF, di mana terdapat Singular Value Decomposition (SVD) dan matriks akar kuadrat. SVD adalah suatu matriks dalam bentuk perkalian matriks diagonal yang berisi nilai-nilai singularnya, dengan matriks yang berisi vektor-vektor singular yang bersesuaian [10]. Dekomposisi nilai singular merupakan teknik yang telah digunakan secara luas untuk mendekomposisikan matriks ke dalam beberapa matriks komponen [10].

Matriks akar kudrat adalah akar kuadrat dari matriks definit positif **A**, yaitu

$$A^{1/2} = \sum_{i=1}^k \sqrt{\lambda_i} e_i e_i^T = U \Lambda^{1/2} U^T \tag{5}$$

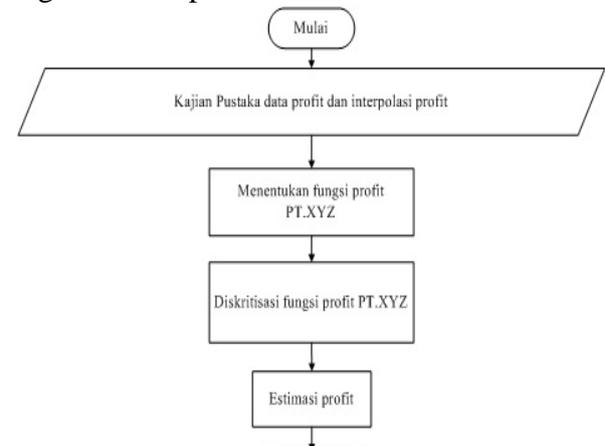
di mana $\Lambda^{1/2}$ adalah matriks diagonal dengan element diagonalnya $\sqrt{\lambda_i}$ dengan

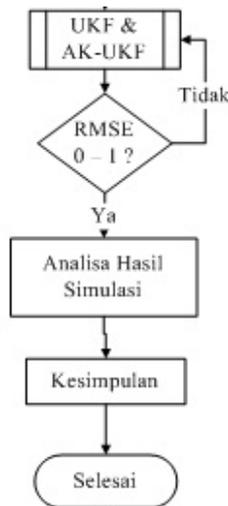
$$\Lambda^{(k \times k)} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_k \end{bmatrix} \text{ dan } \lambda_i > 0 \text{ . Variabel}$$

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ adalah nilai eigen dari **A**.

B. Metodologi Penelitian

Pada paper ini beberapa tahap yang telah dilakukan dalam metodologi penelitian yang digambarkan pada Gambar 1.





Gambar 1: Metodologi Penelitian

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada paper ini estimasi profit menggunakan metode Unscented Kalman Filter (UKF) dan Akar Kuadrat Unscented Kalman Filter (AK-UKF) dengan iterasi 100, 200 dan 300 iterasi, Perbandingan jumlah iterasi menunjukkan bahwa dengan 300 iterasi lebih baik daripada 100 dan 200 iterasi. Simulasi ini menggunakan $\Delta t = 0,1$ serta nilai awal profit. Data profit pada PT. XYZ yang terdapat pada Tabel 1 diinterpolasi dengan software Mathematica sehingga menghasilkan sebuah fungsi profit pada persamaan (1).

Tabel 1: Data Profit PT.XYZ

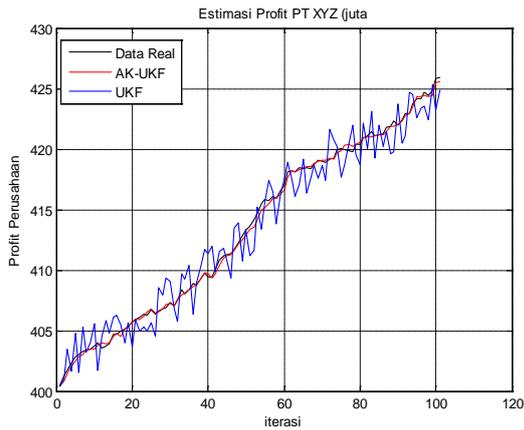
Month	Company profit
Jan-2016	400
Feb-2016	410
Mar-2016	405
Apr-2016	420
May-2016	425
Jun-2016	422
Jul-2016	419
Aug-2016	437
Sep-2016	431
Oct-2016	440
Nov-2016	422
Dec-2016	437
Jan-2017	450
Feb-2017	442

Mar-2017	451
Apr-2017	439
May-2017	449
Jun-2017	421
Jul-2017	413
Aug-2017	452
Sep-2017	433
Oct-2017	442
Nov-2017	450
Dec-2017	438
Jan-2018	440
Feb-2018	454
Mar-2018	451
Apr-2018	439
May-2018	449
Jun-2018	460
Jul-2018	468
Aug-2018	472
Sep-2018	470
Oct-2018	477
Nov-2018	480
Dec-2018	474

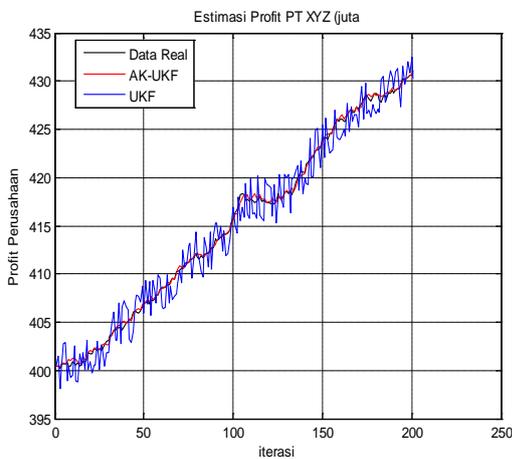
Sehingga mendapatkan fungsi profit sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 f(x) &= 105,45x^2 - 987,67x + 8010,62 \\
 f'(x) &= 210,9x - 987,67
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Pada Gambar 2 dan 3 menjelaskan hasil simulasi pada estimasi profit pada PT.XYZ dengan menggunakan 100 dan 200 iterasi. Sedangkan Gambar 4, hasil simulasi dengan menggunakan 300iterasi. Pada Gambar 2-4 dan menunjukkan bahwa hasil estimasi profit memiliki pola yang hampir sama dengan data profit real perusahaan, di mana hasil estimasi profit dengan menggunakan metode UKF dan AK-UKF memiliki akurasi yang tinggi dengan error kurang 5%.

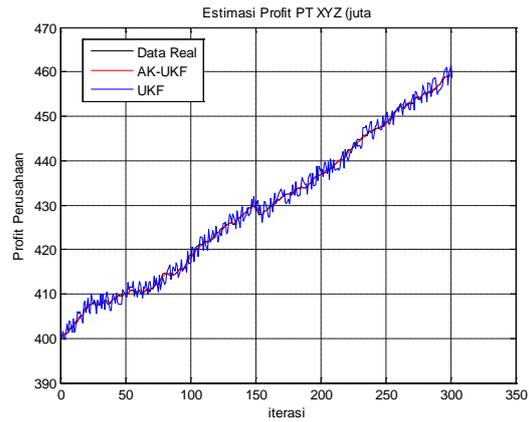


Gambar 2: Estimasi Profit PT. XYZ menggunakan metode UKF dan AK-UKF dengan 100 iterasi



Gambar 3: Estimasi Profit PT. XYZ menggunakan metode UKF dan AK-UKF dengan 200 iterasi

Pada Gambar 1, error yang didapatkan adalah untuk estimasi profit pada simulasi iterasi 100 pada metode UKF yaitu 0.431 dan dengan metode AK-UKF adalah 0.1972. Sedangkan pada Gambar 2 menunjukkan simulasi dengan iterasi 200 menghasilkan Error untuk metode UKF yaitu 0.3924 dan dengan metode AK-UKF adalah 0.1209. Begitu juga pada Gambar 3 yang menunjukkan hasil simulasi dengan 300 iterasi, error yang dihasilkan oleh metode AK-UKF lebih kecil daripada metode UKF.



Gambar 4: Estimasi Profit PT. XYZ menggunakan metode UKF dan AK-UKF dengan 300 iterasi

Error yang dihasilkan pada Gambar 1-3 menunjukkan bahwa metode AK-UKF lebih akurat dikarenakan ada faktor akar kuadrat yang dapat memperkecil error Perbandingan error yang didapatkan pada simulasi dengan 100, 200 dan 300 dengan metode UKF yang ditunjukkan pada Tabel 2., sedangkan perbandingan error pada metode AK-UKF dengan iterasi 100, 200 dan 300 pada Tabel 2. Pada paper ini juga membandingkan antara metode UKF dan AK-UKF baik untuk 100, 200 dan 300 iterasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2: Perbandingan Nilai RMSE dengan Metode Unsecented Kalman Filter Berdasarkan 100, 200 dan 300 iterasi

	100 Iterasi	200 Iterasi	300 Iterasi
RMSE Profit	0.431	0.3924	0,3145
Waktu simulasi	5.6331 s	6.8791 s	8.147 s

Tabel 3: Perbandingan Nilai RMSE dengan Metode Akar Kuadrat Unsecented Kalman Filter Berdasarkan 100, 200 dan 300 iterasi

	100 Iterasi	200 Iterasi	300 Iterasi
RMSE Profit	0.1972	0.1209	0,083
Waktu simulasi	6.1238 s	7.293 s	8.7921 s

Tabel 4: Perbandingan Nilai RMSE dengan Metode Unscented Kalman Filter dan Akar Kuadrat Unscented Kalman Filter

	100 Iterasi		200 Iterasi		300 Iterasi	
	UKF	AK-UKF	UKF	AK-UKF	UKF	AK-UKF
RMSE Profit	0.431	0.1972	0.3924	0.1209	0.3145	0.083
Waktu simulasi	5.6331 s	6.1238 s	6.8791 s	7.293 s	8.147 s	8.7921 s

Selanjutnya perbandingan hasil estimasi antara metode UKF dan AK-UKF pada Tabel 4 menunjukkan bahwa metode AK-UKF memiliki tingkat akurasi lebih akurat daripada UKF, dimana tingkat akurasi dari AK-UKF sekitar 97%, sedangkan akurasi dari metode UKF sekitar 92% - 95%. Dari segi waktu simulasi, dengan 300iterasi memiliki waktu lebih lama daripada 100 dan 200iterasi karena jumlah iterasi sangat mempengaruhi waktu komputasi. Dengan adanya simulasi ini dapat membantu pihak manajemen suatu perusahaan untuk mengamati pergerakan dari profit perusahaan di masa yang akan datang dan dapat membuat suatu perencanaan yang tepat yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk menunjang kenaikan dari profit perusahaan sehingga metode Unscented Kalman Filter dapat digunakan sebagai salah satu metode estimasi profit perusahaan

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa pada simulasi dengan 100, 200 dan 300 iterasi. Metode AK-UKF dan UKF dapat diimplementasikan untuk mengestimasi fungsi profit dengan tingkat akurasi yang tinggi dengan error sekitar 5%. Namun metode AK-UKF lebih akurat dibandingkan metode UKF karena errornya tidak lebih dari 3%. Dengan adanya simulasi ini dapat membantu pihak manajemen suatu perusahaan untuk mengamati pergerakan dari profit perusahaan di masa yang akan datang dan dapat membuat suatu perencanaan yang tepat yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk menunjang kenaikan dari profit perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan Terima Kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemristekdikti) yang telah mendukung penelitian dosen pemula bagi penulis pada tahun 2020 dengan nomer kontrak: 044/SP2H/LT-MONO/LL7/2020 dan 297.29/UNUSA/Adm-LPPM/IV/2020.

REFERENSI

- [1] Kalman, R.E., 1960. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. *ASME Journal of Basic Engineering*, Vol 82, pp. 35-45
- [2] Karya, D.F., Puspandam, K. and Herlambang, T., 2017. "Stock Price Estimation Using Ensemble Kalman Filter Square Root Methods", The First International Conference on Combinatorics, Graph Teory and Network Topology, University of Jember-Indonesia, 25-26 Nov 2017, *Journal of Physics: Conf. Series*1008 (2018) 012026.
- [3] KaryaD F, KatiasP, HerlambangT and Rahmalia D 2019Development of Unscented Kalman Filter Algorithm for Stock Price Estimation*Journal of Physics : Conference Series***1211**
- [4] AnshoriM.Y., Herlambang T, Karya D F, Rahmalia D and Inawati P A 2020H-Infinity for World Crude Oil Price Estimation*Journal of Physics : Conference Series***1563**
- [5] Katias, P., Fidita, D.F., Herlambang, T.,andKhusnah,H., 2018. "Ensemble Kalman Filter for Crude Oil Price Estimation," The Second International Conference on Combinatorics, Graph Teory and Network Topology, University of Jember-Indonesia, 24-25 Nov 2018, *Journal of Physics: Conf. Series* 1211(2019) 012031
- [6] Karya, D.F., Anshori, M. Y , Mardhotillah, R.R., Puspandam, K., Muhith, A., and Herlambang, T., 2019, Estimation of Crude Oil Price Using Unscented KalmanFilter,The Third International Conference on Combinatorics, Graph Teory and Network Topology, University of Jember-Indonesia, 26-27 Oct 2019.
- [7] Anshori, M. Y., and Herlambang, T. 2019, "Estimation Of Profitability Of A Company In PT. ABC Using Kalman Filter", The 1ST International Conference On Bussines, Law, And Pedagogy, 13-14 February 2019
- [8] Anshori, M. Y., Herlambang, T, Karya, D.F, Muhith, A., Rasyid, R.A., 2019, Profitability Estimation of A Company In PT.ABCD Using Extended KalmanFilter,The Third International Conference on Combinatorics, Graph Teory and

- Network Topology, University of Jember-Indonesia, 26-27 Oct 2019.
- [9] Muhith, A.,Herlambang, Teguh., Irhamah, and Rahmalia, D. 2020., “Estimation of Thrombocyte Concentrate (TC) and *Whole Blood*(WB)using Unscented Kalman Filter ”, *International Journal of Advanced Science and Technology* , vol 29, no 8s, pp 25-32
- [10] Hasbullah, H., 2011, “Algoritma Adaptive Covariance Rank Unscented Kalman Filter untuk Estimasi Ketinggian dan Kecepatan Aliran Sungai”, *Tesis Magister* Jurusan Matematika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.