

Sistem Peramalan Permintaan Darah dengan Metode Simple Moving Average

Wan Mhd Iqbal Muttaqin ^{1,*}, William Ramdhan ¹, Wan Mariatul Kifti ¹

¹ Program Studi Sistem Informasi, STMIK Royal Kisaran, Indonesia

* Correspondence: waniqbalpmi@gmail.com

Copyright: © 2022 by the authors

Received: 9 Agustus 2022 | Revised: 11 Agustus 2022 | Accepted: 13 Agustus 2022 | Published: 20 Desember 2022

Abstrak

Simple Moving Average (SMA) adalah metode yang digunakan untuk meramalkan suatu keadaan pada periode berikutnya. Metode ini diterapkan untuk menentukan jumlah permintaan darah pada PMI di wilayah Kabupaten Asahan. Stok darah adalah factor penting untuk menunjang kegiatan pada organisasi PMI ini dengan memperhatikan kondisi bulan/periode ini dan memprediksi periode berikutnya. Tujuan penelitian ini adalah membangun sistem peramalan permintaan darah dengan metode SMA. Model yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah waterfall dengan tahapan analisis, desain, implementasi dan pengujian. Data yang kami gunakan adalah untuk peramalan ini adalah permintaan darah dari bulan Juli 2021 sampai Juni 2022. Analisis data yang digunakan metode SMA untuk menentukan tingkat kesalahan prediksi pada sistem ini, sementara itu pengujian sistem ini menggunakan *black box*. Hasil produk kami dalam bentuk web yang terdiri dari menu login, menu utama, hasil perhitungan. Hasil perhitungan menggunakan metode SMA pada sistem kami sudah sesuai, dan dapat menampilkan jumlah stok permintaan darah pada tiap periodenya. Hasil pengujian sistem menggunakan *black box* menunjukkan bahwa sistem ini yang berjalan dengan baik tanpa adanya error, dan berfungsi dengan baik. Oleh karena itu, dengan adanya sistem ini dapat membantu pihak PMI untuk menentukan jumlah permintaan berdasarkan golongan darah.

Kata kunci: simple moving average; peramalan; permintaan darah

Abstract

Simple Moving Average (SMA) is a method used to forecast a state of affairs in the next period. This method is applied to determine the number of blood requests in PMI in the Asahan Regency area. Blood stock is an important factor to support activities in this PMI organization by paying attention to the condition of this month /period and predicting the next period. The purpose of this study is to build a blood demand forecasting system with the SMA method. The model used to build this system is a waterfall with stages of analysis, design, implementation and testing. The data we use for this forecasting is the demand for blood from July 2021 to June 2022. Data analysis used the SMA method to determine the rate of prediction errors in this system, while testing this system used a black box. The results of our products are in the form of a web consisting of the login menu, the main menu, the calculation results. The calculation results using the SMA method in our system are appropriate, and can display the number of blood demand stocks in each period. The results of testing the system using black box show that this system is running properly without any errors, and it is working properly. Therefore, the existence of this system can help pmi to determine the number of requests based on blood type.

Keywords: simple moving average; forecasting; blood demand



PENDAHULUAN

Palang Merah Indonesia atau disebut PMI adalah sebuah organisasi perhimpunan nasional Indonesia yang bergerak dalam bidang sosial kemanusiaan. Dalam menjalankan tugas kemanusiaannya, PMI tidak melakukan perbedaan berdasarkan golongan politik, ras suku, ataupun agama tertentu. PMI lebih mengutamakan korban yang paling membutuhkan pertolongan segera untuk keselamatan jiwanya. Tujuan dari PMI sendiri adalah untuk meringankan penderitaan sesama manusia. Salah satu kegiatan yang sering dilakukan PMI adalah kegiatan donor darah yang dilakukan oleh Unit Donor Darah (UDD) Palang Merah Indonesia.

Permasalahan UDD PMI Kab. Asahan adalah kesulitan dalam menentukan jumlah persediaan darah golongan A, B, O dan AB di setiap bulannya, dikarenakan UDD PMI tidak mengetahui berapa banyak darah yang dibutuhkan. Maka dengan ini UDD PMI tidak boleh sampai kehabisan persediaan darah golongan A, B, O dan AB agar pasien yang kekurangan darah bisa tertolong. Oleh karena itu masalah permintaan darah golongan A, B, O dan AB juga harus diperhatikan, agar pasien yang membutuhkan darah dapat tertolong dengan baik.

Darah merupakan suatu suspensi sel dan fragmen sitoplasma di dalam cairan yang disebut Plasma (Reswari et al., 2021; Rohan et al., 2021; Samsulhadi et al., 2021). Secara keseluruhan darah dapat dianggap sebagai jaringan pengikat dalam arti luas, karena pada dasarnya terdiri atas unsur-unsur sel berbentuk plasma. Darah memiliki fungsi untuk mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel-sel di seluruh tubuh, serta dapat menyuplai jaringan tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit.

Salah satu faktor penting dalam menunjang keberlangsungan operasional suatu organisasi adalah ketersediaan darah tersebut. Untuk itu diperlukan suatu alat atau sistem yang dapat membantu memutuskan persediaan atau stok darah ke depan dengan lebih objektif dengan memperhatikan kondisi bulan lalu dan prediksi bulan depan. Salah satu cara efektif untuk menentukan stok barang atau darah di PMI yang diterapkan dalam suatu alat atau sistem adalah dengan metode prediksi atau peramalan yaitu metode *Simple Moving Average* (SMA).

Metode SMA adalah metode digunakan untuk menentukan persamaan trend data yang mencakup analisis Time Series (Marita & Darwati, 2022) dengan dua kasus data genap dan data ganjil (Aini et al., 2018; Kumila et al., 2019). Metode SMA juga diartikan sebagai teknik pembobotan untuk periode mendatang (Islam et al., 2020; Karasu et al., 2020; Merkuryeva et al., 2019; Prajam et al., 2022), dimana bobot yang diberikan pada periode semakin dekat, maka semakin dekat pula periode yang diramalkan (Anggraeni, 2019; Hudaningsih et al., 2020; Putra & Solikin, 2019).

Metode SMA diterapkan oleh sejumlah peneliti sebelumnya untuk meramalkan harga saham (Anggraeni, 2019), meramalkan atau memprediksi hasil laba laundry (Aini et al., 2018), dan penjualan produk organik (Ardiansah et al., 2021). Dimana hasil temuan mereka adalah menghasilkan sistem untuk meramalkan harga saham, hasil laba, dan penjualan produk organik. Selanjutnya hasil temuan menggunakan metode SMA yang telah diterapkan rata-rata memiliki tingkat akurasi yang tinggi ($\pm 95\%$) dalam memprediksi atau meramalkan suatu objek yang dielitinya. Pada penelitian bertujuan untuk membuat sistem peramalan permintaan darah menggunakan metode SMA di PMI wilayah kabupaten Asahan. Dengan adanya sistem ini dapat membantu pihak PMI untuk menentukan permintaan jenis golongan darah sesuai kebutuhan pada tiap periodenya.

METODE

Membangun atau membuat sistem peramalan ini kami menerapkan model waterfall menggunakan tahapan analisis, desain, implementasi dan ujicoba (*testing*) (Afif et al., 2020; Afuan et al., 2021; Jardim et al., 2020; Kramer, 2018; Mahmud et al., 2022; Savard & Cyr,

2018). Pada tahapan analisis dilakukan pengumpulan informasi mengenai permintaan kantong darah dari masing-masing jenis golongan darah A, B, O dan AB berdasarkan permintaan di PMI dengan cara wawancara, observasi, dan dokumentasi. Pada tahap desain terdiri dari perancangan aliran sistem informasi (*flowchart*).

Selanjutnya pada tahapan implementasi dilakukan penerapan sistem yang nantinya akan membantu dalam mengurangi dan menghilangkan masalah-masalah yang ada. Pada tahap terakhir yang dilakukan adalah menguji sistem dengan *black box*. Tujuan *black box* ini adalah untuk menguji semua komponen pada sistem apakah dapat berfungsi dan berjalan dengan baik. Metode yang diterapkan dalam sistem ini adalah metode SMA yang bertujuan untuk memprediksi atau meramalkan permintaan kantong darah dari masing – masing jenis golongan darah seperti A, B, O dan AB. Untuk menentukan stok atau permintaan kantong darah yang menggunakan metode SMA ini dapat dilihat pada persamaan 1. Semakin panjang jangka waktu *moving average*, efek pelicinan semakin terlihat dalam ramalan atau menghasilkan *moving average* yang semakin halus.

$$F_{t+1} = X_1 + X_2 + \dots + X_t / n \tag{1}$$

Dimana:

F_{t+1} = Ramalan untuk periode ke t+1

X_t = Nilai real pada periode ke t

n = Jumlah batas dalam *moving average* (Pergerakan)

Ukuran akurasi peramalan menggunakan pengrata-rataan beberapa fungsi dari perbedaan antara nilai yang sebenarnya dengan nilai prediksi atau peramalannya. Untuk mengukur rata-rata kesalahan dugaan dengan melihat nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) (Chaiyakan & Thipwiwatpotjana, 2019; Chen et al., 2021) pada persamaan 2.

$$MSE = \sum Et^2 / n \tag{2}$$

Dimana:

Et^2 = Nilai galat kuadrat

n = Banyak data

Selanjutnya dilakukan perhitungan *Mean Square Error* (MSE) yang bertujuan untuk mengetahui rata-rata selisih kuadrat antara nilai yang diramalkan dan diamati (Hodson, 2022; Susilawati & Muhathir, 2019). Sedangkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran presentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan (Almeida et al., 2018; Nicolson & Paliwal, 2019; Shin et al., 2018) menggunakan persamaan 3.

$$MAPE = \left(\frac{100\%}{n} \right) \sum_{t-1}^n \left| \frac{x_t - f_t}{x_t} \right| \tag{3}$$

Dimana :

x_t = Data aktual pada periode t

F_t = Nilai peramalan pada periode t

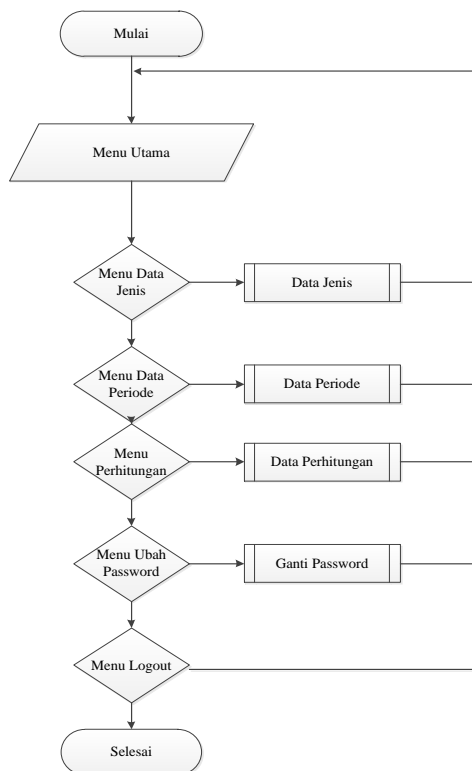
n = Jumlah data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

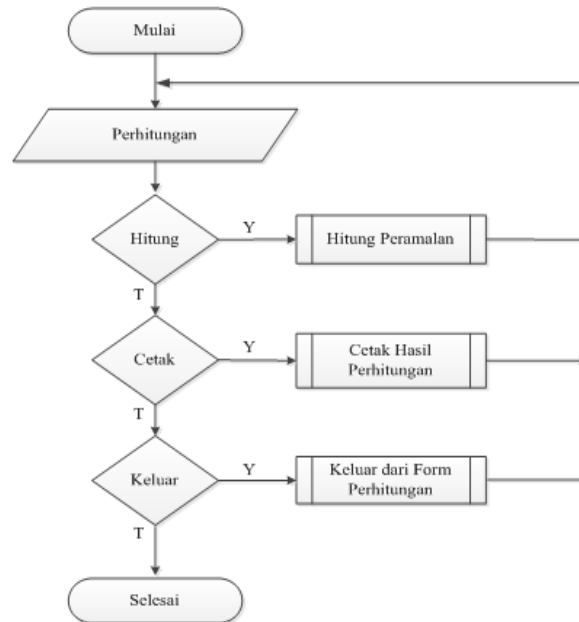
Hasil analisis yang kami temukan adalah UDD PMI Kab. Asahan belum bisa memprediksi Permintaan Darah golongan A, B, O dan AB pada periode berikutnya. Selain itu, sering mengalami kelebihan dan kekurangan dalam permintaan konsumen. Data yang digunakan sebagai sampel pada penelitian ini adalah data permintaan dari bulan Juli 2021 sampai dengan bulan Juni 2022. Selanjutnya hasil analisis kebutuhan yang kami gunakan untuk membangun sistem ini adalah menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan *database MySQL* dan *XAMPP* sebagai sever lokal.

Hasil perancangan pada penelitian ini adalah berupa diagram alir (*flowchart*) sistem peramalan permintaan kantong darah yang disajikan pada gambar 1. Pada *flowchart* menu utama tersebut menggambarkan admin memulai program, kemudian program akan menampilkan halaman utama yang memberikan beberapa pilihan menu yang dapat dipilih, jika admin memilih menu data jenis Permintaan Darah golongan A, B, O dan AB maka sistem akan menampilkan form data jenis Permintaan Darah golongan A, B, O dan AB. Selanjutnya, jika Admin memilih menu data periode maka sistem akan menampilkan form data periode, begitu seterusnya alur dari dari sistem ini.



Gambar 1. *Flowchart* menu utama

Flowchart yang telah kami buat bukan hanya untuk menu utama, namun juga *flowchart* perhitungan dengan menggunakan metode SMA yang disajikan pada gambar 2. Pada *flowchart* hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa Admin memulai program, kemudian program akan menampilkan form perhitungan yang memberikan beberapa pilihan tombol yang dapat dipilih. Selanjutnya, Jika admin memilih tombol hitung maka sistem akan menghitung data peramalan Permintaan Darah golongan A, B, O dan AB, begitu seterusnya alur dari menu perhitungan ini pada sistem ini.



Gambar 2. Flowchart perhitungan

Hasil implementasi perhitungan peramalan menggunakan metode SMA memberikan hasil peramalan berdasarkan permintaan kantong darah pada golongan A, B, AB, dan O. Hasil perhitungan atau peramalan masing-masing jenis golongan pada tabel 1 menunjukkan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) atau persentase kesalahan/error dalam peramalan atau memprediksi permintaan dari jenis golongan darah relatif kecil. Hasil MAPE pada golongan darah A sebesar 11,74%, golongan darah B sebesar 9,1%, golongan darah AB 15,53%, dan golongan darah O memperoleh 9,84. Sehingga hasil ini dapat digunakan sebagai acuan untuk memprediksi jumlah stok atau permintaan darah berdasarkan masing-masing golongan darah di PMI ini pada tiap periodenya atau setiap bulannya.

Tabel 1. Hasil analisis kesalahan peramalan permintaan darah

	Jenis Golongan Darah			
	A	B	AB	O
MAD	6,45	5,75	1,65	6,15
MSE	62,57	62,02	4,47	55,52
RMSE	7,91	7,88	2,11	7,45
MAPE (%)	11,74	9,1	15,53	9,84

Keterangan:

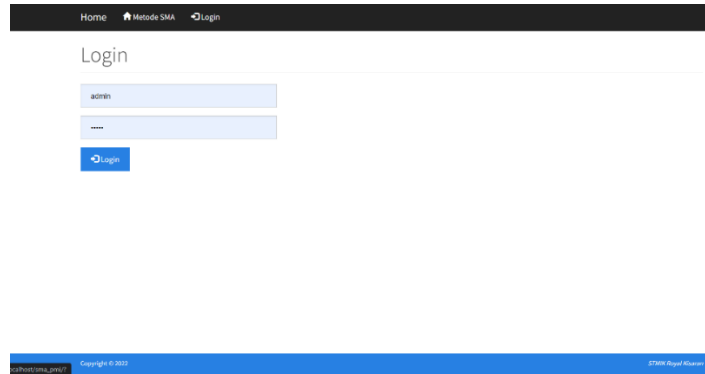
MAD = *Mean Absolute Deviation*

MSE = *Mean Square Error*

RMSE = *Root Mean Square Error*

MAPE = *Mean Absolute Percent Error*

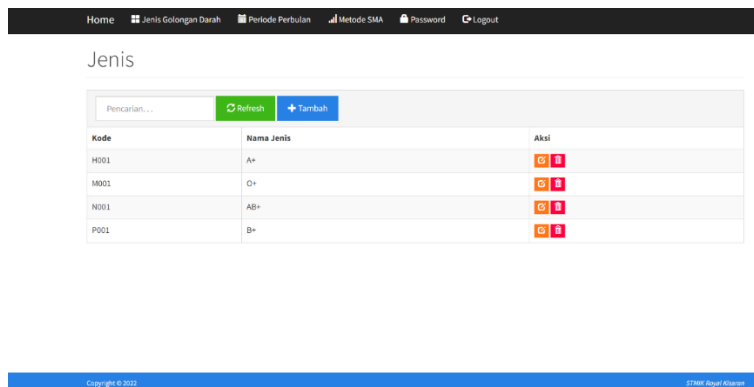
Hasil implementasi *interface* sistem peramalan yang telah kami kembangkan dengan menggunakan metode SMA terdiri dari menu login pada gambar 1. Menu login ini bertujuan agar dapat masuk ke halaman utama. Berikut tampilan menu login peramalan permintaan darah pada PMI Kab. Asahan dengan metode SMA. Selanjutnya halaman menu utama sistem peramalan permintaan darah pada PMI Kab. Asahan ini menampilkan profil UDD PMI Asahan yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Menu login



Gambar 2. Halaman utama



Gambar 3. Jenis golongan darah

Sistem kami juga memiliki untuk menentukan jenis golongan darah seperti A, B, AB, dan O yang nampak pada gambar 3.

Jan-2022	12	9.50	-2.50	6.25	2.50	0.21
Feb-2022	9	10.00	1.00	1.00	1.00	0.11
Mar-2022	10	10.50	0.50	0.25	0.50	0.05
Apr-2022	14	9.50	-4.50	20.25	4.50	0.32
May-2022	11	12.00	1.00	1.00	1.00	0.09
Jun-2022	72	12.50	-9.50	3,540.25	59.50	0.83
MSE (Mean Squared Error)				358.48		
RMSE (Root Mean Squared Error)				18.93		
MAE (Mean Absolute Error)					7.55	
MAPE (Mean Absolute Percentage Error)						23.41 %
Hasil Prediksi:						
Bulan (n)						Fx
Jul-2022						42
Aug-2022						57
Sep-2022						49

Gambar 4. Menu hasil perhitungan

Selanjutnya yang terakhir adalah sistem ini menampilkan hasil perhitungan menggunakan metode SMA dengan jumlah periode yang diramalkan adalah 3 periode/bulan yakni bulan juli, agustus, dan september 2022 dengan memperoleh nilai MAPE sebesar 23,41%.

Hasil pengujian sistem yang telah kami kembangkan bahwa, semua komponen pada sistem ini sudah berjalan dengan baik berdasarkan hasil pengujian menggunakan black box yang disajikan pada tabel 2

Tabel 2. Hasil *blackbox testing*

Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Pemasukan data <i>username</i> dan <i>password</i> dengan lengkap dan benar	Dapat masuk kedalam sistem dan	Proses berhasil dan sesuai dengan yang diinginkan	Sesuai
Pengisian data Permintaan kantong darah golongan A, B, O dan AB	Dapat menyimpan data Permintaan kantong darah golongan A, B, O dan AB dalam <i>database</i>	Data tersimpan di <i>database</i>	Sesuai
Klik tombol edit	Dapat merubah data Permintaan kantong darah golongan A, B, O dan AB kedalam <i>database</i> berdasarkan <i>primary key</i> yang telah ditetapkan	Data berhasil dirubah	Sesuai
Klik tombol hapus	Dapat menghapus data Permintaan kantong darah golongan A, B, O dan AB berdasarkan <i>primary key</i> yang ditetapkan	Data berhasil dihapus	Sesuai
Klik tombol keluar	Sistem kembali ke tampilan menu utama	Sistem berhasil menampilkan halaman menu utama	Sesuai
Klik tombol hitung	Sistem dapat menampilkan hasil perhitungan peramalan beserta nilai eror	Hasil perhitungan peramalan serta nilai eror berhasil ditampilkan	Sesuai
Klik tombol cetak	Sistem dapat menampilkan hasil laporan berdasarkan Permintaan kantong darah golongan A, B, O dan AB yang dipilih	Sistem dapat menampilkan hasil laporan berdasarkan Permintaan kantong darah golongan A, B, O dan AB yang dipilih	Sesuai
Klik tombol keluar	Sistem kembali ke tampilan menu utama	Sistem berhasil menampilkan halaman menu utama	Sesuai

Pembahasan

Sistem yang telah kami kembangkan ini menggunakan metode SMA yang bertujuan untuk meramalkan jumlah permintaan kantong darah berdasarkan golongan darah A, B, AB, O. Hasil analisis yang telah kami lakukan, sistem yang kami kembangkan ini menggunakan Bahasa pemrograman PHP dengan teknologi databsnya menggunakan MySQL, serta aplikasi yang digunakan untuk server lokal adalah XAMPP. Hasil perancangan sistem berupa *flowchart* yang terdiri dari *flowchart* menu utama dan perhitungan metode SMA. *Flowchart* pada menu utama (gambar 1) merupakan kegiatan admin dalam menentukan jenis data, data periode, data perhitungan dan mengubah password. Sementara itu pada gambar 2 atau *flowchart* untuk perhitungan data menggunakan metode SMA. Dimana pada tahapan ini admin melakukan perhitungan dan cetak hasil analisis data permintaan kantong darah berdasarkan jenis golongan.

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan metode SMA pada tabel 1 diperoleh hasil *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) atau persentase kesalahan/error dalam peramalan atau memprediksi permintaan dari jenis golongan darah relatif kecil. Hasil MAPE pada golong darah A sebesar 11,74%, golongan darah B sebesar 9,1%, golongan darah AB 15,53%, dan golongan darah O memperoleh 9,84. Berdasarkan hasil ini, pihak PMI dapat menentukan atau memprediksi jumlah permintaan kantong darah jenis A, B, AB, dan O untuk periode/bulan berikut. Pada aplikasi ini yang telah kami kembangkan, bukan hanya memprediksi hanya 1 periode berikutnya, namun bisa memprediksi 2 sampai 10 bahkan lebih untuk memprediksi permintaan jumlah kantong darah ini.

Hasil *interface* pada sistem ini yang terdiri dari menu login, menu utama, menu jenis golongan darah, dan menu hasil perhitungan. Menu login ini digunakan untuk memasukkan username dan password pengguna untuk masuk pada sistem ini. Selanjutnya pada menu utama menampilkan profil UDD PMI dan beberapa menu pilihan jenis golongan darah, periode perbulan, metode SMA dan logout. Hasil yang ditampilkan interface pada jenis golongan darah dan hasil perhitungan adalah menampilkan jenis golongan darah A, B, AB, dan O yang siap akan dilakukan peramalannya. Selanjutnya dianalisis menggunakan metode SMA dan ditampilkan pada menu hasil perhitungan. Selain itu berdasarkan pengujian black box diperoleh hasil bahwa setiap data masukan dan keluaran, atau komponen pada sisitem kami sudah berjalan dan berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya.

Hasil temuan kami relevan dengan hasil temuan yang dilakukan penelitian sebelumnya yakni hasil peramalan atau prediksi menggunakan metode SMA ini memberikan nilai error yang persentasenya rendah, sehingga hasil tersebut dapat dijadikan sebagai rujukan untuk menentukan hasil laba laundry, harga saham, dan penjualan produk organik untuk periode berikut (Aini et al., 2018; Anggraeni, 2019; Ardiansah et al., 2021). Namun pada penelitan kami menerapkan metode SMA bukan hanya untuk 2-3 periode, namun beberapa periode bisa kami prediksi dengan sistem yang telah kami kembangkan ini, sehingga pihak PMI dapat memprediksi jumlah permintaan jenis golongan darah pada beberapa bulan berikutnya.

SIMPULAN

Sistem yang telah kami kembangkan adalah sistem peramalan permintaan kantong darah menggunakan metode SMA sudah sesuai dengan harapan. Dimana hasil perhitungan pada sistem ini sudah sesuai dengan metode SMA ini. Selain itu, pengujian sistem juga memberikan hasil bahwa komponen-komponen pada sisem ini sudah berjalan dengan baik atau berfungsi. Oleh karena itu, dengan adanya sistem ini dapat membantu pihak PMI khususnya di wilayah kabupaten asahan untuk menentukan atau memprediksi jumlah permintaan kantong darah pada golongan A, B, AB, dan O setiap periode/bulannya.

REFERENSI

- Afif, A. N., Noviyanto, F., Sunardi, S., Akbar, S. A., & Aribowo, E. (2020). Integrated application for automatic schedule-based distribution and monitoring of irrigation by applying the waterfall model process. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(1), 420–426. <https://doi.org/10.11591/eei.v9i1.1368>
- Afuan, L., Nofiyati, N., & Umayah, N. (2021). Rancang Bangun Sistem Informasi Bank Sampah di Desa Paguyangan. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 5(1), 21–30. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v5i1.3171>
- Aini, N., Sinurat, S., & Hutabarat, S. A. (2018). Penerapan Metode Simple Moving Average Untuk Memprediksi Hasil Laba Laundry Karpas Pada CV. Homecare. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 5(2), 167–175.
- Almeida, F. A., Gomes, G. F., Paula, V. R., Correa, J. E., Paiva, A. P., Gomes, J. H. de F., & Turrioni, J. B. (2018). A weighted mean square error approach to the robust optimization of the surface roughness in an AISI 12L14 free-machining steel-turning process. *Journal of Mechanical Engineering*, 64(3), 147–156. <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2017.4901>
- Anggraeni, D. T. (2019). Forecasting Harga Saham Menggunakan Metode Simple Moving Average Dan Web Scrapping. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 21(3), 234–241. <https://doi.org/10.33557/jurnalmatrik.v21i3.726>
- Ardiansah, I., Adiarsa, I. F., Putri, S. H., & Pujiyanto, T. (2021). Penerapan Analisis Runtun Waktu pada Peramalan Penjualan Produk Organik menggunakan Metode Moving Average dan Exponential Smoothing. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(4), 548–559. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v10i4.548-559>
- Chaiyakan, S., & Thipwiwatpotjana, P. (2019). Mean Absolute deviation portfolio frontiers with interval-valued returns. *International Symposium on Integrated Uncertainty in Knowledge Modelling and Decision Making*, 222–234. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14815-7_19
- Chen, Z., Song, S., Wei, Z., Fang, J., & Long, J. (2021). Approximating median absolute deviation with bounded error. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 14(11), 2114–2126. <https://doi.org/10.14778/3476249.3476266>
- Hodson, T. O. (2022). Root-mean-square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): when to use them or not. *Geoscientific Model Development*, 15(14), 5481–5487. <https://doi.org/10.5194/gmd-15-5481-2022>
- Hudaningsih, N., Utami, S. F., & Jabbar, W. A. A. (2020). Perbandingan Peramalan Penjualan Produk Aknil Pt. Sunthi Sepurimenggunakan Metode Single Moving Average Dan Single Exponential Smoothing. *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains*, 2(1), 15–22. <https://doi.org/10.51401/jinteks.v2i1.554>
- Islam, M. A., Che, H. S., Hasanuzzaman, M., & Rahim, N. A. (2020). Energy demand forecasting. In *Energy for sustainable development* (pp. 105–123). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814645-3.00005-5>
- Jardim, R. R. J., Santos, M., Neto, E., da Silva, E., & De Barros, F. (2020). Integration of the waterfall model with ISO/IEC/IEEE 29148: 2018 for the development of military defense system. *IEEE Latin America Transactions*, 18(12), 2096–2103. <https://doi.org/10.1109/TLA.2020.9400437>
- Karasu, S., Altan, A., Bekiros, S., & Ahmad, W. (2020). A new forecasting model with wrapper-based feature selection approach using multi-objective optimization technique for chaotic crude oil time series. *Energy*, 212, 118750. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118750>
- Kramer, M. (2018). Best practices in systems development lifecycle: An analyses based on the waterfall model. *Review of Business & Finance Studies*, 9(1), 77–84.
- Kumila, A., Sholihah, B., Evizia, E., Safitri, N., & Fitri, S. (2019). Perbandingan metode

- moving average dan metode naïve dalam peramalan data kemiskinan. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 3(1), 65–73. <https://doi.org/10.31764/jtam.v3i1.764>
- Mahmud, M., Gata, W., Putra, J. L., Novitasari, H. B., & Saputra, S. A. (2022). Desain Informasi Cara Bayar Penerimaan Negara menggunakan Pemodelan Finite State Automata. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 6(1), 21–30. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v6i1.5053>
- Marita, L. S., & Darwati, I. (2022). Prediksi Persediaan Barang Menggunakan Metode Weighted Moving Average, Exponential Smoothing dan Simple Moving Average. *Jurnal Tekno Kompak*, 16(1), 56–68. <https://doi.org/10.33365/jtk.v16i1.1484>
- Merkuryeva, G., Valberga, A., & Smirnov, A. (2019). Demand forecasting in pharmaceutical supply chains: A case study. *Procedia Computer Science*, 149, 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.100>
- Nicolson, A., & Paliwal, K. K. (2019). Deep learning for minimum mean-square error approaches to speech enhancement. *Speech Communication*, 111, 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2019.06.002>
- Prajam, S., Wechtaisong, C., & Khan, A. A. (2022). Applying machine learning approaches for network traffic forecasting. *Indian Journal of Computer Science and Engineering*, 13(2), 324–335. <https://doi.org/10.21817/indjcs/2022/v13i2/221302188>
- Putra, M. S., & Solikin, I. (2019). Aplikasi Peramalan Stok Alat Tulis Kantor (ATK) Menggunakan Metode Single Moving Average (SMA) pada PT. Sinar Kencana Multi Lestari. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 4(2), 236–241. <https://doi.org/10.30591/jpit.v4i2.1373>
- Reswari, P. A. D., Cahyadi, R., & Wijaya, T. (2021). Sosialisasi dan Pendampingan Penanganan Hematoma Pada Pedonor Darah Di UTD PMI Kota Surabaya Tahun 2019. *Journal of Community Engagement in Health*, 4(2), 518–525.
- Rohan, H. H., Amalia, Y., & Reswari, P. A. D. (2021). Kegiatan Donor Darah Di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Dr. Soetomo Surabaya Tahun 2018. *Journal of Community Engagement in Health*, 4(2), 475–480.
- Samsulhadi, W., Reswari, P. A. D., & Aziz, S. A. (2021). Sosialisasi Donor Darah di Bank Panin KCP Tunjungan Surabaya Tahun 2018. *Journal of Community Engagement in Health*, 4(2), 533–538.
- Savard, A., & Cyr, S. (2018). A Waterfall Model for Providing Professional Development for Elementary School Teachers: A Pilot Project to Implement a Competency-Based Approach. *Global Education Review*, 5(3), 165–182.
- Shin, J., Yoo, J., & Park, P. (2018). Adaptive regularisation for normalised subband adaptive filter: mean-square performance analysis approach. *IET Signal Processing*, 12(9), 1146–1153. <https://doi.org/10.1049/iet-spr.2018.5165>
- Susilawati, S., & Muhathir, M. (2019). Analisis Pengaruh Fungsi Aktivasi, Learning Rate Dan Momentum Dalam Menentukan Mean Square Error (MSE) Pada Jaringan Saraf Restricted Boltzmann Machines (RBM). *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 2(2), 77–91. <https://doi.org/10.31289/jite.v2i2.2162>