HEALTH CARE
Published by :
RENA CIPTA MANDIRI PUBLISHER
Puri Kartika Asri Blok II, Arjowinangun, Kedungkandang, Kota Malang

Pelatihan Algoritma Prediksi Kebutuhan Stok Komponen Darah pada Kegawatdaruratan dan Bencana

Lentera Afrida Kusumawardani*[1], Kholifatul Ummah[2], Cityta Putri Kwarta[3], Yustisia Amalia[4], Sasi Widuri[5], Cornelia Asnat Djanoma[6]

[1-6]Program Studi Teknologi Bank Darah, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Dr. Soetomo

*e-mail: lentera@unitomo.ac.id

Nomor Handphone Untuk keperluan koordinasi : 0838-3143-1643

Received : 1 September 2024 Accepted : 2 September 2024 Published : 15 September 2024

Abstrak

Ketersediaan komponen darah yang memadai merupakan unsur penting dalam kesiapsiagaan pelayanan transfusi, terutama ketika kegawatdaruratan dan bencana menyebabkan perubahan kebutuhan serta gangguan pasokan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk meningkatkan kapasitas petugas pelayanan darah dalam memanfaatkan data historis guna memperkirakan kebutuhan komponen darah dan merencanakan persediaan. Program yang diusulkan melibatkan UTD PMI Kabupaten Bangkalan sebagai mitra teknis, dengan materi meliputi pengelolaan stok, dasar peramalan deret waktu, pengolahan data agregat, penggunaan perangkat prediksi berbasis spreadsheet, simulasi skenario darurat, dan penyusunan prosedur operasional standar. Metode pelaksanaan dirancang secara partisipatif melalui koordinasi, identifikasi kebutuhan, persiapan data, pelatihan praktik, pendampingan, evaluasi, dan serah terima luaran. Luaran yang ditargetkan mencakup modul, perangkat prediksi, panduan penggunaan, parameter stok pengaman dan titik pemesanan ulang, rencana kontinjensi, serta SOP. Dokumen laporan sumber belum memuat bukti terverifikasi mengenai tanggal dan jumlah kegiatan, jumlah peserta hadir, hasil pre-test dan post-test, akurasi model pada data mitra, maupun serah terima produk. Oleh karena itu, artikel ini menyajikan rancangan dan kerangka pelaksanaan program, sedangkan capaian faktual harus dilengkapi berdasarkan bukti kegiatan dan konfirmasi mitra.

Kata kunci*: komponen darah; prediksi kebutuhan; manajemen persediaan; pelatihan; kesiapsiagaan bencana*

Abstract

Adequate blood-component availability is essential for transfusion-service preparedness, particularly when emergencies and disasters change demand patterns and disrupt supply. This community-service program is designed to strengthen blood-service personnel capacity to use historical data for forecasting component requirements and planning inventory. The proposed technical partner is the Blood Transfusion Unit of the Indonesian Red Cross in Bangkalan Regency. The program covers inventory management, time-series forecasting, aggregated-data preparation, spreadsheet-based forecasting tools, emergency-scenario simulation, and standard operating procedure development. A participatory approach is planned through coordination, needs assessment, data preparation, practical training, mentoring, evaluation, and handover of outputs. Target outputs include training modules, a forecasting spreadsheet, user guidance, safety-stock and reorder-point parameters, a contingency plan, and SOPs. The source report does not contain verified evidence on implementation dates and session counts, attendance, pre-test and post-test results, model accuracy using partner data, or product handover. Accordingly, this article presents the program framework; factual achievements must be completed using activity records and partner confirmation.

Keywords*: blood components; demand forecasting; inventory management; training; disaster preparedness*

1. PENDAHULUAN

Pelayanan transfusi darah memerlukan ketersediaan komponen darah yang aman, bermutu, dan sesuai kebutuhan pasien [1], [2]. Kebutuhan tersebut dapat berubah akibat variasi kasus klinis, kejadian kecelakaan, perdarahan, bencana, maupun gangguan distribusi. Ketidakseimbangan antara permintaan dan pasokan dapat menimbulkan kekurangan stok, penundaan pelayanan, atau peningkatan komponen yang kedaluwarsa [3], [4]. Oleh sebab itu, pengelolaan persediaan perlu didukung pencatatan yang konsisten dan perencanaan berbasis data.

Manajemen stok darah memiliki karakteristik khusus karena komponen darah merupakan produk biologis yang memiliki masa simpan terbatas dan persyaratan penyimpanan tertentu [5]. Perencanaan persediaan perlu memperhatikan pola permintaan, ketersediaan donor, waktu pemenuhan, stok minimum, stok pengaman, titik pemesanan ulang, dan risiko kedaluwarsa [5]. Peramalan deret waktu seperti moving average dan exponential smoothing dapat digunakan sebagai metode awal, sedangkan regresi atau metode lain dapat dibandingkan apabila karakteristik dan jumlah data mendukung [6]. Studi peramalan permintaan darah menurut golongan darah menunjukkan bahwa kinerja setiap model dipengaruhi oleh karakteristik data, sehingga metode terbaik perlu diuji menggunakan data setempat [7].

Program pengabdian ini menempatkan UTD PMI Kabupaten Bangkalan sebagai mitra teknis yang diusulkan. Wilayah kesiapsiagaan yang tercantum dalam dokumen program adalah Desa Bangsereh, Kecamatan Sepulu, Kabupaten Bangkalan. Namun, kesediaan mitra, kondisi operasional, data dasar, jadwal, serta dokumentasi lokasi masih perlu dikonfirmasi melalui bukti resmi. Permasalahan yang menjadi fokus rancangan meliputi kebutuhan peningkatan pemahaman petugas mengenai peramalan, standardisasi data historis, penetapan parameter persediaan berbasis data, penyusunan skenario stok darurat, dan dokumentasi SOP.

Tujuan kegiatan adalah meningkatkan kapasitas petugas dalam menggunakan data historis untuk memperkirakan kebutuhan komponen darah, mengembangkan alat bantu prediksi sederhana yang dapat digunakan secara luring, serta menyusun dasar perencanaan stok dalam situasi normal maupun darurat. Kegiatan juga diarahkan untuk mendukung penguatan layanan kesehatan dan kesiapsiagaan kebencanaan melalui kolaborasi perguruan tinggi dan mitra layanan darah.

2. METODE

2.1 Mitra dan pendekatan kegiatan

Kegiatan dirancang menggunakan pendekatan partisipatif yang melibatkan tim pelaksana dari perguruan tinggi dan UTD PMI Kabupaten Bangkalan sebagai mitra yang diusulkan. Tim terdiri atas lima dosen dan dua mahasiswa. Mitra diharapkan berpartisipasi dalam identifikasi kebutuhan, penyiapan data agregat yang telah memperoleh izin, penentuan peserta, uji coba perangkat, simulasi, serta penelaahan SOP. Status kerja sama dan kontribusi aktual harus dibuktikan melalui surat kesediaan, berita acara, daftar hadir, atau dokumen lain yang relevan.

2.2 Tahapan pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan kegiatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan

Tahap	Uraian kegiatan	Bukti/luaran yang diharapkan
Koordinasi dan identifikasi	Konfirmasi mitra, jadwal, peserta, fasilitas, kebutuhan, dan alur pengelolaan stok.	Surat/berita acara, jadwal, catatan kebutuhan.
Persiapan data	Pengumpulan data agregat permintaan, persediaan, pemenuhan, dan kedaluwarsa; pemeriksaan kelengkapan serta konsistensi.	Dataset agregat yang diizinkan dan telah diperiksa.
Pengembangan perangkat	Pembuatan spreadsheet untuk input data, ringkasan permintaan, prediksi, parameter stok, dashboard, dan simulasi.	File perangkat dan panduan penggunaan.
Sosialisasi dan pelatihan	Pemaparan konsep manajemen stok dan peramalan, demonstrasi, praktik, serta diskusi.	Modul, materi, daftar hadir, instrumen evaluasi.
Penerapan dan simulasi	Perbandingan metode prediksi dan simulasi lonjakan permintaan atau gangguan pasokan/distribusi.	Hasil uji, skenario, catatan pembahasan.
Pendampingan dan evaluasi	Pendampingan penggunaan alat, pembacaan hasil, penyusunan SOP dan rencana kontinjensi.	Draf SOP, parameter stok, hasil evaluasi.
Serah terima dan pelaporan	Peninjauan luaran bersama mitra, penyempurnaan, serah terima, dan penyusunan laporan.	Berita acara dan laporan akhir.

2.3 Perangkat dan metode prediksi

Perangkat dirancang dalam bentuk spreadsheet yang dapat digunakan secara luring. Metode yang direncanakan untuk dibandingkan meliputi rata-rata bergerak, pemulusan eksponensial (termasuk Holt-Winters apabila pola dan jumlah data memadai), serta regresi sederhana. Pemilihan metode dilakukan berdasarkan pengujian data historis dan ukuran kesalahan seperti Mean Absolute Error (MAE) atau Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Metode terbaik tidak ditetapkan sebelum pengujian menggunakan data mitra yang telah memperoleh izin. Data pasien tidak diperlukan; analisis menggunakan data agregat per periode, jenis komponen, dan golongan darah.

2.4 Evaluasi dan keberlanjutan

Evaluasi direncanakan mencakup kehadiran, keterlaksanaan tahapan, pre-test dan post-test apabila instrumen diterapkan, kemampuan peserta mengoperasikan perangkat, kelengkapan dokumen, serta akurasi prediksi apabila data historis memadai. Keberlanjutan diarahkan melalui penunjukan petugas pengelola data, pembaruan data berkala, penyimpanan perangkat dan panduan, serta evaluasi parameter stok. Hasil evaluasi dan status pelaksanaan harus diisi sesuai dokumen kegiatan yang benar-benar tersedia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Fokus permasalahan dan solusi program

Berdasarkan dokumen laporan akhir yang tersedia, program memetakan lima fokus masalah, yaitu pemahaman peramalan yang perlu diperkuat, data historis yang perlu diseragamkan, parameter stok yang perlu berbasis data, kesiapsiagaan stok darurat yang perlu diperkuat, serta prosedur penggunaan dan pemantauan yang perlu didokumentasikan. Pemetaan tersebut merupakan fokus rancangan program; statusnya sebagai masalah aktual mitra perlu dikonfirmasi melalui diskusi, observasi, atau berita acara. Pemetaan fokus masalah, solusi, dan indikator verifikasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Fokus permasalahan, solusi yang dirancang, dan indikator verifikasi

Permasalahan prioritas	Solusi yang dirancang	Indikator verifikasi
Pemahaman peramalan belum merata	Pelatihan deret waktu, moving average, exponential smoothing, regresi, dan interpretasi error.	Modul, daftar hadir, materi, hasil pre-test/post-test.
Data historis belum seragam	Template data agregat per komponen dan golongan darah serta pemeriksaan konsistensi.	Template dan contoh data anonim.
Parameter stok perlu berbasis data	Praktik perhitungan stok minimum, stok pengaman, reorder point, dan batas maksimum.	Lembar parameter dan panduan hitung.
Kesiapsiagaan stok darurat perlu diperkuat	Simulasi lonjakan permintaan, keterlambatan pasokan, dan gangguan distribusi.	Skenario dan rencana kontinjensi.
Prosedur belum terdokumentasi	Penyusunan SOP input data, penggunaan perangkat, validasi, pemantauan, dan tindak lanjut.	SOP yang ditelaah dan disetujui mitra.

3.2 Rancangan luaran dan status bukti

Luaran yang ditargetkan dalam dokumen program meliputi modul pelatihan, perangkat prediksi stok berbasis spreadsheet, panduan penggunaan atau video tutorial, peningkatan kapasitas petugas, parameter stok pengaman dan titik pemesanan ulang, rencana kontinjensi, SOP, artikel/publikasi, serta laporan akhir. Akan tetapi, dokumen sumber menyatakan bahwa bukti ketercapaian sebagian besar luaran belum tercantum. Karena itu, luaran tersebut tidak dapat dinyatakan telah selesai atau diserahkan tanpa file produk, tangkapan layar, daftar hadir, hasil evaluasi, berita acara, atau bukti publikasi. Status bukti setiap luaran dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Luaran yang ditargetkan, bukti yang perlu dilampirkan, dan statusnya

Luaran yang ditargetkan	Bukti yang perlu dilampirkan	Status dalam dokumen sumber
Modul pelatihan	File modul dan dokumentasi penggunaan.	Belum tercantum; perlu verifikasi.
Perangkat prediksi spreadsheet	File spreadsheet, tangkapan layar, dan hasil uji.	Belum tercantum; perlu verifikasi.
Panduan penggunaan/video	File panduan atau tautan video.	Belum tercantum; perlu verifikasi.
Petugas terlatih	Daftar hadir, materi, dan evaluasi.	Belum tercantum; perlu verifikasi.
Parameter stok dan rencana kontinjensi	Tabel perhitungan, skenario, dan tindak lanjut.	Belum tercantum; perlu verifikasi.
SOP penggunaan dan pemantauan	Dokumen SOP yang ditelaah/disahkan mitra.	Belum tercantum; perlu verifikasi.

3.3 Rancangan penerapan dan implikasi

Penerapan perangkat prediksi diharapkan membantu petugas merangkum pola permintaan, membandingkan hasil beberapa metode, dan mengaitkan prediksi dengan keputusan persediaan. Parameter stok tidak boleh ditentukan hanya dari keluaran model, tetapi perlu mempertimbangkan masa simpan, waktu pemenuhan, kapasitas penyimpanan, pola donor, dan kebijakan pelayanan. Dalam situasi darurat, simulasi dapat digunakan untuk menguji dampak perubahan permintaan dan pasokan serta membahas langkah eskalasi dan distribusi. Seluruh keputusan tetap harus mengikuti standar dan kewenangan pelayanan transfusi.

3.4 Keterbatasan pelaporan

Dokumen laporan yang menjadi sumber artikel belum memuat rincian terverifikasi mengenai tanggal dan jumlah kunjungan, jumlah peserta yang hadir, nilai pre-test dan post-test, periode data historis mitra, metode terbaik berdasarkan pengujian, nilai MAE atau MAPE, hasil simulasi aktual, serta bukti penyerahan modul, perangkat, panduan, SOP, dan rencana kontinjensi. Dokumen juga menyebutkan bahwa kesediaan/kerja sama mitra dan beberapa kontribusi perlu dikonfirmasi. Dengan demikian, artikel ini tidak menyajikan angka capaian atau klaim keberhasilan yang belum didukung bukti. Bagian hasil perlu diperbarui setelah tim melengkapi catatan lapangan dan dokumen pendukung.

4. KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk memperkuat kapasitas petugas pelayanan darah dalam memprediksi kebutuhan komponen darah dan merencanakan persediaan pada situasi normal maupun kegawatdaruratan dan bencana. Solusi yang dirancang mencakup pelatihan peramalan, standardisasi data agregat, pengembangan spreadsheet prediksi, perhitungan parameter stok, simulasi skenario darurat, serta penyusunan SOP dan rencana kontinjensi. Dokumen sumber telah memetakan tahapan, tim pelaksana, mitra yang diusulkan, dan target luaran, tetapi belum menyediakan bukti terverifikasi untuk sebagian besar capaian kegiatan. Oleh karena itu, kesimpulan mengenai efektivitas pelatihan dan keberhasilan penerapan perangkat harus menunggu verifikasi data kegiatan, evaluasi peserta, hasil uji model, serta berita acara serah terima bersama mitra.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana menyampaikan terima kasih kepada Universitas Dr. Soetomo dan pihak UTD PMI Kabupaten Bangkalan yang direncanakan menjadi mitra kegiatan. Ucapan terima kasih ini perlu disesuaikan dengan status dukungan dan persetujuan mitra yang telah dikonfirmasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2024 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan," Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta, Indonesia, 2024.

[2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Keputusan Menteri Kesehatan Nomor HK.01.07/MENKES/1313/2023 tentang Standar Akreditasi Unit Transfusi Darah," Kementerian Kesehatan RI, Jakarta, Indonesia, 2023.

[3] World Health Organization, *Global Status Report on Blood Safety and Availability 2025*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2026. Metadata bibliografis perlu diverifikasi sebelum publikasi.

[4] World Health Organization, *Action Framework to Advance Universal Access to Safe, Effective and Quality-Assured Blood Products 2026–2030*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2026. Metadata bibliografis perlu diverifikasi sebelum publikasi.

[5] C. Zhang, P. Li, Q. He, and F. Wang, "A literature review of perishable medical resource management," *Front. Eng. Manag.*, vol. 10, no. 4, pp. 710–726, 2023, doi: 10.1007/s42524-023-0278-9.

[6] R. J. Hyndman and G. Athanasopoulos, *Forecasting: Principles and Practice*, 3rd ed. Melbourne, Australia: OTexts, 2021.

[7] S. E. Sarvestani, N. Hatam, M. Seif, L. Kasraian, F. S. Lari, and M. Bayati, "Forecasting blood demand for different blood groups in Shiraz using auto regressive integrated moving average (ARIMA) and artificial neural network (ANN) and a hybrid approaches," *Sci. Rep.*, vol. 12, Art. no. 22031, 2022, doi: 10.1038/s41598-022-26461-y.