



Pengembangan model prediksi drug related problems menggunakan machine learning pada pasien geriatri dengan polifarmasi

Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri

STIKes Bhakti Husada Mulia

Korespondensi penulis: Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri. *Email: ikasutrap45@gmail.com

Abstract

Background: Drug Related Problems (DRPs) are a major cause of reduced therapeutic quality, prolonged hospital stays, and high healthcare costs among geriatric patients. Polypharmacy and multimorbidity increase therapeutic complexity, necessitating predictive methods capable of early identification of high-risk patients.

Purpose: To develop a machine learning-based prediction model for drug related problems (DRPs) in geriatric patients with polypharmacy.

Method: A retrospective, analytical observational study design was employed, utilizing electronic medical record data from hospitalized geriatric patients. A total of 2,458 patients meeting the inclusion criteria were analyzed. Prediction models were developed using Logistic Regression, Decision Tree, Random Forest, Support Vector Machine, and Extreme Gradient Boosting (XGBoost). Model evaluation was conducted using Accuracy, Precision, Recall, F1 score, and the Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve (ROC-AUC). Model interpretation was performed using Shapley Additive Explanations (SHAP).

Results: A total of 70.6% of patients experienced DRPs, with the most common category being treatment effectiveness. Factors significantly associated with the occurrence of DRPs included advanced age, the number of medications, chronic kidney disease, the use of high-alert medications, and major drug interactions ($p < 0.05$).

Conclusion: The incidence of Drug Related Problems (DRPs) among geriatric patients undergoing polypharmacy is high, predominantly within the Treatment Effectiveness category. The XGBoost algorithm proved to be the most effective at predicting DRPs, with key predictors including the number of medications, drug interactions, renal function, age, and High Alert Medications.

Suggestion: Future research should conduct external validation using multicenter data from various hospitals. Additionally, the integration of the model into hospital information systems needs to be evaluated through prospective studies to assess its impact on reducing the incidence of DRPs.

Keywords: Clinical Decision Support System; Drug Related Problems; Machine Learning; Older Adults; Polypharmacy; XGBoost.

PENDAHULUAN

Populasi lanjut usia (*geriatric population*) mengalami peningkatan yang sangat pesat di berbagai negara. Menurut *World Health Organization*, jumlah penduduk berusia ≥ 60 tahun diperkirakan meningkat dari sekitar 1 miliar pada tahun 2020 menjadi lebih dari 2.1 miliar pada tahun 2050. Peningkatan angka harapan hidup ini diikuti oleh meningkatnya prevalensi penyakit kronis yang membutuhkan terapi jangka panjang dan

penggunaan berbagai jenis obat secara bersamaan (World Health Organization, 2024).

Pasien geriatri umumnya mengalami multimorbiditas, yaitu kondisi ketika seseorang menderita dua atau lebih penyakit kronis secara bersamaan. Penyakit yang sering ditemukan meliputi hipertensi, diabetes melitus, gagal jantung, penyakit ginjal kronis, penyakit paru obstruktif kronik, osteoarthritis, hingga gangguan neurodegeneratif

Pengembangan model prediksi drug related problems menggunakan machine learning pada pasien geriatri dengan polifarmasi

(Rankin, Cadogan, Cooper, Patterson, Kerse, Cardwell, & Hughes, 2018). Kondisi tersebut menyebabkan meningkatnya penggunaan berbagai macam obat (*polypharmacy*), yang secara umum didefinisikan sebagai penggunaan lima atau lebih obat secara bersamaan (Masnoon, Shakib, Kalisch-Ellett, & Caughey, 2017; Rankin et al., 2018).

Polifarmasi merupakan salah satu faktor risiko utama terjadinya *Drug Related Problems* (DRPs). Menurut *Pharmaceutical Care Network Europe*, DRPs adalah setiap kejadian yang berkaitan dengan terapi obat yang dapat mengganggu pencapaian hasil terapi yang diharapkan (Pharmaceutical Care Network Europe, 2020). Bentuk DRPs meliputi pemilihan obat yang tidak tepat, dosis yang tidak sesuai, interaksi obat, duplikasi terapi, efek samping obat, kontraindikasi, ketidakpatuhan pasien, hingga kegagalan terapi (Utaminingsih, Oktasari, & Cholisoh, 2025; Astuti, Ihsan, & Rahmawati, 2020; Andayani, Rahmawati, Rokhman, Mayasari, Nurcahya, Arini, & Intiyani, 2020). Perubahan fisiologis akibat proses penuaan semakin meningkatkan risiko DRPs pada pasien geriatri. Penurunan fungsi ginjal, perubahan metabolisme hati, berkurangnya massa otot, peningkatan proporsi lemak tubuh, serta perubahan farmakokinetik dan farmakodinamik menyebabkan lansia lebih rentan mengalami toksisitas maupun kegagalan terapi obat (Hasballah, 2022; Rankin et al., 2018; Awali, Pardilawati, Soleha, & Oktarlina, 2024).

Berbagai penelitian melaporkan bahwa prevalensi DRPs pada pasien geriatri cukup tinggi, berkisar antara 40-80%, terutama pada pasien dengan polifarmasi dan multimorbiditas (Islami, 2025; Rankin et al., 2018; Siregar, Fitriany, Utariningsih, Nasution, Balqis, & Miranda, 2025). DRPs diketahui berkontribusi terhadap peningkatan lama rawat inap, tingginya angka masuk rumah sakit kembali (*hospital readmission*), meningkatnya biaya pelayanan kesehatan, serta mortalitas pasien (Astuti et al., 2020). Di berbagai rumah sakit, identifikasi DRPs masih dilakukan secara manual oleh apoteker klinis melalui telaah resep, evaluasi rekam medis, serta penggunaan instrumen seperti *Beers Criteria*, *STOPP/START Criteria*, maupun klasifikasi PCNE. Walaupun metode tersebut memiliki sensitivitas yang baik, prosesnya membutuhkan waktu, bergantung pada pengalaman evaluator, dan kurang efisien

apabila diterapkan pada rumah sakit dengan jumlah pasien yang besar (O'Mahony, Cherubini, Guiteras, Denkinger, Beuscart, Onder, & Curtin, 2023).

Perkembangan teknologi *Artificial Intelligence* (AI), khususnya *Machine Learning* (ML), membuka peluang baru dalam pelayanan kefarmasian. ML mampu mempelajari pola dari data klinis dalam jumlah besar untuk menghasilkan prediksi yang akurat tanpa harus diprogram secara eksplisit (Kushariyadi, Apriyanto, Herdiana, Asy'ari, Judijanto, Pasrun, & Mardikawati, 2024; Aini, Siswoyo, Fahrudin, & Prasetyo, 2026). Berbagai algoritma seperti *Random Forest*, *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost), *Support Vector Machine*, dan *Logistic Regression* telah banyak digunakan untuk memprediksi berbagai luaran klinis, termasuk kejadian efek samping obat, readmission, mortalitas, hingga risiko interaksi obat (Nabila & Pamungkas, 2025).

Penelitian ini memiliki beberapa aspek kebaruan dibandingkan penelitian sebelumnya. Pertama, penelitian mengembangkan model prediksi DRPs khusus pada pasien geriatri dengan polifarmasi menggunakan data klinis rumah sakit di Indonesia. Kedua, pelabelan kasus dilakukan menggunakan klasifikasi PCNE Version 9.1 sebagai standar internasional, sehingga hasil model memiliki validitas yang lebih baik. Ketiga, penelitian tidak hanya membandingkan beberapa algoritma Machine Learning, tetapi juga menerapkan SHAP untuk meningkatkan interpretabilitas model. Keempat, model yang dihasilkan dirancang agar dapat diintegrasikan ke dalam CDSS sebagai alat bantu pengambilan keputusan klinis bagi apoteker.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, desain retrospektif bergantung pada kualitas dan kelengkapan data rekam medis sehingga masih terdapat kemungkinan informasi bias. Kedua, pengembangan model menggunakan data dari satu rumah sakit sehingga kemampuan generalisasi model ke populasi yang lebih luas perlu dikonfirmasi melalui validasi eksternal. Ketiga, beberapa faktor yang dapat memengaruhi kejadian DRPs, seperti tingkat kepatuhan pasien, penggunaan obat bebas atau herbal, status fungsional, serta kondisi sosial ekonomi, belum dapat dimasukkan karena keterbatasan data. Selain itu, perubahan regimen terapi selama masa

Ika Sutra Perwirahayu Aji Saputri

STIKes Bhakti Husada Mulia

Korespondensi penulis: Ika Sutra Perwirahayu Aji Saputri. *Email korespondensi: ikasutrap45@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i3.3826>

Pengembangan model prediksi drug related problems menggunakan machine learning pada pasien geriatri dengan polifarmasi

perawatan juga belum dianalisis secara longitudinal.

Penelitian mengenai pengembangan model ML untuk memprediksi DRPs pada pasien geriatri di Indonesia masih sangat terbatas (Primadhini, Pratama, Deniyati, & Rahmawati, 2026; Nurfauzi, Wahyono, Rahmawati, & Yasin, 2020). Sebagian besar penelitian nasional masih menggunakan analisis statistik konvensional, seperti regresi logistik, tanpa menghasilkan model prediksi yang dapat diintegrasikan ke dalam sistem informasi rumah sakit sebagai *Clinical Decision Support System* (CDSS) (Irmawati, & Aziz, 2025). Padahal, model prediksi berbasis ML berpotensi membantu apoteker dalam mengidentifikasi pasien berisiko tinggi secara lebih cepat sehingga intervensi dapat dilakukan lebih dini untuk meningkatkan keselamatan pasien. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan model prediksi DRPs menggunakan beberapa algoritma ML pada pasien geriatri dengan polifarmasi serta membandingkan performa masing-masing algoritma untuk memperoleh model terbaik yang dapat diimplementasikan sebagai bagian dari sistem pendukung keputusan klinis.

METODE

Penelitian kuantitatif analitik observasional

dengan pendekatan retrospektif yang bertujuan mengembangkan dan memvalidasi model prediksi *Drug Related Problems* (DRPs) menggunakan algoritma Machine Learning pada pasien geriatri dengan polifarmasi. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Farmasi dan Instalasi Rekam Medis Rumah Sakit X. Periode data Januari 2023-Desember 2025. Pelaksanaan penelitian Januari-Juni 2026. Populasi pada penelitian ini Seluruh pasien geriatri dengan polifarmasi yang menjalani rawat inap. Pasien geriatri yang menjalani rawat inap di Rumah Sakit X selama periode penelitian, dengan sampel yang diperoleh menggunakan teknik *consecutive* sampling berdasarkan seluruh rekam medis yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi

Tahapan penelitian ini diawali dengan pengumpulan data rekam medis elektronik, dilanjutkan dengan identifikasi Drug-Related Problems (DRPs) berdasarkan klasifikasi PCNE versi 9.1. Setelah itu, dilakukan praproses data (data preprocessing) sebelum memasuki tahap pengembangan model machine learning. Proses kemudian dilanjutkan dengan validasi internal model serta interpretasi model menggunakan Explainable Artificial Intelligence (SHAP). Rangkaian penelitian ini diakhiri dengan evaluasi performa model secara menyeluruh.

Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri

STIKes Bhakti Husada Mulia

Korespondensi penulis: Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri. *Email korespondensi: ikasutrap45@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i3.3826>

Pengembangan model prediksi drug related problems menggunakan machine learning pada pasien geriatri dengan polifarmasi

HASIL

Tabel 1. Karakteristik Pasien dan Parameter Laboratorium Dengan Kejadian DRPs (N=2.458)

Variabel	Kejadian DRPs		p-value
	DRPs	Tidak DRPs	
Karakteristik Demografi & Klinis			
Umur (n/%) (Mean ± SD)(Rentang)(tahun)	70.9 ± 7.1 (60-88)	67.2 ± 6.4 (60-85)	<0.001
60-69	782/45.0	454/62.9	
70-79	643/37.0	204/28.3	
≥80	311/18.0	64/8.8	
Jenis kelamin (n/%)			
Laki-laki	864/49.8	377/52.2	0.281
Perempuan	872/50.2	345/47.8	
Lama Rawat Inap	8.9 ± 3.8	5.4 ± 2.1	<0.001
Jumlah Obat	9.8 ± 2.4	6.7 ± 1.8	<0.001
Parameter Laboratorium			
Albumin (g/dL)	3.1 ± 0.5	3.8 ± 0.4	<0.001
eGFR (mL/min/1.73m²)	49 ± 18	71 ± 20	<0.001
Kreatinin (mg/dL)	1.82 ± 0.94	1.08 ± 0.46	<0.001
Hemoglobin (g/dL)	10.6 ± 1.9	11.8 ± 1.5	<0.001

Sebanyak 2.458 pasien geriatri memenuhi kriteria inklusi. Dari jumlah tersebut, 1.736 pasien (70.6%) mengalami *Drug Related Problems* (DRPs) berdasarkan klasifikasi PCNE Version 9.1, sedangkan 722 pasien (29.4%) tidak mengalami DRPs. Berdasarkan tabel di atas rata-rata usia pasien yang mengalami DRPs adalah 70.9 $\pm$ 7.1 tahun, lebih tinggi dibandingkan kelompok tanpa DRPs (67.2 $\pm$ 6.4 tahun). Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok ($p < 0.001$). Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan usia berkaitan dengan meningkatnya kejadian DRPs.

Distribusi jenis kelamin relatif seimbang pada kedua kelompok, dengan proporsi laki-laki sebesar 49.8% pada kelompok DRPs dan 52.2% pada kelompok non-DRPs. Perbedaan tersebut tidak bermakna secara statistik ($p = 0.281$), sehingga jenis kelamin tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kejadian DRPs pada penelitian ini. Selain itu, rata-rata lama rawat inap pada kelompok DRPs (8.9 $\pm$ 3.8 hari) lebih panjang dibandingkan kelompok tanpa DRPs (5.4 $\pm$ 2.1 hari) dan berbeda bermakna secara statistik ($p < 0.001$). Jumlah obat yang digunakan pasien juga lebih tinggi pada kelompok DRPs (9.8 $\pm$ 2.4 obat) dibandingkan kelompok tanpa DRPs (6.7 $\pm$ 1.8 obat) dengan perbedaan yang signifikan ($p < 0.001$).

Hasil analisis laboratorium menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara kelompok pasien dengan dan tanpa DRPs. Rata-rata kadar albumin pada kelompok DRPs lebih rendah dibandingkan kelompok tanpa DRPs (3.1 $\pm$ 0.5 g/dL vs 3.8 $\pm$ 0.4 g/dL; $p < 0.001$). Demikian pula nilai eGFR pada kelompok DRPs lebih rendah, sedangkan kadar kreatinin lebih tinggi dibandingkan kelompok tanpa DRPs. Selain itu, kadar hemoglobin juga lebih rendah pada kelompok DRPs (10.6 $\pm$ 1.9 g/dL) dibandingkan kelompok non-DRPs (11.8 $\pm$ 1.5 g/dL) dengan perbedaan yang bermakna ($p < 0.001$). Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa gangguan fungsi ginjal, status

Ika Sutra Perwira Ayu Aji Saputri

STIKes Bhakti Husada Mulia

Korespondensi penulis: Ika Sutra Perwira Ayu Aji Saputri. *Email korespondensi: ikasutrap45@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i3.3826>

Pengembangan model prediksi drug related problems menggunakan machine learning pada pasien geriatri dengan polifarmasi

nutrisi yang kurang baik, dan anemia lebih sering ditemukan pada pasien yang mengalami DRPs.

Tabel 2. Hubungan Komorbiditas dan Polifarmasi Dengan Kejadian DRPs

Variabel	Kejadian DRPs		OR (95% CI)	p-value
	DRPs	Tanpa DRPs		
Komorbiditas (n/%)				
Hipertensi	1.251/72.1	422/58.4	1.84 (1.52-2.24)	<0.001
Diabetes mellitus	853/49.1	231/32.0	2.05 (1.69-2.48)	<0.001
CKD	492/28.3	89/12.3	2.82 (2.19-3.64)	<0.001
Penyakit jantung	621/35.8	171/23.7	1.79 (1.45-2.22)	<0.001
Stroke	361/20.8	115/15.9	1.39 (1.09-1.78)	0.008
PPOK	261/15.0	80/11.1	1.41 (1.06-1.88)	0.019
Polifarmasi				
≥10 obat	694	86	4.11 (3.18-5.30)	<0.001
High Alert Medication	582	112	2.73 (2.17-3.43)	<0.001
Obat Beers Criteria	812	175	2.46 (2.00-3.03)	<0.001
Interaksi obat mayor	487	76	3.39 (2.58-4.46)	<0.001
STOPP Criteria	541	108	2.45 (1.92-3.13)	<0.001

Berdasarkan tabel di atas pada variabel komorbiditas menunjukkan bahwa seluruh penyakit penyerta yang dianalisis memiliki hubungan dengan kejadian DRPs. Hipertensi merupakan komorbiditas yang paling banyak ditemukan, yaitu sebanyak 1.251 (72.1%) pasien yang mengalami DRPs. Pasien dengan hipertensi memiliki risiko mengalami DRPs sebesar 1.84 kali dibandingkan pasien tanpa hipertensi (OR=1.84; 95% CI: 1.52-2.24; $p<0.001$). Diabetes melitus juga menunjukkan hubungan yang bermakna dengan kejadian DRPs (OR=2.05; $p<0.001$), sedangkan penyakit ginjal kronis (CKD) memiliki risiko yang lebih tinggi (OR=2.82; $p<0.001$). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa pasien dengan gangguan fungsi ginjal lebih rentan mengalami masalah terkait penggunaan obat. Selain itu, penyakit jantung, stroke, dan PPOK juga menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap kejadian DRPs dengan nilai $p<0.05$.

Berdasarkan variabel polifarmasi, faktor penggunaan obat memiliki hubungan yang kuat dengan kejadian DRPs. Pasien yang menggunakan sepuluh obat atau lebih mempunyai kemungkinan mengalami DRPs sekitar 4.11 kali lebih tinggi dibandingkan pasien yang menggunakan obat dalam jumlah lebih sedikit (OR=4.11; 95% CI: 3.18-5.30; $p<0.001$). Penggunaan *High Alert Medication* juga meningkatkan risiko DRPs sebesar 2.73 kali ($p<0.001$). Demikian pula penggunaan obat yang termasuk dalam Beers Criteria dan adanya interaksi obat mayor berhubungan signifikan dengan meningkatnya kejadian DRPs. Temuan ini menunjukkan bahwa semakin kompleks regimen terapi, semakin besar kemungkinan terjadinya masalah terkait penggunaan obat pada pasien geriatri.

Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri

STIKes Bhakti Husada Mulia

Korespondensi penulis: Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri. *Email korespondensi: ikasutrap45@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i3.3826>

Pengembangan model prediksi drug related problems menggunakan machine learning pada pasien geriatri dengan polifarmasi

Tabel 3. Analisis Multivariat (Regresi Logistik)

Variabel	Adjusted OR	95% CI	p-value
Usia ≥ 75 tahun	1.72	1.31-2.28	<0.001
Jumlah obat ≥ 10	3.84	2.95-5.01	<0.001
CKD	2.11	1.58-2.82	<0.001
High Alert Medication	2.29	1.74-3.02	<0.001
Interaksi obat mayor	3.27	2.41-4.44	<0.001
Albumin <3.5 g/dL	1.61	1.23-2.11	<0.001

Analisis regresi logistik dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang secara independen berhubungan dengan kejadian DRPs setelah mengendalikan variabel lain. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan sepuluh obat atau lebih merupakan prediktor terkuat kejadian DRPs (Adjusted OR=3.84; 95% CI: 2.95-5.01; $p<0.001$). Selain itu, adanya interaksi obat mayor (Adjusted OR=3.27; $p<0.001$), penyakit ginjal kronis (Adjusted OR=2.11; $p<0.001$), penggunaan High Alert Medication (Adjusted OR=2.29; $p<0.001$), usia ≥ 75 tahun (Adjusted OR=1.72; $p<0.001$), dan kadar albumin <3.5 g/dL (Adjusted OR=1.61; $p=0.001$) juga merupakan prediktor independen terhadap kejadian DRPs. Variabel-variabel tersebut selanjutnya digunakan sebagai fitur utama dalam pengembangan model *Machine Learning*.

Tabel 4. Perbandingan Model *Machine Learning*

Algoritma	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	ROC-AUC (95% CI)	p-value
Logistic Regression	0.823	0.810	0.801	0.805	0.864 (0.832-0.896)	<0.001
Decision Tree	0.842	0.828	0.833	0.830	0.872 (0.841-0.903)	<0.001
Random Forest	0.911	0.904	0.896	0.900	0.958 (0.944-0.972)	<0.001
Support Vector Machine	0.891	0.884	0.879	0.881	0.931 (0.912-0.950)	<0.001
XGBoost	0.928	0.921	0.916	0.918	0.974 (0.963-0.985)	<0.001

Berdasarkan hasil dari evaluasi, seluruh algoritma menunjukkan kemampuan klasifikasi yang baik, dengan nilai ROC-AUC di atas 0.85. Namun demikian, algoritma XGBoost memberikan performa terbaik dengan Accuracy sebesar 92.8%. Precision 92.1%. Recall 91.6%, F1-score 91.8%, serta ROC-AUC sebesar 0.974 (95% CI: 0.963-0.985). Nilai ROC-AUC yang tinggi menunjukkan kemampuan diskriminasi yang sangat baik dalam membedakan pasien yang mengalami DRPs dan yang tidak. Uji statistik menggunakan DeLong test menunjukkan bahwa performa model berbeda secara bermakna dibandingkan model acuan ($p<0.001$). Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa algoritma XGBoost merupakan model yang paling optimal untuk memprediksi kejadian DRPs pada pasien geriatri dengan polifarmasi.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada kelompok usia 60-69 tahun dengan rerata usia 69.8 tahun. Temuan ini menunjukkan bahwa kelompok lansia awal merupakan populasi yang paling banyak menjalani rawat inap akibat penyakit kronis yang memerlukan terapi jangka panjang. Selain itu, jumlah pasien laki-laki dan perempuan relatif seimbang sehingga menggambarkan bahwa risiko terjadinya Drug Related Problems (DRPs) tidak dipengaruhi oleh jenis kelamin semata, tetapi lebih berkaitan dengan kompleksitas kondisi klinis dan terapi obat. Rata-rata jumlah obat yang digunakan adalah 8.9 obat per pasien, yang menunjukkan bahwa sebagian besar pasien mengalami polifarmasi. Hasil ini konsisten dengan tinjauan

Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri

STIKes Bhakti Husada Mulia

Korespondensi penulis: Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri. *Email korespondensi: ikasutrap45@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i3.3826>

Pengembangan model prediksi drug related problems menggunakan machine learning pada pasien geriatri dengan polifarmasi

sistematis oleh peneliti lain yang melaporkan bahwa prevalensi polifarmasi pada populasi geriatri meningkat secara signifikan seiring bertambahnya usia dan jumlah penyakit penyerta (Masnoon et al., 2017). Penelitian lain juga menyimpulkan bahwa pasien geriatri dengan multimorbiditas hampir selalu memerlukan penggunaan lima obat atau lebih untuk mencapai target terapi masing-masing penyakit (Rankin et al., 2018).

Dari perspektif farmakologi klinis, tingginya angka polifarmasi pada penelitian ini dapat dijelaskan oleh adanya perubahan farmakokinetik dan farmakodinamik akibat proses penuaan. Penurunan fungsi ginjal, berkurangnya metabolisme hepatis, perubahan komposisi tubuh, dan meningkatnya sensitivitas reseptor menyebabkan lansia lebih rentan mengalami efek samping obat, interaksi obat, maupun kegagalan terapi. Oleh karena itu, evaluasi penggunaan obat secara komprehensif menjadi bagian yang sangat penting dalam pelayanan kefarmasian.

Distribusi drug related problems berdasarkan PCNE Version 9.1 menunjukkan bahwa sekitar 70% pasien mengalami sedikitnya satu DRP. Kategori yang paling sering ditemukan adalah *Treatment Effectiveness*, diikuti oleh *Treatment Safety* dan *Other Problems* (Zahniar, Khairunnisa, & Wiryanto, 2025; Kotijah & Priastana, 2020). Dominasi masalah efektivitas terapi menunjukkan bahwa sebagian besar DRPs pada pasien geriatri bukan hanya disebabkan oleh efek samping obat, tetapi juga oleh terapi yang belum optimal. Kondisi ini dapat berupa dosis yang terlalu rendah, pemilihan obat yang kurang sesuai, atau adanya indikasi yang belum mendapatkan terapi. Temuan ini sejalan dengan klasifikasi PCNE Version 9.1 yang memisahkan secara jelas antara masalah efektivitas dan keamanan sehingga membantu tenaga kesehatan dalam menentukan penyebab serta intervensi yang tepat. Tingginya proporsi masalah efektivitas juga mengindikasikan perlunya optimalisasi medication review oleh apoteker klinis. Dengan melakukan evaluasi terhadap kesesuaian indikasi, dosis, serta target terapi, apoteker dapat berkontribusi dalam meningkatkan keberhasilan pengobatan sekaligus menurunkan kejadian DRPs.

Gangguan fungsi ginjal merupakan faktor penting lainnya. Pasien dengan nilai eGFR yang rendah

lebih berisiko mengalami DRPs karena eliminasi berbagai obat menjadi lebih lambat sehingga meningkatkan kemungkinan akumulasi obat dan toksisitas. Secara fisiologis, fungsi ginjal menurun seiring bertambahnya usia. Oleh karena itu, penyesuaian dosis berdasarkan fungsi ginjal merupakan salah satu langkah penting dalam pencegahan DRPs pada pasien geriatri. Terakhir Interaksi obat, Interaksi obat mayor juga menjadi salah satu prediktor terkuat dalam penelitian ini. Pasien dengan interaksi obat mayor memiliki risiko DRPs yang jauh lebih tinggi dibandingkan pasien tanpa interaksi bermakna. Hasil ini menunjukkan pentingnya penggunaan perangkat lunak pendeteksi interaksi obat serta keterlibatan apoteker klinis dalam melakukan evaluasi resep sebelum obat diberikan kepada pasien.

Salah satu tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan model prediksi DRPs menggunakan beberapa algoritma *Machine Learning*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh algoritma memiliki kemampuan prediksi yang baik, namun *XGBoost* memberikan performa terbaik. Nilai *Accuracy* yang tinggi disertai ROC-AUC mendekati 1 menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan diskriminasi yang sangat baik dalam membedakan pasien yang berisiko mengalami DRPs dengan pasien yang tidak mengalami DRPs. Selain itu, nilai *Precision* dan *Recall* yang tinggi menunjukkan bahwa model mampu meminimalkan kesalahan klasifikasi baik *false positive* maupun *false negative*. Keunggulan *XGBoost* dapat dijelaskan karena algoritma ini mampu memodelkan hubungan nonlinier yang kompleks, mengatasi interaksi antarvariabel, serta lebih tahan terhadap overfitting dibandingkan algoritma konvensional. Kondisi tersebut sangat sesuai dengan karakteristik data klinis pasien geriatri yang umumnya memiliki banyak variabel dengan hubungan yang kompleks.

Salah satu kebaruan penelitian ini adalah penggunaan metode SHAP untuk menjelaskan hasil prediksi model. Berbeda dengan model *Machine Learning* yang sering dianggap sebagai black box, SHAP memberikan informasi mengenai kontribusi masing-masing variabel terhadap keputusan model. Analisis SHAP menunjukkan bahwa jumlah obat, interaksi obat, fungsi ginjal, usia, dan penggunaan high alert medication merupakan lima variabel

Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri

STIKes Bhakti Husada Mulia

Korespondensi penulis: Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri. *Email korespondensi: ikasutrap45@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i3.3826>

Pengembangan model prediksi drug related problems menggunakan machine learning pada pasien geriatri dengan polifarmasi

dengan kontribusi terbesar terhadap prediksi DRPs. Temuan ini memperkuat teori farmasi klinis bahwa risiko DRPs dipengaruhi oleh kombinasi karakteristik pasien dan kompleksitas terapi, bukan hanya oleh satu faktor tunggal. Dengan demikian, penggunaan SHAP meningkatkan transparansi model sehingga hasil prediksi lebih mudah dipahami dan diterima oleh tenaga kesehatan.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis yang penting bagi pelayanan kefarmasian di rumah sakit. Model prediksi yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat skrining awal untuk mengidentifikasi pasien geriatri yang memiliki risiko tinggi mengalami DRPs sebelum kejadian tersebut benar-benar terjadi. Implementasi model ke dalam *Clinical Decision Support System* (CDSS) memungkinkan sistem memberikan peringatan otomatis kepada apoteker ketika ditemukan pasien dengan karakteristik yang menunjukkan risiko tinggi. Dengan demikian, apoteker dapat melakukan *medication review*, evaluasi interaksi obat, penyesuaian dosis, maupun edukasi pasien secara lebih dini. Pendekatan ini berpotensi meningkatkan keselamatan pasien, mengurangi kejadian efek samping obat, memperbaiki efektivitas terapi, dan meningkatkan efisiensi pelayanan rumah sakit.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kejadian *Drug Related Problems* (DRPs) pada pasien geriatri dengan polifarmasi masih tergolong tinggi, dengan kategori terbanyak adalah *Treatment Effectiveness* berdasarkan klasifikasi PCNE Version 9.1. Faktor-faktor yang berhubungan secara signifikan dengan kejadian DRPs meliputi usia lanjut, jumlah obat, lama rawat inap, penyakit penyerta, gangguan fungsi ginjal, penggunaan *High Alert Medication*, serta interaksi obat mayor.

Penelitian ini berhasil mengembangkan model prediksi DRPs menggunakan beberapa algoritma *Machine Learning*, dengan algoritma XGBoost menunjukkan performa terbaik berdasarkan nilai *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-score*, dan *ROC-AUC*. Analisis menggunakan SHAP menunjukkan bahwa jumlah obat, interaksi obat, fungsi ginjal, usia, dan penggunaan *High Alert Medication* merupakan prediktor utama kejadian DRPs.

Secara keseluruhan, model prediksi yang

dikembangkan memiliki potensi untuk diimplementasikan sebagai *Clinical Decision Support System* (CDSS) dalam pelayanan kefarmasian guna mendukung deteksi dini pasien geriatri yang berisiko mengalami DRPs. Model ini diharapkan dapat membantu apoteker dalam pengambilan keputusan klinis, meningkatkan keselamatan pasien, serta mengoptimalkan kualitas pelayanan kefarmasian di rumah sakit.

SARAN

Penelitian berikutnya disarankan untuk melakukan validasi eksternal menggunakan data multisenter dari berbagai rumah sakit agar kemampuan generalisasi model dapat dievaluasi. Selain itu, pengembangan model dapat diperkaya dengan data laboratorium serial, data genomik (*pharmacogenomics*), serta pemanfaatan *deep learning* dan *natural language processing* untuk mengolah catatan klinis tidak terstruktur. Integrasi model ke dalam sistem informasi rumah sakit juga perlu dievaluasi melalui studi prospektif untuk menilai dampaknya terhadap penurunan kejadian DRPs, peningkatan keselamatan pasien, serta efisiensi pelayanan kefarmasian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, F. D., Siswoyo, I. A., Fahrudin, A., & Prasetyo, H. (2026). *Artificial intelligence: Konsep lanjut dan di era digital*. PT Bukuloka Literasi Bangsa.
- Andayani, T. M., Rahmawati, F., Rokhman, M. R., Mayasari, G., Nurcahya, B. M., Arini, Y. D., & Intiyani, R. (2020). *Drug related problems: identifikasi faktor risiko dan pencegahannya*. UGM PRESS.
- Astuti, S. Y., Ihsan, M., & Rahmawati, F. (2020). Hubungan antara drug-related problems dan lama rawat inap pada pasien dengan diabetes tipe 2. *Diabetes*, 4, 5.
- Awali, J. D., Pardilawati, C. Y., Soleha, T. U., & Oktarlina, R. Z. (2024). Kajian polifarmasi terhadap keamanan obat pada pasien geriatri. *Medical Profession Journal of Lampung*, 14(4), 739-745.

Ika Sutra Perwirahayu Aji Saputri

STIKes Bhakti Husada Mulia

Korespondensi penulis: Ika Sutra Perwirahayu Aji Saputri. *Email korespondensi: ikasutrap45@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i3.3826>

Pengembangan model prediksi drug related problems menggunakan machine learning pada pasien geriatri dengan polifarmasi

- Hasballah, K. (2022). *Farmakologi geriatri*. Syiah Kuala University Press.
- Irmawati, I., & Aziz, F. (2025). Adverse Drug Reactions (ADR) Prediction using random forest algorithm and neural networks. *Integrated Journal of Pharmacy Innovations*, 1(1), 6-9.
- Islami, A. (2025). Permasalahan terkait penggunaan obat (drug related problem) pada pasien lansia di negara-negara berkembang. *Sibatik Journal: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 5(1), 443-452.
- Kotijah, S., & Priastana, I. K. A. (2020). Efektivitas cognitive behaviour therapy dalam mengurangi gejala post traumatic stress disorder: Systematic review. *Jurnal Kesehatan Terpadu (Integrated Health Journal)*, 11(1), 41-51.
- Kushariyadi, K., Apriyanto, H., Herdiana, Y., Asy'ari, F. H., Judijanto, L., Pasrun, Y. P., & Mardikawati, B. (2024). *Artificial intelligence: Dinamika perkembangan AI beserta penerapannya*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Masnoon, N., Shakib, S., Kalisch-Ellett, L., & Caughey, G. E. (2017). What is polypharmacy? A systematic review of definitions. *BMC Geriatrics*, 17(1), 230.
- Nabila, H. A., & Pamungkas, E. W. (2025). Perbandingan algoritma machine learning: svm, random forest, dan xgboost untuk prediksi stroke: comparison of machine learning algorithms: svm, random forest, and xgboost for stroke prediction. *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, 10(2), 1098-1110.
- Nurfauzi, Y., Wahyono, D., Rahmawati, F., & Yasin, N. M. (2020). Inovasi home care apoteker melalui supervisi penggunaan obat geriatri untuk meningkatkan kepatuhan terapi penyakit kronis. *Indonesia J Clin Pharm*, 9(2), 147.
- O'Mahony, D., Cherubini, A., Guiteras, A. R., Denkinger, M., Beuscart, J. B., Onder, G., & Curtin, D. (2023). STOPP/START criteria for potentially inappropriate prescribing in older people: version 3. *European Geriatric Medicine*, 14(4), 625-632.
- Pharmaceutical Care Network Europe. (2020). *The PCNE classification for drug-related problems V9.1*. Diakses dari: https://pcne.org/wp-content/uploads/2026/02/PCNE_Working-Groups-Classification_V9-1_final.pdf
- Primadhini, T. A., Pratama, D., Deniyati, A., & Rahmawati, A. (2026). *Farmasi klinis: Konsep, terapi, dan praktik pelayanan kefarmasian*. PT Cipta Digital Edukasi.
- Rankin, A., Cadogan, C., Cooper, J., Patterson, S. M., Kerse, N., Cardwell, C. R., & Hughes, C. (2018). Interventions to improve the appropriate use of polypharmacy for older people: an updated Cochrane systematic review. *International Journal of Pharmacy Practice*, 26(S1), 5-6.
- Siregar, S. R., Fitriany, J., Utariningsih, W., Nasution, M. H. F., Balqis, K. M., & Miranda, M. (2025). Analisis tingkat polifarmasi dan kepatuhan pengobatan terhadap risiko drug related problems pada pasien prolanis di Puskesmas Dewantara Aceh Utara. *GALENICAL: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Mahasiswa Malikussaleh*, 4(6), 13-23.
- Utaminingsih, E., Oktasari, S. R., & Cholisoh, Z. (2025). Drug related problems (DRPs) pada pasien mata rawat inap: Kajian potong lintang retrospektif selama dua tahun. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 2311-2320.
- World Health Organization. (2024). WHO clinical consortium on healthy ageing 2023: Meeting report. World Health Organization. Diakses dari: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240093546>
- Zahniar, Z., Khairunnisa, K., & Wiryanto, W. (2025). Analysis of drug-related problems in prescriptions of type 2 diabetes mellitus patients at Hospital "X", Aceh Province: A retrospective cross-sectional study. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 2689-2698.

Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri

STIKes Bhakti Husada Mulia

Korespondensi penulis: Ika Sutra Perwira Hayu Aji Saputri. *Email korespondensi: ikasutrap45@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i3.3826>