
Analisis IT Governance Rumah Sakit Dalam Memprediksi Kepuasan Pasien Menggunakan Perbandingan Algoritma Random Forest Dan Linear Regression

**Andysah Putera Utama Siahaan¹, Andreas Ghanneson Nainggolan², Khairil Putra³,
Natalia Nahampun⁴, Dina Marsauli Sibarani⁵**

^{1,5} Program Pascasarjana, Magister Teknologi Informasi, Universitas Pembangunan Panca Budi

Email: ¹andiesiahaan@gmail.com, ²andreas.nainggolan89@gmail.com,

³khairilputra0805@yahoo.co.id, ⁴ada_lhya@yahoo.co.id, ⁵dinasibarani95@gmail.com

Abstrak

Tata kelola TI (IT Governance) merupakan bagian yang sangat terkait dengan perusahaan. IT Governance berkaitan dengan bagaimana manajemen memperoleh keyakinan bahwa Sistem Informasi dan organisasi dapat memberikan value bagi perusahaan. Rumah sakit merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang kesehatan, telah memulai menerapkan tata kelola teknologi informasi (IT Governance) melalui manajemen layanan, secara umum proses menentukan kepuasan pasien masih didominasi cara kerja manual. Hal ini menimbulkan akurasi informasi, dan kecepatan pengambilan keputusan dalam memprediksi kepuasan pasien tidak efisien. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk melakukan prediksi lebih lanjut menggunakan analisa prediksi menggunakan perbandingan algoritma random fores dan linear regression, Hasil dari perbandingan tersebut menunjukkan bahwa algoritma random forest memiliki tingkat akurasi yang paling tinggi dengan nilai 9.922 dari pada linear regression 9.811.

Kata kunci—3-5 Governance, Kepuasan Pasien, Random Forest, Linier Regression

Abstract

IT Governance is a part that is closely related to the company. IT Governance is related to how management gains confidence that the Information System and organization can provide value to the company. Hospitals are companies engaged in the health sector, and have begun to implement IT Governance through service management. In general, the process of determining patient satisfaction is still dominated by manual methods. This results in inaccurate information and inefficient decision-making in predicting patient satisfaction. Therefore, it can be concluded that to make further predictions, predictive analysis using a comparison of random forest and linear regression algorithms should be used. The results of this comparison show that the random forest algorithm has the highest accuracy rate of 9.922 compared to linear regression at 9.811.

Kata kunci—3-5 Governance, Patient Satisfaction, Random Forest, Linear Regression

1. PENDAHULUAN

Seiring kemajuan teknologi informasi (TI) yang sangat pesat, institusi, organisasi maupun perusahaan dituntut harus mampu mengadopsi sistem digital guna untuk meningkatkan

efisiensi layanan, kualitas operasional serta daya saing[1]. Guna mencapai hal tersebut sangat diperlukan pengelolaan TI yang baik dan benar agar mampu menunjang kesuksesan institusi dalam pencapaian tujuannya. Kesuksesan tata kelola mempunyai ketergantungan terhadap sejauh mana tata kelola TI (IT Governance) dilakukan. IT Governance merupakan bagian yang sangat terkait dengan corporate governance. Beberapa hal mendasar jika dibandingkan dengan corporate governance adalah IT Governance berkaitan dengan bagaimana top manajemen memperoleh keyakinan bahwa Manager Sistem Informasi (Chief Information Officer) dan organisasi TI dapat memberikan return berupa value bagi rumah sakit[2].

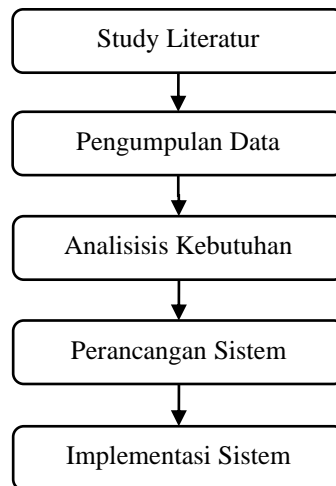
Rumah sakit merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang kesehatan, telah memulai menerapkan tata kelola teknologi informasi (IT Governance) melalui manajemen layanan menggunakan website, WhatsApp dan Email, sebagai sarana komunikasi dan penyebaran informasi. Dalam proses informasi tersebut kepuasan pasien menjadi salah satu untuk kemajuan dalam pelayanan rumah sakit, secara umum proses menentukan kepuasan pasien masih didominasi cara kerja manual. Hal ini menimbulkan berbagai tantangan dalam efisiensi kerja, akurasi informasi, dan kecepatan pengambilan keputusan dalam memprediksi kepuasan pasien. Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa untuk melakukan prediksi lebih lanjut menggunakan analisis prediksi menggunakan perbandingan algoritma Random Fores dan Linear Regression memungkinkan[3].

Random Forest merupakan salah satu algoritma yang dapat meningkatkan hasil akurasi dalam membangkitkan atribut untuk setiap node yang dilakukan secara acak. terdiri dari sekumpulan decision tree, dimana kumpulan pohon keputusan ini digunakan untuk mengklasifikasi data ke suatu kelas. Pohon keputusan dibuat dengan menentukan node akar dan berakhir dengan beberapa node daun untuk mendapatkan hasil akhir[4]. Menurut pendapat lain Random Forest ialah satu algoritma klasifikasi ensemble berbasis pohon yang banyak digunakan. Banyak aspek integrasi pohon diperkenalkan untuk mengurangi korelasi antara pohon keputusan di hutan. Bootstrap digunakan dalam algoritma random forest untuk mengurangi pohon keputusan bias dan memutuskan pemisahan di setiap pohon keputusan[5]. Pendapat lain Random Forest merupakan salah satu algoritma dalam Machine Learning yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan suatu prediksi yang akurat melalui proses pengolahan data dengan membentuk beberapa pohon keputusan[6,7,8,9].

Regresi Linier Merupakan sebuah teknik perhitungan sangat berharga dalam statistik memungkinkan peneliti membangun model dalam menentukan pengaruh antara variabel satu dan variabel lainnya. Dengan analisis regresi linier dapat melakukan peramalan nilai variabel dengan lebih akurat[10,11,12]. Menurut pendapat lain Analisis regresi adalah suatu metode statistik yang mengamati hubungan antara variabel terikat Y dan serangkaian variabel bebas X_1, \dots, X_p . Tujuan dari metode ini adalah untuk memprediksi nilai Y untuk nilai X yang diberikan[13,14].

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian yang dilakukan ini, metodologi penelitian yang diterapkan mulai dari studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem dan implementasi sistem diagram alir. Berikut ini flowchat dari metode penelitian yang digunakan.



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1 Study Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari referensi yang dapat digunakan pada penelitian ini yang memiliki relevansi pada teori yang digunakan sebagai landasan yang bersumber dari jurnal, buku, Website dan sumber lainnya.

2.2 Pengumpulan Data Rumah Sakit

Selama penelitian data yang digunakan bersumber dari laman website resmi yang menyediakan data secara gratis.

2.3 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi sistem yang akan dibangun agar sesuai dengan kebutuhan prediksi kepuasan pasien dengan membandingkan algoritma Random Fores dan Regresi Linier. Agar saat melakukan perancangan dan implementasi setiap analisis kebutuhan telah terdefiniskan dengan baik..

2.4 Perancangan Sistem



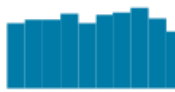
Tahap perancangan pada tahap ini dilakukan untuk merancang sistem prediksi pada menggunakan bahasa pemrograman Python dengan perbandingan algoritma Random Fores dan Regresi linear.

2.5 Implementasi Sistem

Tahapan implementasi pada tahap ini dilakukan untuk membangun sistem yang telah dirancang. Dilakukan implementasi setelah analisa kebutuhan dan menggunakan perbandingan algoritma Random Fores dan regresi linier yang dilakukan program.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pengumpulan dataset yang akan diolah diperoleh dari laman website yang berjumlah 1000 dataset yang terdiri dari 6 variabel yang membantu dalam memprediksi kepuasa pasien. Variabel tersebut meliputi name, age, arrival date, departure date, service, satisfaction. Setiap variabel ini memiliki peran yang signifikan dalam dalam menentukan kepuasan pasien terhadap rumah sakit berikut ini sample data yang akan di tampilkan:

▲ patient_id	▲ name	# age	📅 arrival_date	📅 departure_date	▲ service
Unique identifier for each patient	Patient full name	Patient age	Date of admission	Date of discharge	Hospital service assigned
1000 unique values	993 unique values				emergency surgery Other (48)
PAT-98de3daa	Laurie Sanchez	73	2025-05-06	2025-05-17	ICU
PAT-57cfea87	Kiara Little	63	2025-06-25	2025-06-29	emergency
PAT-2cd729ed	Jason Love	64	2025-04-23	2025-05-06	general_
PAT-58a77385	Randy Smith	29	2025-12-10	2025-12-21	ICU
PAT-217cc5b5	Tanya Russell	74	2025-09-17	2025-09-27	emergency
PAT-71152f09	Sherry Woods	45	2025-12-29	2026-01-09	surgery
PAT-66715fd4	Victor Morris	58	2025-09-02	2025-09-16	emergency
PAT-7a6aaa25	Susan Davis	36	2025-05-04	2025-05-09	surgery
PAT-b9cb708e	Kimberly Sharp	86	2025-07-15	2025-07-17	surgery
PAT-2ca10907	Susan Thompson	28	2025-02-28	2025-03-14	emergency
PAT-8ae5951e	Casey Gillespie	21	2025-03-10	2025-03-15	ICU
PAT-1b2195ca	Jennifer Simpson DVM	33	2025-12-08	2025-12-13	emergency
PAT-0f24de9a	Tammy McDowell	50	2025-02-11	2025-02-13	general_

Gambar 2. Sampe Data

Setelah sample data diatas telah di visualkan, selanjutnya masukan source code untuk menampilkan 5 baris pertama dari dataset untuk menampilkan isinya. Berikut ini source code dan 5 baris pertama tersebut.

```

import seaborn as sns
from scipy import stats
from sklearn.model_selection import train_test_split, cross_val_score
from sklearn.preprocessing import StandardScaler, OneHotEncoder
from sklearn.compose import ColumnTransformer
from sklearn.pipeline import Pipeline
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
import xgboost as xgb
from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error, r2_score

import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')

In [3]:
df = pd.read_csv('/kaggle/input/hospital-beds-management/patients.csv')
df.head()

Out[3]:

```

	patient_id	name	age	arrival_date	departure_date	service	satisfaction
0	PAT-09484753	Richard Rodriguez	24	2025-03-16	2025-03-22	surgery	81
1	PAT-f0644084	Shannon Walker	6	2025-12-13	2025-12-14	surgery	83
2	PAT-ac8162e4	Julia Torres	24	2025-06-29	2025-07-05	general_medicine	83
3	PAT-3dda2bb5	Crystal Johnson	32	2025-10-12	2025-10-23	emergency	81
4	PAT-08591375	Garrett Lin	25	2025-02-18	2025-02-25	ICU	78

Gambar 3. 5 Baris Pertama Dataset

Selanjutnya melakukan Analisis Data Eksploratif atau sering di sebut EDA yang bertujuan untuk mengetahui struktur data yang bermasalah. Berikut ini hasil dari EDA

```

Dataset Shape: (1000, 7)

Dataset Info:
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 1000 entries, 0 to 999
Data columns (total 7 columns):
#   Column          Non-Null Count  Dtype
---  ---
0   patient_id      1000 non-null    object
1   name            1000 non-null    object
2   age            1000 non-null    int64
3   arrival_date    1000 non-null    object
4   departure_date  1000 non-null    object
5   service         1000 non-null    object
6   satisfaction    1000 non-null    int64
dtypes: int64(2), object(5)
memory usage: 54.8+ KB
None

First 5 Rows:

Basic Statistics:

```

	patient_id	name	age	arrival_date	departure_date	service	satisfaction
count	1000	1000	1000.000000	1000	1000	1000	1000.000000
unique	1000	993	NaN	344	337	4	NaN
top	PAT-09484753	Samantha Robertson	NaN	2025-01-19	2025-09-28	emergency	NaN
freq	1	2	NaN	9	8	263	NaN
mean	NaN	NaN	45.337000	NaN	NaN	NaN	79.597000
std	NaN	NaN	25.999912	NaN	NaN	NaN	11.550325
min	NaN	NaN	0.000000	NaN	NaN	NaN	60.000000
25%	NaN	NaN	23.000000	NaN	NaN	NaN	70.000000
50%	NaN	NaN	46.000000	NaN	NaN	NaN	80.000000
75%	NaN	NaN	68.000000	NaN	NaN	NaN	89.250000
max	NaN	NaN	89.000000	NaN	NaN	NaN	99.000000

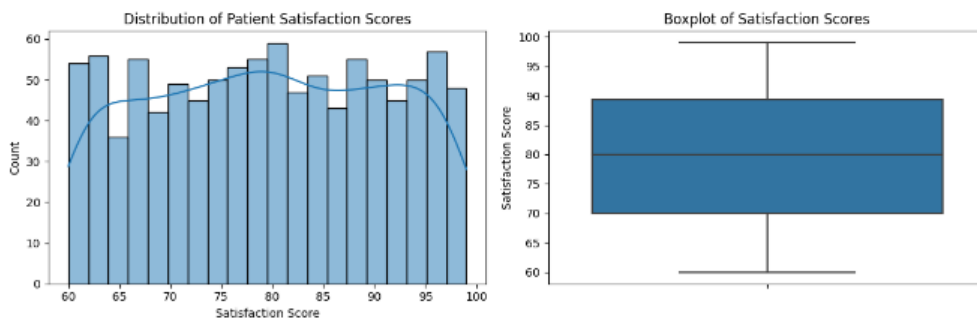
Gambar 4. EDA

Dari hasil EDA di atas menjelaskan bahwa terdapat 1000 dataset dan 7 kolom dengan masing-masing kolom sudah dijelaskan pada awal pembukaan, pada basic statistik menjelaskan hasil statistic dari 7 kolom tersebut berapa nilai dari persentasi count, unique, top freq, mean, std, min, 25%, 50%, 75% dan max.

Selanjutnya membuat analisa distribusi dan penyebaran nilai tingkat kepuasan pasien dengan 2 visual yaitu histogram dan boxplot. Berikut ini source code dan visual distribusinya.

```
In [6]: plt.figure(figsize=(12, 4))
plt.subplot(1, 2, 1)
sns.histplot(df['satisfaction'], kde=True, bins=20)
plt.title('Distribution of Patient Satisfaction Scores')
plt.xlabel('Satisfaction Score')

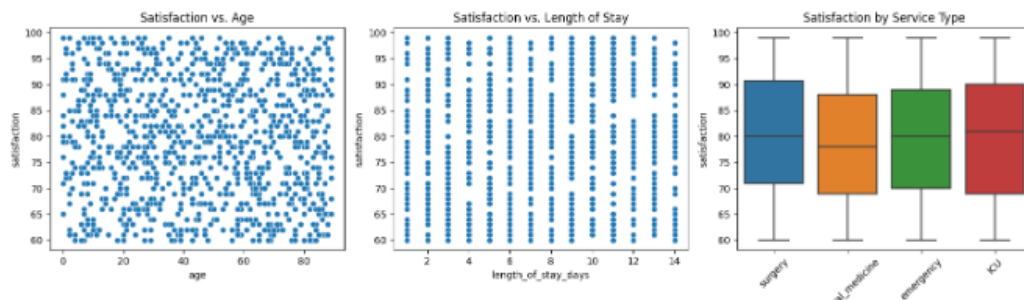
plt.subplot(1, 2, 2)
sns.boxplot(y=df['satisfaction'])
plt.title('Boxplot of Satisfaction Scores')
plt.ylabel('Satisfaction Score')
plt.tight_layout()
plt.show()
```



Gambar 5. Visual Tingkat Penyebaran

Selanjutnya menganalisis factor-faktor apa saja yang mungkin mempengaruhi kepuasan pasien yaitu seperti : apakah umur berpengaruh, apakah rawat berpengaruh dan apakah jenis layanan tertentu membuat pasien lebih puas? . berikut ini source code dan grafik factor-faktor kepuasan pasien.

```
In [7]: plt.figure(figsize=(15, 5))
plt.subplot(1, 3, 1)
sns.scatterplot(data=df, x='age', y='satisfaction')
plt.title('Satisfaction vs. Age')
plt.subplot(1, 3, 2)
sns.scatterplot(data=df, x='length_of_stay_days', y='satisfaction')
plt.title('Satisfaction vs. Length of Stay')
plt.subplot(1, 3, 3)
sns.boxplot(data=df, x='service', y='satisfaction')
plt.title('Satisfaction by Service Type')
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

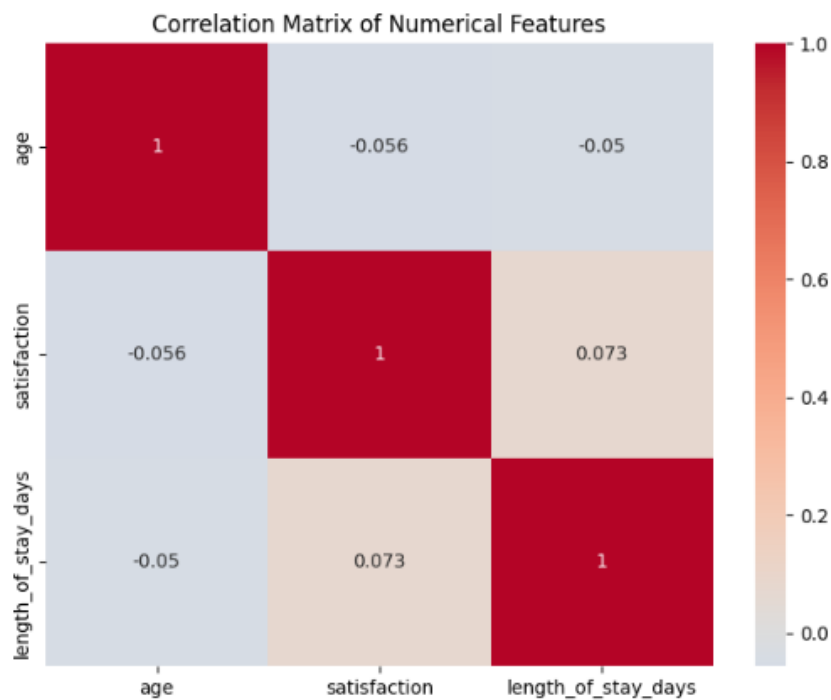


Gambar 6. Visual 3 Grafik

Dari 3 grafik di atas menjelaskan bahwa

1. Satisfaction vs. Age : titik penyebaran merata diseluruh rentang umur artinya umur tidak terlalu mempengaruhi kepuasan pasien
2. Satisfaction vs. Length of Stay : Titik-titik terlihat vertikal per nilai hari (1–15), menunjukkan setiap pasien dengan lama rawat tertentu memiliki variasi kepuasan yang besar yang artinya lama rawat tidak berhubungan langsung dengan kepuasan pasien
3. Satisfaction by Service Type : menunjukkan penyebaran tingkat kepuasan per jenis layanan yang artinya semua layanan memiliki tingkat kepuasan hamper sama yaitu 70-90 dan ICU dan surgery tampak sedikit lebih tinggi median kepuasannya.

Setelah memvisualkan dalam bentuk grafik selanjutnya memvisualisasikan dalam bentuk matriks, berikut ini visualisasi dalam bentuk matriks.



Gambar 7. Visual Matriks

Hasil dari gambar diatas menjelaskan bahwa :

1. age vs satisfaction memiliki nilai -0.056 yang artinya Hubungan negatif sangat lemah (semakin tua, sedikit lebih tidak puas — tapi hampir tidak signifikan).
2. age vs length_of_stay_days memiliki nilai -0.05 yang artinya Hubungan negatif sangat kecil, artinya umur tidak memengaruhi lama rawat.
3. satisfaction vs length_of_stay_days memiliki nilai 0.073 yang artinya Hubungan positif lemah sekali, lama rawat sedikit meningkat seiring kepuasan, tapi sangat tidak signifikan.

Artinya kepuasan pasien dipengaruhi oleh faktor lain. Berikut ini hasil dari tingkat kepuasan pasien yang di pengaruhi faktor lain.

Service-wise Satisfaction Summary:

	mean	std	count
service			
ICU	79.92	11.72	241
emergency	79.55	11.64	263
general_medicine	78.57	11.13	242
surgery	80.31	11.69	254

Gambar 8. Factor Kepuasan

Dari data diatas menjelaskan bahwa factor kepuasan pasien terhadap rumah sakit memiliki 4 faktor dimana ICU memiliki tingkat kepuasan yang paling tinggi disusul diurutan kedua emergency, general medicine dan surgery.

Setelah proses analisis data telah selesai, selanjutnya proses seleksi model dan menjalankan perbandingan algoritma random fores dan linear ragrassion. Berikut ini souce code dan hasil dari perbandingan kedua algoritma tersebut.

```
In [20]:
models = {
    'Linear Regression': LinearRegression(),
    'Random Forest': RandomForestRegressor(n_estimators=100, random_state=42),
    'XGBoost': xgb.XGBRegressor(objective='reg:squarederror', n_estimators=100, random_state=42,
eval_metric='mae')
}
```

```
In [21]:
cv_results = {}
for name, model in models.items():
    cv_scores = cross_val_score(model, X_train, y_train, cv=5, scoring='neg_mean_absolute_error')
    cv_results[name] = {
        'CV MAE (mean)': -cv_scores.mean().round(3),
        'CV MAE (std)': cv_scores.std().round(3)
    }
print(f"{name} CV MAE: {-cv_scores.mean():.3f} (+/- {cv_scores.std() * 2:.3f})")
```

Linear Regression CV MAE: 9.961 (+/- 1.246)

Random Forest CV MAE: 10.527 (+/- 1.515)

	Model	Test MAE	Test RMSE	Test R ²
0	Linear Regression	9.811	11.489	-0.037
1	Random Forest	9.922	11.771	-0.087

Gambar 9. Seleksi Model dan Traning Algoritma

4. KESIMPULAN

Dari gambar diatas menjelaskan bahwa algoritma yang memiliki tingkat akurasi yang paling tinggi ialah algoritma random forest sebanyak 9.922 dari pada linear regression sebanyak 9.811 yang artinya algoritma random forest menjadi pertimbangan yang layak dalam menentukan tingkat kepuasan pasien terhadap rumah sakit.

5. SARAN

Adapun saran yang dapat kami paparkan setelah menyelesaikan penelitian ini bahwa analisis IT Governance rumah sakit dalam memprediksi kepuasan pasien dengan perbandingan algoritma random forest dan linear regression dapat diterapkan pada algoritma yang lain tidak hanya ini saja, bahwan membandingkan 3 sampai 4 algoritma agar mengetahui algoritma mana yang paling tinggi dalam tingkat akurasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sebagai tim peneliti mengucapkan banyak syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran untuk menyelesaikan penelitian ini. Kami juga berterima kasih kepada dosen pembimbing Bapak Dr. Andysah Putera Utama Siahaan atas waktu dan ilmunya dalam proses pengerjaan penelitian ini hingga menyelesaikannya serta juga kepada seluruh dosen Pasca Sarjana Universitas Pembangunan Pancabudi yang telah membantu informasi dan dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. N. A. Hidayah, M. R. Syaifta, and A. A. Anggaramukti, "Evaluasi Tata Kelola Teknologi Informasi pada PT Helori Menggunakan Framework TOGAF Instructions for Writing and Submitting Articles to JTK3TI Starting Issue Volume 12 Number 1 Year 2023 (14pt Bold)," vol. 11, pp. 90–99, 2025.
- [2]. A. Prasetyo and N. Mariana, "Analisis Tata Kelola Teknologi Informasi (It Governance) pada Bidang Akademik dengan Cobit Frame Work Studi Kasus pada Universitas Stikubank Semarang," *J. Teknol. Inf. Din.*, vol. 16, no. 2, pp. 139–149, 2011.
- [3]. M. Irsyad, A. Putera, U. Siahaan, L. Marlina, U. Pembangunan, and P. Budi, "EVALUASI TATA KELOLA IT DAN PREDIKSI KINERJA BISNIS BERBASIS DATA SCIENCE UNTUK OPTIMALISASI," vol. 4307, no. August, pp. 3413–3423, 2025.
- [4]. J. Kuswanto and L. Hakim, "Penerapan Algoritma Random Forest untuk memprediksi Performa Akademik Mahasiswa," *Decod. J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 262–270, 2025, doi: 10.51454/decode.v5i1.1103.
- [5]. E. Novianto, S. Suhirman, and D. Prasetyo, "JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika) Journal homepage: <https://jurnal.stkipgritulungagung.ac.id/index.php/jipi> PERBANDINGAN METODE KLASIFIKASI RANDOM FOREST DAN SUPPORT VECTOR MACHINE DALAM MEMPREDIKSI CAPAIAN STUDI MAHASISWA," vol. 9, no. 4, pp. 1821–1833, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.29100/jipi.v9i4.5423>
- [6]. I. Maulida, K. Nisa, and R. Nooraeni, "Penerapan Metode Random Forest Untuk Klasifikasi Wanita Usia," vol. 8, no. 1, pp. 47–62, 2020.

- [7]. A. Primajaya and B. N. Sari, "Random Forest Algorithm for Prediction of Precipitation," *Indones. J. Artif. Intell. Data Min.*, vol. 1, no. 1, p. 27, 2018, doi: 10.24014/ijaidm.v1i1.4903.
- [8]. R. Dwi Shaputra and S. Hidayat, "Implementasi regresi linier untuk prediksi penjualan dan cash flow pada aplikasi point of sales restoran restoran," *J. Univ. Islam Indones.*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [9]. D. P. Egistin, M. Y. Rauza, R. H. Ramadhan, S. Ramadani, and K. Kunci, "Analisis regresi linier sederhana dan penerapannya," vol. 1, no. 2, pp. 69–78, 2025.
- [10]. M. Alwy Yusuf, A. Abraham, H. Rukmana, Herman, and H. Trisnawati, "Analisis Regresi Linier Sederhana dan Berganda Beserta Penerapannya," *J. Educ.*, vol. 06, no. 02, pp. 13331–13344, 2024.
- [11]. A. Hijriani, K. Muludi, and E. A. Andini, "Implementasi Metode Regresi Linier Sederhana Pada Penyajian Hasil Prediksi Pemakaian Air Bersih Pdam Way Rilau Kota Bandar Lampung Dengan Sistem Informasi Geografis," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, p. 37, 2016, doi: 10.30872/jim.v11i2.212.
- [12]. A. M. A. Rusdy, P. Purnawansyah, and H. Herman, "Penerapan Metode Regresi Linear Pada Prediksi Penawaran dan Permintaan Obat Studi Kasus Aplikasi Point Of Sales," *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 3, no. 2, pp. 121–126, 2022, doi: 10.33096/busiti.v3i2.1130.
- [13]. Suci Amaliah, M. Nusrang, and A. Aswi, "Penerapan Metode Random Forest Untuk Klasifikasi Variasi Minuman Kopi di Kedai Kopi Konijiwa Bantaeng," *VARIANSI J. Stat. Its Appl. Teach. Res.*, vol. 4, no. 3, pp. 121–127, 2022, doi: 10.35580/variansiunm31.
- [14]. I. Kurniawan, D. Cahya Putri Buani, W. Apriliah, R. Amegia Saputra, and P. Korespondensi, "Implementasi Algoritma Random Forest Untuk Menentukan Penerima Bantuan Raskin Implementation of Random Forest Algorithm for Determining Recipients of Raskin," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 421–428, 2023, doi: 10.25126/jtiik.202396225.