

Analisis Pengaruh Bayesian Optimization Terhadap Kinerja SVM Dalam Prediksi Penyakit Diabetes

Dwi Utami^{1*}, Fathoni Dwiatmoko², Nuari Anisa Sivi³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung

*utami21.du@gmail.com

Abstrak

Diabetes merupakan satu dari penyakit kronis yang paling umum serta serius, hal tersebut berpengaruh terhadap jutaan orang di berbagai belahan dunia. Prediksi dini diabetes sangat penting untuk mencegah komplikasi kesehatan yang lebih serius. Penelitian ini mengeksplorasi penggunaan Support Vector Machine (SVM) yang dioptimalkan dengan Bayesian Optimization untuk prediksi dini penyakit diabetes. SVM adalah algoritma pembelajaran mesin yang kuat tetapi sangat bergantung pada pemilihan parameter yang tepat. Bayesian Optimization memiliki kelebihan dalam penanganan ketidakpastian pengukuran maupun model di bandingkan dengan algoritma optimasi yang lain. Bayesian Optimization adalah metode yang efektif untuk mengoptimalkan parameter SVM, seperti parameter regulasi (C) dan parameter kernel (gamma). Data penelitian diambil dari dataset Kaggle yang berisi faktor risiko diabetes. Penelitian ini membandingkan kinerja SVM yang dioptimalkan dengan Bayesian Optimization dengan SVM tanpa optimasi. Hasil menunjukkan bahwa SVM yang dioptimalkan dengan Bayesian Optimization mencapai akurasi 95%, dibandingkan dengan akurasi 94% untuk SVM tanpa optimasi. Temuan ini menegaskan bahwa Bayesian Optimization dapat meningkatkan kinerja SVM dalam prediksi dini diabetes.

Kata kunci : Bayesian Optimization, Diabetes, Prediksi Dini, SVM

Abstract

Diabetes is a prevalent and serious chronic illness that impacts millions of individuals globally. Early detection of diabetes is essential to mitigate severe health complications. This study investigates the application of Support Vector Machine (SVM) enhanced by Bayesian Optimization for the early prediction of diabetes. While SVM is a robust machine learning algorithm, its performance heavily depends on the proper selection of parameters. Bayesian Optimization is an efficient approach to fine-tune SVM parameters, such as the regularization parameter (C) and the kernel parameter (gamma). The research utilizes a Kaggle dataset that includes various diabetes risk factors. The study compares the performance of SVM optimized using Bayesian Optimization against SVM without optimization. The findings reveal that SVM with Bayesian Optimization achieves an accuracy of 95%, surpassing the 94% accuracy of the unoptimized SVM. These results highlight that Bayesian Optimization enhances SVM's effectiveness in predicting diabetes early.

Keywords : Bayesian Optimization, Diabetes, Early Prediction, SVM

1. Pendahuluan

Diabetes adalah salah satu penyakit kronis yang paling umum dan serius, yang tidak hanya terjadi di Indonesia namun juga di seluruh dunia. Diabetes mempengaruhi jutaan orang dan berkontribusi pada berbagai komplikasi

kesehatan yang signifikan. Diabetes adalah penyakit yang dapat dialami penderita sepanjang hidup [1]. Peningkatan jumlah kasus diabetes yang signifikan telah mendorong penelitian dalam mengembangkan cara prediksi dini penyakit diabetes yang dapat membantu dalam

pengecahan penyakit tersebut. Prediksi dini dan deteksi diabetes sangat penting guna mencegah peenyakit komplikasi yang lebih serius seperti penyakit jantung dan stroke bahkan kematian [2]. Dalam konteks tersebut, teknik pembelajaran mesin seperti Support Vector Machine (SVM) banyak digunakan karena mampu dalam mengolah data berdimensi tinggi dan menghasilkan model prediksi yang akurat.

Support Vector Machine (SVM) adalah algoritma pembelajaran mesin yang kuat dan banyak digunakan pada banyak tugas klasifikasi dan regresi. Namun, kinerja SVM sangat bergantung pada pemilihan parameter yang tepat, seperti parameter regulasi (C) dan parameter kernel (gamma)^[3]. Pemilihan parameter yang kurang optimal dapat menyebabkan model yang kurang akurat dan generalisasi yang kurang baik terhadap data baru. Oleh karena itu, diperlukan metode yang efektif untuk mengoptimalkan parameter SVM guna mencapai kinerja prediksi yang optimal.

Bayesian Optimization (BO) adalah salah satu metode untuk optimasi hiperparameter dalam pembelajaran mesin. Metode ini efektif dalam menangani fungsi objektif yang tidak dapat dibedakan, bayesian optimization sering ditemukan dalam konteks pembelajaran mesin. Bayesian Optimization menggunakan model probabilistik, biasanya Gaussian Process (GP), untuk menggambarkan fungsi yang ingin

dioptimalkan. Kemudian, metode ini memilih titik evaluasi berikutnya yang diperkirakan akan memberikan informasi paling banyak tentang fungsi tersebut ^[4].

Pendekatan probabilistik dalam Bayesian Optimization memungkinkan pemodelan ketidakpastian mengenai fungsi objektif, yang digunakan untuk mengeksplorasi dan mengeksploitasi ruang parameter secara lebih efektif. Dalam setiap iterasi, Bayesian Optimization memilih kombinasi parameter yang memaksimalkan akuisisi fungsi, dengan cara mencari keseimbangan antara mencoba nilai baru yang mungkin memberikan hasil lebih baik (ekspektasi perbaikan) dan menguji nilai yang belum banyak dicoba untuk mendapatkan lebih banyak informasi (ketidakpastian model) ^[5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh Bayesian Optimization terhadap kinerja SVM dalam prediksi dini penyakit diabetes. Dengan menggunakan data faktor risiko diabetes, penelitian ini akan membandingkan kinerja model SVM yang dioptimalkan dengan Bayesian Optimization dengan model SVM tanpa Bayesian optimization. Hasil dari penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan wawasan serta pengetahuan baru tentang efektivitas Bayesian Optimization dan dapat membantu dalam pengembangan alat prediksi yang lebih akurat untuk dapat melakukan deteksi awal dari penyakit diabetes

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Berikut adalah penelitian sebelumnya yang sesuai dengan penelitian yang diambil oleh peneliti:

- Penelitian pertama oleh Vapnik dalam bukunya "*The Nature of Statistical Learning Theory*" menjelaskan dasar-dasar teoritis SVM dan aplikasinya dalam berbagai bidang, termasuk medis. Vapnik menunjukkan bahwa SVM dapat digunakan untuk prediksi penyakit dengan akurasi tinggi karena kemampuannya dalam menangani data yang kompleks dan berdimensi tinggi [6].
- Penelitian lain oleh Syahputra tentang komparasi algoritma svm dengan decision tree pada deteksi tingkat depresi mahasiswa, yang menghasilkan nilai akurasi lebih baik dalam deteksi tingkat depresi pada mahasiswa yaitu sebesar 97%, dibandingkan dengan algoritma decision tree [7].
- Di sisi lain, dalam penelitian Snoek, J tentang penggunaan Bayesian Optimization yang dipublikasikan pada NIPS papers, memperkenalkan metode Bayesian Optimization untuk optimasi hiperparameter. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa BO lebih efisien dalam menemukan parameter optimal dibandingkan dengan metode tradisional seperti Grid Search dan Random Search [4].
- Penelitian keempat dilakukan oleh Castillo yang melakukan eksplorasi algoritma optimasi Bayesian dalam mengatasi ketidakpastian pada sistem yang kompleks, dalam konteks industri proses. Penelitian mengembangkan metode optimasi prediktif Bayesian untuk industri proses, yang berguna dalam aplikasi Quality-by-Design (QbD). Metode ini memberikan probabilitas untuk mencapai tujuan proses pada pengaturan optimal, yang tidak bisa dilakukan dengan statistik klasik. Penelitian juga memperkenalkan model efek campuran hierarkis dan membahas tantangan dalam analisis Bayesian, seperti konvergensi model yang memerlukan MCMC [8].
- Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Elshewey et al. tentang penggunaan Optimasi Bayesian pada model mesin learning untuk prediksi penyakit Parkinson, pada penelitian tersebut membandingkan beberapa model Bayesian optimization dengan beberapa algoritma antara lain SVM, Random Forest, Logistik Regresion, Naïve Bayes serta Decision Tree. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Optimasi Bayesian dengan algoritma SVM memiliki performa lebih baik di banding dengan algoritma lain yaitu dengan akurasi 92,3% [9].

2.2. Landasan Teori

1. Diabetes

Diabetes merupakan penyakit kronis yang berpengaruh terhadap jutaan orang di berbagai belahan dunia. Menurut International Diabetes Federation (2019), penyakit diabetes terus meningkat secara global. Prediksi dini dan deteksi diabetes sangat penting guna mencegah peenyakit komplikasi yang lebih serius seperti penyakit jantung dan stroke bahkan kematian [2]. Oleh karena itu, pengembangan model prediksi yang akurat sangat penting untuk membantu mencegah dan mengurangi peningkatan kasus penyakit diabetes.

2. Support Vector Machine (SVM)

SVM merupakan algoritma pembelajaran mesin yang diterapkan untuk tugas klasifikasi dan regresi. Algoritma ini berfungsi dengan mencari hyperplane optimal yang dapat memisahkan berbagai kelas dalam data^[6]. SVM merupakan algoritma pembelajaran terawasi, yaitu memerlukan contoh seperti kelas data, sehingga SVM dapat mencari hyperlane atau garis pemisah antara kelas data satu dengann data lain secara maksimal ^[10]. Algoritma ini sangat efektif dalam menangani data dengan dimensi tinggi serta dikenal karena kemampuannya dalam menghasilkan model prediksi yang akurat.

3. Bayesian Optimization

Bayesian Optimization (BO) adalah metode optimasi berbasis model probabilistik yang efektif

untuk fungsi objektif yang mahal dan tidak dapat dibedakan. BO menggunakan model probabilistik, seperti Gaussian Process, untuk memodelkan fungsi objektif dan memilih titik evaluasi berikutnya berdasarkan keseimbangan antara eksplorasi dan eksploitasi ^[4].

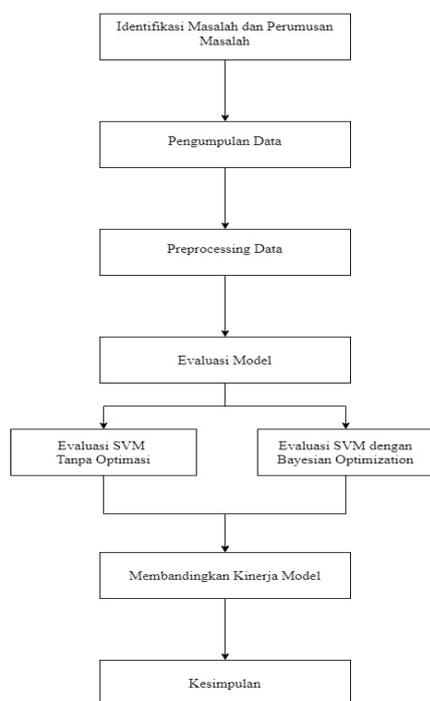
Kinerja SVM sangat bergantung pada pemilihan parameter yang tepat. Parameter regulasi atau nilai (C) serta parameter kernel (gamma) adalah dua parameter penting dalam SVM yang perlu dioptimalkan. Optimasi hiperparameter adalah proses mencari kombinasi parameter terbaik yang menghasilkan kinerja model optimal. Teknik optimasi hiperparameter yang populer meliputi Grid Search, Random Search, dan Bayesian Optimization^[11].

Pada algoritma Grid Search bekerja dengan mencari semua kemungkinan, sehingga dalam banyak ruang menjadi tidak praktis. Random Search mencari kemungkinan secara acak secara local, sehingga terkadang melewatkan nilai terbaik secara global. Metode seperti optimasi evolusioner membutuhkan waktu lama dan hasil yang terkadang tidak konsisten. Dari permasalahan yang di alami oleh oleh algoritma optimasi lainnya, algoritma Bayesian optimization dapat memecahkan semua masalah tersebut, karena dapat menemukan nilai terbaik dengan efisien serta akurat^[12]

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode SVM dan SVM yang dioptimasi menggunakan Bayesian Optimization sebagai algoritma analisis data prediksi dini penyakit diabetes pada dataset pada laman website Kaggle Dataset yang dapat di akses melalui link sebagai berikut: <https://www.kaggle.com/datasets/abdelaizsami/early-stage-diabetes-risk-prediction>.

3.1. Tahapan Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah

- Langkah pertama adalah mengidentifikasi masalah yang ingin dipecahkan atau pertanyaan yang ingin dijawab melalui penelitian.
- Setelah masalah diidentifikasi, dirumuskan secara spesifik untuk

memberikan fokus yang jelas pada tujuan penelitian.

2. Pengumpulan Data:

- Memilih dataset yang berisi faktor risiko diabetes dari Kaggle Dataset yang dapat di unduh melalui link <https://www.kaggle.com/datasets/abdelaizsami/early-stage-diabetes-risk-prediction>.

- Analisis Data: Melakukan analisis awal terhadap data yang telah dikumpulkan untuk memahami karakteristik dan struktur data. Analisis ini membantu dalam mengidentifikasi pola awal dan mempersiapkan data untuk tahap selanjutnya.

3. Preprocessing Data:

- Melakukan pembersihan data (data cleansing) untuk menghapus ataupun melakukan perbaikan data yang tidak lengkap, duplikat, atau tidak valid.
- Melakukan perubahan data guna menyesuaikan format, sehingga data siap untuk dianalisis lebih lanjut, seperti membentuk data ke dalam format yang dapat diproses oleh algoritma SVM.

4. Evaluasi Model:

Evaluasi model dilakukan menggunakan confusion matrix. Confusion matrix digunakan sebagai metrik evaluasi model dengan akurasi, presisi serta recall dan F1-score [13]. Akurasi

merupakan resentasi dari pendeteksian yang benar di bagi jumlah total. Recall adalah berapa banyak data terprediksi benar di bagi total benar keseluruhan [13]. Presisi yaitu prediksi benar di bagi dengan total yang terprediksi benar[13]. Sedangkan nilai F1 adalah nilai rata-rata dari presisi serta recall[13]. Berikut merupakan scenario evaluasi model:

- Algoritma yang digunakan yaitu SVM guna menemukan model prediksi.
- Algoritma SVM yang di optimasi dengan Bayesian Optimization untuk menemukan model prediksi

5. Membandingkan Kinerja Model

Hasil dari algoritma SVM dan SVM dengan Bayesian Optimization di bandingkan dengan akurasi yang di hasilkan oleh model.

6. Kesimpulan

Melakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan. Kesimpulan tersebut mencakup bagaimana hasil akurasi, precision, serta recall dan f1 score pada hasil kinerja SVM dengan dan tanpa BO.

3.2. Data

Pada penelitian ini data pasien hepatitis didapatkan dari Kaggle Dataset yang dapat di unduh melalui link <https://www.kaggle.com/datasets/abdelaizsami/early-stage-diabetes-risk-prediction>. Dataset terdiri dari 17 atribut yang berisi 16 atribut

mengenai profil pasien dan 1 atribut Class. Atribut Class Positif (1), Negatif (2). Jumlah data yaitu 500 data. Dengan rincian fitur terdapat pada tabel 1 dan 2 sebagai berikut:

Tabel 1. Atribut Dataset

No	Atribut	Keterangan
1	age	Usia Pasien
2	gender	Jenis kelamin pasien
3	polyuria	Sering buang air kecil?
4	polydipsia	Memiliki rasa haus berlebihan?
5	sudden_weight_los s	Memiliki penurunan berat badan tanpa alasan yang jelas?
6	wekness	Mempunyai kelelahan atau merasa lemas?
7	polyphagia	Memiliki rasa lapar yang berlebihan?
8	genital_trush	Infeksi ragi genital?
9	visual_blurring	Mempunyai pengalaman penglihatan kabir?
10	itching	Mempunyai pengalaman gatal?
11	irritability	Mudah marah?
12	delayed_healing	Mempunyai penyembuhan luka yang lama?
13	partial_paresis	Mempunyai kelemahan sebagian otot?
14	muscle_stiffness	Mempunyai kaku otot?
15	alopecia	Kehilangan rambut?
16	obesity	Mempunyai Kelebihan berat badan?
17	class	Klasifikasi apakah memiliki diabetes atau tidak

Tabel 2. Nilai Atribut

No	Atribut	Nilai 1 untuk Ya, 2 untuk Tidak
1	age	20-65 tahun
2	gender	Laki-laki, Perempuan
3	polyuria	1,2
4	polydipsia	1,2
5	sudden_weight_loss	1,2
6	wekness	1,2
7	polyphagia	1,2
8	genital_trush	1,2
9	visual_blurring	1,2
10	itching	1,2

No	Atribut	Nilai 1 untuk Ya, 2 untuk Tidak
11	irritability	1,2
12	delayed_healing	1,2
13	partial_paresis	1,2
14	muscle_stiffness	1,2
15	alopecia	1,2
16	obesity	1,2
17	class	1,2

3.3. Preprocessing

1. Cleansing Data

Melakukan penghapusan serta perbaikan data yang tidak lengkap, duplikat, atau tidak valid.

2. Transformasi data

Mengubah format data transaksi ke dalam format yang sesuai untuk analisis lebih lanjut, seperti bentuk tabular atau format yang dapat diproses oleh algoritma SVM.

3.4. Evaluasi Model

Pada tahap ini dilakukan pembagian data latihan 70% serta data untuk uji 30%. Selanjutnya melakukan pengujian model SVM tanpa optimasi menggunakan parameter default dan SVM dengan optimasi Bayesian. Berikut merupakan kode pembagian data pelatihan dan uji dengan python.

```
X_train, X_test, y_train, y_test =
train_test_split(X, y, test_size=0.3,
random_state=42)
```

Gambar 1. Pembagian Data

1. Model SVM Tanpa Optimasi

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian algoritma SVM pada prediksi dini penyakit diabetes menggunakan Bahasa pemrograman yaitu python. Berikut rancangan SVM tanpa Optimasi SVM Tanpa Optimasi

```
model_default = SVC(kernel='linear')

print("Default Parameters for SVC:")
print(f"C: {model_default.C}")
print(f"Kernel: {model_default.kernel}")
print(f"Gamma: {model_default.gamma}")

model_default.fit(X_train, y_train)
model_default
y_pred_default =
model_default.predict(X_test)
```

Gambar 2. SVM tanpa Optimasi

Pada gambar 2 SVM tanpa optimasi menggunakan parameter default SVM. Pada parameter default SVM kernel yang digunakan yaitu kernel linear dengan nilai default C yaitu 1.0.

2. Model SVM dengan Bayesian Optimization

Pada tahapan ini akan di lakukan rancangan pengujian model algoritma SVM untuk prediksi dini penyakit diabetes menggunakan Bahasa pemrograman python dengan library scikit-optimize untuk Bayesian Optimization.

SVM dengan Bayesian Optimization

```
search_space = {
'C': Integer(1, 100),
```

```
'gamma': Real(1e-6, 1e+1, prior='log-
uniform'), # Parameter kernel 'rbf'
'kernel': ['linear', 'rbf']
}

svc = SVC()
bayes_search =
BayesSearchCV(estimator=svc,
search_spaces=search_space, n_iter=50,
cv=5, scoring='accuracy', n_jobs=-1,
verbose=2)

bayes_search.fit(X_train, y_train)
```

Gambar 3. SVM dengan Bayesian Optimization

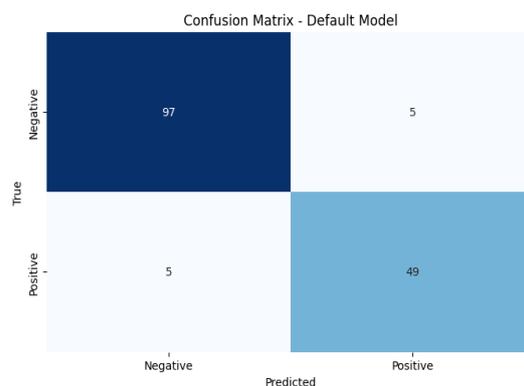
Pada gambar diatas, optimasi SVM menggunakan BO, diawali dengan menyiapkan rentang nilai parameter yang akan dilakukan pencarian nilai terbaik, kemudian BO akan mencari nilai terbaik dari rentang yang diberikan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

- Hasil Pengujian SVM tanpa Optimasi

Pada pengujian SVM tanpa optimasi di lakukan menggunakan parameter default untuk SVM dengan nilai parameter C: 1.0, Kernel: linear, serta Gamma: scale menghasilkan nilai pada Gambar 4. confusion metrix.



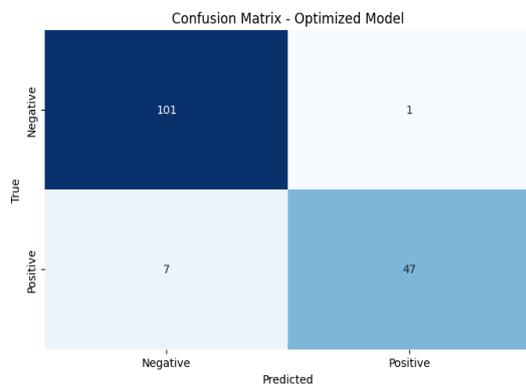
Gambar 4. Confusion Metrix SVM tanpa Optimasi Berdasarkan confusion metrix di atas maka didapatkan hasil pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil SVM tanpa Optimasi

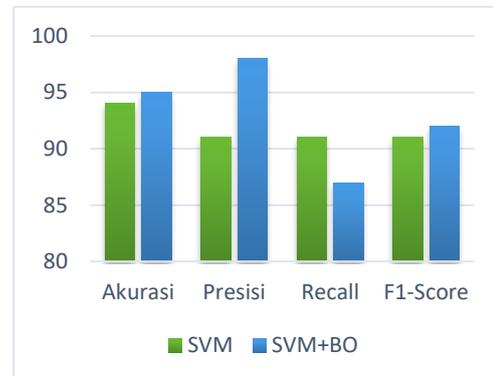
Nilai	Score	Score (%)
Akurasi	$(97+49)/(97+49+5+5)=146/156=0.94$	94%
Presisi	$49/(49+5)=49/54=0.91$	91%
Recall	$49/(49+5)=49/54=0.91$	91%
F1-SScore	$2 \times (0.91 \times 0.91)/(0.91+0.91)=0.91$	91%

2. Hasil Pengujian SVM dengan Bayesian Optimization

Pada pengujian SVM dengan Bayesian Optimization di lakukan menggunakan parameter yang sudah di optimasi yaitu dengan nilai parameter C: 59, Kernel: rbf, Gamma: 0.41 menghasilkan akurasi pada Gambar 5.



Gambar 5. Confusion Metrix SVM dengan Bayesian Optimization



Gambar 6. Perbandingan Hasil

Berdasarkan confusion metrix di atas maka hasil nilai di tunjukan pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil SVM dengan Optimasi

Nilai	Score	Score (%)
Akurasi	$(101+47)/(101+47+1+7)=148/156=0.95$	95%
Presisi	$47/(47+1)=47/48=0.98$	98%
Recall	$47/(47+7)=47/54=0.87$	87%
F1-Score	$2 \times (0.97 \times 0.87)/(0.97+0.87)=0.92$	92%

3. Analisis Hasil Akurasi

Berdasarkan hasil pengujian yang telah di lakukan algoritma SVM tanpa optimasi menggunakan kernel linear, dengan C sebesar 1.0 dan gamma scale, sedangkan untuk SVM dengan Bayesian Optimization menggunakan kernel rbf, dengan nilai C yang telah di optimasi yaitu 59 dan gamma sebesar 0.41. Berikut merupakan perbandingan model SVM dengan SVM dan Bayesian Optimization pada gambar 6.

4.2 Pembahasan

Prediksi Diabetes merupakan hal yang penting untuk mencegah terjadinya penyakit komplikasi yang lebih serius. Penelitian ini menggunakan metode SVM karena telah terbukti baik dalam mengatasi permasalahan pada data mining [14]. Eksperimen telah dilakukan dengan menggunakan software python dengan 2 skenario pengujian. Pengujian dilakukan dengan membagi data sebanyak 30% data uji serta 70% data latih. Pada skenario pertama menggunakan SVM tanpa optimasi, dengan parameter default yaitu kernel Linear, nilai C sebesar 1.0 dan gamma Scale. Pada skenario kedua dilakukan dengan menggunakan SVM dengan Optimasi Bayesian. Pada scenario kedua tahap awal menentukan rentang nilai pada setiap parameter SVM, seperti jenis kernel, rentang nilai C dan gamma, kemudian Optimasi Bayesian akan melakukan pencarian untuk menemukan nilai parameter terbaik, sehingga dapat meningkatkan

performa kinerja dari algoritma SVM. Hasil pengujian SVM dengan optimasi Bayesian menghasilkan nilai parameter terbaik yaitu kernel rbf, nilai C sebesar 59 dan nilai gamma sebesar 0.41. Nilai akurasi yang dihasilkan dengan SVM default yaitu 94%. Sedangkan nilai akurasi yang dihasilkan SVM+BO yaitu sebesar 95%. Pengujian menggunakan Cross Validation sebanyak 5. Pada presisi terjadi peningkatan sebanyak 7%. Dengan hasil tersebut algoritma Bayesian Optimization telah berhasil meningkatkan kinerja SVM dalam memprediksi dini penyakit diabetes. Hasil penelitian ini sejalan dengan Penelitian oleh Pratiwi dan Putra yang membandingkan dua algoritma optimasi GA-SVM dengan Bayesian Optimization-SVM pada klasifikasi artikel berita Bahasa Indonesia. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan peningkatan akurasi dengan GA-SVM sebesar 0,60% serta 1,59% dengan menggunakan Bayesian Optimization-SVM [15].

5. Kesimpulan

Bayesian Optimization terbukti efektif dalam meningkatkan kinerja Support Vector Machine (SVM) untuk prediksi dini penyakit diabetes. Melalui Bayesian Optimization, parameter SVM dapat dioptimalkan secara lebih efisien, menghasilkan model dengan performa yang lebih baik dibandingkan SVM tanpa optimasi. Pendekatan ini berhasil menemukan kombinasi

parameter yang optimal, seperti kernel, nilai parameter C dan gamma, yang berkontribusi terhadap peningkatan akurasi model prediksi. Penggunaan Bayesian Optimization berhasil meningkatkan akurasi, presisi, serta recall dan F1-Score dari model SVM default. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model SVM yang dioptimalkan dengan Bayesian Optimization memiliki akurasi yang lebih tinggi (95%) dibandingkan dengan model SVM tanpa optimasi (94%). Selain itu, presisi dan F1-Score juga mengalami peningkatan sebanyak 7%.

6. Daftar Pustaka

- [1] Lestari, Zulkarnain, Sijid, and S. Aisyah, "Diabetes Melitus: Review Etiologi, Patofisiologi, Gejala, Penyebab, Cara Pemeriksaan, Cara Pengobatan dan Cara Pencegahan," *UIN Alauddin Makassar*, vol. 1, no. 2, pp. 237–241, 2021.
- [2] E. Muningsih, F. Rizki, and K. D. Asiffa, "Diabetes Prediction System 'Diapres' Berbasis Optimasi Parameter Pada Metode Decision Tree," vol. 18, 2024.
- [3] U. Amelia, J. Indra, and A. F. N. Masruriyah, "Implementasi Algoritma Support Vector Machine (Svm) Untuk Prediksi Penyakit Stroke Dengan Atribut Berpengaruh," *Sci. Stud. J. Inf. Technol. Sci.*, vol. III, no. 2, pp. 254–259, 2022.
- [4] J. Snoek, H. Larochelle, and R. P. Adams, "Practical Bayesian Optimization of Machine Learning Algorithms," in *Advances in Neural Information Processing Systems*, Weinberger, F. Pereira, C. J. Burges, and L. B. and K.Q., Eds., Lake Tahoe, 2012, pp. 1–9.
- [5] B. Shahriari, K. Swersky, Z. Wang, R. P. Adams, and N. De Freitas, "Taking the

- human out of the loop: A review of Bayesian optimization,” in *Proceedings of the IEEE*, IEEE, 2016, pp. 148–175. doi: 10.1109/JPROC.2015.2494218.
- [6] V. N. Vapnik, *The Nature of Statistical Learning Theory*. New York: Springer, 1995. doi: 10.1007/978-1-4757-2440-0_6.
- [7] I. Zulfahmi, H. Syahputra, S. I. Naibaho, M. A. Maulana, and E. P. Sinaga, “Perbandingan Algoritma Support Vector Machine (SVM) dan Decision Tree Untuk Deteksi Tingkat Depresi Mahasiswa,” *BINA INSANI ICT J.*, vol. 10, no. 1, p. 52, Jun. 2023, doi: 10.51211/biict.v10i1.2304.
- [8] E. del Castillo and M. S. Reis, “Bayesian predictive optimization of multiple and profile response systems in the process industry: A review and extensions,” *Chemom. Intell. Lab. Syst.*, vol. 206, no. August, p. 104121, 2020, doi: 10.1016/j.chemolab.2020.104121.
- [9] A. M. Elshewey, M. Y. Shams, N. El-Rashidy, A. M. Elhady, S. M. Shohieb, and Z. Tarek, “Bayesian Optimization with Support Vector Machine Model for Parkinson Disease Classification,” *Sensors*, vol. 23, no. 4, p. 2085, Feb. 2023, doi: 10.3390/s23042085.
- [10] A. Bagja, K. Kusrini, and M. R. Arief, “Komparasi Algoritma Naïve Bayes Dan Support Vector Machine (SVM) Untuk Klasifikasi Kelayakan Pemberian Pinjaman,” *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 513–523, Jul. 2023, doi: 10.29408/jit.v6i2.20059.
- [11] J. Bergstra and Y. Bengio, “Random Search for Hyper-Parameter Optimization,” *J. Mach. Learn. Res.*, vol. 13, pp. 281–305, 2012.
- [12] A. F. Hamdani, D. Swanjaya, and R. Helilintar, “Facebook Prophet Model with Bayesian Optimization for USD Index Prediction,” *JUITA J. Inform.*, vol. 11, no. 2, p. 293, Nov. 2023, doi: 10.30595/juita.v11i2.17880.
- [13] R. Ahmad, B. Andriksa Candra P, and A. Muliawan Nur, “Penggunaan Metode Backpropagation Pada Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Intrusion Detection System,” *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 123–130, Aug. 2020, doi: 10.29408/jit.v3i2.2317.
- [14] A. Muliawan Nur and B. Harianto, “Komparasi Algoritma SVM Dan SVM Berbasis PSO Dalam Menganalisa Kinerja Guru SMAN 3 Selong,” *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 86–94, 2019, doi: 10.29408/jit.v2i2.1446.
- [15] W. R. Pratiwi and R. E. Putra, “Perbandingan Performa Algoritma GA-SVM dan BOA-SVM dalam Mengklasifikasi Artikel Berita Berbahasa Indonesia,” *J. Inform. Comput. Sci. JINACS*, vol. 2, no. 04, pp. 252–258, Jun. 2021, doi: 10.26740/jinacs.v2n04.p252-258.