

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kebutuhan energi yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi. Jumlah penduduk Indonesia telah mencapai lebih dari 281 juta jiwa pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2024). Kepadatan penduduk mendorong peningkatan konsumsi energi, termasuk minyak dan gas (migas). Peningkatan konsumsi migas ini berbanding terbalik dengan kemampuan produksi domestik yang terus menurun, mengubah Indonesia dari negara pengekspor menjadi importir migas sejak tahun 2000 (Kementerian ESDM, 2022). Perubahan status ini berkaitan dengan sejarah panjang Indonesia sebagai anggota *Organization of the Petroleum Exporting Countries* (OPEC).

Indonesia mulai bergabung menjadi anggota OPEC pada tahun 1962, namun pada tahun 2008, Indonesia memutuskan untuk keluar dari organisasi tersebut karena statusnya yang berubah dari eksportir menjadi importir migas (Ajisaputra *et al.*, 2024). Setelah kurang lebih 8 tahun Indonesia keluar dari OPEC, pada awal tahun 2015 memutuskan untuk bergabung kembali menjadi anggota OPEC, namun hanya bertahan satu tahun karena pada akhir 2016 status keanggotaan Indonesia dibekukan (Fansyah *et al.*, 2024). Sejak tahun 2016 Indonesia melakukan impor migas untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat yang semakin meningkat.

Indonesia melakukan impor migas sebagai strategi dalam mengupayakan ketersediaan sumber daya energi di dalam negeri tetap terpenuhi secara optimal. Pertumbuhan penduduk di Indonesia secara konsisten meningkatkan permintaan migas domestik. Sumber daya migas yang dimiliki oleh Indonesia tidak mencukupi kebutuhan produksi, sehingga impor migas menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri (Gunawan dan Suripto, 2023).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2021) nilai impor migas mengalami peningkatan selama periode 2016 hingga 2018, kemudian mengalami penurunan pada tahun 2019 dan 2020. Pada tahun 2016, nilai impor migas tercatat sebesar 18.739,4 juta US\$, meningkat menjadi 24.316,2 juta US\$ pada tahun 2017. Pada

tahun 2019 dan 2020, nilai impor migas menurun secara berturut-turut menjadi 21.885,3 juta US\$ dan 14.256,8 juta US\$. Fluktuasi nilai impor migas tersebut berpotensi memengaruhi neraca perdagangan dan devisa negara (Anis *et al.*, 2024). Perencanaan yang matang diperlukan untuk mengoptimalkan kebijakan impor migas guna menjaga stabilitas pasokan dan mengurangi tekanan pada cadangan devisa.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mendukung perencanaan tersebut adalah peramalan statistik. Peramalan merupakan suatu pendekatan dalam statistika untuk memperkirakan kejadian mendatang berdasarkan pola yang terbentuk dari data masa lalu. Peranan peramalan sangat penting untuk membantu pemerintah merumuskan keputusan dan kebijakan melalui penyediaan perkiraan yang lebih akurat terhadap kejadian di masa depan yang bersifat tidak pasti (Anis *et al.*, 2024). Pengenalan terhadap pola data yang tersedia merupakan langkah penting dalam proses pemodelan dan peramalan. Peramalan yang baik ditandai oleh akurasi yang tinggi dan kemampuan meniru pola data historis (Ruhiat dan Suwanda, 2019). Analisis runtun waktu, pola data umumnya terbagi menjadi dua jenis, yaitu linier dan nonlinier, yang masing-masing memerlukan metode peramalan berbeda agar hasilnya optimal.

Metode peramalan dalam analisis deret waktu yang paling sering digunakan adalah ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Analisis deret waktu berpola linier umumnya menggunakan pendekatan statistik berbasis ARIMA. Model ARIMA memiliki tiga komponen utama, yakni *Autoregressive* (AR), *Integrated* (I), dan *Moving Average* (MA). Komponen *autoregressive* menunjukkan bahwa nilai masa depan dalam runtun waktu dipengaruhi oleh nilai-nilai pada masa lalu dan dapat berdiri sendiri sebagai model $AR(p)$ tanpa komponen I atau MA. Komponen *integrated* mencerminkan proses *differencing* yang dilakukan untuk menjadikan runtun waktu stasioner melalui perhitungan selisih antara nilai saat ini dan nilai sebelumnya. Komponen *moving average* menunjukkan bahwa nilai masa depan dipengaruhi oleh residual dari model *autoregressive* pada periode sebelumnya. Model ARIMA direpresentasikan dalam bentuk $ARIMA(p, d, q)$, yang terdiri atas p sebagai orde komponen *autoregressive*, d sebagai tingkat *differencing* yang diperlukan untuk mencapai kestasioneran, dan q sebagai orde komponen

moving average. Makridakis *et al.* (1983) menjelaskan bahwa pemilihan nilai p , d , dan q dalam model ARIMA dilakukan melalui analisis deret waktu dengan mempertimbangkan nilai atau visualisasi *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Funtion* (PACF). Metode *Support Vector Regression* (SVR) dalam pembelajaran mesin dikembangkan untuk mengatasi peramalan dengan pola yang lebih kompleks dan dapat dikombinasikan baik dengan ARIMA maupun AR.

Support Vector Machine (SVM) yang telah dimodifikasi dan dirancang khusus menggunakan pendekatan regresi dikenal sebagai *Support Vector Regression* (SVR). SVR bekerja dengan menggunakan *hyperplane* sebagai pemisah linier, sehingga dapat menangani permasalahan data nonlinier dengan memanfaatkan teknik yang dikenal sebagai *kernel trick*. Teknik ini memetakan data dari ruang input nonlinier ke ruang fitur berdimensi lebih tinggi, yang membuat data tersebut bersifat lebih linier. Pendekatan ini memungkinkan pemodelan yang lebih efektif serta mempermudah penyelesaian masalah optimasi dalam berbagai metode pembelajaran mesin.

Data deret waktu yang sering dijumpai umumnya memiliki kombinasi dari kedua tipe pola, yakni linier sekaligus nonlinier. Kombinasi pola linier dan nonlinier dalam data deret waktu menyebabkan model tunggal, baik yang berbasis statistik maupun pembelajaran mesin, cenderung kurang efektif dalam meramalkan data masa depan. Penggabungan kedua model ini diprediksi akan lebih efektif dibandingkan model tunggal (Zhang, 2003). Model gabungan dari pendekatan berbasis statistik dan model berbasis pembelajaran mesin disebut dengan model *hybrid*.

Beberapa metode *hybrid* telah dibahas pada penelitian sebelumnya untuk mengatasi berbagai jenis pola data deret waktu. Hasil studi terdahulu menunjukkan bahwa model *hybrid* ARIMA dan SVR dapat meningkatkan akurasi peramalan peminjaman buku perpustakaan Xiamen. Model *hybrid* dinilai lebih unggul karena mampu mengatasi keterbatasan model tunggal dengan menggabungkan kelebihan dari pendekatan statistik dan pembelajaran mesin, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih akurat (Pan *et al.*, 2021). Temuan serupa juga ditunjukkan oleh Bakar *et al.*, (2021) melalui penelitian tentang prediksi kasus Covid-19 di negara-negara

ASEAN dengan menggunakan model gabungan ARIMA-SVR. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model *hybrid* lebih akurat dan stabil dibandingkan model tunggal, ditunjukkan oleh nilai MAE, MSE, dan RMSE yang lebih rendah pada seluruh kasus yang dianalisis.

Penggunaan metode *hybrid* dinilai lebih efektif dibandingkan metode tunggal. Penelitian yang dilakukan oleh Rubio dan Alba (2022) membahas penerapan model *hybrid* ARIMA-SVR untuk memprediksi *return* harian dan kumulatif saham perusahaan Kolombia yang terdaftar di NYSE. Model yang digunakan mengombinasikan ARIMA untuk menangkap pola linier dan SVR untuk menangkap pola non linier dalam data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *hybrid* ini mampu memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan masing-masing model yang digunakan secara terpisah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Sihombing *et al.*, (2022) juga menggunakan model *hybrid* ARIMA-SVR untuk memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Kombinasi kedua metode ini dirancang untuk mengatasi kelemahan masing-masing pendekatan, dengan ARIMA yang efektif untuk data linier dan SVR untuk data non linier. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model kombinasi memberikan kinerja terbaik, yang terlihat dari nilai MAPE pada data *training* sebesar 0,971% dan data *testing* sebesar 0,708%. Temuan ini mengindikasikan bahwa model *hybrid* memberikan akurasi peramalan yang lebih tinggi dibandingkan model tunggal, baik ARIMA maupun SVR.

Penelitian oleh Liu *et al.* (2019) membangun model *hybrid* AR-SVR-CPSO, di mana model AR dengan metode *differencing* digunakan untuk memodelkan data deret waktu, kemudian model SVR dengan rekonstruksi ruang fase dibuat untuk prediksi ulang. Hasil tingkat akurasi menunjukkan bahwa model ini memiliki performa yang lebih baik dibandingkan model AR dan SVR, dengan nilai error yang lebih rendah. Khususnya, model AR(29)-SVR-CPSO mencapai nilai MAE sebesar 0,5854 dan RMSE sebesar 0,6233 pada data dengan panjang 1500, serta MAE sebesar 0,5261 dan RMSE sebesar 0,5433 pada data dengan panjang 2000, yang menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian lain yang dilakukan oleh Duan *et al.* (2015) menunjukkan jika metode *hybrid* AR-EMD-SVR, yang menggabungkan dekomposisi sinyal menggunakan EMD, prediksi dengan SVR,

dan penambahan AR untuk memperbaiki prediksi data non-stasioner dan nonlinier pada gerak kapal, memberikan hasil yang lebih akurat dalam prediksi jangka pendek gerak kapal dibandingkan model AR, SVR, dan EMD-AR secara terpisah, terutama dalam kondisi non-stasioner

Berbagai penelitian telah membahas penggunaan *hybrid* ARIMA- SVR dan *hybrid* AR-SVR dalam berbagai lingkup peramalan. Hasil studi-studi tersebut menunjukkan model *hybrid* ARIMA-SVR dan *hybrid* AR-SVR terbukti dapat meningkatkan akurasi peramalan lebih baik daripada pendekatan model tunggal, karena dapat menangkap pola linier menggunakan ARIMA ataupun AR dan pola non-linier menggunakan SVR. Penelitian yang telah dilakukan umumnya masih terbatas pada sektor-sektor tertentu dan belum banyak yang menerapkan model *hybrid* ARIMA-SVR dan *hybrid* AR-SVR dalam peramalan nilai impor migas di Indonesia, khususnya dengan dukungan antarmuka *Graphical User Interface* (GUI) berbasis platform R (GUI-R). Keberadaan GUI-R ini menjadi pembeda utama, karena memungkinkan pengguna non-teknis, seperti pemerintah, pelaku industri, atau peneliti, untuk melakukan peramalan secara interaktif tanpa perlu memiliki pemahaman mendalam tentang pemrograman atau algoritma yang kompleks. Hal ini belum dilakukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya yang lebih banyak berfokus pada pengembangan model tanpa menyediakan alat yang *user-friendly* bagi pengguna.

Penelitian ini mengkaji penerapan metode peramalan ARIMA dan AR yang bersifat linier dan SVR yang bersifat nonlinier untuk meramalkan nilai impor migas dalam jangka waktu mendatang. Model *hybrid* ARIMA-SVR dan *hybrid* AR-SVR diimplementasikan melalui antarmuka *Graphical User Interface* (GUI) berbasis platform R (GUI-R) guna memudahkan proses peramalan. Penelitian ini diharapkan tidak hanya meningkatkan akurasi peramalan nilai impor migas, tetapi juga menyediakan alat yang praktis dan mudah digunakan bagi para pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan strategis terkait kebijakan impor migas di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana membangun model *hybrid* ARIMA-SVR dan *hybrid* AR-SVR untuk data nilai impor migas?
2. Bagaimana perbandingan tingkat akurasi model *hybrid* ARIMA-SVR dan *hybrid* AR-SVR dalam meramalkan data nilai impor migas?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan dalam penelitian ini adalah

1. Menggunakan data bulanan berupa data nilai impor migas pada rentang waktu sejak Januari 2010 sampai periode Desember 2024.
2. Menggunakan metode ARIMA, AR, *Hybrid* ARIMA-SVR, dan *Hybrid* AR-SVR.
3. Menerapkan model SVR dengan fungsi kernel *Radial Basic Function* (RBF) serta parameter C (*cost*), γ (*gamma*), dan ε (*epsilon*).
4. Proses analisis dilakukan dengan *software* R.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian pada rumusan masalah maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Membentuk model *hybrid* ARIMA-SVR dan *hybrid* AR-SVR untuk data nilai impor migas.
2. Membandingkan tingkat akurasi hasil peramalan nilai impor migas dari model *hybrid* ARIMA-SVR dan *hybrid* AR-SVR.