BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Nilai eskpor minyak dan gas bumi (migas) merupakan salah satu indikator penting dalam perekonomian Indonesia karena berkontribusi terhadap penerimaan devisa negara (Badan Pusat Statistik, 2021). Dalam beberapa tahun terakhir, nilai eskpor migas Indonesia menunjukkan pola yang berfluktuasi, yang mecerminkan dinamika pasar energi global serta kondisi domestik (BPS, 2024 & International Energy Agency, 2021). Fluktuasi tersebut menimbulkan tantangan dalam memahami pola perubahan data secara akurat, terutama ketika hubungan antara waktu dan nilai ekspor migas tidak mengikuti bentuk fungsi yang sederhana.

Dalam konteks analisis statistik, permasalahan utama muncul adalah bagaimana memodelkan pola hubungan antara waktu dan nilai ekspor migas di Indonesia yang berubah-ubah secara lokal. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara waktu dan nilai ekspor migas adalah analisis regresi. Analisis regresi yang paling sering digunakan ada dua, yaitu: regresi parametrik dan regresi nonparametrik. Regresi parametrik digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel dependen (respon) dan variabel independen (prediktor) dengan mengasumsikan bahwa bentuk fungsi regresinya sudah diketahui. Beberapa studi sebelumnya menggunakan pendekatan parametrik yang mengharuskan bentuk fungsi regresi ditentukan sejak awal, seperti linier, kuadratik, atau eksponensial, sehingga estimasi fungsi regresi identik dengan estimasi parameternya (Chamidah & Lestari, 2022). Ketika pola data tidak mengikuti bentuk fungsi yang jelas, pendekatan parametrik berpotensi menghasilkan model yang tidak representatif. Sehingga pendekatan regresi parametrik kurang tepat jika diterapkan untuk menganalisis data tersebut.

Sebagai alternatif, digunakan regresi nonparametrik yang menawarkan fleksibilitas dalam memodelkan hubungan variabel respon dan variabel prediktor tanpa asumsi bentuk fungsi tertentu (Suparti dkk., 2018). Ada beberapa teknik penduga bagi fungsi dalam regresi nonparametrik yakni metode Kernel, Spline, Polinomial Lokal, Deret Fourier, dan Wavelet (Suparti dkk., 2018). Salah satu

metode yang banyak digunakan dalam regresi nonparametrik adalah regresi polinomial lokal. Metode ini bekerja dengan melakukan pendekatan lokal di sekitar setiap titik pengamatan, sehingga mampu menangkap perubahan pola data secara lebih adaptif dibandingkan pendekatan global (Fan Jianqing & Gijbels, 1996). Dibandingkan metode nonparametrik lain seperti spline, regresi polinomial lokal tidak memerlukan penentuan titik knot secara eksplisit dan lebih sederhana dalam implementasi (Wand, M.P. & Jones, 1995).

Dalam regresi polinomial lokal, hasil estimasi sangat dipengaruhi oleh dua parameter utama yaitu: orde Polinomial Lokal dan parameter penghalus yang disebut *bandwidth* (Fibriyani & Chamidah, 2021). *Bandwidth* berperan dalam mengatur tingkat kehalusan kurva, sehingga pemilihan yang tidak tepat dapat menyebabkan estimasi menjadi terlalu kasar (*underfitting*) atau terlalu berisik (*overfitting*) (Fan & Gijbels, 1996). Oleh karena itu, diperlukan metode yang objektif untuk menentukan *bandwidth* optimal, salah satunya *cross validation* (Wand & Jones, 1995).

Beberapa penelitian terdahulu telah menerapkan regresi nonparametrik berbasis polinomial lokal dalam berbagai konteks, pada Oktaviani, R., Yozza, H., & Asdi Yudiantri. (2020) metode kernel polinomial lokal menghasilkan koefisien determinasi 95,43% dan metode kuadrat terkecil menghasilkan koefisien determinasi 93,14% yang berarti model nonparametrik lebih baik dalam memodelkan hubungan berat badan dengan umur balita. Pada Utami, T. W., & Lahdji, A. (2022) memperoleh model terbaik polinomial lokal orde 4 dengan *bandwidth* 0.86, serta koefisien determinasi 97%. Pada Pratama, B. S., Suryono, A. F., Auliyah, N., & Chamidah, N. (2024), memperoleh regresi polinomial lokal orde 2 dengan *bandwidth* 0.89 menghasilkan *highly accurate*.

Penelitian-penelitian sebelumnya umumnya menitikberatkan pada pembentukan model regresi polinomial lokal yang optimal. Sementara itu, selain memperoleh estimasi fungsi regresi yang baik, penting juga untuk mengevaluasi ketidakpastian dari hasil estimasi regresi, sedangkan pengukuran ketidakpastian hasil estimasi, seperti melalui pendekatan interval kepercayaan, masih relatif jarang dibahas. Oleh karena itu, kajian ini dilakukan untuk mengkaji ketidakpastian dari hasil estimasi regresi yang masih jarang dikaji peneliti terdahulu.

Pada regresi nonparametrik, pendekatan inferensial tidak selalu mudah dilakukan karena tidak adanya asumsi distribusi yang kuat (Fan & Gijbels, 1996). Dalam hal ini, metode *bootstrap* menjadi salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengestimasi ketidakpastian, seperti *standard error* dan interval kepercayaan, tanpa bergantung pada asumsi distribusi tertentu (Efron & Tibshirani, 1993).

Penggunaan *bootstrap* dalam regresi polinomial lokal menjadi relevan terutama ketika data menunjukkan fluktuasi tinggi, sehingga ketidakpastian estimasi dapat bervariasi di setiap titik pengamatan. Dengan demikian, *bootstrap* tidak hanya memberikan ukuran ketelitian model, tetapi juga memungkinkan analisis inferensial yang lebih adaptif terhadap struktur data (Efron & Tibshirani, 1993). Metode ini juga sangat relevan dalam regresi nonparametrik karena dapat digunakan pada sampel kecil dan struktur data yang kompleks (Mansyur dkk., 2025). Pendekatan *bootstrap-t* dan *bootstrap-percentile* telah digunakan untuk membangun interval kepercayaan dalam regresi Polinomial Lokal, memberikan keandalan tambahan pada estimasi model (Mansyur & Simamora, 2022). Namun, metode *Bootstrap* juga memiliki keterbatasan. Hasilnya sangat bergantung pada data asli, jika data asli bias atau tidak representatif, hasil *bootstrap* juga akan bias.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada pemodelan pola lokal nilai ekspor migas di Indonesia terhadap waktu menggunakan regresi polinomial lokal, dengan penentuan *bandwidth* dan orde optimal melalui metode *cross validation*, serta pengukuran ketidakpastian estimasi menggunakan pendekatan *bootstrap*. Data dalam penelitian ini merupakan data deret waktu bulanan yang berpotensi mengandung autokorelasi antar pengamatan. Namun, dalam penelitian ini asumsi independensi tetap digunakan, sehingga pengaruh dependensi tidak dimodelkan secara eskplisit dan dipandang sebagai keterbatasan penelitian. Kombinasi pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih fleksibel, dan akurat dalam memodelkan pola perubahan nilai ekspor migas di Indonesia, serta memberikan ukuran ketidakpastian yang memadai terhadap estimasi fungsi regresi.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang menjadi dasar dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut:

1. Terdapat kompleksitas tinggi dalam memodelkan nilai ekspor migas Indonesia secara akurat disebabkan oleh fluktuasi tinggi yang membuat hubungan antar variabel bersifat nonlinier dan tidak stabil.
2. Ketergantungan hasil estimasi regresi Polinomial Lokal terhadap pemilihan *bandwidth* dan orde polinomial menjadi tantangan utama dalam menghasilkan model yang optimal dan representatif.
3. Variasi bentuk kurva regresi yang dihasilkan oleh penggunaan fungsi kernel yang berbeda menimbulkan ketidakpastian dalam pemilihan metode estimasi yang paling sesuai untuk data ekspor migas.
4. Ketiadaan pengukuran ketidakpastian terhadap estimasi fungsi regresi menyebabkan interpretasi hasil menjadi kurang kuat secara inferensial, sehingga diperlukan metode seperti *Bootstrap* untuk membentuk interval kepercayaan dan mengukur standard eror.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pemilihan kombinasi *bandwidth* optimal dan orde polinomial yang optimal dalam regresi Polinomial Lokal untuk data ekspor migas?
2. Bagaimana pola perubahan nilai ekspor migas Indonesia dalam rentang waktu tertentu jika dimodelkan menggunakan regresi Polinomial Lokal?
3. Seberapa akurat model regresi Polinomial Lokal dalam merepresentasikan pola nilai ekspor migas di Indonesia?
4. Bagaimana penggunaan metode *bootstrap* dapat mengevaluasi ketelitian model regresi Polinomial Lokal melalui interval kepercayaan dan standard error?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan kombinasi *bandwidth* dan orde Polinomial Lokal yang optimal berdasarkan nilai *Cross Validation* (CV).
2. Menganalisis pola perubahan nilai ekspor migas Indonesia dengan menggunakan pendekatan regresi Polinomial Lokal.
3. Mengevaluasi keakuratan model regresi Polinomial Lokal dengan menggunakan ukuran kesalahan prediksi seperti MSE dan R^2.
4. Menggunakan metode *Bootstrap* untuk mengevaluasi ketelitian model melalui estimasi standard error dan pembentukan interval kepercayaan fungsi regresi.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan fokus, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini hanya menggunakan data sekunder berupa nilai ekspor migas bulanan di Indonesia, tanpa membedakan jenis komoditas migas (seperti minyak mentah, gas alam cair, dan yang lainnya)
2. Variabel prediktor yang digunakan dalam model adalah waktu (dalam satuan bulan), sedangkan variabel respons adalah nilai ekspor migas.
3. Pendekatan regresi yang digunakan terbatas pada regresi nonparametrik Polinomial Lokal, tanpa melakukan perbandingan dengan pendekatan lain.
4. Regresi Polinomial Lokal dalam penelitian ini hanya mempertimbangkan empat fungsi kernel yaitu: Epanechnikov, Gaussian, Triweight, dan Uniform.
5. Derajat Polinomial Lokal (orde p) yang digunakan pada penelitian ini dibatasi pada tiga tingkat, yaitu: Derajat 0 (konstan), Derajat 1 (linier), dan Derajat 2 (kuadratik).
6. Evaluasi ketelitian model dilakukan menggunakan pendekatan *bootstrap* nonparametrik, khususnya metode *percentile*, tanpa membahas variasi metode *bootstrap* lainnya seperti *bias-corrected* atau BCa.

1.6 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, diantaranya:

1. Manfaat Teoritis

   Memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode statistik, khususnya dalam penerapan regresi nonparametrik seperti regresi polinomial lokal untuk data ekonomi yang bersifat fluktuatif dan nonlinier serta menambah referensi ilmiah terkait penggunaan regresi polinomial lokal dalam analisis deret waktu (*time series*).

2. Manfaat Praktis

   Memberikan gambaran pola perubahan nilai ekspor migas Indonesia yang lebih fleksibel dan akurat, sebagai bahan pertimbangan bagi pihak terkait seperti pemerintah, analisis ekonomi, atau pengambil kebijakan dan membantu dalam pemantauan dan perencanaan strategi ekspor, dengan melihat tren lokal yang mungkin tidak terlihat melalui pendekatan linier biasa.

UNIMED
THE Character Building UNIVERSITY