Matrik : Jurnal Manajemen & Teknik Industri – Produksi
Volume XXVI, No.1, September 2025, Halaman 69 - 76

p-ISSN: 1693-5128, e-ISSN : 2621-8933
doi: 10.350587/Matrik v26i2.10191

MATRIK
Jurnal Manajemen dan Teknik Industri-Produksi
Journal homepage: http://www.journal.umg.ac.id/index.php/matriks

Analisis *Demand* Kebutuhan Alat Panen Agroindustri di Sumatra dengan Pendekatan *Geographically Weighted Regression*: Egrek Digital Merah Putih

Faricha Ardelia Raina*, Erwin Widodo, Alya Oktia Putri
Departemen Teknik Sistem dan Industri – Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Jl. Raya Keputih Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia
Email : farichaardl@gmail.com
*Corresponding Author

INFO ARTIKEL

doi: 10.350587/Matrik v26i1.10191

Jejak Artikel :
Upload artikel
2 Juli 2025
Revisi oleh reviewer
21 Juli 2025
Publish
30 September 2025

Kata Kunci :
Egrek Digital Merah Putih, *Geographically Weighted Regression, Kernell Gaussian*

ABSTRAK

Pertumbuhan sektor perkebunan kelapa sawit di Indonesia mendorong permintaan alat panen yang efisien dan berkualitas, salah satunya Egrek Digital Merah Putih. Perusahaan perlu mengetahui prediksi *demand* antar wilayah di Sumatra untuk melihat lokasi potensial *market*. Penelitian ini menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk menganalisis faktor yang memengaruhi permintaan alat panen dengan pendekatan. Variabel yang dianalisis meliputi luas lahan, kapasitas produksi, pemahaman terhadap kematangan buah, ketertarikan pemanen terhadap teknologi, jumlah perusahaan kelapa sawit, serta *willingness to pay ripeness detector*. Hasil GWR dengan fungsi pembobot *kernel gaussian* menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan regresi linear berganda, dengan nilai R^2 sebesar 97,21% yang menandakan model dapat memprediksi hasil sesuai dengan data yang ada. Selain itu, kabupaten/kota dengan *demand* terbesar adalah Kabupaten Kampar. Temuan ini mengindikasikan pendekatan spasial mampu memberikan gambaran lebih akurat mengenai wilayah potensial untuk distribusi Egrek Digital Merah Putih di wilayah Sumatra serta mendukung pengambilan keputusan strategis dalam pengembangan rantai pasok alat panen.

ABSTRACT

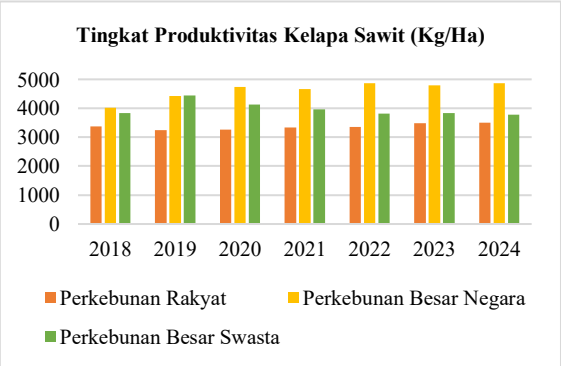
The growth of the palm oil plantation sector in Indonesia drives the demand for efficient and high-quality harvesting tools, such as Egrek Digital Merah Putih. The company needs to know the demand predictions across regions in Sumatra to identify potential market locations. This research uses the Geographically Weighted Regression (GWR) method to analyze the factors influencing the demand for harvesting tools with an approach. The variables include land area, production capacity, understanding of fruit ripeness, interest of harvesters in technology, number of palm oil companies, and willingness to pay for ripeness detectors The GWR result with a gaussian kernel shows better performance compared to multiple linear regression, with R^2 value is 97.21% indicating that the model can predict outcomes according to the existing data. Then, the regency/city with the highest demand is Kampar Regency.The results indicates that spatial analysis offers an accurate representation of potential areas for the distribution of Egrek Digital Merah Putih in Sumatra and support strategic decision-making in the development of the harvesting tool supply chain.

Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License **Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jawa Timur, Indonesia**

1. Pendahuluan

Pertanian merupakan salah satu sektor yang turut serta dalam memajukan perkenomian nasional dan berpotensi untuk meningkatkan posisi Indonesia di pasar internasional [1]. Hal ini dapat diketahui berdasarkan kontribusi signifikan sektor pertanian terhadap total Produk Domestik Bruto (PDB) nasional yaitu sekitar 12,53 persen [2]. Menurut Badan Pusat Statistik, subsektor pertanian yang memberikan kontribusi terbesar berasal dari subsektor perkebunan yang menyumbang 3,88 persen total PDB nasional. Salah satu komoditas unggulan perkebunan di Indonesia adalah kelapa sawit dimana komoditas tersebut mampu menempatkan Indonesia menjadi produsen dan pengekspor *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia [3].

Tingkat produktivitas perkebunan kelapa sawit di Indonesia seiring berjalannya waktu mengalami peningkatan walaupun terjadi penurunan di tahun-tahun tertentu [4]. Salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas kelapa sawit terjadi pada proses pemanenan yaitu dengan menggunakan alat panen yang efisien dan berkualitas. Saat ini, telah dikembangkan suatu alat panen kelapa sawit yang bernama Egrek Digital Merah Putih. Alat ini terdiri dari bilah dan galah yang telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan dilengkapi dengan *ripeness detector* untuk mendeteksi kematangan buah. Menurut prediksi Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI), permintaan kelapa sawit global akan terus meningkat hingga tahun 2045 sekitar 11,76 hingga 29,48 juta ton [5]. Dengan meningkatnya jumlah permintaan, kebutuhan alat panen yang berkualitas seperti Egrek Digital Merah Putih akan semakin meningkat untuk mendukung aktivitas panen yang lebih efektif.



Sumber: Direktorat Jenderal Perkebunan, 2024

Gambar 1. Tingkat Produktivitas Kelapa Sawit

Perhitungan *demand* dapat dilakukan untuk memprediksi permintaan produk di masa depan. Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode regresi apabila hasil *demand* dipengaruhi oleh beberapa faktor. *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan pendekatan yang cocok digunakan dalam penelitian ini karena mampu mengestimasi hubungan variabel independen dengan variabel dependen pada setiap titik lokasi geografis. Berbeda dengan *multiple linear regression*, GWR membentuk model yang bervariasi di setiap titik lokasi sehingga lebih akurat dalam menangkap pengaruh faktor-faktor. Hasil temuan dalam penelitian ini diharapkan dapat menganalisis apa sajakah faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan kebutuhan egrek dan memberikan rekomendasi strategis kepada berbagai pemangku kepentingan untuk dapat mengoptimalkan rantai pasok dalam pemasaran egrek.

Penelitian yang membahas mengenai *multiple linear regression* dalam menghitung *demand* cukup banyak diteliti seperti pada penelitian Maaouane tahun 2021 [6]. Penelitian tersebut membahas mengenai pemodelan *demand* untuk industri energi. Pendekatan tersebut akan mengasumsikan hubungan antar variabel yang bersifat homogen di seluruh wilayah. Sedangkan, dalam penelitian ini bergantung pada letak geografis seperti wilayah perkebunan kelapa sawit di Indonesia sehingga terdapat variasi spasial yang signifikan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi. Hal tersebut menciptakan *gap* penelitian bahwa pendekatan regresi biasa belum mampu menangkap variasi spasial dalam hubungan antar variabel. Selain itu, belum ada penelitian yang membahas mengenai perhitungan *demand* untuk agroindustri dengan menggunakan regresi spasial khususnya *geographically weighted regression*. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang tepat dalam pengambilan keputusan serta mendorong efisien dan keberlanjutan dalam distribusi Egrek Digital Merah Putih di Sumatra.

Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jawa Timur, Indonesia

p-ISSN: 1693-5128, e-ISSN : 2621-8933
doi: 10.350587/Matrik v26i2.10191

2. Tinjauan Pustaka

Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda bertujuan untuk mengetahui perubahan suatu variabel tertentu saat variabel tertentu lainnya mengalami peningkatan atau penurunan [7]. Dalam pemodelan ini, akan memperhatikan ketergantungan variabel dependen terhadap beberapa variabel independen. Artinya, kemungkinan setiap variabel independen dapat berkontribusi pada variabel dependen [8]. Keuntungan dari model ini adalah dapat meramalkan hasil di masa mendatang berdasarkan variabel independen dan variabel dependen [9]. Berikut ini merupakan bentuk model matematis secara umum dari regresi linear berganda.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n$$

dengan
Y = nilai variabel dependen
β_0 = konstanta atau *intercept*
β_n = koefisien regresi untuk setiap variabel independen ke-n
x_n = nilai variabel independen ke-n

Uji Asumsi Klasik

Setiap melakukan analisis regresi terdapat suatu pengujian yang harus dilakukan dengan memenuhi asumsi-asumsi yang perlu ditepati. Pengujian tersebut dikenal dengan uji asumsi klasik. Pengujian-pengujian yang harus dilakukan diantaranya adalah uji normalitas residual, uji autokorelasi, uji multikolinearitas, dan heterokedastisitas. Pada pengujian normalitas residual mengukur apakah nilai residual pada model regresi berdistribusi normal atau tidak. Harapan dalam pengujian ini adalah model regresi memiliki nilai residual yang terdistribusi normal. Namun, apabila asumsi normalitas residual tidak terpenuhi maka tidak menjadi permasalahan yang signifikan asal tiga pengujian lainnya terpenuhi. Uji autokorelasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana suatu variabel variabel independen saling terkait dalam suatu model regresi. Apabila dalam pengujian didapatkan hasil tidak adanya autokorelasi antar variabel independen di dalam model, maka dapat dikatakan bahwa asumsi autokorelasi terpenuhi. Uji multikolinearitas adalah mengetahui ada tidaknya hubungan secara linier antara *residual* dengan pengamatan yang telah dilakukan secara urut. Dengan harapan, model yang dihasilkan tidak terdapat multikolinearitas antar variabel independen. Uji heteroskedastisitas digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan varians residual antara salah satu pengamatan dengan pengamatan lainnya dalam model regresi. Jika nilai varians residual antara variabel sama, maka model dapat dikatakan homoskedastisitas [10].

Regresi Spasial

Regresi spasial adalah metode regresi yang digunakan untuk menganalisis data yang memiliki efek spasial atau lokasi (*spatial effect*). Terdapat dua jenis dari *spatial effect* yaitu ketergantungan spasial dan heterogenitas spasial [11]. Ketergantungan spasial mengasumsikan bahwa suatu observasi di lokasi-i tergantung pada observasi lain di lokasi-j, sementara heterogenitas spasial mengacu pada perbedaan antar lokasi satu akibat suatu efek acak [12]. Metode ini merupakan hasil pengembangan dari metode regresi linier berganda. Menurut Anselin, segala sesuatu saling terkait dan semua hubungan memiliki dampak yang lebih besar apabila pada hal-hal yang berdekatan atau bertetangga daripada berjauhan [13].

Geographically Weighted Regression (GWR)

Geographically Weighted Regression (GWR) adalah pengembangan model regresi spasial yang memungkinkan alokasi koefisien regresi berbeda pada setiap lokasi, sehingga mampu menangkap heterokedastisitas spasial. Dalam perencanaan wilayah dan analisis spasial, GWR sangat berguna untuk menangkap hubungan antara variabel yang bervariasi secara geografis, seperti permintaan alat panen mengikuti karakteristik perkebunan [14]. Dengan demikian, GWR menjadi sangat bermanfaat sebagai suatu pendekatan untuk menganalisis keputusan yang berbasis wilayah. Berikut ini merupakan bentuk model matematis secara umum dari *geographically weighted regression* [15].

$$y_n = \beta_0(u_n, v_n) + \sum_{k=1}^{p} \beta_k(u_n, v_n) X_{nk} + \varepsilon_n$$

dengan
y_n = nilai variabel dependen pada titik lokasi ke-n
(u_n, v_n) = koordinat titik lokasi ke-n

Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jawa Timur, Indonesia

β_0 = konstanta atau *intercept*
β_k = koefisien regresi untuk setiap variabel independen ke-k
x_{nk} = nilai variabel independen ke-k pada lokasi ke-n
ε_n = *error* pada titik lokasi ke-n yang diasumsikan rata-rata nol dan varians σ^2

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode campuran (*mixed-methods*), yang mengombinasikan metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif dilakukan dengan pendekatan induktif, yang dilengkapi dengan observasi partisipatif serta wawancara mendalam yang terarah untuk memperoleh wawasan mengenai permasalahan. Dalam penelitian ini, jawaban responden yang bersifat kualitatif (pemahaman terhadap kematangan buah dan ketertarikan terhadap pengembangan teknologi pada alat panen) akan dikonversi menjadi skala numerik melalui skoring berbasis tingkat pemahaman dan ketertarikan yang akan dimasukkan dalam model regresi spasial GWR. Selain itu, metode kuantitatif memanfaatkan data sekunder dari laporan otoritatif, seperti laporan terbaru Statististik Perkebunan Jilid I 2022-2024 dan Direktori Perusahaan Perkebunan Kelapa Sawit 2022, serta basis data dari Badan Pusat Statistik (BPS). Pengolahan data dalam kerangka kuantitatif mencakup analisis regresi spasial untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai tingkat produksi Egrek Merah Putih dalam kaitannya dengan berbagai faktor yang memengaruhinya. Analisis data dalam penelitian ini akan menggunakan software Microsoft Excel, SPSS, dan Program R. Berikut ini merupakan variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala Pengukuran
Y	*Demand* Egrek Digital Merah Putih di setiap wilayah	Unit
X1	Total luas lahan kebun kelapa sawit	Km²
X2	Total kapasitas produksi minyak sawit	Ton/tahun
X3	Tingkat pemahaman pemanen terhadap kematangan TBS kelapa sawit	Skala 1 - 5
X4	Tingkat ketertarikan pemanen terhadap pengembangan teknologi pada egrek	Skala 1 - 5
X5	Jumlah perusahaan perkebunan kelapa sawit di setiap wilayah	Unit
X6	*Willingness to Pay Ripeness Detector*	Rupiah
Wy	Matriks pembobot spasial terikat	

Pada matriks pembobot spasial akan menggunakan teknik pembobotan berupa *kernel-based weight matrix*. Dalam penelitian ini akan menggunakan *gaussian kernel* yang cocok digunakan untuk model GWR dengan perhitungan jaraknya menggunakan *haversine distance.* Metode tersebut dipilih karena data yang digunakan pada penelitian ini cenderung rapat/padat dimana *gaussian kernel* akan memberikan bobot yang lebih besar pada lokasi yang lebih dekat dan bobot kecil pada wilayah yang jauh. Sedangkan, untuk jarak *haversine* digunakan karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan mempertimbangkan titik kelengkungan bumi untuk menghasilkan estimasi jarak yang lebih realistis.

4. Hasil dan Pembahasan

Pulau Sumatra memiliki 120 kabupaten dan 34 kota yang mana secara administratif terdiri atas 154 kabupaten/kota. Berdasarkan nilai *demand actual* Egrek Digital Merah Putih di Pulau Sumatra yang paling banyak berada pada Provinsi Riau yaitu Kabupaten Kampar, Rokan Hulu, Kauntang Singingi, Siak, dan Rokan Hilir. Dalam penelitian ini, diharapkan dapat mengetahui wilayah yang potensial untuk mendistribusikan Egrek Digital Merah Putih.

Uji Asumsi Klasik

1) Asumsi Normalitas Residual

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengecek apakah nilai *residual/error* pada model regresi berdistribusi normal atau tidak. Berikut ini merupakan hasil pengujian normalitas residual dengan menggunakan SPSS.

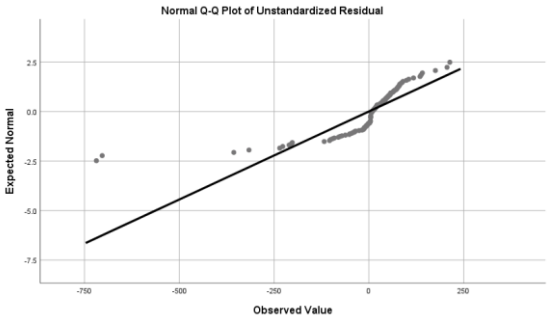
Tabel 2. Hasil Uji Asumsi Normalitas Residual

Pengujian	*p-value*	Tanda	α	Keputusan
Kolmogorov-Smirnov	<2,20E-16	<	0,05	H_0 ditolak (Residual berdistribusi tidak normal)
Shapiro-Wilk	2,696E-10	<	0,05	

Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jawa Timur, Indonesia

p-ISSN: 1693-5128, e-ISSN : 2621-8933
doi: 10.350587/Matrik v26i2.10191

Berdasarkan Tabel 2, didapatkan nilai uji *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk* < 0,05 yang menunjukkan bahwa residual tidak berdistribusi normal. Hal tersebut dapat diterima karena data yang digunakan dalam penelitian memiliki pola yang tidak mengikuti distribusi normal seperti permintaan, kapasitas produksi, dan demografi. Selain itu, jumlah data yang sangat banyak dan kompleks juga mempengaruhi pengujian ini. Dalam Gambar 2, diketahui sebaran residual yang tidak simetris, memperkuat hasil uji normalitas bahwa asumsi normalitas dalam model regresi tidak terpenuhi. Walaupun asumsi ini tidak terpenuhi, analisis regresi masih dapat dilakukan apabila asumsi lain (autokorelasi, multikolinearitas, dan heterokedastisitas) terpenuhi.



Gambar 2. Q-Q Plot Uji Normalitas Residual

2) Asumsi Autokorelasi

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan secara linier antara *residual* dengan pengamatan yang telah dilakukan secara urut menggunakan uji *Durbin-Watson*. Berikut ini merupakan hasil pengujian autokorelasi dengan menggunakan SPSS.

Tabel 3. Hasil Uji Asumsi Autokorelasi

n	k	*D-W Value*	*p-value*	Keputusan
154	6	2,2506	0,066	H_0 diterima (Tidak ada autokorelasi)

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa nilai autokorelasi *Durbin-Watson* adalah 2,2506 dimana nilai tersebut mendekati angka 2 dan *p-value* berada diatas 0,05 sehingga H_0 akan diterima atau tidak terdapat autokorelasi dalam data antar residualnya. Sehingga, pengujian autokorelasi ini terpenuhi.

3) Asumsi Multikolinearitas

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan secara linier antara *residual* dengan pengamatan yang telah dilakukan secara urut. Berikut ini merupakan hasil pengujian multikolinearitas dengan menggunakan SPSS.

Tabel 4. Hasil Uji Asumsi Multikolinearitas

Variabel	Nilai	Keputusan
VIF X1	**11,0755**	**VIF > 10 (Ada Multikolinearitas)**
VIF X2	**11,2287**	
VIF X3	3,4252	VIF < 10 (Ada Multikolinearitas)
VIF X4	3,7498	
VIF X5	2,2313	
VIF X6	2,8245	

Berdasarkan Tabel 4, terdapat variabel yang memiliki nilai VIF > 10 sehingga perlu ada penyesuaian dengan menghapuskan variabel dengan nilai VIF terbesar yaitu variabel X2.

Tabel 5. Hasil Uji Asumsi Multikolinearitas (Perbaikan)

Variabel	Nilai	Keputusan
VIF X1	2,0486	VIF < 10 (Ada Multikolinearitas)
VIF X3	3,4251	
VIF X4	3,7092	
VIF X5	2,1100	
VIF X6	2,8103	

Setelah variabel X2 dihapus, nilai VIF terpenuhi untuk seluruh variabel. Sehingga, pada pengolahan selanjutnya akan menggunakan lima variabel yang terdiri dari X1 (total luas lahan kebun kelapa sawit), X2 (tingkat pemahaman pemanen terhadap kematangan TBS kelapa sawit), X3 (tingkat ketertarikan pemanen terhadap pengembangan teknologi pada egrek), X4 (jumlah perusahaan perkebunan kelapa sawit di setiap wilayah), dan X5 (*willingness to pay ripeness detector).*

4) Asumsi Heterokedastisitas

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya variansi atau persebaran titik pada nilai residualnya. Berikut ini merupakan hasil pengujian heterokedastisitas dengan menggunakan SPSS.

Tabel 6. Hasil Uji Asumsi Heterokedastisitas

Uji *Glejser*					
Variabel	***t-value***	***p-value***	**Tanda**	**α**	**Keputusan**
X1	-1,385	0,1682	>	0,05	Tidak terjadi heterokedastisitas
X2	-2,602	**0,0102**	>	0,05	**Potensi heterokedastisitas**
X3	2,570	**0,0112**	<	0,05	**Potensi heterokedastisitas**

Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License **Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jawa Timur, Indonesia**

X4	5,129	**9E-07**	<	0,05	**Potensi heterokedastisitas**
X5	1,271	0,2508	>	0,05	Tidak terjadi heterokedastisitas

Berdasarkan Tabel 6, dilakukan pengujian *glejser* yang mana menghasilkan variabel X2, X3, dan X4 mengalami heterokedastisitas. Hal tersebut terjadi karena variabel tersebut mewakili tingkat pemahaman pemanen terhadap kematangan buah dan ketertarikan dalam pengembangan teknologi yang bervariasi dalam skala 1 hingga 5 serta jumlah perusahaan kelapa sawit yang bervariasi bergantung pada wilayahnya. Sehingga, dapat dikatakan bahwa model regresi linear berganda belum mampu secara valid menjelaskan mengenai pemodelan dan memerlukan pengujian dengan menggunakan *geographically weighted regression*.

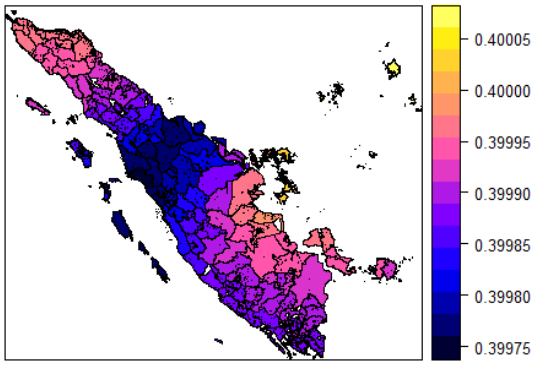
Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial yang digunakan adalah *gaussian kernel* dengan perhitungan jarak *haversine.* Metode tersebut dipilih karena data yang digunakan pada penelitian ini cenderung rapat/padat dimana *gaussian kernel* akan memberikan bobot yang lebih besar pada lokasi yang lebih dekat dan bobot kecil pada wilayah yang jauh. Sedangkan, untuk jarak *haversine* digunakan karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan mempertimbangkan kelengkungan bumi untuk menghasilkan estimasi jarak yang lebih realistis. Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi jarak *haversine* dan *gaussian kernel.*

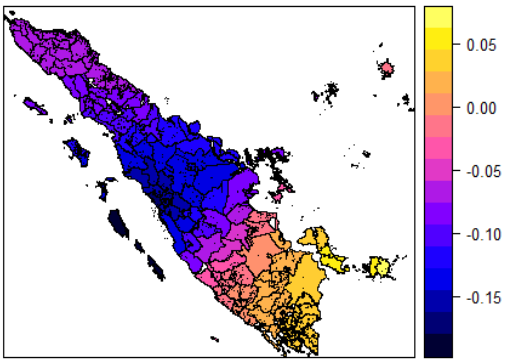
Tabel 7. Rekapitulasi Jarak *Haversine* dan *Gaussian Kernel*

No	Kab/Kot	Lat (ϕ)	Long (λ)	Jarak *Haversine*	*Gaussian Kernel*
1.	Aceh Barat	4.454	96.153	2.251.539	8.30E-27
2.	Aceh Barat Daya	3.051	97.337	2.057.174	1.68E-22
3.	Aceh Besar	5.453	95.478	2.375.511	9.29E-30
4.	Aceh Jaya	4.787	95.646	2.317.753	2.30E-28
5.	Aceh Selatan	3.312	97.352	2.072.096	8.14E-23
…	…	…	…	…	…
154	Metro	-5.117	105.300	858.794	1.60E-04

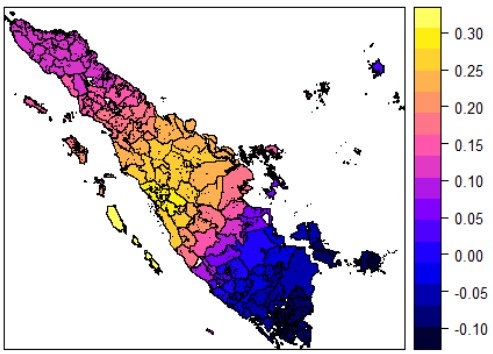
Peta Persebaran Variabel Independen



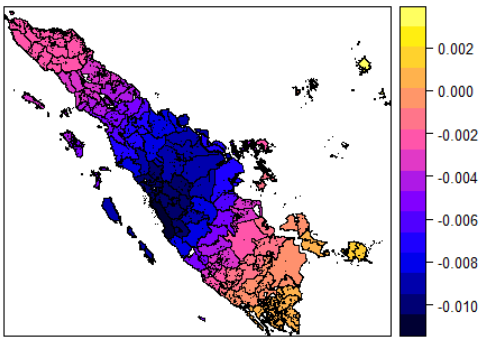
Gambar 3. Peta Persebaran Variabel X1



Gambar 4. Peta Persebaran Variabel X2



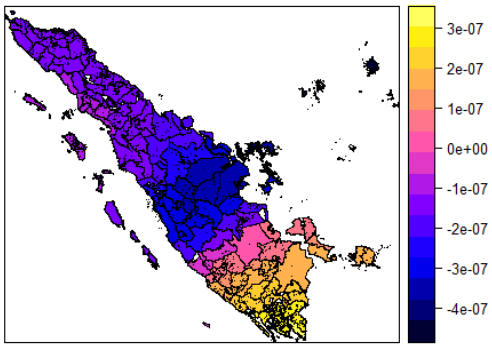
Gambar 5. Peta Persebaran Variabel X3



Gambar 6. Peta Persebaran Variabel X4

Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License **Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jawa Timur, Indonesia**

p-ISSN: 1693-5128, e-ISSN : 2621-8933
doi: 10.350587/Matrik v26i2.10191



Gambar 7. Peta Persebaran Variabel X4

Model *Ordinary Least Squares*

Sebelum melakukan analisis terhadap model *Geographically Weighted Regression*, perlu diketahui model matematis dari analis regresi. Berikut ini merupakan hasil dari model matematis regresi linear berganda.

$$y_i = -1{,}854 + 0{,}3987\, X_{i1} + 0{,}2685\, X_{i2} - 0{,}2499\, X_{i3} - 3{,}0230\, X_{i4} - 4{,}606.10^{-5}\, X_{i5}$$

Dalam model tersebut, dapat diketahui bahwa X5 tidak secara signifikan mempengaruhi pemodelan. Selain itu, pada model OLS ini didapatkan hasil R^2 sebesar 92,32% yang mana hasil tersebut menandakan bahwa model sudah cukup baik dalam memodelkan permasalahan. Namun, dikarenakan model regresi ini memiliki beberapa variabel yang terdeteksi heterokedastisitas sehingga mengakibatkan hasil estimasi bisa tidak efisien. Sehingga, perlu adanya analisis lebih lanjut dengan menggunakan pendekatan spasial atau *geographically weighted regression* yang mana dapat mengatasi masalah heterokedastisitas spasial.

Model *Geographically Weighted Regression*

Dalam penelitian ini, *bandwidth* yang digunakan untuk fungsi pembobot *kernel* adalah *gaussian* untuk melihat *demand* Egrek Digital Merah Putih. Berikut ini merupakan model matematis dari model GWR.

$$y_i = 0{,}8414 + 0{,}3841\, X_{1i} + 5{,}2296\, X_{2i} - 3{,}1165\, X_{3i} + 0{,}6052\, X_{4i} - 6{,}108.10^{-5}\, X_{5i}$$

Dari model tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan penyesuaian model dibandingkan dengan menggunakan regresi linear berganda. Selain itu, didapatkan nilai R^2 sebesar 97,72% sehingga model ini sangat cocok digunakan dalam permasalahan penentuan demand Egrek Digital Merah Putih. Namun, tetap perlu berhati-hati untuk menghindari *overfitting* dan validasi lebih lanjut.

Hasil dari model *Geographically Weighted Regression* (GWR) menunjukkan adanya variasi spasial yang signifikan dalam pengaruh variabel independen terhadap permintaan Egrek Digital Merah Putih. Menurut letak geografis, wilayah bagian timur dan tengah Sumatra (terutama di Riau, Sumatra Selatan, dan Jambi) menunjukkan sensitivitas yang tinggi terhadap luas lahan, tingkat pemahaman pemanen pada kematangan TBS, dan jumlah perusahaan kelapa sawit. Dengan kata lain, apabila terjadi perubahan pada wilayah-wilayah tersebut akan memberikan dampak besar terhadap prediksi permintaan alat panen. Dari model juga diketahui bahwa wilayah dengan *demand* paling tinggi adalah Kabupaten Kampar.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa penentuan *demand* Egrek Digital dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya total luas lahan kebun kelapa sawit, tingkat pemahaman pemanen terhadap kematangan TBS kelapa sawit, tingkat ketertarikan pemanen terhadap pengembangan teknologi pada egrek, jumlah perusahaan perkebunan kelapa sawit di setiap wilayah, dan *willingness to pay ripeness detector*. Dalam pemodelan regresi linear berganda, terjadi beberapa uji asumsi klasik yang tidak terpenuhi yaitu asumsi normalitas residual dan heterokedastisitas. Pada penelitian ini, analisis spasial menjadi pendekatan yang tepat karena mempertimbangkan faktor lokasi sebagai variabel penting. Oleh karena itu, digunakan metode *geographically weighted regression* dengan menggunakan *kernel gaussian* sebagai fungsi pembobotnya untuk mengatasi permasalahan penentuan *demand* Egrek Digital Merah Putih yang mana sebagai berikut

$$y_i = 0{,}8414 + 0{,}3841\, X_{1i} + 5{,}2296\, X_{2i} - 3{,}1165\, X_{3i} + 0{,}6052\, X_{4i} - 6{,}108.10^{-5}\, X_{5i}$$

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan analisis lebih mendalam mengenai

Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jawa Timur, Indonesia

faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi *demand* agar menghasilkan pemodelan yang lebih baik. Selain itu, pada model *geographically weighted regression* dapat dilakukan eksplorasi mendalam mengenai *geographically weighting regression multiscale* untuk melihat hasil pengaruh variabel secara berbeda skala spasial.

6. Daftar Pustaka

[1] Sari, A., 2023. *Pengertian Agroindustri, Peran, Karakteristik, dan Permasalahan Dalam Pengembangan.* [Online] Available at: https://faperta.umsu.ac.id/2023/04/12/agroindustri/ [Accessed 2024 November 30].

[2] Aberth, W., 2024. *Kontribusi Pertanian pada PDB Capai Lebih dari 12%.* [Online] Available at: https://data.goodstats.id/statistic/kontribusi-pertanian-pada-pdb-capai-lebih-dari-12-eskl7 [Accessed 2024 November 30].

[3] Siahaan, M., 2024. *Palm Oil Industri in Indonesia-Statistics & Facts.* [Online] Available at: https://www.statista.com/topics/5921/palm-oil-industry-in-indonesia/ [Accessed 2 September 2024].

[4] Direktorat Jenderal Perkebunan, 2024. *Statistik Perkebunan Jilid I 2022-2024.* s.l.:Kementrian Pertanian Republik Indonesia.

[5] GAPKI, 2024. *Capai 40 Juta Ton! Permintaan Sawit Domestik Untuk Energi 2045.* [Online] Available at: https://gapki.id/news/2024/06/21/capai-40-juta-ton-permintaan-sawit-domestik-untuk-energi-2045/ [Accessed 13 November 2024].

[6] Maaouane, M., Zouggar, S., Krajacic, G. & Zahboune, H. 2021. *Modelling industry energy demand using multiple linear regression analysis based on consumed quantity of goods.* Energy. Vol. 225, Pp. 1–13, 2021.

[7] Muhartini A.A., Sahroni, O., Rahmawati, S. D., Febrianti, T., & Mahuda, I. 2021. Analisis Peramalan Jumlah Penerimaan Mahasiswa Baru Dengan Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana. J. Bayesian J. Ilm. Stat. Dan Ekon. Vol. 1, No. 1, Pp. 17–23, 2021.

[8] Alita, D., Putra, A.D., & Darwis, D. 2021. *Analysis of Classic assumption test and multiple linear regression coefficient test for employee structural office recommendation*. IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems). Vol.15, No. 3, Pp. 295–306.

[9] Prasetyo, R.A. & Helma. 2022. Analisis Regresi Linear Berganda Untuk Melihat Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat. Journal of Mathematics UNP. Vol. 7, No.2, Pp. 62-68

[10] Mardiatmoko, G. 2024. *The Application of the Classical Assumption Test in Multiple Linear Regression Analysis (a Case Study of the Preparation of the Allometric Equations of Young Makila).* JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika). Vol. 8, No. 3, Pp. 724–739.

[11] Guliyev, H. 2020. *Determining the spatial effects of COVID-19 using the spatial panel data model. Spatial Statistics.* Vol. 38, Pp.1-10.

[12] Ward, M. & Gleditsch, K. S., 2018. *Spatial Regression Models 2nd Edition.* United States: Sage Publication.

[13] Anselin, L., 1998. *Spatial Econometrics: Methods and Models.* Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

[14] Fischer, M.M. & Nijkamp, P., 2021. *Handbook of Regional Science.* Berlin: Springer.

[15] Lutfiani, N., Sugiman, & Mariani, S. 2019. Pemodelan *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan Fungsi Pembobot *Kernel Gaussian* dan *Bi-Square*. Vol. 8, No. 1, Pp. 82-91.

Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jawa Timur, Indonesia