

ANALISIS MODEL BANGKITAN PERJALANAN PENUMPANG DENGAN TUJUAN PERJALANAN BEKERJA: STUDI KASUS KABUPATEN ADMINISTRASI KEPULAUAN SERIBU

Raisya Amru Adzhani
Departemen Teknik Sipil
Universitas Indonesia
Depok, Indonesia, 16424
raisya.amru@ui.ac.id

Nahry
Departemen Teknik Sipil
Universitas Indonesia
Depok, Indonesia, 16424
nahry@eng.ui.ac.id

Sutanto Soehodho
Departemen Teknik Sipil
Universitas Indonesia
Depok, Indonesia, 16424
sutantos@eng.ui.ac.id

Abstract

Indonesia's reliance on sea transportation for inter-island connectivity underscores the importance of the Kepulauan Seribu Administrative District in boosting travel, economic growth, and meeting transportation needs. This research focused on estimation of sea passenger demand trips with various work purposes, including the as entrepreneurs, fishermen, teachers, health, private and civil sector workers. Using linear regression, the research analyzes travel patterns and factors influencing passenger trips. Data from a cross-sectional survey were used to develop and analyse a mathematical model. Through statistical methods of Linear Regression inference, Correlation and Significance Test, Determination Coefficient Test, Distribution Hypothesis Test, and Classical Assumption Test, a feasible model is obtained, and the best model is determined through data validation to adjust the prediction model using RMSE accuracy. The results in this study reveal the factors that affect the generation of passenger trips, namely the number of working family members and the number of male family members for Trip Production, and the number of office employees for Trip Attraction. The best linear regression model for Trip Production is $TP = -0,403 + 262XP_2 + 1,447XP_6$ with a coefficient of determination (R^2) of 0.357. Meanwhile, Trip Attraction is $TA = 1,682 + 1,366XA_4$ with a coefficient of determination (R^2) of 0.995.

Keywords: Kepulauan Seribu, Marine Transportation, Demand Forecasting, Trip Generation, Work Trips, Linear Regression

Abstrak

Indonesia memiliki ketergantungan tinggi pada sistem transportasi laut yang mendukung konektivitas antarpulau, termasuk Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu sebagai wilayah yang dapat meningkatkan perjalanan, pertumbuhan ekonomi, dan memenuhi kebutuhan transportasi. Penelitian ini berfokus pada estimasi jumlah perjalanan penumpang laut dengan berbagai tujuan bekerja, termasuk wirausaha, nelayan, buruh, guru, keamanan publik, tenaga kesehatan, pekerja swasta dan sektor sipil. Melalui pendekatan *demand forecasting* menggunakan regresi linear, penelitian ini menganalisis pola perjalanan, faktor berpengaruh, dan membuat model matematis bangkitan perjalanan penumpang. Data dari survei *cross-sectional* digunakan untuk mengembangkan dan menganalisis model matematika. Melalui metode statistik inferensi Regresi Linier, Uji Korelasi dan Signifikansi, Uji Koefisien Determinasi, Uji Hipotesis Distribusi, dan Uji Asumsi Klasik, diperoleh model yang layak dan model terbaik ditentukan melalui validasi data untuk menyesuaikan model prediksi dengan menggunakan akurasi RMSE. Hasil dalam penelitian ini mengungkap faktor-faktor yang mempengaruhi bangkitan perjalanan penumpang, yaitu jumlah anggota keluarga bekerja dan jumlah anggota keluarga laki-laki untuk Trip Production, serta jumlah pegawai kantor untuk Trip Attraction. Model regresi linear terbaik pada Trip Production adalah $TP = -0,403 + 262XP_2 + 1,447XP_6$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,357. Sedangkan pada Trip Attraction adalah $TA = 1,682 + 1,366XA_4$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,995.

Keywords: Kepulauan Seribu, Transportasi Laut, *Demand Forecasting*, Bangkitan Perjalanan, Perjalanan Bekerja, Regresi Linear

LATAR BELAKANG

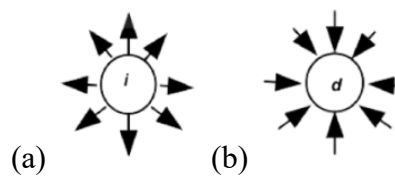
Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia (Soemarmi, 2019) yang memiliki wilayah lautan yang luas, mencakup 17.504 pulau dan garis pantai terpanjang kedua di dunia (World Atlas, 2020). Hal ini memberikan keunggulan sekaligus ketergantungan yang tinggi terhadap sektor transportasi untuk menciptakan konektivitas antarpulau yang berperan penting dalam mendorong roda perekonomian nasional (Fitriani, 2023). Meski sektor maritim teridentifikasi strategis dengan dominasi sektor perikanan, budaya maritim, dan sumber daya energi maritim, fakta menunjukkan kontribusi sektor kelautan terhadap PDB hanya mencapai 7% pada 2017-2021 (Ahmad, 2023). Hal ini mengindikasikan perlunya optimalisasi transportasi laut dalam memaksimalkan potensi sektor kelautan di Indonesia. Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, kepulauan yang berlokasi di utara Jakarta, merupakan salah satu lokasi strategis dalam pemanfaatan sektor kelautan di Indonesia. Dengan lebih dari 112 pulau, populasi sekitar 24.343 jiwa, dan beragam jenis pekerjaan serta target alih profesi, Kepulauan Seribu menunjukkan potensi besar dalam sektor pariwisata dan ekonomi (BPS Kepulauan Seribu, 2020).

Dalam upaya optimalisasi sektor kelautan, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap bangkitan dan tarikan perjalanan aktivitas bekerja menggunakan transportasi laut di Kepulauan Seribu perlu diidentifikasi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pola dan faktor pengaruh bangkitan perjalanan agar dapat menggali kebutuhan perjalanan individu di setiap pulau. Analisis komprehensif *demand forecasting* melalui regresi linear perlu dilakukan untuk mengukur dan memvisualisasikan faktor-faktor yang mempengaruhi perjalanan, mengidentifikasi elemen kunci yang berdampak pada mobilitas, serta merancang solusi untuk meningkatkan efisiensi sistem transportasi laut. Melalui pendekatan ini, akan diperoleh luaran berupa model matematis model bangkitan perjalanan di Kepulauan Seribu.

STUDI LITERATUR

Trip Generation

Mengintegrasikan persepsi dan perilaku penumpang dalam desain layanan transportasi laut merupakan kunci untuk meningkatkan jumlah perjalanan (Cheranchery, et al., 2021). Pengoperasian model transportasi memerlukan data vektor perjalanan asal-tujuan yang dikategorikan berdasarkan tujuan dan jenis permintaan (MIDEPLAN-FDC, 2010). Model ini bertujuan meramalkan jumlah perjalanan yang dimulai atau diakhiri di setiap zona wilayah menggunakan data terperinci yang dibagi menjadi dua kategori: *Trip Production*, yaitu jumlah perjalanan yang dihasilkan oleh zona asal, dan *Trip Attraction*, yaitu jumlah perjalanan yang menuju zona tujuan (Papacostas & Prevedouras, 2005).



Sumber: Tamin (2003)

Gambar 1. (a) *Trip Production* dan (b) *Trip Attraction*

Regresi Linear

Regresi linear adalah metode statistik untuk memprediksi dan mengevaluasi hubungan linear antara dua atau lebih variabel numerik menggunakan prinsip kuadrat terkecil (R^2) untuk meminimalkan deviasi kuadrat rata-rata (Abebe et al., 2001).

$$Y = A + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n \quad (1)$$

dimana,

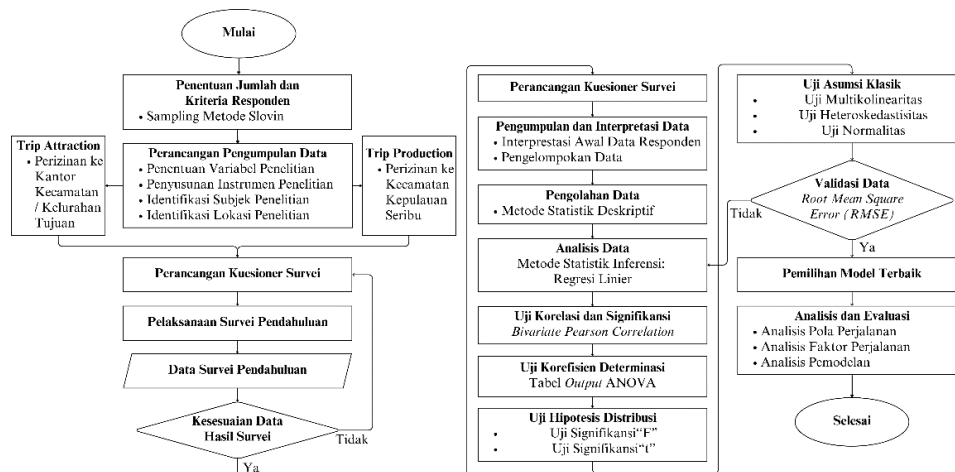
Y = Variabel terikat ; B_n = Koefisien regresi

X_n = Variabel bebas ; A = Konstanta regresi

Pengembangan dan analisis model dilakukan melalui beberapa pengujian statistik regresi linear. Diakukan Uji Korelasi dan Signifikansi dengan metode Bivariate Pearson Correlation, yang diikuti dengan uji signifikansi untuk menilai hubungan antarvariabel untuk menuji korelasi antara variabel nominal X dan Y. Selanjutnya, kekuatan model regresi dalam menjelaskan variasi variabel *input* dinilai melalui Uji Koefisien Determinasi dengan menggunakan uji R^2 . Untuk menilai signifikansi model secara simultan, dilakukan Uji Hipotesis Distribusi menggunakan uji "F", sementara uji "t" digunakan untuk mengevaluasi signifikansi variabel independen secara parsial. Uji Asumsi Klasik meliputi Uji Multikolinearitas (Tolerance dan VIF), Uji Heteroskedastisitas (Metode Spearman Rho), dan Uji Normalitas Residual dilakukan dengan tujuan menilai ketepatan analisis regresi linear. Setelah model lolos seluruh uji, validasi dilakukan dengan Root Mean Square Error (RMSE) untuk menilai akurasi prediksi model terhadap data observasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis pola dan faktor-faktor yang mempengaruhi model bangkitan perjalanan bekerja, dengan fokus pada *Trip Production* dan *Trip Attraction* di Kepulauan Seribu. Data *Trip Production* diperoleh melalui survei primer, yang mencakup rekapitulasi perjalanan individu dalam rumah tangga serta identifikasi faktor pengaruh *trip generation* merujuk pada Tabel 1. Data *Trip Attraction* dikumpulkan secara primer melalui pengajuan dokumen resmi pemerintah, penyusunan proposal penelitian, dan wawancara merujuk pada Tabel 1. Adapun diagram alir penelitian untuk proses penelitian tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Penelitian

Metode kuantitatif menggunakan data primer dari kuesioner dan wawancara *cross-sectional* dilakukan di 11 pulau representatif dan Kecamatan Limo, Depok. Evaluasi penyesuaian wilayah survei dilakukan dengan *K-Mean Clustering* untuk objek *Trip Attraction*. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

Tabel 1. Variabel Penelitian *Trip Production*

No	Variabel Penelitian	Jenis Variabel	Kode
1	Bangkitan Perjalanan (<i>Trip Production</i>)	Terikat	YP1
2	Jumlah Anggota Keluarga		XP1
3	Jumlah Anggota Keluarga Bekerja		XP2
4	Jumlah Anggota Keluarga Tingkat Pendidikan Minimal SMA		XP3
5	Jumlah Anggota Keluarga Lebih Dari 17 Tahun		XP4
6	Jumlah Anak Dalam Keluarga		XP5
7	Jumlah Anggota Keluarga Laki-Laki		XP6
8	Tingkat Pendapatan Keluarga 1 (<Rp1.500.000) Per Bulan		XP7
9	Tingkat Pendapatan Keluarga 2 (Rp1.500.000 – Rp2.500.000) Per Bulan	Bebas	XP8
10	Tingkat Pendapatan Keluarga 3 (Rp2.500.000 – Rp3.500.000) Per Bulan		XP9
11	Tingkat Pendapatan Keluarga 4 (Rp3.500.000 – Rp5.000.000) Per Bulan		XP10
12	Tingkat Pendapatan Keluarga 5 (Rp5.000.000 – Rp6.500.000) Per Bulan		XP11
13	Tingkat Pendapatan Keluarga 6 (Rp6.000.000 – Rp8.000.000) Per Bulan		XP12
14	Tingkat Pendapatan Keluarga 7 (Rp8.000.000 – Rp10.000.000) Per Bulan		XP13
15	Tingkat Pendapatan Keluarga 8 (Rp10.000.000 – Rp15.000.000) Per Bulan		XP14
16	Tingkat Pendapatan Keluarga 9 (>Rp15.000.000) Per Bulan		XP15

Tabel 2. Variabel Penelitian *Trip Attraction*

No	Variabel Penelitian	Jenis Variabel	Kode
1	Tarikan Perjalanan (<i>Trip Attraction</i>)	Terikat	YA1
2	Luas Lahan Kantor (m ²)		XA1
3	Luas Bangunan Kantor (m ²)		XA2
4	Jumlah Ruang Kantor	Bebas	XA3
5	Jumlah Pegawai Kantor		XA4
6	Jumlah Pengunjung Per Hari		XA5

Pemodelan dilakukan dengan metode regresi linear melalui bantuan *software Statistical Product and Service Solutions* (SPSS). Melalui pengembangan model dan analisis

berdasarkan proses pengujian dan validasi data, dapat ditentukan model terbaik dari masing-masing kelompok data berdasarkan hasil lulus uji, nilai R^2 tinggi, dan memiliki nilai RMSE terkecil serta di bawah 10%. Setelah menentukan model terbaik, dapat dilakukan analisis dan evaluasi sesuai dengan tujuan penelitian hingga penarikan kesimpulan dan saran.

HASIL PENELITIAN

Data Primer Trip Production

Data perjalanan bekerja *Trip Production* yang telah dikumpulkan akan *dicleaning* dan rekapitulasi dalam bentuk nominal untuk analisis lebih lanjut, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Data Regresi Linear Trip Production

No.	Nama Pulau	Bangkitan (<i>Production</i>)	Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah Anggota Keluarga Bekerja	Jumlah Anggota Keluarga > SMA	...	Tingkat Pendapatan Keluarga '9' Per Bulan
		Y1	XP1	XP2	XP3	...	XP15
1	Kelapa	9	5	5	4	...	0
2	Kelapa	17	5	4	3	...	1
3	Kelapa	3	5	2	3	...	0
4	Kelapa	6	3	2	2	...	1
5	Kelapa	15	4	3	3	...	0
...	...	...	...	...	...	...	...
157	Lancang	6	1	1	1	...	0

Data Primer Trip Attraction

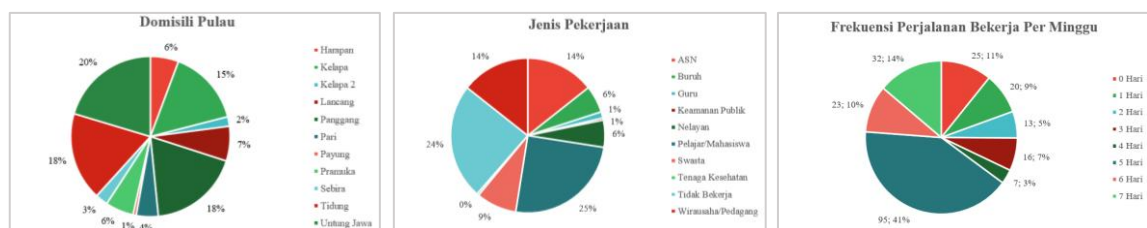
Data primer *Trip Attraction* direkapitulasi sebagai variabel input untuk analisis lebih lanjut menggunakan metode regresi linear, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Data Regresi Linear Trip Attraction

No.	Nama Kantor	Tarikan (<i>Attraction</i>)	Luas Lahan Kantor (m ²)	Luas Bangunan Kantor (m ²)	Jumlah Ruangan Kantor	Jumlah Pegawai Kantor	Jumlah Pengunjung Per Hari
		Y2	XA1	XA2	XA3	XA4	XA5
1	Kecamatan Limo	52	945,71	406,54	33	37	15
2	Kelurahan Limo	33	404,68	320,63	11	58	10
3	Kelurahan Meruyeng	20	533,35	323,58	11	25	8
4	Kelurahan Grogol	15	371,64	286,35	7	31	5
5	Kecamatan Krukut,	10	411,16	252,32	18	15	3

Identifikasi Data

Data primer yang telah diperoleh dari responden diinterpretasikan dalam bentuk *pie chart* untuk mengetahui karakteristik persebaran data. Persebaran tersebut dapat dilihat untuk mengetahui karakteristik informasi responden secara umum dan variabel yang digunakan pada *Trip Production* dan *Trip Attraction*. Identifikasi data dibagi menjadi tiga bagian, yaitu (1) Karakteristik Informasi Pola Perjalanan Rumah Tangga Responden, (2) Karakteristik Informasi Pola Perjalanan Individu Bekerja Responden, dan (3) Karakteristik Informasi Variabel *Trip Production*. Analisa menunjukkan bahwa domisili responden dominan berada di Pulau Kelapa, dengan jenis pekerjaan paling banyak wirausaha dan ASN, serta lima hari frekuensi perjalanan bekerja per minggu. Hasil identifikasi data secara parsial dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Pie Chart* Identifikasi Data Pola Perjalanan Bekerja

HASIL UJI STATISTIK

Hasil Uji Statistik Regresi Linear

Data yang telah direkapitulasi dilakukan uji statistik regresi linear menggunakan *intercept*. *Intercept* dalam regresi merupakan nilai prediksi variabel bebas ketika semua variabel memiliki nilai nol. Penggunaan *intercept* secara umum memungkinkan model untuk menangkap pola yang lebih umum dalam data, meningkatkan keakuratan prediksi model, dan memberikan interpretasi yang lebih konsisten. Tanpa *intercept*, model regresi akan melewati titik (0,0) di grafik sumbu koordinat yang memaksakan fungsi, sehingga tidak selalu mencerminkan situasi nyata dalam data. Melalui Tabel 5. dan Tabel 6., dilakukan uji statistik inferensi regresi linear untuk mendapatkan model, nilai R^2 , $Adj.R^2$, dan Standar Error of Estimate, kemudian kelulusan berdasarkan nilai minimum atau standar di setiap pengujian akan dianalisis lebih lanjut.

Tabel 5. Rekapitulasi Uji Regresi Linear *Trip Production*

No.	Fungsi	Model	R ²	Adj R ²	Std. Error of Estimate	Uji t (Sig. <0,05)	Uji F (Sig. <0,05)	Uji Multikolinearitas (VIF<10, Tolerance>0,1)		Uji Heteroskedastisitas (Sig. >0,05)	Uji Normalitas (Sig. >0,05)	Hasil Lolos Uji
						Nilai	Nilai	Tolerance	VIF	Spear-mann	Nilai	
Model 1.2	$Y_1 = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$	$-0,418X_1 + 2,344X_2 - 0,954X_3 + 0,294X_4 + 1,075X_5 +$	0,412	0,389	3,773	0,492; 0,000; 0,024; 0,612;	0	0,106; 0,525; 0,479; 0,230;	9,439 ; 1,906 ; 2,088 ; 4,352 ;	0,626 ; 0,600 ; 0,587 ; 0,550 ;	0,2	Tidak

No.	Fungsi	Model	R2	Adj R2	Std. Error of Estimate	Uji t (Sig. <0,05)	Uji F (Sig. <0,05)	Uji Multikolinearitas (VIF<10, Tolerance>0,1)		Uji Heteroskedastisitas (Sig. >0,05)	Uji Normalitas (Sig. >0,05)	Hasil Lolos Uji
						Nilai	Nilai	Tolerance	VIF	Spear-mann	Nilai	
Model 1.3	$Y1 = f(X2, X3, X6)$	$1,294X6 + 0,544$ $2,484X2 - 0,690X3 + 1,735X6 + 0,099$	0,39	0,378	3,807	0,077; 0,008	0	0,162; 0,444	6,186 ; 2,252	0,583 ; 0,553	0,2	Tidak
Model 1.4	$Y1 = f(X2, X6)$	$2,262X2 + 1,447X6 - 0,403$	0,375	0,367	3,84	0,000; 0,000	0	0,703; 0,703	1,423 ; 1,423	0,638 ; 0,569	0,2	Ya
Model 1.5	$Y1 = f(X2)$	$3,114X2 + 0,480$	0,318	0,314	3,997	0	0	1	1	0,911	0,007	Tidak
Model 1.6	$Y1 = f(X6)$	$2,599X6 + 1,261$	0,257	0,252	4,174	0	0	1	1	0,71	0	Tidak
Model 1.7	$\text{Log } Y1 = f(X2, X6)$	$0,139X2 + 0,091X6 + 0,341$	0,27	0,258	0,298	0,000; 0,008	0	0,754; 0,754	1,326 ; 1,326	0,442 ; 0,783	0	Tidak
Model 1.8	$\text{Log } Y1 = f(\text{Log } X2, X6)$	$0,717\text{Log}X2 + 0,084X6 + 0,452$	0,308	0,295	0,293	0,000; 0,012	0	0,776; 0,776	1,289 ; 1,289	0,799 ; 0,676	0	Tidak
Model 1.9	$\text{Log } Y1 = f(X2, \text{Log } X6)$	$0,136X2 + 0,457\text{Log}X6 + 0,413$	0,28	0,267	0,299	0,000; 0,004	0	0,780; 0,780	1,283 ; 1,283	0,390 ; 0,676	0	Tidak
Model 1.10	$\text{Log } Y1 = f(\text{Log}X2, \text{Log}X6)$	$0,707\text{Log}X2 + 0,436\text{Log}X6 + 0,513$	0,319	0,306	0,294	0,000; 0,005	0	0,801; 0,801	1,248 ; 1,248	0,708 ; 0,355	0	Tidak
Model 1.11	$Y1 = f(\text{Log } X2, X6)$	$10,629\text{Log}X2 + 1,437X6 + 1,458$	0,369	0,36	3,886	0,000; 0,000	0	0,756; 0,756	1,323 ; 1,323	0,742 ; 0,572	0,075	Ya
Model 1.12	$Y1 = f(X2, \text{Log } X6)$	$2,280X2 + 6,612\text{Log}X6 + 0,805$	0,335	0,325	3,986	0,000; 0,001	0	0,792; 0,792	1,263 ; 1,263	0,652 ; 0,578	0,09	Ya
Model 1.13	$Y1 = f(\text{Log } X2, \text{Log } X6)$	$10,524\text{Log}X2 + 6,706\text{Log}X6 + 2,669$	0,358	0,348	3,958	0,000; 0,001	0	0,790; 0,790	1,267 ; 1,267	0,951 ; 0,940	0,024	Tidak

Tabel 6. Rekapitulasi Uji Regresi Linear Trip Attraction

No.	Fungsi	Model	R2	Adj R2	Std. Error of Estimate	Uji t (Sig. <0,05)	Uji F (Sig. <0,05)	Uji Multikolinearitas (VIF<10, Tolerance>0,1)		Uji Heteroskedastisitas (Sig. >0,05)	Uji Normalitas (Sig. >0,05)	Hasil Lolos Uji
						Nilai	Nilai	Tolerance	VIF	Spear-mann	Nilai	
Model 2.4	$Y2 = f(X1, X3, X4)$	$0,013X1 - 0,556X3 + 1,329X4 + 2,775$	0,997	0,988	1,818	0,571; 0,587; 0,065	0,069	0,054; 0,064; 0,298	18,645; 15,529 ; 3,357	0,747 ; 0,805 ; 0,873	0,2	Tidak
Model 2.5	$Y2 = f(X1, X3, X5)$	$-0,027X1 + 1,394X3 + 3,598X5 - 7,822$	0,997	0,908	5,104	0,699; 0,638; 0,185	0,192	0,041; 0,058; 0,264	24,227; 17,348 ; 3,787	0,873 ; 0,322 ; 0,747	0,2	Tidak
Model 2.6	$Y2 = f(X4)$	$1,366X4 + 1,682$	0,995	0,994	1,346	0	0	1	1	0,285	0,068	Ya
Model 2.7	$Y2 = f(X5)$	$3,560X5 - 3,191$	0,967	0,955	3,558	0,003	0,003	1	1	0,873	0,044	Tidak
Model 2.8	$Y2 = f(X2)$	$0,279X2 - 62,814$	0,905	0,873	6,004	0,013	0,013	1	1	0,624	0,2	Ya
Model 2.9	$Y2 = f(X1, X4)$	$0,002X1 + 1,336X4 + 1,229$	0,995	0,991	1,613	0,793; 0,008	0,005	0,229; 0,229	3,343 ; 3,343	0,873 ; 0,624	0,2	Tidak

No.	Fungsi	Model	R2	Adj R2	Std. Error of Estimate	Uji t (Sig. <0,05)	Uji F (Sig. <0,05)	Uji Multikolinearitas (VIF<10, Tolerance>0,1)		Uji Heteroskedastisitas (Sig. >0,05)	Uji Normalitas (Sig. >0,05)	Hasil Lolos Uji
						Nilai	Nilai	Tolerance	VIF	Spear-mann	Nilai	
Model 2.10	$Y_2 = f(X_2, X_4)$	$0,048X_2 + 1,158X_4 - 9,823$	0,999	0,997	0,86	0,147; 0,007	0,001	0,131; 0,131	7,631 ; 7,631	0,747 ; 0,873	0,104	Tidak
Model 2.11	$Y_2 = f(X_3, X_4)$	$-0,025X_3 + 1,374X_4 + 1,876$	0,995	0,99	1,645	0,937; 0,007	0,005	0,359; 0,359	2,784 ; 2,784	0,434 ; 0,188	0,036	Tidak
Model 2.12	$Y_2 = f(X_1, X_5)$	$0,004X_1 + 3,373X_5 - 3,981$	0,968	0,935	4,284	0,817; 0,057	0,032	0,296; 0,296	3,375 ; 3,375	0,873 ; 0,747	0,028	Tidak
Model 2.13	$Y_2 = f(X_2, X_5)$	$-0,088X_2 + 4,627X_5 + 16,138$	0,97	0,94	4,115	0,671; 0,171	0,03	0,040; 0,040	25,015; 25,015	1,000 ; 0,873	0,2	Tidak
Model 2.14	$Y_2 = f(X_3, X_5)$	$0,361X_3 + 3,270X_5 - 5,657$	0,971	0,942	4,053	0,632; 0,040	0,029	0,414; 0,414	2,417 ; 2,417	0,219 ; 0,873	0,175	Tidak
Model 2.15	$\text{Log } Y_2 = f(X_4)$	$0,022X_4 + 0,951$	0,922	0,896	0,091	0,009	0,009	1	1	0,624	0,2	Ya
Model 2.16	$\text{Log } Y_2 = f(X_5)$	$0,060X_5 + 0,853$	0,974	0,965	0,052	0,002	0,001	1	1	0,624	0,058	Ya
Model 2.17	$\text{Log } Y_2 = f(X_2)$	$0,005X_2 - 0,129$	0,891	0,855	0,107	0,016	0,016	1	1	0,873	0,014	Tidak
Model 2.18	$Y_2 = f(\text{Log } X_4)$	$57,121\text{Log } X_4 - 40,880$	0,969	0,959	3,419	0,002	0,002	1	1	0,873	0,2	Ya
Model 2.19	$Y_2 = f(\text{Log } X_5)$	$57,368\text{Log } X_5 - 22,823$	0,849	0,798	7,574	0,026	0,026	1	1	0,624	0,2	Ya
Model 2.20	$Y_2 = f(\text{Log } X_2)$	$207,244\text{Log } X_2 - 491,445$	0,885	0,847	6,594	0,017	0,017	1	1	0,624	0,2	Ya

Validasi Data Root Mean Squared Error (RMSE)

Validasi data menggunakan metode *Root Mean Squared Error* (RMSE) adalah langkah akhir yang dilakukan untuk mengevaluasi model regresi dengan cara mengukur tingkat akurasi nilai Y prediksi terhadap nilai Y observasi sebuah model. Contoh perhitungan Uji RMSE berdasarkan model yang lolos seluruh uji statistik dapat dilihat pada Tabel 7. dan Tabel 8.

Tabel 7. Hasil Uji RMSE Trip Production

Model 1.4 ($2,262X_2 + 1,447X_6 - 0,403$)			
No.	Y'	Y-Y'	$(Y - Y')^2$
1	16,695	-7,695	59,213
2	12,986	4,014	16,112
3	5,568	-2,568	6,595
...	...	...	...
157	2,694	7,258	3,306
TOTAL			2271,283
RMSE			3,804

Tabel 8. Hasil Uji RMSE Trip Attraction

Model 2.6 ($1,366X_4 + 1,682$)			
No.	Y'	Y-Y'	$(Y - Y')^2$
1	52,224	-0,224	0,050
2	33,100	-0,100	0,010
3	18,074	1,926	3,709
4	15,342	-0,342	0,117
5	11,244	-1,244	1,548

Model 2.6 ($1,366X_4 + 1,682$)			
No.	Y'	Y-Y'	$(Y - Y')^2$
	TOTAL		5,434
	RMSE		1,043

ANALISIS MODEL

Pola Perjalanan Bekerja Trip Production

Identifikasi pola perjalanan bekerja adalah aspek kunci dalam penelitian bangkitan perjalanan di Kepulauan Seribu yang bertujuan untuk memahami kebiasaan, preferensi, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Berdasarkan data dari 157 rumah tangga dengan 233 anggota yang melakukan perjalanan bekerja, Tabel 3 menunjukkan bahwa ASN (28%) dan wirausaha/pedagang (28%) adalah jenis pekerjaan dominan, dengan usia rata-rata 38 tahun, mayoritas adalah ayah (51%) dan laki-laki (67%), serta pendidikan terakhir mayoritas adalah SMA (29%). Analisis pola perjalanan menunjukkan bahwa 160 perjalanan (69%) bersifat internal pulau, seperti tercantum pada Tabel 6, dengan moda transportasi dominan adalah kapal tradisional (73%). Terkait sosioekonomi, pendapatan tidak signifikan sedangkan pengeluaran transportasi rumah tangga berhubungan positif dengan rata-rata *Trip Production*. Ketersediaan perangkat teknologi dalam rumah tangga mempengaruhi aksesibilitas modernisasi teknologi terhadap perjalanan bekerja. Data menunjukkan bahwa 74% rumah tangga memiliki handphone, laptop, atau tablet, namun hanya 8% yang menerapkan skema *work from home*. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar anggota keluarga di Kepulauan Seribu masih bekerja secara *offline* ke pulau tujuan individu bekerja.

Pola Perjalanan Bekerja Trip Attraction

Data primer yang diambil dari lima kantor pemerintahan di Kecamatan Limo, Depok, menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki karakteristik demografis dan lingkungan yang mirip dengan Kecamatan di Kepulauan Seribu. Analisis *K-Mean Clustering* mengidentifikasi kesamaan dalam jumlah kelurahan dan kepadatan penduduk antara kedua kecamatan. Selain itu, tingkat pendidikan SMA/ sederajat di Kecamatan Limo adalah 27%, mirip dengan 19,9% di Kepulauan Seribu. Kecamatan Limo mewakili berbagai kegiatan dalam kecamatan, sementara di Kepulauan Seribu, aktivitas masih tersegmentasi antarpulau.

Pemilihan Model Terbaik

Untuk menentukan model terbaik, model regresi yang telah diseleksi melalui tahapan uji regresi linear dan validasi data direkapitulasi pada Tabel 9. dan Tabel 10. Terdapat beberapa model pada *Trip Production* dan *Trip Attraction* yang lolos seluruh tahapan uji regresi linear. Maka dari itu, dilakukan interpretasi hasil model berdasarkan nilai R^2 , $AdjR^2$, dan RMSE.

Tabel 9. Rekapitulasi Data Lolos Uji Statistik Inferensi Regresi Linear Trip Production

No.	Fungsi	Model	R^2	Adj R^2	Std. Error of Estimate	Hasil Lolos Uji	Nilai RMSE
Model 1.4	$Y_1 = f(X_2, X_6)$	$2,262X_2 + 1,447X_6 - 0,403$	0,375	0,367	3,84	Ya	3,804

No.	Fungsi	Model	R ²	Adj R ²	Std. Error of Estimate	Hasil Lolos Uji	Nilai RMSE
Model 1.11	Y1 = f(Log X2, X6)	10,629LogX2 + 1,437X6 + 1,458	0,369	0,36	3,886	Ya	3,762
Model 1.12	Y1 = f(X2, Log X6)	2,280X2 + 6,612LogX6 + 0,805	0,335	0,325	3,986	Ya	3,802

Berdasarkan Tabel 9., model terbaik untuk Trip Production adalah Model 1.4 yaitu $-0,403 + 262XP_2 + 1,447XP_6$. Variabel XP_2 dan XP_6 menunjukkan korelasi tinggi dan interaksi yang signifikan, dengan efek jumlah anggota keluarga bekerja terhadap *Trip Production* yang dipengaruhi oleh jumlah anggota keluarga laki-laki. Model ini dipilih karena nilai R² yang tinggi, kestabilan antara R² dan AdjR², serta kesederhanaan yang memudahkan interpretasi, menjadikannya optimal untuk analisis *Trip Production*.

Tabel 10. Rekapitulasi Data Lolos Uji Statistik Inferensi Regresi Linear Trip Attraction

No.	Fungsi	Model	R ²	Adj R ²	Std. Error of Estimate	Hasil Lolos Uji	Nilai RMSE
Model 2.6	Y2 = f(X4)	1,366X4 + 1,682	0,995	0,994	1,346	Ya	1,043
Model 2.8	Y2 = f(X2)	0,279X2 - 62,814	0,905	0,873	6,004	Ya	4,653
Model 2.15	Log Y2 = f(X4)	0,022X4 + 0,951	0,922	0,896	0,091	Ya	0,07
Model 2.16	Log Y2 = f(X5)	0,060X5 + 0,853	0,974	0,965	0,052	Ya	0,041
Model 2.18	Y2 = f(LogX4)	57,121LogX4 - 40,880	0,969	0,959	3,419	Ya	2,543
Model 2.19	Y2 = f(LogX5)	57,368LogX5 - 22,823	0,849	0,798	7,574	Ya	5,73
Model 2.20	Y2 = f(LogX2)	207,244LogX2 - 491,445	0,885	0,847	6,594	Ya	5,076

Berdasarkan Tabel 10., model terbaik untuk *Trip Attraction* adalah Model 2.6 dengan persamaan $1,682 + 1,366XA_4$. Model ini memiliki nilai R² yang tinggi, mencapai 0,995, menunjukkan bahwa sekitar 99,5% variasi dalam data dapat dijelaskan oleh variabel independen. Selain itu, nilai RMSE yang dihasilkan rendah, hanya 1,043, mengindikasikan bahwa model memiliki tingkat kesalahan prediksi yang minim. Kesederhanaan model dengan menggunakan hanya satu variabel independen, yaitu XA_4 , mempermudah interpretasi dan implementasi dalam aplikasi praktis. Selisih kecil antara R² dan Adj R², hanya 0,001, menunjukkan bahwa model tetap stabil tanpa *overfitting* meskipun menggunakan model yang sederhana.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pola perjalanan bekerja di Kepulauan Seribu terbagi menjadi *Trip Production* dan *Trip Attraction*. Pada *Trip Production*, perjalanan didominasi oleh ASN dan wirausaha dengan mayoritas pelaku berstatus ayah, berjenis kelamin laki-laki, berusia rata-rata 38 tahun, dan berpendidikan

terakhir SMA. Perjalanan internal pulau lebih dominan, sementara faktor sosioekonomi seperti pendapatan dan pengeluaran transportasi tidak signifikan. Sebagian besar pekerjaan dilakukan secara offline dengan dukungan akses internet melalui gawai pribadi. Pada *Trip Attraction*, terdapat pola perjalanan internal dengan karakteristik serupa, di mana rata-rata tingkat pendidikan adalah SMA.

Faktor yang mempengaruhi *Trip Production* adalah jumlah anggota keluarga bekerja (XP_2) dan jumlah anggota keluarga laki-laki (XP_6), sedangkan pada *Trip Attraction* adalah jumlah pegawai kantor (XA_4). Model regresi linear terbaik untuk *Trip Production* adalah $TP = -0,403 + 262X_2 + 1,447XP_6$ dengan R^2 sebesar 0,357. Pada *Trip Attraction*, model regresi terbaik adalah $TA = 1,682 + 1,366XA_4$ dengan R^2 sebesar 0,995.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. A. (2023). The Impact of Seaport Activities on Growth: Evidence from Indoensia. *Economics Development Analysis Journal*.
- BPS Kepulauan Seribu. (2020). *Kabupaten Kepulauan Seribu Dalam Angka*. Hämtat från Badan Pusat Statistik: <https://kepulauanseribukab.bps.go.id/publication/download>
- Cheranchery, M. F., Noushad, A., Choyimadatil, A., Jose, J. T., Padu, K., & Nivedita, S. (2021). Identifying areas of intervention for enhancing the attractiveness of Inland waterway transport based on users' perception: A case study of Kerala. *Policy 9 (3)*, 1006-1041.
- Fitriani, N. I. (2023). Pengaruh Transportasi dalam Mendorong Pertumbuhan Ekonomi dii Sulawesi Selatan. *SENSITEK*.
- Papacostas, C., & Prevedouras, P. (2005). *Transportation Engineering and Planning*. New York: Prentice Hall Inc.
- Soemarmi, I. E. (2019). Konsep Negara Kepulauan Dalam Upaya Perlindungan Wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia. *Masalah-Masalah Hukum*.
- World Atlas. (den 5 October 2020). *Which Coountries Have The Most Islands?* Hämtat från World Atlas: <https://www.worldatlas.com/articles/which-countries-have-the-most-islands.html>