

Study on the Impact of Climate Change on Damage to National Roads in the Lapuko – South Konawe District/ Kendari City Boundary

Muhammad Sutrisno¹⁾, Irwan Lakawa^{2*)}, Haryono³⁾ Syamsuddin⁴⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

²⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

³⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

⁴⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

*Corresponding Author: Ironelakawa@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords:

Study, Impact of Climate Chang, National Road Damage

How to cite:

Muhammad Sutrisno, Irwan Lakawa, Sulaiman, Syamsuddin (2022).

Kajian Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kerusakan Jalan Nasional Di Ruas Lapuko – Batas Kabupaten Konawe Selatan/ Kota Kendari.

Abstracting and Indexing:

- Google Scholar

ABSTRACT

The land transportation sector is one sector that is very influential on climate change. One of the impacts faced by the road network due to climate change is damage to roadside sections. This is the basis for the researchers to conduct research in Lapuko - Boundary of South Konawe Regency / Kendari City. The researchers observed that there was road damage around the location accompanied by intense climate change.

The purpose of this study was to determine how much influence climate change, namely rainfall, humidity, and temperature had on road damage on the Lapuko - South Konawe District boundary / Kendari City. To find out how much influence the independent variable has on the dependent variable or whether there is an influence of the independent variable on the dependent variable, classical statistical analysis tests, t and F tests and the coefficient of determination test are carried out through SPSS version 24 for windows.

The results of the analysis of climatic conditions on the Lapuko - Konawe Selatan Regency / Kendari City boundary with an average rainfall of 184 with the highest rainfall occurring in May while the average humidity is 92.9% and the temperature is 36.20 C which occurs from 2017 to 2021. The road conditions on the Lapuko – Konawe Selatan Regency/Kendari City boundary tend to be flexible with an average road condition level of 45.65%, moderate 43.74 and slightly damaged 8.48 and heavily damaged 2.10 from 2017 to 2021. There is the influence of climate change to road damage in the Lapuko – South Konawe District/Kendari City Boundary section with a value of 74.5%.

Copyright © 2022 SCiEJ. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Perubahan iklim juga memiliki dampak langsung dan tidak langsung pada infrastruktur jalan. Dampak langsung yang disebabkan oleh efek dari lingkungan, terutama air, yang melemahkan perkerasan lentur yang dapat membuat perkerasan menjadi lebih rentan terhadap kerusakan oleh kendaraan berat dan memperpendek umur rencana dari jalan itu sendiri. Ada efek lain yang juga mempengaruhi perkerasan yaitu, suhu. Suhu mempengaruhi penuaan aspal melalui oksidasi dan penguapan. Ketinggian banjir dan frekuensi hujan juga merupakan pertimbangan penting untuk lokasi dan desain jalan dan jembatan. Dampak tidak langsung dari perubahan iklim di jalan-jalan adalah karena efek pada lokasi populasi dan aktivitas manusia. Infrastruktur jalan merupakan investasi yang berumur panjang. Jalan biasanya memiliki umur desain 10 sampai 20 tahun.

Genangan air dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan jalan dikarenakan air dapat melonggarkan ikatan antara agregat dengan aspal. Saat ikatan aspal dan agregat longgar karena air, kendaraan yang lewat akan memberi beban yang menimbulkan retak atau kerusakan jalan lainnya. Selain itu, genangan air pada permukaan jalan dalam skala yang tinggi dapat mengakibatkan air tanah yang terletak di bawah permukaan tanah menjadi jenuh. Perkerasan jalan di Indonesia umumnya mengalami kerusakan awal (kerusakan dini) antara lain akibat pengaruh beban lalu lintas kendaraan yang berlebihan (*over loading*), temperatur (cuaca), air, dan konstruksi perkerasan yang kurang memenuhi persyaratan teknis.

2. Tinjauan Pustaka

A. Pengertian Perubahan Iklim

Perubahan iklim yang terjadi di Indonesia umumnya ditandai adanya perubahan temperatur rerata harian, pola curah hujan, tinggi muka laut, dan variabilitas iklim (misalnya *El Niño* dan *La Niña*, *Indian Dipole*, dan sebagainya). Perubahan ini memberi dampak serius terhadap berbagai sektor di Indonesia, misalnya kesehatan, pertanian, perekonomian, dan lain-lain. Beberapa studi institusi, baik dari dalam maupun luar negeri menunjukkan bahwa iklim di Indonesia mengalami perubahan sejak tahun 1960, meskipun analisis ilmiah maupun data-datanya masih terbatas.

Peningkatan temperatur rerata harian tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap pola curah hujan yang umumnya ditentukan sirkulasi monsun Asia dan Australia. Dengan sirkulasi monsun, Indonesia memiliki dua musim utama yang berubah setiap setengah tahun sekali (musim penghujan dan kemarau). Perubahan temperatur rerata harian juga dapat mempengaruhi terjadinya perubahan pola curah hujan secara ekstrem.

B. Unsur – Unsur Yang Mempengaruhi Perubahan iklim

Perubahan cuaca dan iklim dipengaruhi oleh unsur – unsur sebagai berikut:

1. Kenaikan Suhu atau temperature

Suhu atau temperatur adalah derajat panas dari aktifitas molekul dalam atmosfer. Temperatur rata-rata tahunan di Indonesia telah mengalami kenaikan 0,3°C (pengamatan sejak tahun 1990). Tahun 1998 merupakan tahun terpanas dalam abad ini, dengan kenaikan hampir 1°C (diatas rata-rata dari tahun 1961-1990).

2. Perubahan Pola Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Diperkirakan, akibat perubahan iklim, Indonesia akan mengalami kenaikan curah hujan 2-3 persen pertahun, serta musim hujan yang lebih pendek (lebih sedikit jumlah hari hujan dalam setahun), yang menyebabkan resiko banjir meningkat secara signifikan. Hal ini akan merubah keseimbangan air di lingkungan dan mempengaruhi pembangkit listrik tenaga air dan suplai air minum. Perubahan pola hujan sudah terjadi sejak beberapa dekade terakhir di beberapa wilayah Indonesia, seperti pergeseran awal musim hujan dan perubahan pola curah hujan. Selain itu terjadi kecenderungan perubahan intensitas curah hujan bulanan dengan keragaman dan deviasi yang semakin tinggi serta peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrim, terutama curah hujan, angin dan banjir rob. Beberapa ahli menemukan dan memprediksikan arah perubahan pola hujan di bagian Barat Indonesia, terutama di bagian Utara Sumatera dan Kalimantan, dimana intensitas curah hujan cenderung lebih rendah, tetapi dengan periode yang lebih panjang. Sebaliknya, di Wilayah Selatan Jawa dan Bali intensitas curah hujan cenderung meningkat tetapi dengan periode yang lebih singkat (Naylor, 2007).

3. Kelembaban Udara

Unsur yang berpengaruh terhadap cuaca dan iklim di suatu tempat adalah kelembaban udara. Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam massa udara pada saat dan tempat tertentu. Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembaban absolut, kelembaban spesifik atau kelembaban relatif. Dapat dianalogikan dengan sebuah termometer dan termostat untuk suhu udara. Perubahan tekanan sebagian uap air di udara berhubungan dengan perubahan suhu. Konsentrasi air di udara pada tingkat permukaan laut dapat mencapai 3% pada 30 °C (86 °F), dan tidak melebihi 0,5% pada 0 °C (Handoko, 1994). Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban mutlak adalah kandungan uap air (dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya) per satuan volum. Kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan /tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air tersebut (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh suhu udara. Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual. Masing-masing pernyataan kelembaban udara tersebut mempunyai arti dan fungsi tertentu dikaitkan dengan masalah yang dibahas (Handoko, 1994). Manajemen konstruksi

C. Kerentanan Perubahan Iklim Terhadap Sektor Transportasi

Pada kasus perubahan iklim, kerentanan didefinisikan sebagai kemampuan suatu sistem (termasuk ekosistem, sosial ekonomi, dan kelembagaan) untuk mengatasi dampak perubahan iklim. Kerentanan merupakan fungsi besarnya perubahan dan dampak, serta variasi perubahan iklim (Harmoni, 2015). Dampak kerawanan perubahan iklim yang paling mengancam keberadaan kota pesisir yakni adanya kenaikan muka air laut yang dapat menenggelamkan beberapa bagian wilayah/kawasan dari kota pesisir tersebut. Hal tersebut menyebabkankerusakan lahan budidaya perikanan maupun aktivitas perkotaan akibatpenggenangan oleh air laut maupun banjir yang disebabkan oleh kenaikan paras muka air laut. Berdasarkan pada kerawanan tersebut tentunya kerentanan bencana yang dapat terjadi dapat diindikasikan pula berdasar pada beberapa variable kerentanan bencana secara umumnya. Pada bencana perubahan iklim di wilayah kota pesisir yang dimaksudkan yakni adanya kerawanan terjadinya genangan di beberapa kawasan kota pesisir akibat kenaikan

permukaan air laut. Berdasar hal tersebut maka kerentanan fisik yang dimaksud yakni bahwa kerentanan infrastruktur perkotaan terhadap genangan akibat kenaikan permukaan air laut.

Kerentanan jaringan jalan dinilai melalui perbandingan panjang jalan yang tergenang dengan total panjang jalan yang ada di wilayah tersebut. Rasio panjang jalan tersebut dapat juga untuk merepresentasikan kerentanan jaringan persampahan, jaringan drainase dan jaringan sanitasi. Hal ini didasarkan bahwa jaringan-jaringan tersebut mengikuti pola jaringan jalan yang ada. Dengan pertimbangan itu maka kerentanan terhadap jaringan-jaringan tersebut didasarkan pada kerentanan jaringan jalan untuk menghindari tumpang tindih (*overlapping*) penilaian variabel. Disamping itu jaringan-jaringan tersebut dinilai tidak lebih rentan dibandingkan jaringan jalan. Dengan adanya hal tersebut maka jaringan-jaringan tersebut dapat terwakili dengan kerentanan jaringan jalan.

1. Kerusakan Pada Perkerasan Jalan

Menurut Oglesby CH, (1982, h 188), struktur perkerasan jalan harus mendukung beban muatan pada permukaannya dan menyalurkan muatan tersebut melalui lapisan permukaan (penutup) ke lapisan pondasidan tanah dasar. Jika muatan ini berlebihan atau lapisan-lapisan pendukung kehilangan kekuatan dan pengulangan beban, maka hal ini akan menyebabkan terjadinya gelombang dan retakan yang akhirnya mengakibatkan kerusakan total. Penyebab terjadinya kerusakan menurut A Nakaro, (2000, h 1), kerusakan pada konstruksi jalan secara garis besar bahwa faktor yang mempengaruhi kerusakan konstruksi perkerasan jalan dikelompokkan dua jenis yaitu faktor lalu lintas dan faktor non lalu lintas (lingkungan dan cuaca)

a. Faktor Lalulintas

Menurut JICA (2006, h 17) Kerusakan pada konstruksi jalan terutama disebabkan oleh lalu lintas. Faktor lalu lintas tersebut ditentukan antara lain oleh beban kendaraan, distribusi beban kendaraan pada lebar perkerasan dan pengulangan beban lalu lintas. Daya rusak kendaraan biasanya dinyatakan 8,16 ton.

b. Faktor Non Lalulintas

Menurut JICA (2006, h 18), selain faktor lalu lintas, ada pengaruh lain yang besar dalam kerusakan jalan. Faktor non lalulintas tersebut adalah bahan perkerasan, pelaksanaan pekerjaan, dan lingkungan (cuaca). Terjadinya kerusakan akibat faktor-faktor non lalu lintas ini dapat disebabkan oleh:

- 1) Kekuatan tanah dasar dan material perkerasan
- 2) Pemasangan tanah dasar dan lapisan perkerasan
- 3) Faktor pengembangan dan penyusutan tanah dasar
- 4) Kedalaman muka air tanah
- 5) Curah hujan
- 6) Variasi temperatur sepanjang tahun

Menurut Hary (2007, h 22), faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi perkerasan adalah kadar air, temperatur dan kondisi cuaca. Rezim kelembaban yang terkait dengan perkerasan mempunyai pengaruh penting dalam kinerja perkerasan tersebut. Kekakuan dan kekuatan material granular yang lepas-lepas (tidak terkait) dan tanah dasar sangat besar bergantung pada kadar air material.

Perubahan kadar air dalam perkerasan, umumnya diakibatkan oleh satu atau lebih dari hal berikut ini:

- 1) Rembesan dari permukaan tanah yang lebih tinggi ke jalan
- 2) Fluktuasi muka air tanah

- 3) Infiltrasi air yang berasal dari permukaan perkerasan jalan dan bahu jalan
- 4) Transfer kelembaban sebagai akibat perbedaan kadar air atau suhu dalam bentuk cair atau uap
- 5) Permeabilitas relatif dari lapisan-lapisan perkerasan terhadap tanah dasar.

Pada musim hujan, kadar air tanah akan lebih tinggi dari pada musim kemarau. Perubahan kadar air ini, berpengaruh pada bagian pinggir perkerasan sampai berkembang ke tengah pada jarak tertentu di bawah perkerasan jalan. Jika tanah dasar terdiri dari lempung ekspansif (mudah mengembang), maka perubahan kadar air akan diikuti oleh berubahnya volume tanah. Dalam kasus demikian, pinggir jalan raya akan naik turun terhadap as jalan. Selama musim kering, gerakan ini lebih besar, dan dapat menyebabkan retak-retak di permukaan aspal dan kehilangan bentuk di permukaan.

Menurut Paul H. Wright (1998), air yang tidak cepat dihilangkan dari jalan raya hampir selalu akan merusak kapasitas beban dari sistem jalan itu. Lebih lagi, air hujan/banjir menjadi suatu penghalang terhadap kebebasan pergerakan lalu lintas dan menyebabkan bahaya yang dapat dihindari bagi pengguna fasilitas ini. Pergerakan air yang tidak terkontrol dapat melemahkan, merusak, bahkan menghancurkan struktur transportasi dan sistem jalan aspal.

2. Penyebab dan Jenis Kerusakan Jalan Raya

Penanganan konstruksi perkerasan yang berupa pemeliharaan, penunjang, peningkatan, ataupun rehabilitas dapat dilakukan dengan baik setelah kerusakan-kerusakan yang timbul pada perkerasan tersebut dievaluasi penyebab dan akibatnya. Kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh:

- a. Lalu lintas diperhitungkan berdasarkan peningkatan beban dan repetisi beban
- b. Air, yang dapat berasal dari air hujan dan sistem drainase jalan yang tidak baik
- c. Material konstruksi perkerasan, sifat material dan sistem pengolahan bahan yang tidak baik
- d. Iklim, Indonesia beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi
- e. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, akibat sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau sifat tanah dasarnya yang memang kurang baik
- f. Proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik

Umumnya kerusakan-kerusakan yang timbul tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi merupakan gabungan penyebab yang saling kait mengait. Sebagai contoh, retak pinggir, pada awalnya dapat diakibatkan oleh tidak baiknya sokongan dari samping. Dengan terjadinya retak pinggir, memungkinkan air meresap masuk ke lapis bawahnya yang melemahkan ikatan antara aspal dan agregat, hal ini dapat menimbulkan lubang-lubang disamping melemahkan daya dukung lapisan di bawahnya.

D. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai Pengaruh Perubahan Iklim dan Pengaruhnya Terhadap Kerusakan Jalan sudah pernah diteliti baik di Indonesia maupun di negara-negara lainnya.

1. Penelitian dilakukan oleh (Ade Yute Prasetyo /2017) dengan judul Analisis Dampak Kerusakan Jalan Terhadap Pengguna Jalan Dan Lingkungan Di Jalan Raya Gampeng, Kediri Jawa Timur dengan tujuan untuk mengetahui berpengaruh aspek biaya bagi pengguna jalan ialah perawatan kendaraan dan keterlambatan pendistribusian barang, sedangkan perekonomian masyarakat merupakan faktor yang berpengaruh bagi aspek biaya masyarakat.

2. Penelitian dilakukan oleh (Ines Wishaka Perba/2019) dengan judul Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Perilaku Budidaya Dan Adaptasi Petani Padi Rawa Lebak Di Desa Sungai Pinang Banyuasin dengan tujuan untuk mengetahui perilaku pengetahuan, sikap dan keterampilan petani padi mengalami peningkatan yaitu sebelum perubahan iklim termasuk dalam kriteria sedang dan setelah perubahan iklim termasuk kedalam kriteria tinggi. Pendapatan petani contoh di Desa Sungai Pinang pada tahun 2013 yaitu sebesar Rp. 16.582.623 dan pada tahun 2018 yaitu sebesar Rp. 21.372.277.
3. Penelitian dilakukan oleh (Tito Aditya Perdana/2015) dengan judul Dampak Perubahan Iklim Terhadap Nelayan Tangkap (Studi Empiris Di Pesisir Utara Kota Semarang) dengan tujuan untuk mengetahui perubahan iklim yang mempengaruhi kegiatan produksi nelayan tangkap di pesisir utara Kota Semarang antara lain adalah : curah hujan, kecepatan angin, dan gelombang. Dampak dari perubahan iklim terhadap masyarakat nelayan tangkap di pesisir utara Kota Semarang adalah perubahan volume hasil tangkapan setiap bulan dan perubahan jumlah bulan melaut. Dampak kerugian ekonomi dari perubahan iklim terhadap masyarakat nelayan tangkap di pesisir utara Kota Semarang adalah adanya bulan tidak melaut bagi nelayan yang membuat nelayan tidak mempunyai penghasilan.
4. Penelitian dilakukan oleh (Salindra Pratama/2019) dengan judul Analisis Analisa Kerusakan Jalan Pada Ruas Jalan Simpang Rambutan – Suka Pindah Sta 00+000 – 11+000 Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan dengan tujuan untuk mengetahui kerusakan Simpang Rambutan - Suka Pindah Kabupaten Banyuasin : Kerusakan tertinggi 2,225% karena beban melebihi batas kapasitas maksimum untuk beban perkerasan, Lubang 1,548% kerusakan yang disebabkan oleh Overload, Overloading sebesar 0,943% disebabkan oleh lapisan permukaan yang terlalu tipis sehingga permukaan perkerasan menjadi terkelupas, retak tepi sebesar 0,834% karena dukungan yang kurang baik dari samping, Amblas sebesar 0,807% karena pengikisan substrat underlaying. jalan, Retak Halus sebesar 0,727% karena material perkerasan yang kurang baik, dan retak buaya terkecil sebesar 0,2% akibat pelapukan permukaan.
5. Penelitian dilakukan oleh (Hermawan Adi Handoyo /2017) dengan judul Analisis Kerusakan Jalan Perkotaan Menggunakan Metode Bina Marga (Studi Kasus Jalan Perkotaan Kabupaten Wonosobo) dengan tujuan untuk mengetahui Nilai kondisi dari masing – masing ruas jalan diperoleh nilai kondisi terbesar adalah jalan Serayu, Jalan Tirtoaji dan Jalan Sumbing yaitu 6,00. Sedangkan nilai kondisi terkecil pada Jalan RSU yaitu 2,75.
6. Penelitian dilakukan oleh (Nur Afika/ 2019) dengan judul Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi Dan Pendapatan Usaha Tani Kubis Di Kabupaten Enrekang (Studi Kasus : Desa Tongko Kecamatan Baroko) dengan tujuan untuk mengetahui Dampak yang dihasilkan dari perubahan iklim terhadap produksi yaitu 21 petani mengalami kenaikan produksi, 15 petani tidak mengalami kenaikan atau penurunan produksi (tetap) dan 6 petani mengalami penurunan produksi. Dari dampak yang dihasilkan tersebut petani lebih banyak mengalami kenaikan produksi hal ini dikarenakan curah hujan yang lebih rendah pada tahun 2017 dari pada tahun 2016. Serta rata-rata pendapatan petani kubis sebesar Rp 13.260.159,46 per hektar per satu musim tanam.

E. Uji statistik asumsi klasik

Uji asumsi klasik adalah persyaratan statistik yang harus dipenuhi pada analisis regresi linear berganda yang berbasis *ordinary least square* (OLS). Untuk memastikan bahwa model regresi yang diperoleh merupakan model yang terbaik, dalam hal ketepatan estimasi, tidak bias, serta konsisten, maka perlu dilakukan pengujian asumsi klasik (Juliandi et al., 2014).

1. Uji Normalitas Data

Pengujian ini untuk mengetahui apakah nilai residual terdistribusi secara normal atau tidak. Model regresi yang baik adalah yang memiliki nilai residual yang terdistribusi

secara normal. Cara untuk mendeteksinya adalah dengan melihat penyebaran data pada sumbu diagonal pada grafik *Normal P- P Plot of regression standardized* sebagai dasar pengambilan keputusannya. Jika menyebar sekitar garis dan mengikuti garis diagonal maka model regresi tersebut telah normal dan layak dipakai untuk memprediksi variabel bebas dan sebaliknya.

2. Uji Multikolinieritas

Multikolinieritas merupakan keadaan dimana terjadi hubungan linear yang sempurna atau mendekati antar variabel independen dalam model regresi. Suatu model regresi dikatakan mengalami multikolinieritas jika ada fungsi linear yang sempurna pada beberapa atau semua variabel independen dalam fungsi linear. Gejala adanya multikolinieritas antara lain dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor (VIF)* dan *Tolerance* nya. Jika nilai $VIF < 10$ dan $Tolerance > 0,1$ maka dinyatakan tidak terjadi multikolinieritas.

3. Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas merupakan keadaan dimana terjadi ketidaksamaan varian dari residual untuk semua pengamatan pada model regresi. Cara pengujiannya dengan Uji Glejser. Pengujian dilakukan dengan meregresikan variabel-variabel bebas terhadap nilai *absolute residual*. *Residual* adalah selisih antara nilai variabel Y dengan nilai variabel Y yang diprediksi, dan absolut adalah nilai mutlaknya (nilai positif semua). Jika nilai signifikansi antara variabel independen dengan absolut residual $> 0,05$ maka tidak terjadi heteroskedastisitas.

4. Uji Autokorelasi

Autokorelasi merupakan keadaan dimana pada model regresi ada korelasi antara residual pada periode t dengan residual pada periode sebelumnya, jika nilai Durbin Watson terletak antara 4-du sampai dengan (4+du). Nilai du dicari pada distribusi nilai tabel Durbin Watson.

F. Analisis Regresi Berganda

Analisis regresi digunakan untuk mengukur seberapa besar pengaruh antara variabel bebas dan variabel terikat. Apabila hanya terdapat satu variabel bebas dan satu variabel terikat, maka regresi tersebut dinamakan regresi linear sederhana. Sebaliknya, apabila terdapat lebih dari satu variabel bebas atau variabel terikat, maka disebut regresi linear berganda. Regresi linear berganda merupakan model regresi yang melibatkan lebih dari satu variabel independen. Analisis regresi linear berganda dilakukan untuk mengetahui arah dan seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (Ghozali, 2018).

1. Pengujian Hipotesis dengan uji t parsial (regresi linear berganda)

Uji t dikenal dengan uji parsial bertujuan untuk menguji bagaimana pengaruh masing-masing variabel bebasnya secara sendiri-sendiri terhadap variabel terikatnya.

a) Pengujian Hipotesis Kedua (H1)

Uji hipotesis kesatu ialah menguji pengaruh curah hujan (H2) secara sendiri terhadap kerusakan jalan.

b) Pengujian Hipotesis Kedua (H2)

Uji hipotesis kedua ialah menguji pengaruh kelembaban (H2) secara sendiri terhadap kerusakan jalan.

c) Pengujian Hipotesis ketiga (H3)

Uji hipotesis ketiga ialah menguji pengaruh suhu (H3) secara sendiri terhadap kerusakan jalan.

2. Pengujian hipotesis H4
Pengujian hipotesis H4 dengan Uji F dikenal dengan uji simultan yakni mencari apakah variable independen (H1, H2 dan H3) secara bersama-sama mempengaruhi variable dependen (kerusakan jalan)
3. Koefisien determinasi
Uji koefisien determinasi adalah uji untuk menjelaskan besaran poposi variable dari variabel dependen yang dijelaskan oleh variabel independen.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah selama 4 bulan yang dimulai dari penyusunan proposal, pengumpulan data, analisis data sampai dengan ujian skripsi. Adapun variable penelitian yang akan di ukur indikatornya sesuai dengan lingkup dan obyek penelitian di bawah ini

Variabel	Indikator
Perubahan Iklim	Dampak yang terjadi akibat perubahan curah hujan, suhu, dan kelembapan,
Kerusakan Jalan	Tingkat kerusakan pada permukaan jalan, baik kondisi struktural maupun fungsionalnya

4. Hasil dan Pembahasan

A. Perubahan Iklim

Perubahan iklim adalah suatu perubahan unsur-unsur iklim yang memiliki kecenderungan naik atau turun secara nyata. Perubahan temperatur rerata harian tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap pola curah hujan, Suhu Udara dan Kelembaban Udara.

Data yang dikumpulkan pada penelitian perubahan iklim yaitu data curah hujan, kelembaban dan suhu. Dimana data curah hujan, kelembaban dan suhu diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV. Pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 adalah data rekapitulasi dari curah hujan, kelembaban dan suhu dari tahun 2017 – 2021.

Tabel 1 Rekapitulasi Data Curah Hujan Tahun 2017 - 2021

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2017	116,0	181,8	256	189,1	696,2	346,0	258,0	116,4	68,0	54,0	194,0	117,0
2018	59,5	188,3	122,1	142,5	479,0	488,5	377,5	58,5	26,0	8	115,0	102,3
2019	254,5	209,0	233,7	312,0	423,0	365,0	156,0	11,5	4,0	18,0	-	82,5
2020	293,0	239,2	220,0	263,1	213,8	393,3	347,3	32,0	178,0	13,0	44,0	171,5
2021	165,0	85,0	269,5	68,0	247,0	319,0	172,1	268,0	267,0	71,0	48,5	107,0

Tabel 2 Rekapitulasi Data Kelembaban Tahun 2017 - 2021

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2017	90	93,0	90,0	90,0	90	100	97,0	90,0	99,0	90	90,0	90
2018	90	94,0	90,0	94,0	90	100	97,0	90,0	99,0	90	90,0	94
2019	95	90,0	90,0	90,0	90	91	99,0	99,0	99,0	93	91,0	94
2020	90	99,0	99,0	90,0	90	93	90,0	99,0	90,0	90	90,0	90
2021	90	90,0	99,0	90,0	99	90	90,0	93,0	93,0	99	90,0	90

Tabel 3 Rekapitulasi Data Suhu Tahun 2017 - 2021

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2017	38	37,8	36,7	36,0	36	34,0	35,0	34,0	35,0	37	37,8	37,8
2018	37	37,0	36,7	36,0	36	35,0	35,6	34,5	35,6	38	38,0	37,8
2019	37	36,0	36,7	35,6	36	34,5	34,0	34,5	35,6	38	38,9	39,0
2020	38	36,0	37,0	36,7	37	34,0	33,5	34,5	35,6	36	37,8	36,7
2021	37	37,0	36,0	38,0	36	34,5	34,5	34,0	35,6	37	36,7	37,0

B. Kondisi Jalan

Data yang dikumpulkan pada data kerusakan jalan diperoleh dari Balai Perencanaan Jalan Nasional Sulawesi Tenggara. Pada tabel 4 dan tabel 5 adalah data rekapitulasi kerusakan jalan dari tahun 2017 – 2021.

Tabel 4 Rekapitulasi Data Ruas Jalan Semester I

Tahun	Panjang Ruas (KM)	Baik		Sedang		Rusak Ringan		Rusak Berat	
		Km	%	km	%	km	%	km	%
2017	29,56	12,20	41,27	12,50	42,29	3,36	11,37	1,50	5,07

2018		15,46	52,30	10,90	36,87	2,60	8,80	0,60	2,03
2019		11,60	39,24	14,06	47,56	3,10	10,49	0,80	2,71
2020		12,00	40,60	14,96	50,61	2,20	7,44	0,40	1,35
2021		11,09	37,50	16,31	55,16	1,80	6,09	0,37	1,25

Tabel 5 Rekapitulasi Data Ruas Jalan Semester II

Tahun	Panjang Ruas (KM)	Baik		Sedang		Rusak Ringan		Rusak Berat		
		Km	%	km	%	km	%	km	%	
2017	29,56	17,00	57,51	9,26	31,33	2,10	7,10	1,20	4,06	
2018		13,70	46,35	11,16	37,75	3,70	12,52	1,00	3,38	
2019				63,13	10,46	35,4	0,10	0,34	0,33	1,13
2020		13,86	46,89	13,50	45,67	2,10	7,10	0,10	0,34	
2021		9,40	31,80	15,56	52,64	4,00	13,53	0,60	2,03	

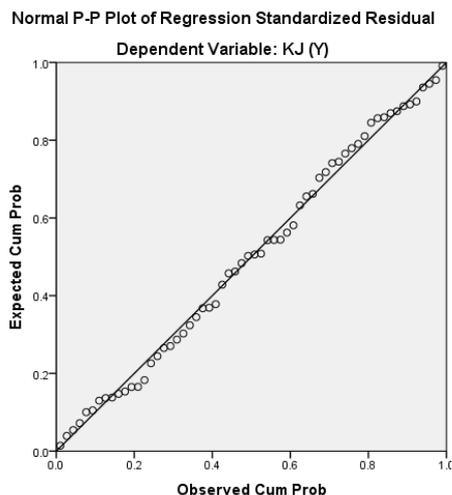
C. Uji Asumsi Klasik

Asumsi klasik bertujuan untuk memberikan kepastian bahwa persamaan regresi yang didapatkan memiliki ketepatan dalam estimasi, tidak bias dan konsiten. Asumsi klasik adalah syarat-syarat yang harus dipenuhi pada model regresi linear agar model tersebut menjadi valid.

1. Uji Normalitas Data

model regresi dikatakan berdistribusi normal jika data plotting (titik-titik) yang menggambarkan data sesungguhnya mengikuti garis diagonal. Penyebaran data pada sumber diagonal grafik *Normal P-P Plot of regression standardized* seperti yang tertera pada Gambar 1.

Gambar 1 Uji normalitas Data



Dari gambar 1 dapat disimpulkan bahwa model regresi berdistribusi normal dan layak dipakai untuk memprediksi variabel bebas dan sebaliknya

2. Uji Multikolinieritas

Gejala multikolinieritas, jika nilai Tolerance > 0.100 dan nilai vif < 10.000 seperti yang tertera pada Tabel 6.

Tabel 6 Uji Multikolinieritas

Model		Unstandardized Coefficients		Coefficients ^a			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	Tolerance	VIF
1	(Constant)	174.070	28.785		6.047	.000		
	CH (X1)	.201	.086	.272	2.343	.023	.339	2.952
	KL (X2)	8.420	1.589	.594	5.299	.000	.363	2.753
	SH (X3)	.823	1.733	.056	.475	.637	.331	3.019

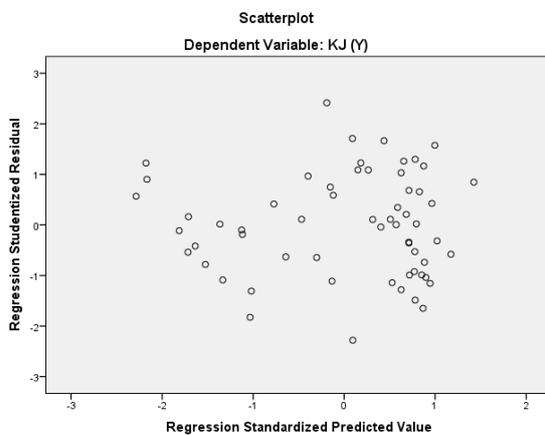
a. Dependent Variable: KJ (Y)

Hasil uji multikolinieritas yang disajikan pada Tabel 4.6 memperlihatkan bahwa tidak ada masalah multikolinieritas. Hal ini dapat dilihat dari nilai *VIF* untuk ke dua variabel independen < 10 dan nilai *Tolerance* > 0,100.

3. Uji Heteroskedastisitas

Tidak terjadi heteroskedastisitas, jika tidak ada pola yang jelas (bergelombang, melebar kemudia menyempit) pada gambar scatterplots, serta titik-titik menyebar diatas dan dibawah angka 0 pada sumbu Y.

Gambar 2 Uji Heteroskedastisitas



Dari gambar 2 dapat disimpulkan bahwa tidak ada gejala heteroskedastisitas.

4. Uji Autokorelasi

Tidak ada gejala outokorelasi, jika nilai Durbin Watson terletak antara du sampai dengan (4-du). Nilai du dicari pada distribusi nila tabel Durbin Waston.

Tabel 7 Uji Autokorelasi

Model Summary ^b											
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics						
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	Durbin-Watson	
1	.863 ^a	.745	.731	4.68961	.745	54.399	3	56	.000	2.275	

a. Predictors: (Constant), SH (X3), KL (X2), CH (X1)

b. Dependent Variable: KJ (Y)

Dari tabel 7 dapat disimpulkan bahwa nilai $1.688 < \text{Durbin Watson } 2.275 < 4\text{-du}$ (2.312) yang berarti tidak ada gejala autokorelasi

D. Analisis Regresi Berganda Dengan Spss

Uji regresi berganda pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

1. Pengujian Hipotesis dengan uji t parsial (regresi linear berganda)

Uji t dikenal dengan uji parsial bertujuan untuk menguji bagaimana pengaruh masing-masing variabel bebasnya secara sendiri-sendiri terhadap variabel terikatnya.

a) Pengujian Hipotesis Pertama (H1)

Diketahui nilai Sig. untuk pengaruh curah hujan (X1) terhadap kerusakan jalan (Y) adalah sebesar $0.023 < 0.05$ dan nilai t hitung $2.343 > t \text{ tabel } 2.003$, sehingga dapat disimpulkan bahwa H1 diterima yang berarti terdapat pengaruh curah hujan terhadap kerusakan jalan.

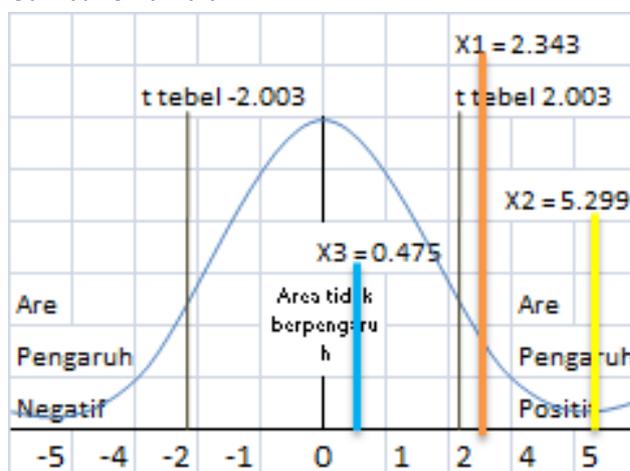
b) Pengujian Hipotesis Kedua (H2)

Diketahui nilai Sig. untuk pengaruh kelembaban (X2) terhadap kerusakan jalan (Y) adalah sebesar $0.000 < 0.05$ dan nilai t hitung $5.299 > t \text{ tabel } 2.003$, sehingga dapat disimpulkan bahwa H2 diterima yang berarti terdapat pengaruh kelembaban terhadap kerusakan jalan.

c) Pengujian Hipotesis ketiga (H3)

Diketahui nilai Sig. untuk pengaruh suhu (X3) terhadap kerusakan jalan (Y) adalah sebesar $0.637 > 0.05$ dan nilai t hitung $0.475 < t \text{ tabel } 2.003$, sehingga dapat disimpulkan bahwa H3 ditolak yang berarti tidak terdapat pengaruh suhu terhadap kerusakan jalan. Untuk lebih jelasnya perbandingan nilai t dengan kurva sebagai berikut;

Gambar 3 kurva t



Keterangan :

- 1) Curah hujan (X1) berpengaruh terhadap kerusakan jalan (Y)
 - 2) Kelembaban (X2) tidak berpengaruh terhadap kerusakan jalan (Y)
 - 3) Suhu (X3) tidak berpengaruh terhadap kerusakan jalan (Y)
2. Pengujian hipotesis H4 dengan uji F
Uji F dikenal dengan uji simultan yakni mencari apakah variable independen (variabel X) secara bersama-sama mempengaruhi variable dependen (variable Y)

Nilai signifikansi untuk pengaruh curah hujan (X1), kelembaban (X2) dan suhu (X3) secara simultan terhadap kerusakan jalan (Y) adalah sebesar $0.000 > 0.05$ dan hitungan F hitung $54.399 > F \text{ table } 2.766$, sehingga dapat disimpulkan bahwa H4 di terima yang berarti terdapat pengaruh curah hujan (X1), kelembaban (X2) dan suhu (X3) secara simultan terhadap kerusakan jalan (Y).

3. Koefisien determinasi
Uji koefisien determinasi adalah uji untuk menjelaskan besaran poposi variable dari variabel dependen yang dijelaskan oleh variabel independen.
Berdasarkan nilai R Square sebesar 0.745, hal ini mengandung arti bawa pengaruh variable curah hujan (X1), kelembaban (X2) dan suhu (X3) secara simultan terhadap Variabel kerusakan jalan (Y) adalah sebesar $= 0.745 \times 100 = 74.5\%$.

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis diatas dapat disimpulkan Kondisi iklim di ruas Lapuko – Batas Kabupaten Konawe Selatan/ Kota Kendari dengan curah hujan rata- rata ialah 184 dengan tingkat curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Mei sedangkan kelembaban rata rata 92.9% dan suhu 36.2°C yang terjadi dari tahun 2017 sampai dengan 2021 dengan Kondisi Jalan cenderung fleksibel dengan tingkat kondisi jalan rata-rata baik 45.65%, sedang 43.74 dan rusak ringan 8.48 serta rusak berat 2.10 yang terjadi dari tahun 2017 sampai dengan 2021 serta Terdapat pengaruh dengan nilai 74.5%.

REFERENSI

- Ade Yute Prasetyo, (2017), "Analisis Dampak Kerusakan Jalan Terhadap Pengguna Jalan Dan Lingkungan Di Jalan Raya Gampang, Kediri Jawa Timur". download Mei 2022
- A Nakaro, (2000), *Axle Load Surveys, Damage To Pavements and Bridge Caused By Loaded Vehicles*, Gaborone Botswana
- Departemen Pekerjaan Umum. 2017. *Factor-Faktor Penyebab Kerusakan Jalan*. Jakarta
- Ghozali, Imam. 2018. "Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25". Badan Penerbit Universitas Diponegoro: Semarang.
- Handoko, 1994. *Pengantar Unsur-unsur Cuaca di Stasiun Klimatologi Pertanian*, Jurusan Geofisika dan Metereologi FMIPA-IPB: Bogor.
- Harmoni, Ati. 2005. "Dampak Sosial Ekonomi Perubahan Iklim". Jakarta: Universitas Gunadarma. Available at: www.journal.gunadarma.ac.id. download Mei 2020
- Hary Christady Hardiyatmo, (2007) "Pemeliharaan Jalan Raya", Gadjah Mada University Press

- Hermawan Adi Handoyo, (2021), "*Analisis Kerusakan Jalan Perkotaan Menggunakan Metode Bina Marga (Studi Kasus Jalan Perkotaan Kabupaten Wonosobo)*". download November 2021
- Ines Wishaka Perba, (2019) "*Dampak Perubahan Iklim Terhadap Perilaku Budidaya Dan Adaptasi Petani Padi Rawa Lebak Di Desa Sungai Pinang Banyuasin*". download Mei 2022
- JICA, (2006), *Seri Panduan Pemeliharaan Jalan kabupaten edisi II, Teknik Bahan Kinerja Perkerasan Lentur*. Puslitbang Jalan dan Jembatan ISBN 979-95959-7-5, Puslitbang Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- Mardiatmoko, Gun, (2020), "*Pentingnya Uji Asumsi Klasik Pada Analisis Regresi Linier Berganda (Studi Kasus Penyusunan Persamaan Allometrik Kenari Muda)*". download Mei 2022
- Naylor, R.L., D.S. Battisti, D.J. Vimont, W.P. Falcon, and M.B. Burke. 2007. *Assessing risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture*. Proceeding of the National Academic of Science 114: 7752-7757.
- Nur Afika, (2019), "*Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi Dan Pendapatan Usaha Tani Kubis Di Kabupaten Enrekang (Studi Kasus : Desa Tongko Kecamatan Baroko)*". download Mei 2022
- Oglesby, C.H. and Hicks, R. G. (1982), Editor: Yani Sianipar (1993), Judul asli: "*Highway Engineering, Fourth Edition*", Judul Terjemahan: "*Teknik Jalan Raya, Edisi ke empat*". Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Paul H. Wright, (1998), *Transportation Engineering Planning ang Design Fourth Edition*, New York.
- Salindra Pratama, (2019), "*Analisa Kerusakan Jalan Pada Ruas Jalan Simpang Rambut – Suka Pindah Sta 00+000 – 11+000 Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan*". downloads Mei 2022
- Tito Aditya Perdana, (2015), "*Dampak Perubahan Iklim Terhadap Nelayan Tangkap (Studi Empiris Di Pesisir Utara Kota Semarang)*". download Mei 2022