

BAB 3

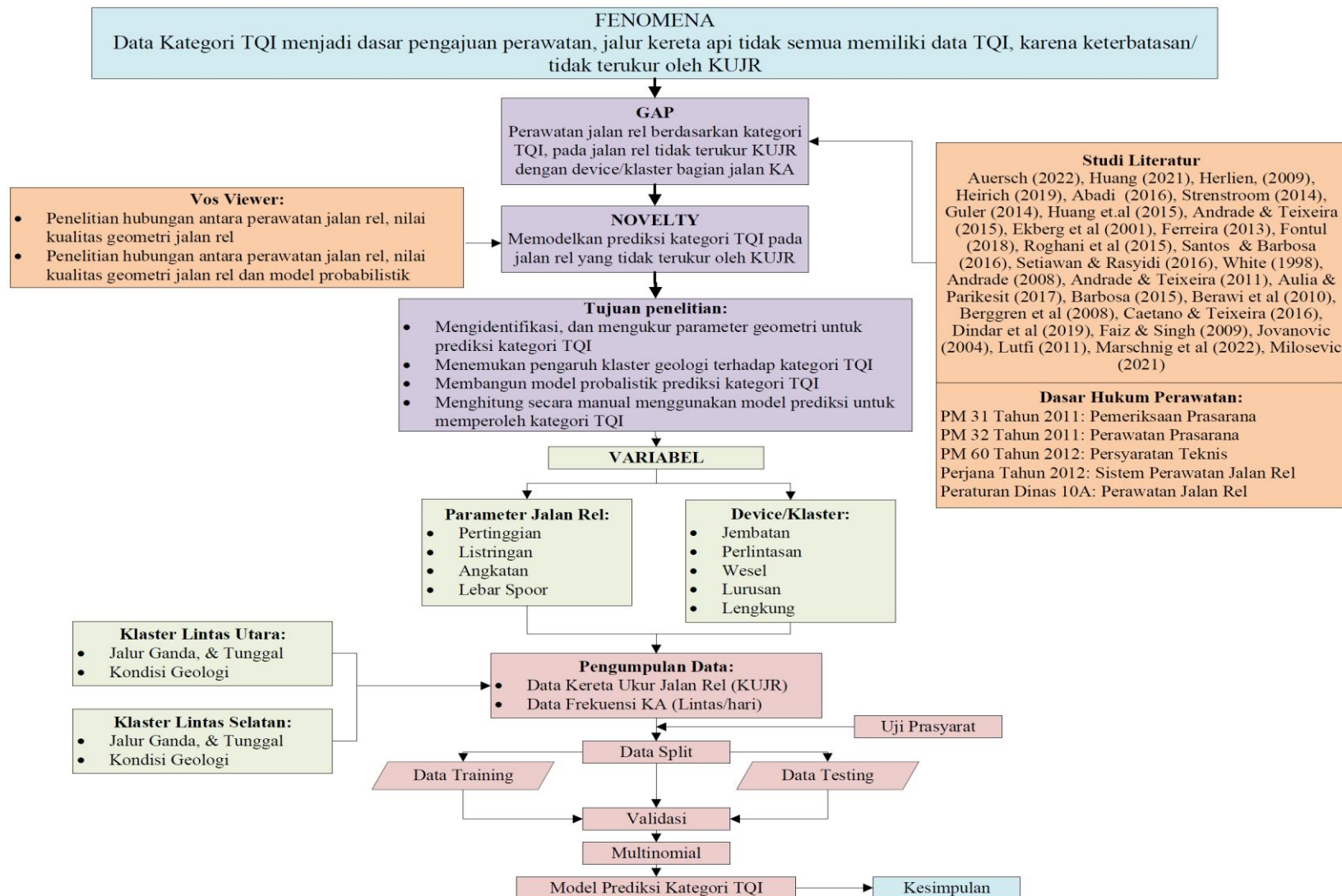
METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu pendekatan empiris ilmiah, yang memberikan gambaran mengenai keseluruhan prosedur dan proses penelitian yang akan ditempuh, memastikan bahwa hasil dari pemodelan dapat objektif sesuai kondisi lapangan, bisa dibuktikan, dan dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelitian memiliki batasan waktu studi sehingga butuh ketepatan dengan jadwal waktu penelitian terhadap semua tahapan-tahapan penelitian secara menyeluruh.

3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam rangka pengumpulan data yang akan digunakan untuk menjawab tujuan penelitian. Penelitian ini untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian dengan menggunakan model matematis terhadap data kereta ukur jalan rel.

Tahapan prosedur penelitian terbagi atas beberapa tahapan penelitian. Tahapan awal yang dilakukan pada penelitian adalah melihat fenomena perawatan jalan rel di lapangan dalam memetakan kendala dan masalah yang terjadi. Tahap awal dilakukan studi literatur yang dipadankan dengan kajian fenomena di lapangan dibantu *software VOSviewer* untuk memperoleh gap penelitian mengenai model prediksi kategori perawatan prasarana jalan rel di Pulau Jawa. Tahapan penelitian selanjutnya menentukan variabel penelitian dan pengambilan data baik data primer untuk validasi model dan data sekunder. Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data kereta ukur jalan rel yang meliputi data parameter geometri jalan rel seperti pertinggian, listringan, angkatan, dan lebar sepur dengan *device* bagian jalan rel meliputi jembatan, perlintasan, wesel, lurus, dan lengkung. Pengambilan data primer dengan melakukan pengukuran manual menggunakan *rail gauge* dan *waterpass* sepanjang 200 m'sp dengan optik pengukuran per 5 m'sp untuk memperoleh data *track quality index* secara manual di lapangan yang akan digunakan dalam validasi model. Adapun tahapan penelitian secara detail disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini, merupakan hasil pengukuran indeks kualitas jalan rel menggunakan kereta ukur jalan rel, dimana data tersebut setiap tahunnya belum dapat mencakup semua panjang jalan rel di Pulau Jawa. Diharapkan dengan model prediksi kategori TQI pada prasarana jalan rel dengan *cluster* bagian jembatan, perlintasan, wesel, lurus, dan lengkung. Penelitian ini memperhatikan kondisi geologi, jalur ganda, dan jalur tunggal untuk menjawab nilai kategori TQI pada jalan rel yang tidak terukur KUJR. Model statistik dengan persamaan probabilistik menggunakan variabel angkatan, listringan, pertinggian, dan lebar sepur. Sehingga ada dua data utama yang dibutuhkan yaitu geometri jalan rel dan device, kemudian digabungkan untuk menemukan kesimpulan model prediksi kategori TQI.

Variabel merupakan suatu ciri atau faktor yang bisa menunjukkan berbagai macam variasi yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh formasi mengenai penelitian agar dapat ditarik kesimpulan (Suharsaputra, 2012). Tahapan analisis penelitian ditentukan oleh pemilihan variabel yang klausal, perumusan model prediksi stratifikasi, metode kalibrasi, dan validasi model, serta simulasi hasil model dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Variabel memiliki hubungan kausal logis yang kuat terhadap kategori TQI. Variabel-variabel pembentuk model harus mempunyai hubungan kuat, dan saling mempengaruhi parameter geometri jalan rel terhadap kluster bagian jalan rel. variabel di analisis sesuai tahapan pada metode alur pikir penyelesaian model prediksi TQI.
- 2) Variabel yang mudah diprediksikan. Data-data variabel pembentuk model harus memiliki kecukupan data yang representatif dalam *time series*. Data dapat di prediksi dengan mudah untuk mengetahui keadaan masa depan dan dapat dilakukan pendekatan penurunan data atau aproksimasi.
- 3) Variabel memiliki tingkat kewajaran atau normalitas. Data-data variabel harus mempunyai nilai akurasi yang dapat ditinjau kewajarannya sebagai variabel penelitian. Uji normalitas digunakan untuk menentukan tingkat kewajaran data yang digunakan dalam analisis pembentuk model prediksi.

- 4) Variabel dapat memberikan informasi statistik signifikan terhadap model. Perilaku data dari variabel penelitian secara statistik dapat memenuhi parameter-parameter uji statistik sebagai representatif data dalam membuat model prediksi.
- 5) Variabel tidak memiliki hubungan multikolinieritas. Uji multikolinearitas bertujuan mengetahui apakah model regresi ditemukan adanya korelasi antar variabel bebas (*independen*).

Pengujian hubungan antar variabel *dependen* dan variabel *independen* pembentuk model menggunakan metode *pairs panels* dengan nilai korelasi yang ditunjukkan dengan pengamatan variabel:

- 1) Apakah terdapat hubungan statistik antara variabel bebas, dan variabel tak bebas.
- 2) Apakah ada permasalahan multikolinieritas antar pasangan variabel bebas.

3.3 Pengumpulan Data

Penelitian ini memanfaatkan, dan ketergantungan dengan data hasil kereta ukur jalan rel di Pulau Jawa, dimana ketersediaan data sekunder tersebut dimiliki PT. Kereta Api (Persero), Sub Direktorat Jalan Jembatan, dan Kementerian Perhubungan, Direktorat Jenderal Perkeretaapian. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini sesuai dengan variabel adalah data sekunder seperti pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Kebutuhan data

No.	Uraian	Data
1.	Perekaman sensor sensitif accelerometer KUJR EM.120 No.7190 (milimeter)	Nilai kualitas geometri (TQI)
2.	Lebar sepur (milimeter)	1067
3.	Data series (tahun)	2019-2022
4.	Daerah operasi kereta api (Daop)	1 s/d 9
5.	Lintas operasi kereta api	Selatan, dan Utara Pulau Jawa
6.	Jalur kereta api	Tunggal, dan Ganda

3.4 Metode Pengumpulan Data

Penunjang data sekunder yang sudah diperoleh, akan dilakukan survei primer untuk mengetahui kondisi aktual lapangan, dan mengikuti perjalanan kereta ukur EM.120 sesuai jadwal serta izin dari PT. Kereta Api. Tujuan *tracking* dengan KUJR untuk mengumpulkan data, dan melakukan proses diskusi/wawancara dengan operator KUJR. Proses pengumpulan data ini tidak hanya melakukan transfer data dari operator ke peneliti, akan tetapi juga terlibat dalam proses pengukuran data kualitas jalan rel bersama operator KUJR. Tentunya dalam proses pengumpulan data akan menjalin komunikasi dua

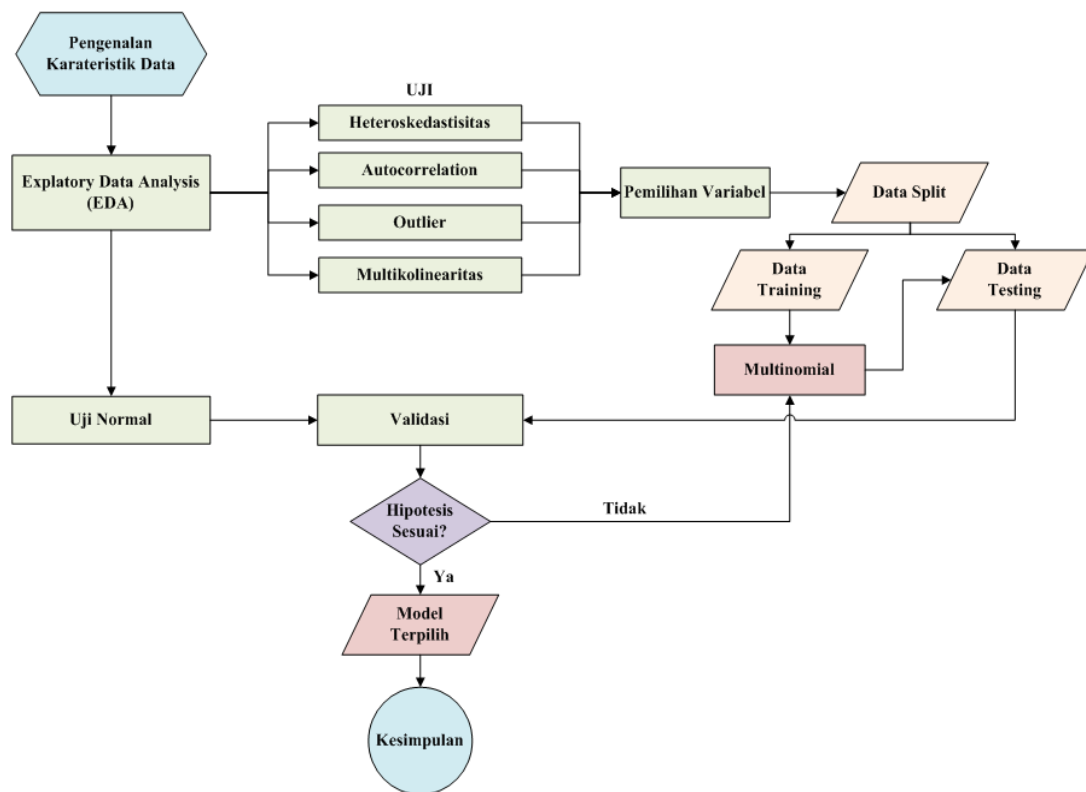
arah dengan operator, dengan tujuan untuk mendapatkan informasi, pengalaman, dan transfer ilmu pengetahuan operator dalam mengoperasikan KUJR, dimana ada data-data yang kemungkinan besar tidak terlihat atau terpikirkan oleh peneliti. Hal ini harus diselidiki, dilakukan pemeriksaan untuk memastikan keandalan dan keakuratan data yang diperoleh (Fellows & Liu, 2015).

Pengumpulan data adalah tahap di mana penentuan masalah ilmiah tercapai. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi metode *observational* dan *survei*. Metode *survei* lapangan akan mengukur kualitas parameter geometri jalan rel secara manual, untuk memvalidasi model kategori TQI.

3.5 Teknik Analisis Data

Setelah data-data sekunder hasil pengukuran parameter geometri jalan rel oleh kereta ukur jalan rel diperoleh, maka selanjutnya dilakukan tahapan analisis data. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Rstudio. Analisis data merupakan proses secara sistematis mengambil, mengatur data yang diperoleh di lapangan, hasil wawancara, dan bahan lainnya untuk memudahkan pemahaman serta menginformasikan temuan (Hardani dkk., 2020).

Seperti yang dijelaskan pada studi pustaka bahwa penelitian ini melibatkan banyak variabel, faktor, dan *cluster* data. Penelitian ini akan di analisis menggunakan statistik *regresi logistik multinomial* dengan suatu pendekatan pemodelan yang dapat digunakan untuk mendeskripsikan hubungan beberapa variabel independen dengan suatu variabel dependen *multinomial*. Skala *multinomial* merupakan suatu pengukuran yang dikategorikan menjadi lebih dari dua kategori. Data skala nominal merupakan data dengan angka yang memiliki arti label, dan tidak mewakili tingkatan apapun. Data ordinal adalah data yang menunjukkan tingkat variabel terikat. Selanjutnya tahapan analisis data terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tahapan Analisis Data

1. Hipotesis

Hipotesis nol (H_0) dalam penelitian model prediksi kategori TQI ini menyatakan:

- Tidak ada perbedaan parameter geometri bagian jalan rel antara kategori TQI hasil KUJR dengan kategori TQI hasil ukur manual.
- Tidak ada hubungan kategori TQI dengan data ukur parameter geometri bagian jalan rel.

Hipotesis alternatif (H_a) dalam penelitian model prediksi kategori ini menyatakan:

- Ada perbedaan parameter geometri bagian jalan rel antara kategori TQI hasil KUJR dengan kategori TQI hasil ukur manual.
- Ada hubungan kategori TQI dengan data ukur parameter geometri bagian jalan rel.

2. Exploratory Data Analysis,

Dalam penelitian ini, akan menjawab hipotesis, mencari *outlier*, dan asumsi yang dapat mempengaruhi validitas dari suatu data penelitian. Penelitian ini melakukan uji heteroskedastisitas terhadap varians variabel dalam model regresi yang berbeda dengan menggunakan analisis grafik dengan mengamati titik-titik yang membentuk pola tertentu

yang teratur, seperti bentuk bergelombang, dan melebar kemudian menyempit. Jika tidak ada pola yang jelas, seperti titik-titik yang terdistribusi secara acak ke atas, dan ke bawah pada sumbu y, maka dapat dikatakan tidak terjadi heteroskedastisitas.

3. Uji *autocorrelation*,

Uji dilakukan untuk mengetahui korelasi silang dari suatu atribut dengan atribut itu sendiri, pada penelitian ini akan dilakukan uji *run* untuk mendeteksi autokorelasi pada regresi logistik *multinomial*. *Outlier*, dilakukan untuk mengetahui data yang hilang pada permodelan penelitian ini, karena *outlier* dapat mendistorsi analisis sekumpulan data atau dapat menyebabkan tidak tercerminnya suatu fenomena secara akurat.

4. Uji multikolinearitas

Uji multikolinearitas dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi atau hubungan yang kuat antara variabel bebas dengan variabel tak bebas. Model regresi yang baik mengharapkan tidak adanya korelasi antar variabel bebas atau gejala multikolinearitas dalam model regresi, yang kemudian dilakukan dengan melihat nilai toleransi dan *variance inflation factor* (VIFs). Nilai toleransi yang lebih besar dari 0,10 menunjukkan bahwa tidak terdapat multikolinearitas dalam model regresi. Jika nilai toleransi lebih kecil dari 0,10, terjadi multikolinearitas pada model regresi. Gejala multikolinearitas jika $VIF < 10,00$.

5. Uji normalitas

Uji normalitas atau uji kewajaran dalam statistik digunakan untuk menentukan apakah data yang digunakan dalam penelitian mengikuti distribusi normal. Uji normalitas bertujuan untuk memastikan data memenuhi asumsi normalitas sebelum menggunakan metode parametrik. Jika uji tidak normal maka akan menggunakan uji non parametrik. Dalam penelitian ini pendekatan yang digunakan secara statistik dengan Kolmogorov-Smirnov test (K-S test), dan Shapiro-Wilk (S-W test) test. K-S test digunakan menguji apakah distribusi data berbeda secara signifikan dari distribusi normal, dan S-W test untuk menguji dataset kecil secara lebih sensitif.

Pendekatan secara visual menggunakan grafik histogram untuk menampilkan pola distribusi data, quantile-quantile plot (Q-Q Plot) digunakan untuk memeriksa apakah data mengikuti garis diagonal yang menunjukkan distribusi normal, dan boxplot untuk melihat simetri distribusi data.

6. Data *split*,

Membagi data pada tahapan penelitian ini akan dilakukan dengan teknik validasi yaitu membagi data menjadi dua bagian secara acak, sebagai data *training* sebesar 80% dan lainnya sebagai data *testing*, proses data *training*, dan *testing* akan digunakan dalam suatu program. Data *training*, tahapan ini untuk melatih data algoritma dalam mencari model prediksi kategori TQI jalan rel yang sesuai. Data *testing*, pada tahapan ini akan digunakan untuk menguji, dan mengetahui performa model yang didapatkan pada tahapan *testing*. Uji normal, pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui variabel bebas dan variabel terikat dalam penelitian ini keduanya terdistribusi normal.

7. Validasi

Validasi dalam penelitian ini menggunakan uji statistik inferensial dalam menguji kesesuaian distribusi data yaitu uji chi-square. Validasi merupakan tahapan terakhir apakah hipotesis dapat diterima atau tidak diterima, jika diterima maka menjadi model terpilih. Validasi dilakukan untuk melihat sejauh mana ketepatan model yang dibangun terhadap data simulasi, dan kondisi aktual di lapangan.

3.6 Data Mining dengan Software RStudio

RStudio, merupakan perangkat lunak yang dapat melakukan analisis statistika untuk pemodelan linier, nonlinear, uji statistik klasik, analisis deret waktu, *classification*, *cluster*, dan analisis statistik lainnya. RStudio dirancang sebagai bahasa pemrograman yang mengizinkan penggunaannya untuk menambahkan fungsi tambahan dengan mendefinisikan fungsi baru. Keunggulan RStudio juga terdapat pada fasilitas grafiknya, yang dapat menghasilkan grafik dengan kualitas publikasi yang dapat memuat simbol matematika dengan dokumentasi yang lengkap. RStudio merupakan bahasa pemrograman untuk komputasi statistik, analisis data dan penelitian ilmiah.

Data *mining* membantu dalam sebuah pengambilan keputusan pada masa ini dimana semua keputusan berdasarkan bukti yang banyak didapatkan dari data (Pramana dkk., 2018). Data mentah biasanya tidak lengkap (*missing values*), tidak konsisten, *noisy* atau banyak berisi *error*, dan kesalahan serta terdapat nilai yang sangat ekstrem (*outlier*). Sehingga sebelum dilakukan data *mining*, masalah tersebut harus diselesaikan terlebih dahulu melalui proses data *preprocessing* meliputi:

- *Data Cleaning*

Proses pembersihan dari data yang tidak lengkap, dengan cara mendeteksi *error*, menghilangkan duplikasi data atau data yang tidak perlu, memperbaiki kesalahan struktur seperti kesalahan penamaan, dan *symbol*, menyaring *outlier* yang tidak dibutuhkan tanpa menghapus karena dengan adanya *outlier* menjadi indikator dalam menentukan validitas data, menangani data yang hilang dengan observasi lain atau menghilangkan observasi dengan nilai yang hilang, langkah terakhir melakukan validasi untuk memastikan data tersebut dapat diterima dan logis.

- *Data Integration*

Pengabungan data dari berbagai sumber data (data kereta ukur, ukur manual, device jalan rel, jumlah jalur, data geologi, data lintas, Gapeka, dll) menjadi satu data *warehouse* (lumbung data)

- *Data Transformation*

Perubahan data menjadi bentuk yang sesuai untuk proses data *mining* selanjutnya. Proses ini mencakup normalisasi, agregasi, dan penghalusan data

- *Data Reduction*

Proses data mining dengan data yang besar memerlukan waktu yang sangat lama, sehingga perlu dilakukan reduksi atau dikurangi dari sisi jumlah variabel maupun volume objek atau jumlah kasus. Proses ini dilakukan dengan seleksi fitur atau pengkompresan data menjadi dimensi data yang lebih kecil dengan *principal component analysis*.

Langkah awal yang sangat penting sebelum data mining dilakukan adalah eksplorasi data, proses ini bertujuan untuk memilih metode yang cocok pada proses data *mining*. Eksplorasi data menggunakan statistik deskriptif, visualisasi data menggunakan grafik *boxplot*, dan *scatterplot*. Selanjutnya proses data *mining* dengan presentasi, dan diseminasi data yang akan digunakan sebagai landasan penentuan prediksi dalam pengambilan keputusan. Prediksi merupakan peran data *mining* untuk memperkirakan di masa depan nilai kira-kira dari suatu data, sehingga data *track quality index* pada jalan kereta api yang tidak terukur oleh kereta ukur dapat diprediksi atau diramalkan kira-kira pada tahun berikutnya berapa nilai kategori *track quality index*, dan hasil prediksi kategori TQI yang akan terjadi untuk menentukan perawatan jalan kereta api.

3.7 Pemodelan

Pemodelan yang akan dilakukan seperti yang disampaikan dalam studi pustaka bahwa penelitian ini akan menggunakan banyak variabel dan *clustering* data, maka fokus penelitian ini tertuju pada teknik analisis statistik regresi logistik *multinomial* yaitu suatu metode regresi yang digunakan jika variabel dependen memiliki skala yang bersifat *multinomial* atau memiliki lebih dari dua kategori. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan regresi logistik karena variabel dependen berskala *nomial* dengan empat kategori.

Pemodelan dilakukan mulai dari pra model meliputi pengelolaan *outlier* serta pemeriksaan *multikolinearitas* dan *autokorelasi*. Mengatasi masalah *multikolinearitas*, *autokorelasi*, dan *outlier* jika ada, selanjutnya melakukan pemilihan variabel bebas dan variabel terikat. Pemodelan ini menggunakan data sekunder hasil kereta ukur jalan rel dan model yang akan dikembangkan merupakan model prediksi sehingga metode regresi *multinomial* sangat sesuai sebagai alat analisis karena metode ini tidak menuntut banyak asumsi sehingga dapat dilakukan dengan pemisahan data melalui data *training*, data *testing*, dan validasi model.

Data sintetis pada model dapat digunakan dengan dasar pendekatan model stokastik dan model deterministik, yaitu:

- 1) Model stokastik (*Stochastic model*), merupakan model yang terdiri dari satu atau lebih unsur yang menyusun hubungan antara masukan (*input data*) dan luarannya (*output data*) mengikutsertakan peluang kejadian (*chance of occurrence*), dan memperkenalkan konsep probabilitas.
- 2) Model deterministik, adalah model yang mempunyai peluang kejadian (*chance of occurrence*) dari masing-masing variabelnya tidak diikutsertakan.

Pembentukan data sintesis untuk memperoleh data deret berkala buatan (*artificially generating time series*) atau data sintetis berasal dari data historis dan memperpanjang rekaman data. *Artificial generating time series* mempunyai beberapa alternatif dalam hal analisis teknis maupun ekonomis yang lebih efisien. Data deret berkala mengandung trend, periodik, dan stokastik. Komponen trend, dan periodik bersifat pasti (*deterministic*) serta tidak tergantung waktu.

Pada penelitian ini variabel terikat adalah perawatan jalan rel dengan data series tahun 2019-2022 yaitu kategori TQI. Variabel terikat (Y) adalah 0 dan 1, dimana 0 tidak

diperoleh nilai kategori TQI dan 1 diperoleh nilai kategori TQI. Sedangkan variabel bebas yang digunakan adalah variabel yang mempengaruhi terhadap perubahan kategori TQI yaitu: pertinggian, angkatan, lebar sepur, dan listringan. Model prediksi kategori TQI pada perawatan jalan rel ini dilakukan dengan asumsi bahwa perubahan kategori TQI mengikuti perubahan data KUJR pada periode pengukuran sebelumnya, terhadap nilai hasil ukur manual. Regresi logistik merupakan bentuk khusus regresi yang di formulasikan untuk memprediksi dan menerangkan suatu variabel kategori biner (Hair, 2009). Analisis ini diharapkan dapat menjelaskan terjadi atau tidak terjadinya perubahan indeks kualitas jalan rel. Persamaan regresi logistik *multinomial* dapat dirumuskan dengan bentuk persamaan 3.1 dan persamaan 3.2 di bawah ini:

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = a + b_1Sw_1 + b_2Sz_2 + \dots b_3Sy_3 + b_4Se_4 + e \quad (3.1)$$

$$\text{Logit}(P) = a + b_1Sw_1 + b_2Sz_2 + \dots b_3Sy_3 + b_4xSe_4 + e \quad (3.2)$$

Dimana:

P = nilai probability TQI

a = konstanta

b = koefisien

Sw = standart deviasi pertinggian (milimeter)

Sz = standart deviasi angkatan (milimeter)

Sy = standart deviasi listring (milimeter)

Se = standart deviasi lebar sepur (milimeter)

e = *error*

Pada penelitian ini kesalahan atau *error* pada model prediksi akan di uji menggunakan *error type 1*, dan *error type*, serta *confusion matrix*. Model prediksi kategori TQI ini menggunakan *confusion matrix* dalam menyatakan klasifikasi jumlah data uji yang benar dan jumlah data uji yang salah, seperti terlihat pada Tabel 3.2 dibawah ini:

Tabel 3.2 *Confusion Matrix* Model Prediksi TQI

<i>Confusion Matrix</i>		Model Prediksi Kategori TQI			
		Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3	Kategori 4
Aktual	Kategori 1	1	0	0	0
	Kategori 2	0	1	0	0
	Kategori 3	0	0	1	0
	Kategori 4	0	0	0	1

3.8 Luaran Model Penelitian

Pemodelan prediksi kategori perawatan prasarana jalan rel dilakukan pada Lintas Utara dan Lintas Selatan Pulau Jawa. Rencana luaran model prediksi kategori TQI pada perawatan prasarana jalan rel dengan variabel bagian jalan rel meliputi wesel, jembatan, perlintasan, lurus, dan lengkung pada masing-masing jalur dan kondisi geologi. Parameter geometri jalan rel sangat dipengaruhi oleh nilai pertinggian, angkatan, listringan, dan lebar sepur.

Luaran model merupakan model prediksi kategori TQI, yang dibangun menggunakan data KUJR, akan diperoleh persamaan model prediksi TQI kategori 2, kategori 3, kategori 4, dan kategori 1. Menggunakan data ukur manual di lapangan, dimasukkan ke dalam persamaan model prediksi kategori TQI, maka diperoleh probabilitas per kategori, kemudian dibandingkan nilai probabilitas per kategori. Dari hasil perbandingan, kategori TQI dapat ditetapkan yang memiliki nilai probabilitas tertinggi dari 4 kategori.

3.9 Verifikasi

Verifikasi merupakan proses dalam memeriksa kesesuaian jalannya simulasi model prediksi kategori TQI menggunakan program RStudio sesuai hasil yang diinginkan. Verifikasi menggunakan program RStudio sebagai proses penerjemahan model prediksi kategori TQI ke dalam bahasa pemrograman secara benar. Verifikasi dibutuhkan untuk mengetahui apakah prediksi kategori TQI pada jalur kereta api dengan device lengkung, wesel, jembatan, perlintasan, dan lurus telah dipresentasikan dengan benar.

3.10 Kalibrasi Model

Kalibrasi dilakukan dengan cara memberikan taksiran awal pada parameter yang dikalibrasi, kemudian taksiran awal ini secara iterasi diperbaiki untuk menentukan parameter yang tepat. Kalibrasi model prediksi kategori TQI pada perawatan prasarana jalan rel berdasarkan data ukur parameter geometri jalan rel dengan memberikan taksiran awal data TQI tahun 2019, 2020, 2021, dan 2022, sebagai pembentuk persamaan model prediksi kategori TQI.

3.11 Validasi Model

Setelah model prediksi kategori TQI dibangun, selanjutnya dilakukan validasi model untuk melihat sejauh mana ketepatan model yang dibangun terhadap data simulasi dengan

kondisi lapangan yang ada. Diharapkan model prediksi kategori TQI yang terbentuk sudah sesuai dengan hasil uji pengukuran aktual lapangan. Validasi dilakukan dengan cara pengukuran parameter geometri jalan rel secara manual dilapangan pada tahun 2023 yang dimasukkan ke dalam persamaan model prediksi kategori TQI, untuk memprediksikan kategori TQI periode tahun depan.

3.12 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada jalur kereta api di Pulau Jawa sepanjang 4.183,236 km'sp seperti terlihat pada Gambar 3.5. Penelitian pada jalur kereta api Lintas Utara, Lintas Selatan Pulau Jawa dengan variabel jumlah jalur, dan kondisi geologi, objek penelitian meliputi:

1. Jalur kereta api yang di tinjau berada pada daerah operasi 1 Jakarta sampai dengan daerah operasi 9 Jember, di Pulau Jawa.
2. Jalan rel yang ditinjau adalah jalan rel yang berada pada jalur ganda dan jalur tunggal dengan *cluster* wesel, jembatan, perlintasan, lurus, dan lengkung.
3. Kondisi geologi jalan rel di sepanjang Lintas Utara dan selatan Pulau Jawa.

