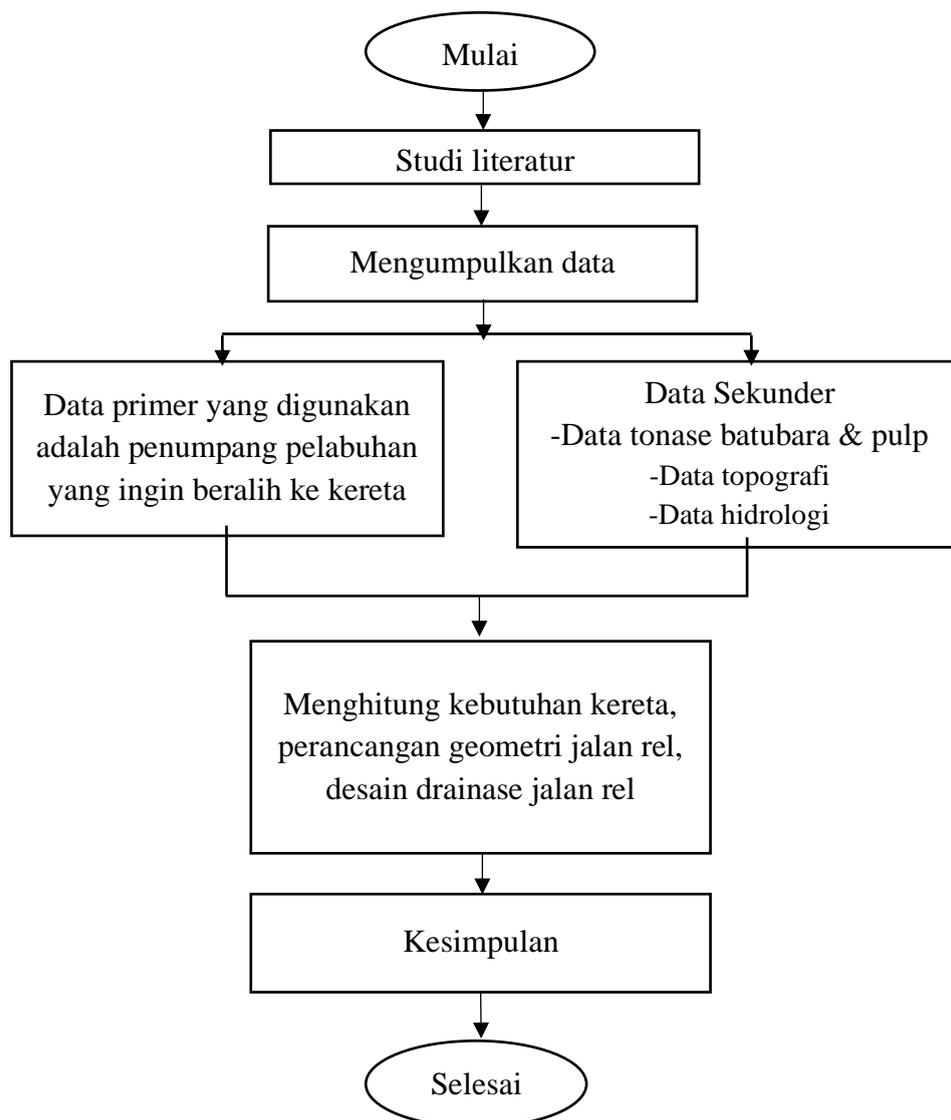


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Bagan Alir

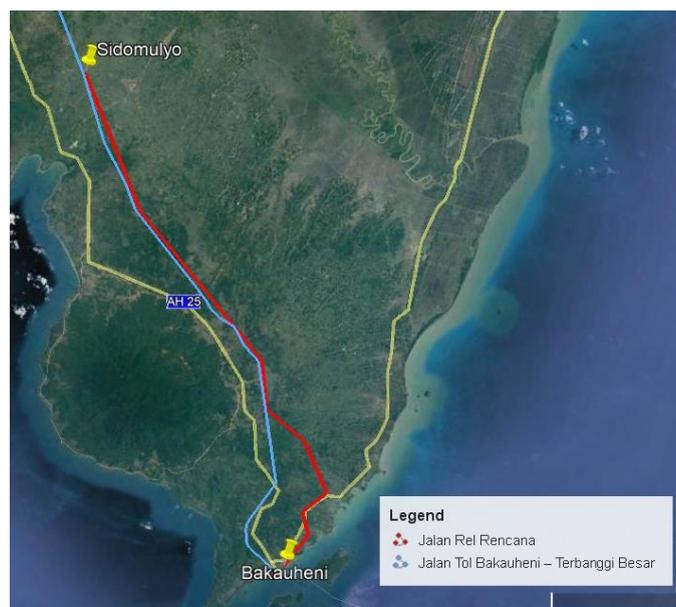
Metodologi adalah alur atau langkah-langkah pengerjaan penelitian untuk dapat mencapai tujuan tugas akhir ini, yaitu desain alinyemen dan komponen pendukung jalan rel bakauheni– Sidomulyo. Metodologi pengerjaan tugas akhir ini dapat di jelaskan oleh diagram alir pada **Gambar 3.1.**



**Gambar 3.1.** Diagram Alir Metode Penelitian

### 3.2. Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap awal sebelum pengerjaan desain jalan rel Bakauheni – Sidomulyo ini dilakukan. Tahap persiapan ini dimulai dari identifikasi masalah yang berkaitan dengan bidang transportasi. Setelah itu, dilakukan studi literatur yang bertujuan untuk memperdalam pemahaman terhadap masalah yang sudah diidentifikasi. Selain itu, studi literatur juga dilakukan untuk memberi pemahaman lebih mengenai teori-teori dalam desain jalan rel. Studi literatur ini berupa tinjauan pustaka dari berbagai referensi yang berkaitan dengan desain jalan rel. Setelah identifikasi masalah dan studi literatur dilakukan, maka tujuan studi ini dapat ditentukan. Tujuan studi ini dibatasi pembahasannya oleh ruang lingkup studi. Perancangan jalan rel Bakauheni – Sidomulyo ini menggunakan lebar sepur 1435 mm. Perancangan jalan rel Bakauheni – Sidomulyo ini dibuat untuk *double track*. Jalur rel kereta api rencananya akan bersebelahan dengan jalan tol Bakauheni – Terbanggi Besar sepanjang  $\pm 39,2$  km.



**Gambar 3.2.** Lokasi Perancangan Jalan Rel Bakauheni-Sidomulyo

*Sumber: Google Earth*

### 3.3. Pengumpulan Data

Untuk melakukan desain geometrik jalan rel dalam studi ini, diperlukan beberapa data yang dapat mendukung perancangan, yaitu Data tonase batubara & pulp, data topografi, data curah hujan, dan data kebutuhan pergerakan .

### **3.3.1. Data Kebutuhan Pergerakan**

Studi desain geometrik jalan rel ini dikhususkan untuk pengangkutan penumpang dan barang. Untuk mendapatkan hasil desain yang optimal, maka jumlah kebutuhan lalu lintas angkutan penumpang dan barang yang akan dipenuhi oleh kereta api harus diketahui. Data angkutan penumpang didapat dengan survei penumpang pelabuhan Bakauheni yang ingin beralih ke kereta menggunakan *google form* dan data barang menggunakan data tonase batubara dan pulp.

### **3.3.2. Data Topografi**

Data topografi diperlukan untuk mengetahui kondisi eksisting & trase di wilayah studi dan sekitarnya. Dengan melihat data topografi maka desain alinyemen horisontal dan vertikal dapat dilakukan. Data topografi diperlukan untuk desain alinyemen horisontal dalam mendesain tikungan-tikungan, perlintasan sebidang dengan jalan lokal dll. Sedangkan untuk alinyemen vertikal data topografi diperlukan untuk mengetahui segmen-segmen jalan rel yang membutuhkan galian atau timbunan, dan juga untuk mengetahui ketinggian jalan rel saat melintasi sungai. Dalam studi ini, trase dari desain jalan rel direncanakan akan melewati dua anak sungai Mesuji.

### **3.3.3. Data Curah Hujan**

Data curah hujan diperlukan untuk mengetahui debit air hujan limpasan (*runoff*) yang akan ditampung oleh saluran yang sedang didesain. Debit hujan ini akan digunakan sebagai dasar penentuan dimensi debit saluran. Data hujan didapatkan dari stasiun disekitar jalur rel Bakauheni-Sidomulyo. Stasiun yang dipilih harus berada dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) yang sama dengan wilayah jalur rel. Stasiun Hujan tersebut adalah Klaten, Palas, Bumi Asri, Tanjung Bintang, Katibung, Panengahan, Pulau Tengah.

## **3.4. Pengolahan Data**

Setelah data-data yang diperlukan diperoleh, maka proses perancangan jalan rel dapat dilakukan. Proses perancangan ini berdasarkan pada PM no. 60 tahun 2012. Secara garis besar, proses perancangan dapat dibagi menjadi 3 bagian besar, yaitu perancangan geometrik (meliputi alinyemen horisontal dan vertikal), perancangan struktur, dan perancangan wesel.

### 3.4.1. Perancangan Geometri Jalan Rel

Pada tahap ini data sekunder yang telah didapatkan digunakan untuk mendesain geometri jalan rel. Geometri jalan rel didesain berdasarkan pada beban lintas yang merupakan turunan dari jumlah *demand* angkutan eksiting dan tipe kereta yang melintasinya dengan mempertimbangkan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan lingkungan. Pada pengerjaan desain jalan rel di tugas akhir ini digunakan lebar sepur 1435 mm. Lebar sepur merupakan jarak terkecil antara kedua sisi kepala rel, diukur pada daerah 0-14 mm dibawah permukaan teratas kepala rel. Perancangan geometri jalan rel mengikuti ketentuan yang ada dalam Peraturan Menteri No 60 tahun 2012.

#### 1. Penentuan Alinyemen Horisontal

Alinyemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang horisontal, alinyemen horisontal terdiri dari garis lurus dan lengkungan. Untuk menentukan alinyemen horisontal, dilakukan beberapa penentuan komponen yaitu:

- a. Lengkung lingkaran. Dua bagian lurus, yang perpanjangannya saling membentuk sudut harus dihubungkan dengan lengkung yang berbentuk lingkaran, dengan atau tanpa lengkung-lengkung peralihan. Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 mengatur besar jari-jari minimum yang diijinkan untuk berbagai kecepatan rencana. Pemilihan jari-jari lengkung rencana disesuaikan dengan kondisi topografi yang ada.
- b. Lengkung peralihan. Lengkung peralihan dipakai sebagai peralihan antara bagian yang lurus dan bagian lingkaran dan sebagai peralihan antara dua jari-jari lingkaran yang berbeda. Lengkung peralihan dipergunakan pada jari-jari lengkung yang relatif kecil.
- c. Lengkung S. Bila dua lengkung dari suatu lintas yang berbeda arah lengkungnya terletak bersambungan maka antara kedua lengkung yang berbeda arah ini harus ada bagian lurus sepanjang paling sedikit 20 meter di luar lengkung peralihan.
- d. Perlebaran sepur. Perlebaran sepur direncanakan khusus agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Perlebaran sepur dicapai dengan menggeser rel dalam kearah dalam. Besar perlebaran sepur untuk berbagai jari-jari tikungan diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012.

- e. Peninggian rel. Pada lengkungan, elevasi rel luar dibuat lebih tinggi dari pada rel dalam untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami oleh rangkaian kereta.

Perancangan Alinyemen horisontal akan dibantu menggunakan aplikasi AutoCAD Civil 3D. Input data yang dibutuhkan saat menggunakan software ini adalah beberapa komponen yang telah disebutkan sebelumnya seperti panjang lengkung lingkaran, lengkung peralihan, lengkung S, dsb. Aplikasi Civil 3D akan membantu membentuk Alinyemen horisontal menggunakan instruksi-intruksi seperti *Line/Curve*.

## 2. Penentuan Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel tersebut; Alinyemen vertikal terdiri dari garis lurus, dengan atau tanpa kelandaian, dan lengkung vertikal yang berupa busur lingkaran. Besar jari-jari minimum dari lengkung vertikal bergantung pada besar kecepatan rencana sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012. Letak lengkung vertikal diusahakan tidak berimpit atau bertumpangan dengan lengkung horisontal.

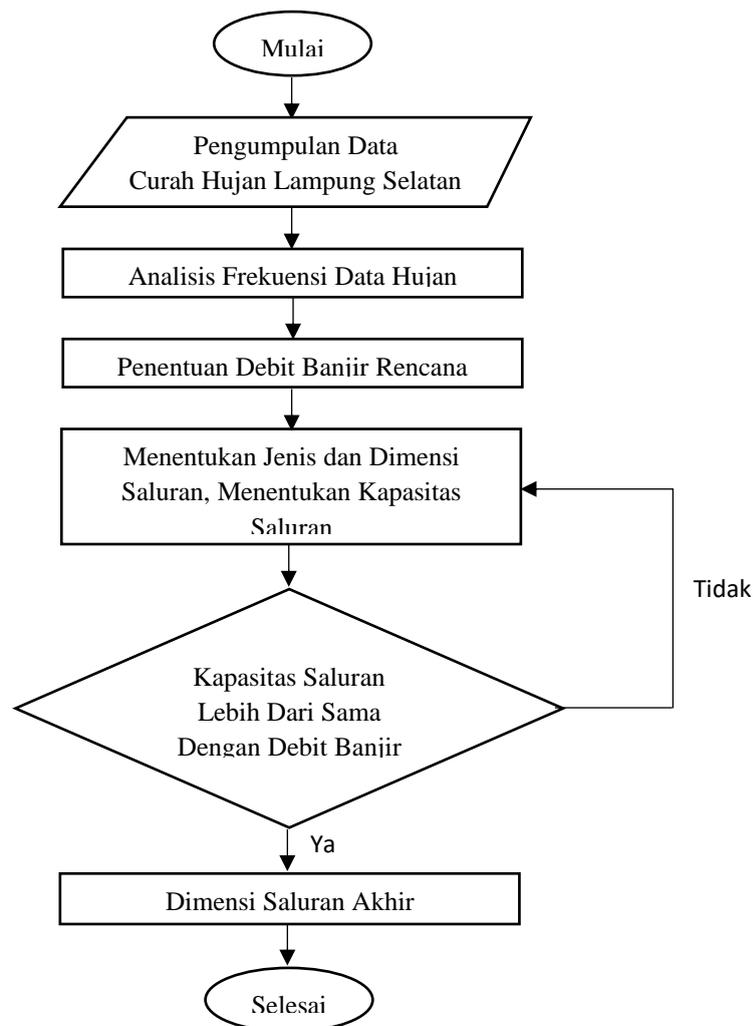
Perancangan Alinyemen vertikal juga akan dibantu menggunakan aplikasi AutoCAD Civil 3D. Aplikasi ini memberikan fasilitas untuk membuat profil memanjang jalan rel dengan instruksi-instruksi seperti Sampling, EG Layer, FG Layer, Label and Prefix, dan Values. Input data untuk membuat Alinyemen vertikal menggunakan aplikasi ini adalah data-data PVI (*Point Vertical Intersection*). Data ini harus sudah dimasukan sesuai dengan batasan landai yang diinginkan. Selanjutnya dari tangent-tanget tersebut dibuat lengkung vertikalnya.

### 3.4.2. Perancangan Struktur dan Drainase Jalan Rel

Perancangan struktur jalan rel meliputi desain struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah. Struktur bangunan atas memiliki komponen rel, penambat, dan bantalan. Sedangkan struktur bangunan bawah terdiri dari balas, subbalas, tanah dasar dan tanah asli.

Rel pada struktur bangunan atas dipilih berdasarkan kelas jalan yang telah ditentukan sebelumnya. Pada **Tabel 2.1. Klasifikasi Jalan Rel**, akan didapatkan jenis rel yang dapat dipilih berdasarkan kecepatan rencananya. Tipe rel memberikan gambaran mengenai komposisi kimianya, dan persyaratan sifat mekanika seperti kuat tarik minimum, perpanjangan minimum, dan kekerasan kepala rel minimum yang harus dipenuhi. Perancangan rel juga meliputi penentuan panjang daerah muai, besar celah, pelat penyambung rel, dan analisis tegangan yang terjadi di rel. Jenis penambat dan bantalan yang akan digunakan pada struktur bangunan atas juga didapatkan dari **Tabel 2.1. Klasifikasi Jalan Rel**. Perancangan penambat dan bantalan juga meliputi analisis tegangan yang terjadi di kedua bagian struktur tersebut.

Perancangan sistem drainase jalan rel meliputi langkah-langkah yang harus dilakukan seperti pada **Gambar 3.3**.



**Gambar 3.3.** Diagram Alir Perancangan Drainase

- a. Penentuan kondisi lingkungan jalan rel dan selokan samping yang akan digunakan. Data kondisi lingkungan jalan rel dan selokan samping yang digunakan dalam perancangan diantaranya:
  - Kemiringan segmen jalan rel, yang akan digunakan untuk menentukan kemiringan segmen saluran samping pada sistem drainase,
  - Jarak daerah layanan drainase,
  - Panjang segmen jalan yang akan menentukan panjang segmen drainase yang akan direncanakan,
  - Penampang melintang selokan yang akan digunakan,
  - Jenis material yang akan digunakan.
- b. Pemilihan data curah hujan, data curah hujan didapat dari beberapa stasiun pengukur curah hujan yang dioperasikan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data yang digunakan adalah data curah hujan untuk perancangan 10 tahun dari tahun 2009-2019. Dengan data curah hujan tersebut akan dicari nilai curah hujan maksimum rata-rata per tahun, nilai debit banjir untuk periode ulang tertentu, frekuensi banjir rencana dan kemudian akan ditentukan intensitas curah hujan maksimum.
- c. Perhitungan waktu konsentrasi ( $T_c$ )  
Penentuan waktu konsentrasi dilakukan untuk tiap wilayah pengairan sekitar. Waktu konsentrasi yang digunakan adalah penjumlahan waktu pengaliran air terjauh yang dialami menuju selokan samping ( $T_{of}$ ) dan waktu pengaliran rencana pada saluran.
- d. Perhitungan intensitas curah hujan ( $I$ )  
Lakukan perhitungan debit banjir untuk periode ulang yang ditentukan, kemudian pada peta lokasi perancangan, gambarkan lengkung intensitas curah hujan untuk mendapatkan wilayah pengaruh hujan.
- e. Penentuan daerah layanan drainase ( $A$ )  
Daerah layanan drainase merupakan daerah dimana debit air masuk menuju drainase berasal. Daerah layanan drainase ini merupakan suatu luasan wilayah, sehingga daerah layanan drainase (daerah pengairan) merupakan perkalian jarak masing-masing sumber debit air masuk dengan panjang segmen jalan rel drainase tersebut berada.

- f. Penentuan besar koefisien pengaliran ( $C$ )

Koefisien pengaliran bergantung pada kondisi permukaan tanah (terrain) setempat dan tata gunanya.

- g. Perhitungan besar debit aliran selokan samping

Debit aliran selokan samping dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Q_1 = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A_1$$

- h. Penentuan dimensi selokan samping

Dimensi selokan samping ditentukan dengan menggunakan persamaan Manning. Dari persamaan tersebut akan didapatkan luas basah, keliling basah, serta jari-jari hidrolis dari selokan yang direncanakan.

- i. Penentuan tinggi jagaan

Tinggi jagaan adalah jarak dari muka air rencana pada selokan samping hingga ujung atas dari dimensi selokan rencana. Tinggi jagaan perlu diperhatikan agar dapat menampung limpasan air berlebih dari perancangan pada suatu waktu tertentu.

### **3.4.3. Perhitungan Galian Dan Timbunan Jalan Rel**

Dalam perhitungan volume galian dan timbunan akan menggunakan AutoCAD Civil 3D. Untuk menghitung galian dan timbunan serta volumenya dalam Autocad Civil 3D adalah dengan membuat *cross section* dan menghitung volume pekerjaannya. Terlebih dahulu harus memasukan data kontur, alinyemen horisontal, alinyemen vertikal dan membuat *corridor* model di peta kontur.

### **3.5. Kesimpulan dan Saran**

Setelah tahap pendesainan dilakukan, maka akan didapatkan *output* seperti geometrik jalan rel, struktur jalan rel, dan sistem drainase jalan rel. Hasil desain yang didapat perlu untuk dilihat kembali dalam prosesnya hingga didapatkan hasil desain yang sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku. Setelah semua proses sesuai dengan ketentuan yang ada maka dilakukan analisis terhadap hasil yang didapat untuk ditarik kesimpulan tentang desain jalan rel ini dan memberikan saran dari hasil penelitian yang dilakukan.