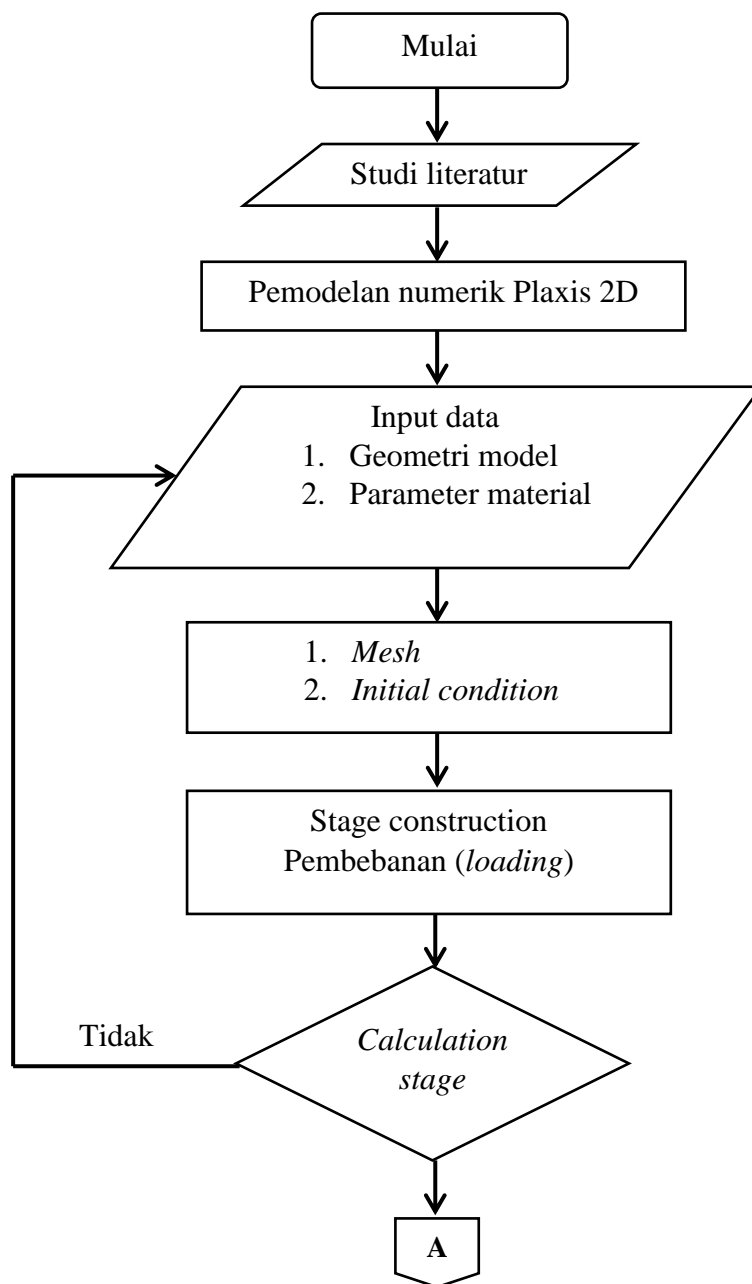


BAB III

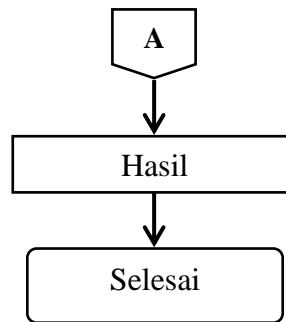
METODE PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

Metode penelitiandimulai dengan mengumpulkan studi literatur yang berkaitan dengan pembahasan sebagai acuan dalam penelitian berupa referensi dari buku dan penelitian-penelitian sebelumnya. Bagan alir bisa dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

B. Studi Literatur

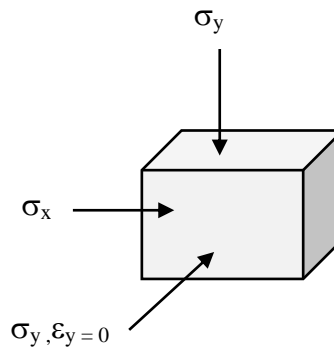
Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan acuan dan gambaran mengenai topik penelitian sebagai dasar dalam pembahasan dan penyelesaian masalah. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang meliputi data mengenai ukuran struktur jalan rel, parameter material dan pembebanan. Penelitian dan penyusunan laporan berdasarkan pada buku mekanika tanah, buku rekayasa jalan rel kereta api dan jurnal Teknik Sipil yang berkenaan dengan pokok bahasan yang dikaji.

C. Pemodelan Numerik

Analisis numerik pada PLAXIS 2D 8.2 dapat berupa *plane strain* atau *axy-simmetry*. Model *plain strain* digunakan pada pemodelan geometri dengan penampang melintang kurang lebih seragam yang memiliki kondisi tegangan dan kondisi pembebanan cukup panjang dalam arah tegak lurus terhadap penampang tersebut. Model *axy-simmetry* digunakan pada pemodelan geometri berstruktur lingkaran dengan penampang material yang kurang lebih seragam dengan kondisi pembebanan mengelilingi sumbu aksial.

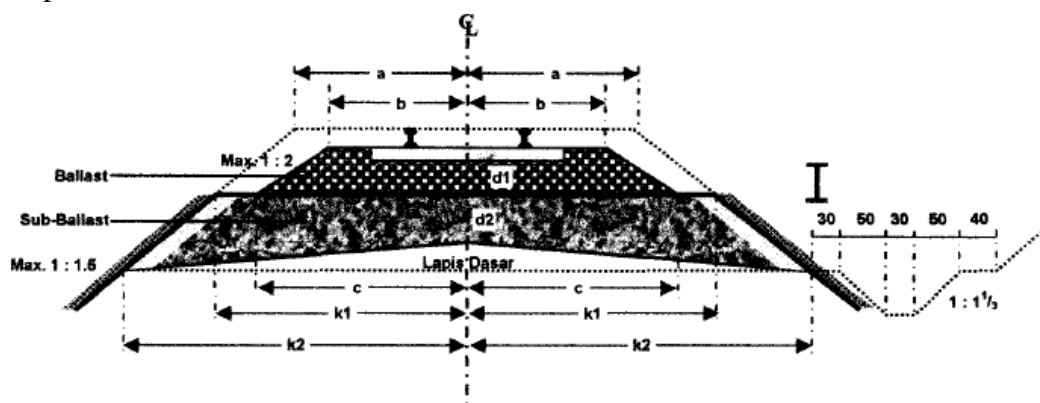
Analisis numerik dilakukan dengan memodelkan jalan rel sebagai model *plane strain* menggunakan elemen *15-nodes* dalam PLAXIS 2D versi 8.2. Model *plane strain* digunakan pada kondisi tanah dengan regangan pada satu arah bernilai nol (Gambar 3.2). Karena perpindahan yang melibatkan arah sumbu Y (Δy) bernilai kecil apabila dibandingkan

dengan panjang dari arah sumbu lainnya (Budhu, 1999). Sementara penggunaan elemen *15-nodes* digunakan, karena memberikan hasil yang akurat terhadap interpolasi perhitungan 2D dan prediksi tegangan tingkat tinggi untuk masalah yang kompleks (Brinkgreve dkk, 1998).



Gambar 3.2 Model *plane strain*

Penampang jalan rel dimodelkan pada potongan melintang yaitu potongan dengan arah tegak lurus sumbu jalan rel (Gambar 3.3). Dengan ukuran panjang lapisan *subgrade* 10 meter, lapisan subbalas 2,65 meter, lapisan balas 1,5 meter dan lapisan bantalan 1 meter. Struktur perkerasan jalan rel yang dimodelkan terdiri dari 4 lapisan, yaitu lapisan *subgrade* (tanah dasar) setebal 5 meter, lapisan *subbalas* setebal 50 cm, lapisan *balas* dengan beberapa variasi ketebalan, dan lapisan bantalan setebal 20 cm (Tabel 3.1). Untuk lapisan *balas* dilakukan pemodelan dengan beberapa variasi ketebalan yaitu 30 cm, 40 cm dan 50 cm. Pemodelan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai penurunan terkecil dari struktur jalan rel tersebut dengan variasi tebal lapisan balas. Sementara untuk beban kereta api diletakkan pada 1 titik sesuai dengan perletakan roda kereta api pada rel.



Gambar 3.3 Penampang melintang jalan rel (Sumber: Rosyidi, 2015)

Tabel 3.1 Dimensi penampang melintang jalan rel

KELAS JALAN	V Maks (km/jam)	d1 (cm)	b (cm)	c (cm)	k1 (cm)	d2 (cm)	e (cm)	k2 (cm)
I	120	30	150	235	265	15 – 50	25	375
II	110	30	150	235	265	15 – 50	25	375
III	100	30	140	225	240	15 – 50	22	325
IV	90	25	140	215	240	15 – 35	20	300
V	80	25	135	210	240	15 – 35	20	300

D. Parameter Material

Material tanah dan lapisan jalan rel dimodelkan sebagai model *plane strain*. Parameter subgrade, subbalas, balas dan bantalan diambil dari berbagai literatur (Tabel 3.2). Berat volume tanah pada subgrade menunjukkan jenis tanah berupa lempung, sedangkan pada subbalas dan balas adalah kerikil, data diperoleh dari penelitian sebelumnya (Dewi, 2015). Modulus elastisitas pada subbalas dan balas dirujuk dari penelitian (Dahlberg, 2010). Nilai *poisson ratio* untuk subgrade, subbalas dan balas diambil dari penelitian (Rose, 2004).

Tabel 3.2 Parameter material subgrade, subbalas, balas dan bantalan

Parameter	Subgrade	Subbalas	Balas	Bantalan
Type	<i>Soil & interfaces</i>	<i>Soil & interface</i>	<i>Soil & interface</i>	<i>Plates</i>
Model material	<i>Hardening soil</i>	<i>Linier elastic</i>	<i>Linier elastic</i>	-
Type material	<i>Drained</i>	<i>Drained</i>	<i>Drained</i>	<i>Elastic</i>
γ_{unsat} (kN/m ³)	21	16	17	-
γ_{sat} (kN/m ³)	22	20	22	-
E_{ref} (kN/m ²)	29145,5	30000	100000	-
E_{osd}^{ref} (kN/m ²)	29145,5	-	-	-
E_{ur}^{ref} (kN/m ²)	58290	-	-	-
EA (kN/m)	-	-	-	1846800
EI (kN/m ² /m)	-	-	-	910800
w (kN/m/m)	-	-	-	7,90513834
d (m)	-	-	-	0,2
ν (nu)	0,4	0,35	0,3	0,2