

# ANALISIS KEANDALAN PENGGUNAAN *CONCRETE LEVEL CROSSING* UNTUK LALU LINTAS PADA PERLINTASAN SEBIDANG JPL 317 LINTAS LAMONGAN-BABAT

**Sherly Regita Andriyani**  
Program Studi DIII  
Teknologi Bangunan dan  
Jalur Perkeretaapian  
Politeknik Perkeretaapian  
Indonesia Madiun  
Jl. Tirta Raya, Pojok,  
Nambangan Lor, Kec.  
Manguharjo, Kabupaten Madiun,  
Jawa Timur  
[sherly.tbjp2110422@taruna.ppi.ac.id](mailto:sherly.tbjp2110422@taruna.ppi.ac.id)

**Muhamad Nurhadi**  
Program Studi DIII  
Teknologi Bangunan dan  
Jalur Perkeretaapian  
Politeknik Perkeretaapian  
Indonesia Madiun  
Jl. Tirta Raya, Pojok,  
Nambangan Lor, Kec.  
Manguharjo, Kabupaten  
Madiun, Jawa Timur  
[nurhadi@ppi.ac.id](mailto:nurhadi@ppi.ac.id)

**Puspita Dewi**  
Program Studi DIII  
Teknologi Bangunan dan  
Jalur Perkeretaapian  
Politeknik Perkeretaapian  
Indonesia Madiun  
Jl. Tirta Raya, Pojok,  
Nambangan Lor, Kec.  
Manguharjo, Kabupaten  
Madiun, Jawa Timur  
[puspita@ppi.ac.id](mailto:puspita@ppi.ac.id)

## **Abstract**

*JPL 317 Lamongan uses used rails that are installed upside down in the crossing, this is at risk of accidents. The alternative solution is the use of Concrete Level Crossing products of PT WIKA Beton which are adapted to the design of curved conditions at JPL 317. The analysis is calculated with the Finite Element Method (FEM) using the Ansys application. The calculation of passing tonage is 13.342 million tons / year in the downstream and upstream directions, while the highway is 154.18 million tons / year. . Evaluation of the Decree 550/2005 found several parameters that needed improvement, including gradients exceeding 2%, crossing widths exceeding 7 meters per lane, and railroad crossing angles less than 90°. Considering the load received and the design adjustment of the concrete slabs, the analysis results showed the maximum deformation value of S1 slab was 1.0403 mm, S2 slab was 0.20457 mm, and P slab was 0.010677 mm. The service life of concrete plate S1 is estimated to experience cracking at 56.987 years, plate S2 at 15.720 years, and plate P at 130 days.*

**Keywords:** *Level Crossing, Concrete Level Crossing, Finite Element Method, Ansys, Service Life, Deformation*

## **Abstrak**

JPL 317 Lamongan menggunakan rel bekas yang dipasang secara terbalik dalam perlintasannya, hal ini berisiko terjadinya kecelakaan. Solusi alternatifnya adalah penggunaan *Concrete Level Crossing* produk PT WIKA Beton yang disesuaikan dengan desain kondisi lengkung di JPL 317. Analisis diperhitungkan dengan *Finite Element Method (FEM)* menggunakan aplikasi Ansys. Perhitungan *passing tonage* sebesar 13,342 juta ton/tahun arah hilir dan hulu, sedangkan jalan raya sebesar 154,18 juta ton/tahun. . Evaluasi SK Dirjen Hubdat 550/2005 menemukan beberapa parameter yang perlu perbaikan, termasuk gradien yang melebihi 2%, lebar perlintasan yang melebihi 7 meter per lajur, dan sudut perpotongan jalan rel kurang dari 90°. Mempertimbangkan beban yang diterima dan penyesuaian desain pelat beton, hasil analisis menunjukkan nilai deformasi maksimum pada pelat S1 sebesar 1,0403 mm, pelat S2 0,20457 mm, dan pelat P 0,010677 mm. Masa layan pelat beton S1 diperkirakan mengalami *cracking* pada 56,987 tahun, pelat S2 15,720 tahun, dan pelat P 130 hari.

**Kata-kata kunci:** *Perlindungan Sebidang, Concrete Level Crossing, Finite Element Method, Ansys, Masa Layan, Deformasi*

## **PENDAHULUAN**

Perlindungan sebidang kereta api merupakan titik rawan yang berpotensi menyebabkan kecelakaan karena pada titik tersebut merupakan tempat bersilangnya jalur kereta api dengan jalan raya pengguna kendaraan bermotor (Kamila et al., 2023). Berdasar data dari PT Kereta

Api Indonesia tahun 2021-2023 tercatat jumlah kecelakaan di perlintasan sebidang DAOP 8 Surabaya wilayah Lamongan sebanyak 36 kasus, dengan rincian 14 kasus pada tahun 2021, 11 kasus terjadi pada tahun 2022, dan 11 kasus terjadi pada tahun 2023.

Kecelakaan yang melibatkan kendaraan bermotor kereta api dengan sering terjadi pada perlintasan sebidang meskipun pada perlintasan tersebut sudah dilengkapi dengan prasarana dan fasilitas penunjang yang telah ditentukan. Salah satu solusi permasalahan tersebut adalah penggunaan *Concrete Level Crossing* pada perlintasan. Koefisien gesek beton lebih tinggi daripada koefisien gesek aspal (Pasaribu et al., 2022). Koefisien gesek beton yang lebih tinggi dibandingkan dengan aspal menunjukkan bahwa beton memiliki kemampuan lebih baik dalam menahan gaya gesek dengan ban kendaraan sehingga mengurangi tingkat kecelakaan.



**Gambar 1** Perlintasan Sebidang di JPL 317 Lamongan

Berdasarkan Gambar 1, bisa dilihat bahwa JPL 317 merupakan salah satu perlintasan sebidang yang dalam penggunaan memanfaatkan rel bekas yang dipasang secara terbalik dalam perlintasannya. Penggunaan rel pada perlintasan sebidang dinilai kurang efektif karena rel merupakan besi yang mudah licin jika terkena hujan. Selain itu, posisi perlintasan sebidang ini berbentuk lengkung dan tidak berpotongan 90°. JPL 317 ini termasuk perlintasan sebidang yang sering dilewati oleh kendaraan berat dan merupakan jalan nasional. Fenomena kerusakan di JPL 317 Lamongan yaitu adanya keamblesan pada blok rel. Oleh karena itu, perlu direncanakannya pergantian rel bekas menjadi pelat beton pada perlintasan sebidang tersebut. Beton memiliki kelebihan yaitu mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi, mampu menopang beban berat, tahan terhadap temperatur tinggi, biaya perawatan relatif kecil, dan baik dalam memikul beban aksial (Dharmawan, 2022). Penelitian sebelumnya belum ada yang membahas tentang keandalan dari pelat beton pada perlintasan sebidang. Dalam penelitian akan dibahas masa layan atau keandalan dari pelat beton jika diterapkan pada perlintasan sebidang.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Perlintasan Sebidang**

Perlintasan sebidang adalah perpotongan antara jalur kereta api dengan jalan raya. Perlintasan sebidang wajib memenuhi persyaratan standar yang telah ditetapkan oleh

lembaga terkait meliputi kondisi geometrik, ruang bebas dan ruang bangun serta jarak pandang agar kendaraan yang melaluinya merasa nyaman dan aman (Hongarta et al., 2018).

### ***Concrete Level Crossing***

*Concrete Level Crossing* (CLC) adalah blok beton jalan sebagai pengganti perkerasan permukaan pada perlintasan sebidang. *Concrete Level Crossing* merupakan suatu terobosan dibidang konstruksi perlintasan sebidang yang diharapkan mampu menggantikan perkerasan lentur (aspal) maupun pasangan blok rel yang biasa digunakan sebagai perkerasan pada perlintasan sebidang.

### **Metode Elemen Hingga**

Metode elemen hingga adalah metode numerik yang dikarakterisasi dengan persamaan diferensial parsial dan kondisi batas yang dapat diselesaikan dengan menggunakan teknik elemen hingga. Metode ini menggunakan elemen subdomain, yang disebut sebagai elemen hingga, untuk mendiskritisasi domain geometrik dari masalah nilai batas. Metode elemen hingga dapat digunakan untuk menyelesaikan bermacam permasalahan dalam ilmu pengetahuan dengan persamaan pengatur berupa persamaan diferensial, seperti pemecahan masalah tegangan (*stress*), *buckling* (tekukan), dan analisis getaran (Mulyadi, 2011).

### **Ansys Workbench**

Ansys Workbench adalah perangkat lunak yang berbasis *Finite Element Analysis* (FEA). *Software* Ansys ini melakukan analisis terhadap suatu objek dengan memecah objek tersebut menjadi bagian-bagian terkecil (*finite element*) atau yang disebut *mesh* yang dihubungkan oleh *node*. Penggunaan dari *software* ini mulai dari simulasi struktur, *thermal*, dinamika fluida, elektromagnetik dan analisis lainnya.

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian simulasi, dimana penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui deformasi dan masa layan pelat beton produk PT WIKA Beton melalui simulasi menggunakan *software* Ansys.

## **ANALISIS DATA**

### **Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini dibutuhkan data primer dan data sekunder. Data primer berupa data kondisi lapangan JPL 317 Lamongan dan data *traffic counting* pada JPL 317 Lamongan. Data sekunder berupa data Gapeka dan stamformasi, spesifikasi teknik *Concrete Level Crossing*, dan data berat muatan angkutan barang di UPPKB Baureno.

### Perhitungan *Passing Tonnage*

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari Gapeka 2023 dan stamformasi KA yang melintas pada arah Lamongan – Babat, daya angkut lintas jalan rel dapat dihitung dengan persamaan:

$$T = 360 \times S \times TE \quad (1)$$

$$TE = T_p + (K_b \times T_b) + (K_1 \times T_1) \quad (2)$$

Keterangan:

$T$  = *Passing tonnage* (ton/tahun)

$TE$  = Tonase ekuivalen (ton/hari)

$T_p$  = Tonase kereta penumpang (ton)

$T_b$  = Tonase barang (ton)

$T_1$  = Tonase lokomotif (ton)

$S$  = Koefisien besarnya 1,0 untuk lintas tanpa kereta penumpang sedangkan 1,1 untuk lalu lintas kereta penumpang dengan kecepatan maksimum 120 km/jam

$K_b$  = 1,3 untuk beban gandar > 18 ton dan 1,5 untuk beban gandar < 18 ton

$K_1$  = Koefisien yang ditentukan sebesar 1,4

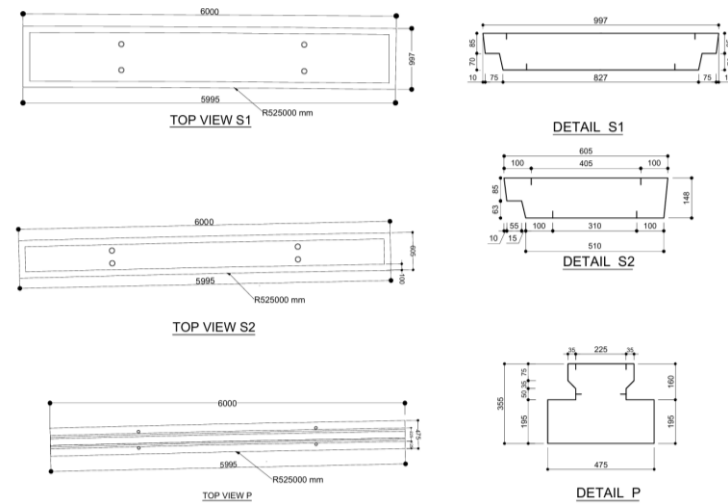
Hasil perhitungan *passing tonnage* pada lintas Lamongan – Babat yang melewati JPL 317 yaitu sebesar 13,342 juta ton/tahun dari arah hulu dan hilir sehingga berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No 60 Tahun 2012 dapat diketahui bahwa kelas jalan pada JPL 317 termasuk kelas jalan rel II

### Perhitungan Beban Jalan Raya

Untuk menentukan beban lintas jalan raya untuk mendapatkan beban lintas tahunan jalan yaitu dengan mengetahui frekuensi kendaraan yang melintas pada jalan raya JPL 317 Lamongan dengan menggunakan data Lintas Harian Rata-Rata berdasarkan data yang diolah dari hasil *traffic counting*. Perhitungan beban lintas menggunakan persamaan: Beban Lintas = Jumlah Kendaraan x Berat Kendaraan (4). Dalam menentukan beban lintas tahunan yaitu dengan mengakumulasi total beban sepeda motor, mobil, *pickup*, bus, dan truk selama 24 jam. Hasil perhitungan beban lintas jalan raya pada JPL 317 Lamongan adalah sebesar 154,186 juta ton/tahun.

### Desain Perletakan Pelat Beton

Ukuran pelat beton dibuat dengan ukuran sesuai dengan lengkung No. 8 pada JPL 317 Lamongan yaitu radius 525 meter dan lebar spoor 1077. Jumlah komponen *Concrete Level Crossing* yang dibutuhkan untuk jalur dengan panjang 44,4 meter yaitu 8 komponen pelat SI, pelat S2, dan pelat P.



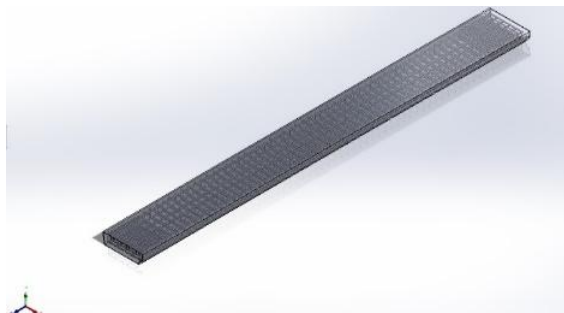
**Gambar 2** Desain Perletakan CLC

### Simulasi Aplikasi Ansys

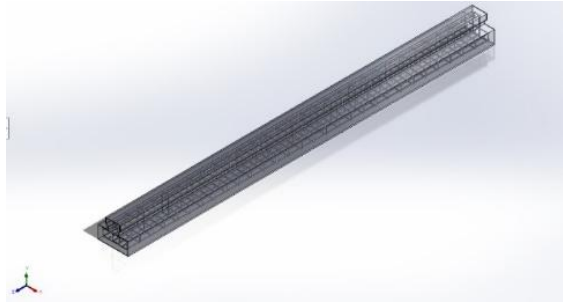
Simulasi menggunakan aplikasi Ansys bertujuan untuk melihat nilai deformasi dan masa layan pelat beton. Pemodelan pelat beton menggunakan *software* solidwork dan bentuk tiga dimensi ditunjukkan seperti pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



**Gambar 3** Model Pelat S1



**Gambar 4** Model Pelat S2



**Gambar 5** Model Pelat P

Setelah dilakukan permodelan pelat beton selanjutnya yaitu simulasi dengan *software* Ansys. Langkah pertama dalam simulasi yaitu *import geometri* atau model setelah itu input data material. Material yang digunakan terdiri dari beton dan baja tulangan. Properti material beton mengambil referensi dari (Fistcar, 2020) yang menggunakan mutu beton 54 MPa. Penggunaan mutu beton 54 MPa diperoleh melalui pendekatan menggunakan persamaan empiris yang diperkuat dengan hasil pengujian permodelan balok kubus dengan ukuran 100 x 100 mm<sup>2</sup> menggunakan aplikasi ABAQUS sehingga didapatkan nilai mutu beton yang mendekati persamaan empiris adalah sebesar 54 MPa. Spesifikasi material beton seperti pada Tabel 1. Material baja didapatkan dari hasil pengujian yang dilakukan oleh PT WIKA Beton, spesifikasinya tertera pada Tabel 2.

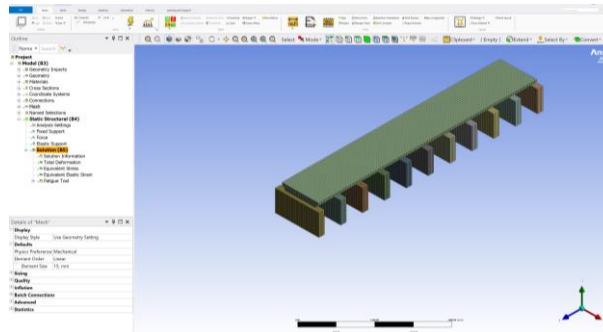
**Tabel 1** Spesifikasi Material Beton

| Properti                           | Nilai        |
|------------------------------------|--------------|
| <b>Material Beton Fc' 54 MPa</b>   |              |
| Massa jenis (ton/mm <sup>3</sup> ) | 0,0000000024 |
| Modulus Young (MPa)                | 35459,71989  |
| Poisson Ratio, $\nu$               | 0,2          |
| Sudut pelebaran, $\psi$            | 40           |
| Eccentricity, $\epsilon$           | 0,1          |
| FBo / FCo                          | 1,16         |
| Yield surface parameter, K         | 0,667        |
| Parameter viskositas, $\mu$        | 0,001        |
| Yeild Strength (Tekan)             | 54           |
| Yeild Strength (Tarik)             | 4,19         |

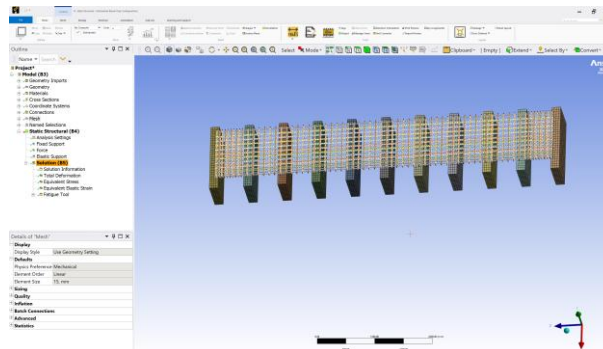
**Tabel 2** Spesifikasi Material Baja

| Properti               | Nilai   |
|------------------------|---------|
| <b>D16 (sirip)</b>     |         |
| Yield Strength (leleh) | 457 MPa |
| Yield Strength (tarik) | 640 MPa |

Langkah selanjutnya adalah *meshing* yang bertujuan untuk membagi pelat menjadi potongan kecil agar komputer mampu untuk menghitung secara spesifik. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

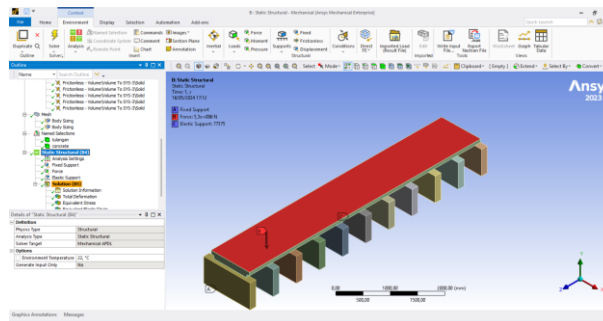


**Gambar 6** Proses *Meshing* 1



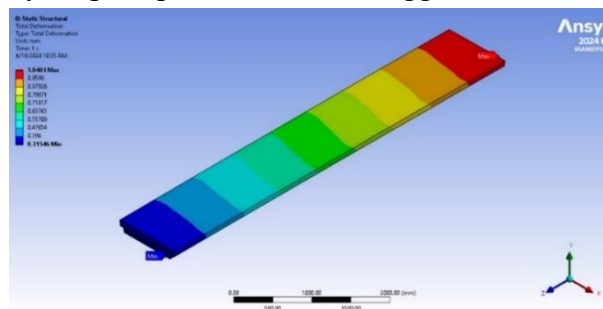
**Gambar 2** Proses *Meshing* 2

Setelah proses *meshing* selesai, langkah selanjutnya yaitu pemberian beban pada beton sebesar 53 ton yang diambil dari berat terberat kendaraan yang melintasi JPL 317 Lamongan (Gambar 8).

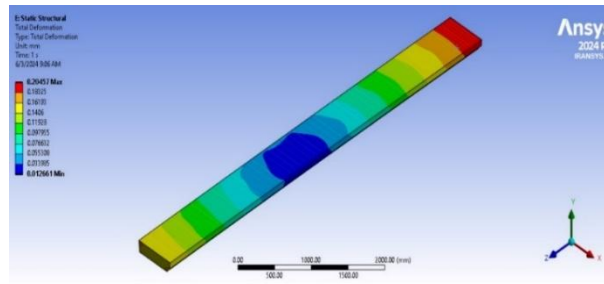


**Gambar 3** Pemberian Beban pada Beton

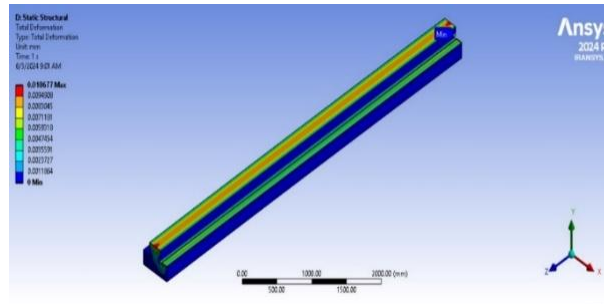
Langkah berikutnya adalah proses *solve* untuk menghasilkan nilai deformation dan *life prediction*. Urutannya seperti pada Gambar 9 hingga Gambar 14.



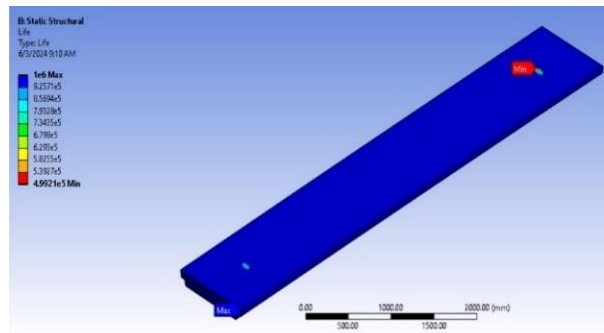
**Gambar 4** Nilai *Total Deformation* Pelat S1



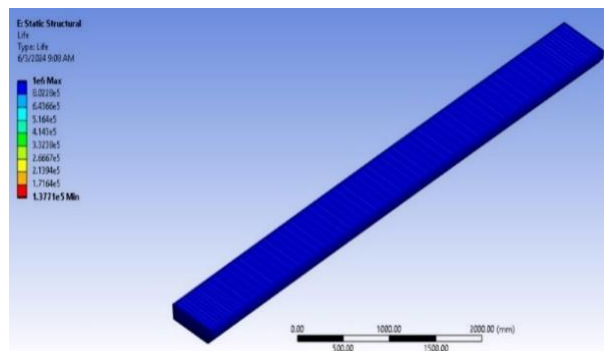
**Gambar 5** Nilai *Total Deformation* Pelat S2



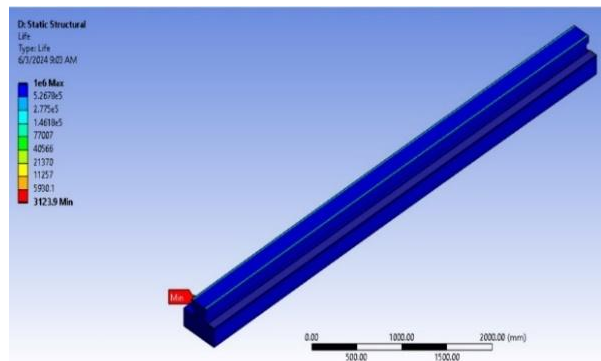
**Gambar 6** Nilai *Total Deformation* Pelat P



**Gambar 7** Hasil *Life Prediction* Pelat S1



**Gambar 8** Hasil *Life Prediction* Pelat S2



**Gambar 9** Hasil *Life Prediction* Pelat P

Dari hasil simulasi menggunakan aplikasi Ansys didapatkan nilai deformasi maksimum pada pelat S1 sebesar 1,0403 mm sedangkan untuk masa layan pelat beton S1 mulai mengalami *cracking* pada umur 56,987 tahun. Nilai deformasi maksimum pada pelat S2 sebesar 0,20457 mm sedangkan untuk masa layan pelat beton S2 mulai mengalami *cracking* pada umur 15,720 tahun. Nilai deformasi maksimum pada pelat P sebesar 0,010677 mm sedangkan untuk masa layan pelat beton P mulai mengalami *cracking* pada umur 130 hari.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, maka kesimpulan dari penelitian ini yaitu besar beban tonase tahunan yang diterima JPL 317 Lamongan sebesar 13,342 juta ton/tahun arah hilir dan hulu serta besar beban lalu lintas jalan raya sebesar 154,18 juta ton/tahun. Desain perletakan *Concrete Level Crossing* disesuaikan dengan kondisi lengkung No. 8 yang melintasi JPL 317 Lamongan dengan ukuran radius sebesar 525 meter dan lebar *spoor* 1077 mm. Jumlah komponen *Concrete Level Crossing* yang dibutuhkan untuk jalur perlintasan dengan panjang 44,4 meter yaitu 8 komponen pelat S1, pelat S2, dan pelat P. Berdasarkan hasil simulasi dengan aplikasi Ansys diperoleh nilai deformasi dan masa layan pada setiap potongan pelat beton dengan rincian sebagai berikut:

- Nilai deformasi maksimum pada pelat S1 sebesar 1,0403 mm sedangkan untuk masa layan pelat beton S1 mulai mengalami *cracking* pada umur 56,987 tahun.
- Nilai deformasi maksimum pada pelat S2 sebesar 0,20457 mm sedangkan untuk masa layan pelat beton S2 mulai mengalami *cracking* pada umur 15,720 tahun.
- Nilai deformasi maksimum pada pelat P sebesar 0,010677 mm sedangkan untuk masa layan pelat beton P mulai mengalami *cracking* pada umur 130 hari.

### Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu perlu dilakukan simulasi dengan aplikasi Ansys menggunakan data material dengan mutu beton 35 MPa. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hasil simulasi pada mutu beton terendah yang digunakan sebagai standar oleh PT WIKA Beton. Selain itu, perlunya uji coba secara fisik berupa *dynamic load* dan

*static load* untuk mengetahui kekuatan dan masa layan umur beton yang sebenarnya sesuai dengan desain struktur.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Dharmawan, A. B. 2022. *Kuat Lentur Beton Akibat Beban Terpusat (ASTM C-78)*. (Online), (<http://ilmuteknik.org/index.php/ilmuteknik/article/view/62/61>).
- Fistcar, W. A., Widyastuti, H., Iranata, D., dan Prastyanto, C. A. 2020. *Pengaruh Parameter Track Quality Indeks (Tqi) Terhadap Perilaku Bantalan Beton*. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, 18 (1): 131–138.
- Hongarta, R., Kurniawan, B., dan Santoso, I. 2018. *Evaluasi Geometrik Persilangan Jalan Rel dan Jalan Raya*. Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil, 7 (2): 233–240.
- Kamila, F. I., Christianito, D., dan Angkat, H. R. S. 2023. *Analisis Keselematan pada Perlintasan Sebidang No. 46 JL. KH. Ahmad Dahlan Jakarta Timur*. Jurnal Mitra Teknik Sipil, 6 (3): 731–744.
- Mulyadi, S. 2011. *Analisa Tegangan-Regangan Produk Tongkat Lansia dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Jurnal ROTOR, 4 (1): 50–58.
- Pasaribu, M. N. H., Harahap, M., dan Syahputra, S. A. 2022. *Analisa Koefisien Gesek Ban Mobil Terhadap Struktur Permukaan Jalan*. ATDS SAINTECH - Journal of Engineering, 3 (1): 71-81.