

TUGAS AKHIR
ANALISIS *FORECASTING* PEMELIHARAAN REL PADA
LENGKUNG KM 2+400 – 2+800 DI MRT JAKARTA

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik



Disusun Oleh:

MOCHAMMAD RIZKY KURNIAWAN

41118120060

Dosen Pembimbing :

Dr. Ir. NUNUNG WIDYANINGSIH, Dipl. Ing

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

ABSTRAK

Judul: Analisis Forecasting Pemeliharaan Rel pada Lengkung KM 2+400 – 2+800 di MRT Jakarta, Nama: Mochammad Rizky Kurniawan, NIM :41118120060, Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Nunung Widyaningsih, Dipl. Ing, 2020.

Mass Rapid Transit Jakarta (MRT JAKARTA) merupakan unit Pelaksana Teknis di lingkungan Pemprov DKI Jakarta yang memiliki tugas dalam pengoprasian perkeretaapian dari Lebak bulus hingga Bundaran Hotel Indonesia. Saat ini MRT Jakarta Fase 1 memiliki panjang jalur track sepanjang 15,7 km, track MRT ini memiliki beberapa kriteria jalur diantaranya adalah jalur layang, jalur transisi, dan jalur bawah tanah. Pada jalur layang MRT Jakarta salah satunya memiliki jalur lengkung atau lengkung dengan panjang radius 180 meter yang berada di antara stasiun Fatmawati dan stasiun Cipete Raya, lengkung ini memiliki radius yang cukup kecil yang nantinya pada saat proses perawatan jalur track ini akan memiliki prioritas lebih besar. Diantara salah satu pekerjaan perawatan tersebut, terdapat pekerjaan monitoring keausan rel secara berkala untuk mendapatkan kondisi serta memastikan rel yang ada di lengkung ini masih dapat dilalui kereta dengan aman. Namun, pengukuran yang dilakukan oleh tim Maintenance ini hanya dapat menentukan layak dan tidaknya rel dengan cara pengecekan berkala tanpa dapat menentukan sisa atau masa pakai dari rel tersebut, hal ini di khawatirkan dapat membuat tim Maintenance tidak memiliki kesiapan yang baik dalam mengantisipasi jika terjadi kerusakan atau masalah yang terjadi pada lengkung MRT Jakarta nantinya, oleh karena itu maka perlu dilakukan analisa lebih mendalam untuk mengetahui waktu dan umur pemakaian dari rel yang ada di lengkung MRT Jakarta agar di dapatkan hasil yang pasti tahun ke berapa rel harus di ganti dan diperbaiki nantinya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode peramalan atau forecasting menggunakan regresi linier sederhana. Data sekunder yang didapat dari perusahaan PT. MRT Jakarta mengenai nilai keausan rel akan dijadikan data patokan yang nantinya data tersebut akan digunakan dalam analisis dan pembahasan.

Dari hasil analisis dan pengolahan data didapatkan bahwa umur atau masa pakai rel yang ada di lengkung KM 2+400 – 2+800 MRT Jakarta dapat ditentukan atau diketahui dari besarnya nilai keausan yang ada. Batas maksimal nilai keausan rel berdasarkan pada Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986 yaitu sebesar 15 mm. Apabila nilai keausan yang ada telah mencapai atau melebihi angka 15 mm, maka disitulah batas maksimal umur dari rel tersebut. Sedangkan untuk umur atau masa pakai rel yang ada di lengkung 1 memiliki masa pakai sekitar 12 Tahun yaitu pada Bulan Agustus Tahun 2032 dengan nilai keausan sebesar 14,989 mm terhitung dari diambilnya data. Dan lengkung 2 juga memiliki masa pakai sekitar 12 Tahun yaitu pada bulan Januari di Tahun 2032 dengan nilai keausan sebesar 14,958 mm terhitung dari diambilnya data.

Kata Kunci : MRT Jakarta, Forecasting, Regresi Linier Sederhana, Masa Pakai Rel

ABSTRACT

Title: Analysis of Rail Maintenance Forecasting on KM 2 + 400 - 2 + 800 Curved at MRT Jakarta, Name: Mochammad Rizky Kurniawan, NIM: 41118120060, Supervisor: Dr. Ir. Nunung Widyaningsih, Dipl. Ing, 2020.

The Jakarta Mass Rapid Transit (MRT JAKARTA) is a Technical Implementation unit within the DKI Jakarta Provincial Government which has the task of operating the railways from Lebak bulus to the Bundaran Hotel Indonesia. Currently, MRT Jakarta Phase 1 has a 15.7 km length of track, this MRT track has several line criteria including elevated lines, transition lines, and underground lines. On the MRT Jakarta elevated line, one of them has a curved or curved line with a radius of 180 meters between Fatmawati station and Cipete Raya station, this curve has a fairly small radius which will have a greater priority during the maintenance process of this track. Among one of these maintenance jobs, there is the work of monitoring rail wear regularly to get the condition and to ensure that the rail in this arch can still be passed by trains safely. However, the measurements made by the Maintenance team can only determine whether the rail is feasible or not by checking periodically without being able to determine the remaining or useful life of the rail, it is feared that it can make the Maintenance team not have good readiness in anticipating if a break occurs. or problems that will occur in the MRT Jakarta arch later, therefore it is necessary to carry out a more in-depth analysis to determine the time and service life of the existing rails in the MRT Jakarta arch in order to obtain definite results in what year the rail must be replaced and repaired later.

The method used in this research is forecasting method using simple linear regression. Secondary data obtained from the company of PT. MRT Jakarta regarding the value of rail wear will be used as benchmark data which will later be used in analysis and discussion.

From the results of data analysis and processing, it is found that the age or service life of the existing rails in the KM 2 + 400 - 2 + 800 MRT Jakarta curved can be determined or known from the amount of wear value that exists. The maximum rail wear value is based on Peraturan Dinas No. 10 of 1986, which is 15 mm. If the wear value has reached or exceeds the 15 mm mark, then that is the maximum age limit of the rail. As for the age or service life of the rails in arch 1, it has a service life of about 12 years, namely in August 2032 with a wear value of 14,989 mm, calculated from the data taken. And curve 2 also has a service life of about 12 years, namely in January in 2032 with a wear value of 14,958 mm from the time the data was taken.

Keywords: MRT Jakarta, Forecasting, Simple Linear Regression, Rail Life



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**



Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata I (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : ANALISIS FORECASTING PEMELIHARAAN REL PADA LENGKUNG KM 2+400 – 2+800 DI MRT JAKARTA

Disusun oleh :

Nama : Mochammad Rizky Kurniawan

NIM : 41118120060

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 8 September 2020

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Penguji

Dr. Ir. Nunung Widyarningsih, Pg. Dipl. Eng

Mukhlisya Dewi Ratna Putri, M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Acep Hidayat, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mochammad Rizky Kurniawan
Nomor Induk Mahasiswa : 41118120060
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 24 Agustus 2020

Yang memberikan pernyataan



Mochammad Rizky Kurniawan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga Proposal Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tepat waktu. Proposal ini merupakan pertanggung jawaban pembuatan Tugas Akhir yang berjudul Analisis *Forecasting* Pemeliharaan Rel Pada Lengkung KM 2+400 – 2+800 di MRT Jakarta . Dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini mungkin tidak akan dapat terselesaikan tanpa adanya bimbingan, nasihat, bantuan, saran, serta motivasi dan dukungan yang di berikan kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis yang sudah mendukung selama ini.
2. Bapak Acep Hidayat, ST, MT. selaku ketua Program Studi Jurusan Teknik Sipil.
3. Dr. Ir. Nunung Widyaningsih, Pg. Dipl. Ing. Selaku Dosen Pembimbing.
4. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah membekali ilmu kepada penulis.
5. PT. MRT Jakarta yang telah membantu dan memberikan data untuk penelitian ini.
6. Teman – teman yang telah memberikan masukan dan dukungannya kepada penulis, yang terlalu banyak untuk penulis sebut satu per satu.

Dengan tersusunnya penelitian ini mudah – mudahan dapat bermanfaat bagi pembaca. Penulis menyadari, laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan lebih lanjut.

Jakarta, Agustus 2020

Mochammad Rizky Kurniawan

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| ABSTRAK | ii |
| ABSTRACT | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iv |
| LEMBAR PERNYATAAN..... | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang Masalah..... | I-1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah..... | I-2 |
| 1.3 Perumusan Masalah..... | I-3 |
| 1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian..... | I-3 |
| 1.4.1 Maksud..... | I-3 |
| 1.4.2 Tujuan..... | I-3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | I-4 |
| 1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah..... | I-4 |
| 1.7 Sistematika Penulisan..... | I-5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Perkeretaapian | II-1 |
| 2.2 <i>Track</i> MRT Jakarta..... | II-1 |

| | | |
|--------------------------------------|---|-------|
| 2.3 | Pembebanan Pada Struktur Jalan Rel..... | II-2 |
| 2.3.1 | Gaya Vertikal..... | II-3 |
| 2.3.2 | Gaya Transversal (Lateral)..... | II-4 |
| 2.3.3 | Gaya Longitudinal | II-4 |
| 2.4 | Rel | II-5 |
| 2.5 | Pengertian Keausan | II-6 |
| 2.6 | Jenis-jenis Keausan dan Penyebabnya | II-7 |
| 2.4.1 | Keausan yang disebabkan perilaku mekanis (<i>mechanical</i>). | II-8 |
| 2.4.2 | Keausan yang disebabkan perilaku kimia..... | II-10 |
| 2.4.3 | Keausan yang disebabkan perilaku panas (<i>Thermal Wear</i>) | II-11 |
| 2.7 | Teori <i>Rolling Contact</i> | II-13 |
| 2.8 | Kedudukan dan Peninggian Rel pada Lengkung | II-14 |
| 2.9 | Pengukuran Profil Rel | II-15 |
| 2.10 | <i>Forecasting</i> (Peramalan)..... | II-16 |
| 2.11 | Metode Prediksi Regresi..... | II-16 |
| 2.12 | Perhitungan Akurasi..... | II-17 |
| 2.13 | Kerangka Berpikir..... | II-18 |
| 2.14 | Jurnal Penelitian Terdahulu | II-19 |
| 2.15 | Penelitian Tugas Akhir/ <i>Thesis</i> Terdahulu | II-21 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian | III-1 |
| 3.2 | Metodologi Penelitian..... | III-3 |
| 3.3 | Teknik Pengumpulan Data | III-4 |
| 3.4 | Teknik Pengolahan Data | III-6 |

| | | |
|----------------------------------|--|-------|
| 3.5 | Teknik Analisa Data | III-7 |
| 3.6 | Jadwal Penelitian | III-8 |
| BAB IV HASIL DAN ANALISIS | | |
| 4.1 | Pendahuluan | IV-1 |
| 4.2 | Data Hasil Pengukuran Keausan Rel | IV-1 |
| 4.3 | Perhitungan Fungsi Regresi Linear | IV-2 |
| | 4.3.1 Regresi Linier Lengkung 1 | IV-2 |
| | 4.3.2 Regresi Linier Lengkung 2 | IV-4 |
| 4.4 | Perhitungan Akurasi Peramalan | IV-5 |
| | 4.4.1 Perhitungan Akurasi Lengkung 1 | IV-6 |
| | 4.4.2 Perhitungan Akurasi Lengkung 2 | IV-6 |
| 4.5 | Perhitungan <i>Forecasting</i> Pemeliharaan Rel KM 2+400 – 2+700 | IV-8 |
| | 4.5.1 Perhitungan Kemungkinan Keausan Lengkung 1 | IV-8 |
| | 4.5.2 Perhitungan Kemungkinan Keausan Lengkung 2 | IV-21 |
| BAB V PENUTUP | | |
| 5.1 | Simpulan | V-1 |
| 5.2 | Saran | V-1 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|-------|
| Tabel 2.1 | Karakteristik Rel | II-6 |
| Tabel 2.2 | Batas Maksimal Keausan rel | II-12 |
| Tabel 2.2 | Jurnal Penelitian terdahulu | II-19 |
| Tabel 2.3 | Penelitian Tugas Akhir/ <i>Thesis</i> Terdahulu | II-21 |
| Tabel 3.1 | Jadwal Rencana Penelitian Tugas Akhir 2020 | III-8 |
| Tabel 4.1 | Hasil Pengukuran Keausan Lengkung 1 | IV-1 |
| Tabel 4.2 | Hasil Pengukuran Keausan Lengkung 2 | IV-2 |
| Tabel 4.3 | Perhitungan Prediksi Keausan Lengkung 1 | IV-2 |
| Tabel 4.4 | Perhitungan Prediksi Keausan Lengkung 2 | IV-4 |
| Tabel 4.5 | Perhitungan <i>Mean Square Error (MSE)</i> lengkung 1 | IV-6 |
| Tabel 4.6 | Perhitungan <i>Mean Square Error (MSE)</i> lengkung 2 | IV-6 |



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|-------|
| Gambar 1.1 | Lokasi Penelitian | I-4 |
| Gambar 2.1 | Gaya yang bekerja pada rel | II-2 |
| Gambar 2.2 | Skematik gaya lateral pada komponen rel | II-4 |
| Gambar 2.3 | <i>Abrasive wear</i> oleh <i>microcutting</i> pada permukaan yang lunak..... | II-8 |
| Gambar 2.4 | Mekanisme pada <i>abrasive wear</i> | II-9 |
| Gambar 2.5 | <i>Adhesive wear</i> karena <i>adhesive shear</i> dan <i>transfer</i> | II-9 |
| Gambar 2.6 | Proses perpindahan logam karena <i>adhesive wear</i> | II-9 |
| Gambar 2.7 | <i>Flow wear</i> oleh penumpukan aliran geseran plastis..... .. | II-10 |
| Gambar 2.8 | <i>Fatigue wear</i> karena retak di bagian dalam dan merambat | II-10 |
| Gambar 2.9 | <i>Corrosive wear</i> karena patah geser pada lapisan lentur..... | II-11 |
| Gambar 2.10 | <i>Corrosive wear</i> karena pengelupasan yang terjadi pada lapisan yang rapuh. | II-11 |
| Gambar 2.11 | Profil Rel..... | II-13 |
| Gambar 2.12 | <i>Rolling contact</i> | II-13 |
| Gambar 2.13 | Kedudukan Rel..... | II-14 |
| Gambar 2.14 | Profil rel aus dalam lengkung bagian dalam dan luar | II-14 |
| Gambar 2.15 | Posisi roda saat berada di lengkung penuh | II-15 |
| Gambar 2.16 | Bagian keausan pada Rel Profil | II-15 |
| Gambar 3.1 | Diagram alir penelitian | III-2 |
| Gambar 3.2 | Skema <i>plotting</i> untuk pengambilan data keausan | III-5 |

| | | |
|------------|--|-------|
| Gambar 3.3 | Alat ukur <i>Rail Wear Gauge</i> | III-5 |
| Gambar 3.4 | Penyelesaian dengan Metode Regresi Linear | III-6 |
| Gambar 4.1 | Grafik fungsi Regresi Linear menggunakan <i>software</i> <i>Microsoft Excel</i> | IV-3 |
| Gambar 4.2 | Grafik fungsi Regresi Linear menggunakan <i>software</i> <i>Microsoft Excel</i> | IV-5 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|--|-------|
| Lampiran A. | Lokasi Penelitian | LA-1 |
| Lampiran B. | Perhitungan Kemungkinan Keausan Lengkung 1 | LA-2 |
| Lampiran C. | Perhitungan Kemungkinan Keausan Lengkung 2 | LA-15 |

