

# EVALUASI BIAYA DAN WAKTU PENGUKURAN LEBAR DAN KETINGGIAN GUIDE RAIL JALUR KALAYANG BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA, TANGERANG

*Hendry Sampurna*

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,*

[hendrysam@itbu.ac.id](mailto:hendrysam@itbu.ac.id)

## Abstrak

Perawatan jalan rel sangat penting untuk menjaga stabilitas jalur agar selalu dalam kondisi baik dan layak untuk digunakan oleh sarana perkeretaapian. Perawatan jalan rel terdiri dari dua komponen utama, yaitu perawatan geometri dan komponen lainnya. Perawatan geometri bertujuan untuk mengembalikan jalur rel sesuai dengan ukuran standar yang telah ditentukan. Salah satu contoh jalur rel khusus adalah jalur Kalayang Bandara Internasional Soekarno-Hatta, Tangerang. Dalam proses perawatan tersebut, diperlukan alat ukur untuk membantu mengukur guide rail jalur Kalayang tersebut. Namun, saat ini pengukuran lebar dan tinggi guide rail masih dilakukan secara manual yang cenderung kurang praktis, kurang akurat, dan kurang konsisten. Dalam penelitian ini dibahas penggunaan alat ukur khusus untuk mengukur lebar dan tinggi guide rail serta mengevaluasi efisiensi dan konsistensi hasil pengukuran menggunakan alat tersebut. Penelitian ini dilakukan melalui eksperimen perbandingan efisiensi biaya dan waktu antara penggunaan alat ukur khusus dengan menggunakan meteran dan laser distance meter. Perbandingan hasil pengukuran dilakukan dengan melakukan lima kali percobaan pengukuran pada titik yang sama dengan menggunakan masing-masing alat tersebut. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan alat ukur khusus lebih efisien dalam segi biaya dan waktu pengukuran dibandingkan kedua metode lainnya. Selain itu, hasil pengukuran dengan alat ukur khusus lebih konsisten dibandingkan dengan meteran maupun laser, sehingga menghasilkan pengukuran yang lebih presisi. Hal ini dapat membantu mengurangi kerusakan retak pada guide wheel sarana Kalayang.

**Kata kunci:** guide rail, jalur kalayang, alat pengukur lebar dan ketinggian.

## 1. PENDAHULUAN

Prasarana perkeretaapian mencakup jalur kereta api, stasiun kereta api, serta fasilitas operasi kereta api agar dapat beroperasi dengan baik (UU No. 23, 2007:2). Dalam hal ini, komponen prasarana kereta api harus dalam kondisi layak dan siap digunakan. Salah satu cara untuk menjaga kondisi jalan rel tetap baik adalah melalui pemeriksaan dan perawatan secara teratur guna mempertahankan fungsi jalan rel secara stabil. Perkembangan jalan rel terus berkembang pesat, dan berbagai jenis jalan rel muncul untuk memenuhi kebutuhan berbagai jenis sarana transportasi. Salah satu jenis jalan rel modern adalah jalan rel tanpa ballast, yang sering disebut dengan istilah slab track.

Salah satu perkembangan dari slab track adalah penggunaannya pada sarana transportasi di Bandara Internasional Soekarno-Hatta di Tangerang. Jalan rel di Bandara Soekarno-Hatta dirancang untuk digunakan oleh sarana berbasis roda ban karet. Jenis sarana tersebut sesuai

dengan fungsi bandara, yaitu untuk menghubungkan antar terminal dengan jarak yang tidak terlalu jauh. Jalan rel serupa juga dipakai pada Skytrain Changi International Airport di Singapura. Pemilihan jenis jalan rel yang sesuai dengan sarana tersebut adalah jalur berupa beton dengan sistem pengarah di bagian samping kiri dan kanan jalur. Dengan jenis jalan rel tersebut, perawatan lebih fokus pada sistem pengarah kereta atau guideway system, karena penggunaan jalan rel dari beton memerlukan perawatan yang lebih sedikit (Len Industry, 2017).

Salah satu jenis perawatan pada sistem guideway di jalur Kalayang adalah pemeriksaan dan perawatan lebar jalur serta ketinggian elevasi guide rail dari running road. Pelaksanaan pemeriksaan dan perawatan ini memerlukan ketelitian dan akurasi dalam pengukuran lebar jalur serta ketinggian guide rail untuk menjaga keandalan prasarana dan kelancaran operasional Kalayang. Dalam

pelaksanaan pengukuran tersebut, alat yang digunakan meliputi laser distance meter, meteran, dan mistar.

Laser distance meter adalah alat untuk mengukur jarak dengan menggunakan laser sebagai cara pengukurannya. Pengukuran ini dilakukan secara manual. Alat ini digunakan untuk mengukur lebar guide rail di bagian kiri dan kanan, sedangkan meteran dan mistar waterpass digunakan untuk mengukur tinggi guide rail dari permukaan lintasan atau jalur. Dalam mengukur lebar jalur menggunakan laser distance meter, tidak menggunakan penyiku, sehingga hasil pengukurannya kurang akurat. Selain itu, perbedaan hasil pengukuran tinggi guide rail menggunakan meteran dari setiap pelaksana perawatan juga memengaruhi hasil pemeriksaan. Salah satu penyebabnya adalah belum adanya alat khusus yang digunakan untuk mengukur lebar jalur dan tinggi guide rail, seperti alat ukur lebar spoor konvensional (Len-Woojin Consortium, 2018).

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

### **2.1 Metode Analisis Data**

#### **Analisis Biaya dan Waktu**

Analisis biaya dan waktu dilakukan untuk mengevaluasi bagaimana efisien pekerjaan dilaksanakan serta memastikan sumber daya yang digunakan sudah dikelola dengan baik. Dalam pelaksanaan suatu kegiatan, baik biaya maupun waktu merupakan dua hal penting yang saling berkaitan dan berpengaruh besar terhadap keberhasilan suatu pekerjaan, terutama dalam proyek yang menggunakan target dan jadwal.

Dalam penelitian ini, analisis dilakukan dengan membandingkan jumlah orang yang melakukan pengukuran, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran, serta biaya yang dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan menggunakan tiga metode yaitu meteran, laser distance, dan alat pengukur lebar dan ketinggian guide rail. Data biaya yang dianalisis mencakup gaji pekerja, penggunaan alat, dan kebutuhan material. Sementara itu, waktu dihitung berdasarkan jumlah jam kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengukuran sepanjang jalur Kalayang.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan biaya per satuan waktu, misalnya biaya per jam atau

per hari kerja, untuk masing-masing metode. Dengan demikian, diperoleh gambaran yang lengkap mengenai tingkat efisiensi antara waktu dan biaya. Analisis ini juga mencakup evaluasi jumlah pekerja yang terlibat serta tingkat produktivitas masing-masing metode. Dengan demikian, analisis biaya dan waktu ini memberikan dasar yang kuat dalam pengambilan keputusan terkait pemilihan metode pelaksanaan yang paling efektif dan efisien, baik secara teknis maupun ekonomis.

Dalam pelaksanaan pengukuran lebar dan ketinggian guide rail, masing-masing metode memiliki perbedaan dalam cara pelaksanaannya. Setiap metode memiliki hasil perhitungan biaya dan waktu yang berbeda. Analisis biaya dan waktu didasarkan pada estimasi biaya pengukuran seluruh jalur Kalayang, baik menggunakan meteran, laser distance maupun alat pengukur khusus untuk lebar dan ketinggian guide rail. Beberapa faktor yang mempengaruhi estimasi biaya adalah jumlah pekerja yang terlibat, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran, serta biaya alat yang digunakan. Data yang dianalisis mencakup jumlah personil, jenis pekerjaan yang dilakukan, durasi waktu kegiatan pengukuran, dan biaya dalam kegiatan pengukuran.

### **2.2 Metode Pembahasan Hasil Analisis**

#### **Metode Pembahasan Hasil Analisis Biaya dan Waktu**

Berdasarkan hasil analisis, aspek biaya dan waktu memiliki peran penting dalam menentukan seberapa efisien dan efektif pekerjaan dapat diselesaikan. Dari perbandingan berbagai metode pengukuran, setiap cara memiliki kelebihan dan kekurangan sendiri terkait pengeluaran biaya serta waktu yang dibutuhkan. Dari segi waktu, metode modern atau berbasis digital biasanya lebih efisien karena alatnya cepat dan mudah digunakan, sehingga mengurangi durasi pengukuran. Dengan metode ini, pekerjaan bisa selesai lebih cepat, yang memengaruhi penurunan biaya-biaya tambahan seperti upah lembur atau biaya operasional sehari-hari.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa efisiensi biaya dan waktu sangat dipengaruhi oleh jumlah orang yang terlibat, lama pelaksanaan pengukuran, serta tarif upah dan

jenis alat yang digunakan. Maka, analisis biaya dan waktu harus dilihat secara bersamaan. Memilih metode pengukuran tidak hanya melihat biaya alat atau jumlah tenaga kerja, tetapi juga harus memperhatikan kecepatan, akurasi, dan efisiensi keseluruhan. Oleh karena itu, analisis biaya dan waktu merupakan dasar penting dalam pengambilan keputusan teknis dan manajerial, terutama untuk proyek skala besar dan yang memiliki target waktu. Termasuk dalam proses pengukuran atau pemeriksaan lebar dan tinggi guide rail jalur Kalayang Bandara Internasional Soekarno-Hatta.

Dari tiga cara pelaksanaan pengukuran lebar dan ketinggian guide rail, yaitu menggunakan meteran, laser distance, atau alat hasil pengembangan, masing-masing memiliki kebutuhan tenaga kerja dan durasi pengukuran yang berbeda. Dari data setiap metode, bisa dibandingkan jumlah tenaga dan waktu yang dibutuhkan. Dengan data tersebut, bisa dihitung estimasi biaya untuk tenaga pengukuran dan biaya alat. Dengan variabel-variabel tersebut, bisa diketahui estimasi biaya total kegiatan pengukuran sepanjang jalur Kalayang.

### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Data

##### Analisis Biaya dan Waktu

Dari hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan meteran, alat ukur jarak laser, serta alat untuk mengukur lebar dan tinggi guide rail, bisa diketahui perbandingan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pengukuran, durasi waktu yang diperlukan, serta jenis alat yang digunakan. Dengan variabel-variabel tersebut, dapat dihitung kebutuhan biaya dan waktu yang diperlukan.

##### a. Pengukuran dengan meteran

Perhitungan biaya pada pengukuran secara manual menggunakan laser tergantung pada harga alat dan jumlah orang yang diperlukan untuk melakukan pengukuran. Waktu yang dibutuhkan untuk pengukuran adalah waktu yang digunakan untuk mengukur lebar dan tinggi rail panduan secara manual dengan laser. Perhitungan dapat ditulis sebagai berikut:

- 1) Waktu pengukuran secara manual dengan laser

Waktu pengukuran didapatkan dari rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengukur jarak 100 meter dengan cara manual menggunakan laser distance meter. Rata-rata waktu tersebut dapat dihitung dengan rumus mean seperti berikut:

$$(\text{Waktu rata - rata}) = \frac{\sum_i t (\text{waktu pengukuran ke } i)}{n (\text{jumlah pengukuran})}$$

Waktu pengukuran:

- Pengukuran ke-1 : 14 menit 36 detik = 876 detik
- Pengukuran ke-2 : 15 menit 01 detik = 901 detik
- Pengukuran ke-3 : 14 menit 28 detik = 868 detik
- Pengukuran ke-4 : 15 menit 00 detik = 900 detik
- Pengukuran ke-5 : 14 menit 39 detik = 879 detik

Sehingga dimasukkan dalam rumus sebagai berikut:

$$(\text{Waktu rata - rata}) = \frac{876 + 901 + 868 + 900 + 879}{5}$$

$$(\text{Waktu rata - rata}) = 884,8 \text{ detik}$$

Atau dapat ditulis dalam 14 menit 44 detik untuk mengukur jarak sepanjang 100 meter.

Pemeriksaan dan perawatan di jalur Kalayang hanya boleh dilakukan saat waktu operasi berhenti. Dalam penerapan ini, semua pekerjaan hanya bisa dilakukan maksimal selama dua jam dalam jeda waktu tersebut. Jadi, panjang jalur yang bisa diukur dalam jeda waktu tersebut dapat dihitung dengan membagi durasi jeda dengan durasi rata-rata pengukuran untuk setiap 100 meter.

$$\text{Panjang pengukuran} = \frac{2 \text{ jam } (7200 \text{ detik})}{884 \text{ detik}} \times 100 \text{ m} = 814 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, terlihat bahwa dalam setiap hari, pengukuran dengan cara manual menggunakan laser distance meter dapat mencakup jarak sepanjang 814 meter.

Jalur Kalayang memiliki panjang total sebesar 3,05 km untuk satu jalur. Jadi, total panjang jalur A dan jalur B adalah

6,10 km. Dengan demikian, total panjang jalur Kalayang yang dapat diukur secara manual dengan laser dapat dihitung dengan membagi panjang keseluruhan jalur Kalayang dengan panjang satu jalur yang bisa diukur menggunakan metode tersebut.

$$\text{Waktu (hari)} = \frac{6100 \text{ m}}{814 \text{ m}} = 7,49 \text{ hari}$$

Dari perhitungan tersebut terlihat bahwa pengukuran seluruh jalur Kalayang dengan cara manual menggunakan laser dapat diselesaikan dalam 7,49 hari, atau dibulatkan menjadi 8 hari kerja.

## 2) Perhitungan upah harian

Perhitungan upah harian didasarkan pada peraturan pemerintah yang berlaku, yaitu upah perbulan dibagi dengan 25 (dua puluh lima) (PP No.36, 2021:11). Besarnya upah perbulan adalah Rp 5.069.708,36 (Gubernur Banten, 2024:6). Maka dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Upah (harian)} = \frac{5069708,36}{25} = 202788,33$$

Dari perhitungan yang dilakukan, terlihat bahwa upah yang diberikan kepada pekerja setiap harinya adalah Rp 202.788,33.

## 3) Biaya peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pengukuran dengan meteran antara lain meteran dan mistar waterpass. Perhitungan biaya peralatan ini didasarkan pada harga rata-rata peralatan tersebut di pasaran. Harga peralatan tersebut adalah:

- Meteran: Rp 75.000,00
- Mistar waterpass: Rp 159.900,00

Dari beberapa perhitungan di atas, biaya pengukuran dengan laser distance dapat dihitung dengan menambahkan biaya upah petugas pengukur dan biaya peralatan.

- Upah petugas pengukuran  
Petugas pengukuran terdiri dari 2 orang, dan durasi pengukuran selama

8 hari. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$2 \times 8 \times \text{Rp } 202.788,33 = \text{Rp } 3.244.613,28$$

## - Biaya peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pengukuran dengan laser distance terdiri dari:

- 1) Meteran = Rp 75.000,00
  - 2) Mistar waterpass = Rp 159.900,00
- Jumlah = Rp 234.900,00

Maka biaya total untuk pengukuran lebar dan tinggi guide rail dengan menggunakan laser distance adalah sebagai berikut:

- 1) Upah petugas = Rp 3.244.613,28
  - 2) Biaya peralatan = Rp 234.900,00
- Jumlah = Rp 3.479.513,28

## b. Pengukuran dengan laser distance meter

Perhitungan biaya pada pengukuran secara manual menggunakan laser mencakup biaya alat dan jumlah staf yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran. Waktu pengukuran adalah selang waktu yang dibutuhkan untuk mengukur lebar dan tinggi guide rail secara manual dengan laser. Perhitungan bisa ditulis seperti berikut:

- 1) Waktu pengukuran cara manual dengan laser

Waktu pengukuran diperoleh dari perhitungan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran secara manual menggunakan laser distance meter pada jarak 100 meter. Rata-rata tersebut dihitung menggunakan rumus mean seperti berikut:

$$(\text{Waktu rata - rata}) = \frac{\sum_0^i t (\text{waktu pengukuran ke } - i)}{n (\text{jumlah pengukuran})}$$

Waktu pengukuran:

- Pengukuran ke-1 : 12 menit 43 detik = 763 detik
- Pengukuran ke-2 : 12 menit 38 detik = 758 detik
- Pengukuran ke-3 : 12 menit 48 detik = 768 detik

- Pengukuran ke-4 : 12 menit 45 detik = 765 detik
- Pengukuran ke-5 : 12 menit 34 detik = 754 detik

Sehingga dimasukkan dalam rumus sebagai berikut:

$$(Waktu\ rata - rata) = \frac{763 + 758 + 768 + 765 + 754}{5}$$

$$(Waktu\ rata - rata) = 761,6\ detik$$

Atau bisa dicatat dalam waktu 12 menit 41 detik untuk mengukur jalur sepanjang 100 meter.

Pemeriksaan dan perawatan di jalur Kalayang hanya boleh dilakukan saat waktu operasi berhenti. Selama jeda waktu tersebut, semua pekerjaan hanya bisa dilakukan maksimal dua jam. Jadi, panjang jalur yang bisa diukur dalam jeda waktu itu dihitung dengan membagi durasi jeda dengan durasi rata-rata pengukuran setiap 100 meter.

$$Panjang\ pengukuran = \frac{2jam\ (7200\ detik)}{761\ detik} \times 100\ m = 941\ m$$

Dari perhitungan tersebut, terlihat bahwa dalam setiap hari, pengukuran dengan cara manual menggunakan alat laser distance meter dapat mencakup jarak sepanjang 941 meter.

Jalur Kalayang memiliki total panjang lintasan sebesar 3,05 km untuk satu jalurnya. Jadi, total panjang lintasan untuk jalur A dan jalur B adalah 6,10 km. Dengan demikian, untuk menghitung keseluruhan panjang jalur Kalayang yang bisa diukur secara manual menggunakan laser, kita perlu membagi panjang total jalur Kalayang dengan panjang satu jalur yang bisa diukur dengan cara tersebut.

$$Waktu\ (hari) = \frac{6100\ m}{941\ m} = 6,48\ hari$$

Dari hasil perhitungan tersebut terlihat bahwa pengukuran seluruh jalur Kalayang dengan metode manual menggunakan laser dapat diselesaikan dalam 6,48 hari, atau dibulatkan menjadi 7 hari kerja.

## 2) Perhitungan upah harian

Perhitungan upah harian didasarkan pada peraturan pemerintah yang berlaku, yaitu upah perbulan dibagi dengan 25 (dua puluh lima) (PP No.36, 2021:11). Besarnya upah perbulan adalah Rp 5.069.708,36 (Gubernur Banten, 2024:6). Dengan demikian, perhitungan upah harian dapat dilakukan seperti berikut.

$$Upah\ (harian) = \frac{5069708,36}{25} = 202788,33$$

Dari perhitungan tersebut terlihat bahwa upah per hari untuk pekerja adalah Rp 202.788,33.

## 3) Biaya peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pengukuran secara manual dengan laser antara lain adalah laser distance meter, meteran, dan mistar waterpass. Perhitungan biaya peralatan didasarkan pada harga rata-rata peralatan tersebut di pasar. Harga peralatan di pasar adalah sebagai berikut:

- Laser distance meter: Rp 474.300,00
- Meteran: Rp 75.000,00
- Mistar waterpass: Rp 159.900,00

Dari beberapa perhitungan di atas, biaya pengukuran dengan laser distance dapat dihitung dengan menjumlahkan biaya upah petugas pengukur dan biaya peralatan.

- Upah petugas pengukuran  
Petugas pengukuran berjumlah 2 (dua) orang, dan durasi waktu pengukuran adalah 7 (tujuh) hari. Maka dapat dihitung sebagai berikut:

$$2 \times 7 \times Rp\ 202.788,33 = Rp\ 2.839.036,62$$

- Biaya peralatan

Peralatan pengukuran dengan laser distance terdiri dari:

1) Laser distance meter	=	Rp 474.300,00
2) Meteran	=	Rp 75.000,00
3) Mistar waterpass	=	Rp 159.900,00
Jumlah	=	Rp 709.200,00

Sehingga biaya total untuk mengukur lebar dan tinggi guide rail menggunakan alat laser distance adalah sebagai berikut:

1) Upah petugas	=	Rp 2.839.036,62
2) Biaya peralatan	=	Rp 709.200,00
Jumlah	=	Rp 3.548.236,62

c. Pengukuran menggunakan alat pengukur lebar dan tinggi guide rail

Perhitungan biaya dalam pengukuran menggunakan alat pengukur lebar dan ketinggian guide rail khusus mencakup biaya alat serta jumlah tenaga yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran. Waktu yang dibutuhkan untuk pengukuran adalah waktu yang diperlukan untuk mengukur lebar dan tinggi guide rail menggunakan alat khusus tersebut. Berikut cara menghitungnya:

1) Waktu pengukuran menggunakan alat pengukur lebar dan tinggi guide rail

Waktu pengukuran diperoleh dari perhitungan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengukur lebar dan tinggi guide rail pada jarak 100 meter. Rata-rata waktu tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus mean seperti berikut:

$$(Waktu\ rata - rata) = \frac{\sum_0^i t (waktu\ pengukuran\ ke - i)}{n (jumlah\ pengukuran)}$$

Waktu pengukuran:

- Pengukuran ke-1 : 7 menit 19 detik = 439 detik
- Pengukuran ke-2 : 7 menit 11 detik = 431 detik
- Pengukuran ke-3 : 7 menit 24 detik = 444 detik
- Pengukuran ke-4 : 7 menit 30 detik = 450 detik
- Pengukuran ke-5 : 7 menit 20 detik = 440 detik

Sehingga dimasukkan dalam rumus sebagai berikut:

$$(Waktu\ rata - rata) = \frac{439 + 431 + 444 + 450 + 440}{5}$$

$$(Waktu\ rata - rata) = 440,8\ detik$$

Atau bisa ditulis dalam waktu 7 menit 20 detik untuk mengukur sepanjang 100 meter.

Pada pelaksanaan pemeriksaan dan perawatan di jalur Kalayang, kegiatan hanya boleh dilakukan saat waktu operasi berhenti. Dalam penerapan tersebut, semua pekerjaan yang dilakukan selama jeda waktu hanya bisa maksimal selama dua jam. Dengan demikian, panjang jalur yang bisa diukur dalam jeda waktu tersebut dapat dihitung dengan membagi durasi jeda dengan waktu rata-rata pengukuran untuk setiap 100 meter.

$$Panjang\ pengukuran = \frac{2\ jam (7200\ detik)}{440\ detik} \times 100\ m = 1636\ m$$

Dari hasil perhitungan tersebut, terlihat bahwa dalam setiap hari, pengukuran lebar dan tinggi guide rail dilakukan sepanjang 1.636 meter. Jalur Kalayang memiliki panjang lintasan total sebesar 3,05 km untuk satu jalurnya. Jadi, keseluruhan panjang lintasan jalur A dan jalur B adalah 6,10 km. Dengan demikian, untuk mengetahui berapa panjang total jalur Kalayang yang bisa diukur, kita dapat membagi panjang total jalur Kalayang dengan panjang jalur yang bisa diukur secara manual menggunakan laser.

$$Waktu\ (hari) = \frac{6100\ m}{1636\ m} = 3,72\ hari$$

Dari hasil perhitungan tersebut, diketahui bahwa pengukuran seluruh jalur Kalayang dengan metode manual menggunakan laser membutuhkan waktu selama 3,72 hari, yang dapat dibulatkan menjadi 4 hari kerja.

2) Perhitungan upah harian

Perhitungan upah harian didasarkan pada peraturan pemerintah yang berlaku, yaitu upah per bulan dibagi dengan 25 (dua puluh lima) (PP No.36, 2021:11). Besar upah per bulan adalah sebesar Rp 5.069.708,36 (Gubernur Banten, 2024:6). Dengan demikian, perhitungan upah harian dapat dilakukan sebagai berikut.

$$Upah\ (harian) = \frac{5069708,36}{25} = 202788,33$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa upah per hari untuk pekerja adalah Rp202.788,33.

### 3) Biaya peralatan

Peralatan dan biaya yang digunakan dalam pengukuran dengan alat pengukur khusus lebar dan ketinggian guide rail antara lain adalah distance meter dual direction, jangka sorong digital, serta biaya pembuatan alat. Perhitungan biaya peralatan ini didasarkan pada harga rata-rata peralatan tersebut di pasaran. Harga peralatan di pasaran sebagai berikut:

- Distance meter dual direction: Rp800.000,00
- Jangka sorong digital: Rp149.000,00
- Biaya bahan dan pembuatan alat: Rp300.000,00

Dari beberapa perhitungan di atas, biaya pengukuran menggunakan alat pengukur khusus lebar dan tinggi guide rail dapat dihitung dengan menambahkan biaya upah petugas pengukur dan biaya peralatan.

#### - Upah petugas pengukuran

Petugas pengukuran diketahui berjumlah 1 (satu) orang, dan durasi waktu pengukuran adalah 4 (empat) hari. Sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

$$1 \times 4 \times \text{Rp}202.788,33 = \text{Rp}811.153,32$$

#### - Biaya peralatan

Peralatan pengukuran dengan laser distance terdiri dari:

1) Distance meter	=	Rp 800.000,00
dual direction	=	Rp 149.000,00
2) Jangka sorong digital	=	Rp 300.000,00
3) Jasa pembuat alat		
Jumlah	=	Rp 1.249.000,00

Sehingga biaya total untuk mengukur lebar dan tinggi rail panduan menggunakan alat jarak laser adalah sebagai berikut:

1) Upah petugas	=	Rp 811.153,32
2) Biaya peralatan	=	Rp 1.249.000,00
Jumlah	=	Rp 2.060.153,32

## 3.2 Pembahasan Hasil Analisis Pembahasan Analisis Biaya dan Waktu

Dari hasil perhitungan biaya dan waktu, pengukuran guide rail dengan menggunakan meteran memberikan biaya sebesar Rp3.479.513,28 dan membutuhkan waktu 8 hari. Pengukuran dengan laser distance meter menghasilkan biaya sebesar Rp3.548.236,62 dan memakan waktu 7 hari. Sementara itu, pengukuran menggunakan alat khusus untuk mengukur lebar dan ketinggian guide rail menghasilkan biaya Rp2.060.153,32 dengan durasi pekerjaan hanya 4 hari.

Secara keseluruhan, pengukuran dengan laser distance memiliki biaya tertinggi. Hal ini disebabkan oleh biaya upah dua orang petugas yang diperlukan. Meskipun begitu, metode ini lebih cepat sehari dibandingkan dengan metode pengukuran menggunakan meteran. Perbedaan biaya antara kedua metode ini tidak terlalu besar. Biaya tertinggi pada pengukuran meteran juga berasal dari upah dua orang petugas yang bekerja selama 8 hari.

Dari ketiga metode pengukuran tersebut, metode penggunaan alat khusus untuk mengukur lebar dan ketinggian guide rail memiliki biaya terkecil. Biaya tertinggi dalam metode ini berasal dari biaya alat. Namun, biaya upah petugas lebih rendah karena hanya memerlukan satu orang petugas dan durasi pekerjaan hanya 4 hari.

Dari analisis tersebut, metode pengukuran lebar dan ketinggian guide rail dengan alat khusus terbukti lebih efisien dalam segi biaya maupun waktu.

Biaya yang disebutkan sudah mencakup biaya alat untuk pengukuran sepanjang jalur Kalayang dalam satu kali pengukuran. Untuk pengukuran berikutnya, biaya hanya mencakup upah petugas atau pelaksana pemeriksaan dan pengukuran.

## 4. KESIMPULAN

Biaya untuk melakukan pengukuran menggunakan meteran adalah Rp3.479.513,28

dengan durasi 8 hari. Biaya pengukuran menggunakan laser adalah Rp3.548.236,62 dengan durasi 7 hari. Sementara itu, biaya pengukuran dengan alat pengukur lebar dan tinggi guide rail adalah Rp2.060.153,32 dengan durasi 4 hari. Dengan demikian, metode pengukuran menggunakan alat pengukur lebar dan tinggi guide rail lebih menghemat biaya serta waktu.

## **5. DAFTAR PUSTAKA**

Pemerintah Indonesia. 2007. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007.

Len-Woojin Consortium. 2018. Indonesia SHIA APMS Chapter 6-2 Guide System Specification. PT Len Industry.

Len Industry. (2017, 7 Februari). Prasarana APMS Bandara Internasional Soekarno-Hatta. Paparan APMS, Tangerang.

Pemerintah Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2021 tentang Pengupahan. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 46.

Gubernur Banten. 2024. Keputusan Gubernur Banten Nomor 471 tentang Penetapan Upah Minimum Kabupaten/Kota Di Provinsi Banten Tahun 2025.