PENANGANAN GANGGUAN PERSINYALAN DI DAERAH PERALIHAN (*INTERFACE*) ANTARA SISTEM PERSINYALAN MEKANIK DENGAN ELEKTRIK DI STASIUN SUKAMENANTI-STASIUN TARAHAN

HANDLING OF SIGNALING DISTRUPTIONS IN THE (*INTERFACE*) BETWEEN MECHANICAL AND ELECTRICAL SIGNALING SISTEMS AT SUKAMENANTI STATION-TARAHAN STATION

M Tubagus Afif[1)], Utut Widyanto[2)], Susi Sulistyowati [3)].
[1]Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD
[2]Program Studi D-III Manajemen Transportasi Perkeretaapian
[3]Bekasi, Jl. Raya Setu No. 89, Cibuntu, Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia
E-mail: mtubagus.a.ximia5@gmail.com

ABSTRACT

The intersection area between Stasiun Sukamenanti – Stasiun Tarahan railway is an important part that connects area and supports the smooth operation of trains. In this area there are technical changes such as track changes, signaling and infrastructure maintance which require special attention to ensure the safety and efficiency of train travel. In troubled areas there are signaling problems which cause operational delays on trains and increase the risk of accidents between trains and pedestrians. Where to find the causes of signal disturbances in transition areas using the method of analyzing signal disturbances in these areas and calculating signal reliability. After finding the cause of the disturbance, efforts are needed to prevent future signaling disturbances in the transition are Based on the results of the signaling disturbance analysis method in transition areas, the results found were that the causes of signaling disturbances were caused by weather factors, vandalism and natural disasters. Therefore, it is necessary to carry out measures such as routine maintenance, the application of advanced technology such as intrusion detection tools, and increasing security by installing CCTV. Socialization and installation of prohibitory signs are also very important to reduce vandalism and increase community participation in maintaining railway infrastructure

***Keyword** : Mechanical and electrical signaling system, Transition area, signal disturbance, CCTV camera, Installation of prohibition and warning signs*

ABSTRAK

Daerah peralihan antara St. Sukamenanti - St. Tarahan kereta api merupakan suatu bagian penting yang menghubungkan wilayah dan mendukung kelancaran operasional kereta api. Di daerah ini terjadi perubahan teknis seperti pergantian jalur,persinyalan dan pemeliharaan infrastruktur yang memerlukan perhatian khusus untuk memastikan keselamatan dan efisiensi perjalanan kereta api. Di daerah peralihan terdapat gangguan persinyalan yang menyebabkan

terjadinya keterlambatan operasional pada Kereta Api dan meningkatkan risiko kecelakaan antara Kereta Api dengan pejalan kaki. Dimana dalam mencari penyebab terjadinya gangguan persinyalan pada daerah peralihan menggunakan metode analisis gangguan persinyalan didaerah tersebut dan menghitung kehandalan persinyalan. Setelah ditemukan penyebab terjadinya gangguan tersebut diperlukann adanya upaya untuk mencegah gangguan persinyalan yang akan datang pada daerah peralihan. Berdasarkan hasil metode analisis gangguan persinyalan pada daerah peralihan,hasil yang didapati adalah penyebab terjadinya gangguan persinyalan yaitu disebabkan oleh faktor cuaca , vandalisme dan bencana alam. Maka dari itu perlu dilakukan penanganan seperti pemeliharaan secara rutin, penerapan teknologi canggih seperti alat deteksi gangguan, serta meningkatkan keamanan dengan memasang CCTV. Sosialisasi dan pemasangan tanda larangan juga sangat penting untuk mengurangi vandalism dan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam menjaga prasarana kereta api.

Kata Kunci : Sistem persinyalan mekanik dan elektrik, Daerah Peralihan, Gangguan persinyalan , Kamera CCTV, Pemasangan tanda larangan

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan proses perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya yang dilakukan dengan bantuan kendaraan untuk memudahkan pergerakan perpindahan menuju tempat tujuan pada waktu tertentu. Transportasi sendiri dibagi menjadi beberapa jenis antra lain yaitu moda transportasi darat, laut, dan udara dimana dalam penyelenggaraannya dibutuhkan kerja sama terutama dalam integrasi moda agar pergerakan manusia, barang, dan jasa lebih mudah. Pada saat ini jumlah penduduk semakin meningkat yang berdampak juga pada meningkatnya kepadatan kendaraan di jalan raya. Dengan adanya hal tersebut maka dibutuhkan adanya transportasi umum yang dapat memfasilitasi pergerakan masyarakat agar dapat mengurangi kemacetan dan polusi udara akibat adanya kepadatan kendaraan. Transportasi umum sendiri merupakan transportasi massal yang dapat mengangkut orang atau barang dengan jumlah banyak dalam satu waktu, salah satu contohnya yaitu moda transportasi kereta api. Saat ini, kereta api menjadi pilihan transportasi umum yang paling diminati oleh masyarakat untuk perjalanan jarak dekat maupun dengan jarak yang jauh. Hal ini dikarena kereta api memiliki karakteristik yang unggu jika dibandingkan dengan moda transportasi umum lainnya. Beberapa karakteristik tersebut antara lain, ketepatan waktu, keamanan dan kenyamanan yang tinggi, mempunyai nilai ekomonis tinggi, tingkat pencemaran terhadap lingkungan rendah, serta bebas dari kemacetan karena mempunyai jalur sendiri. Berdasarkan Undang – Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian dijelaskan bahwa perkeretaapian merupakan satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan kereta api. Selain itu, tujuan dari penyelenggaraan transportasi kereta api adalah untuk

memperlancar perpindahan orang dan/atau barang secara masal dengan selamat, aman, nyaman, cepat, lancar , dan efektif . Untuk menciptakan transportasi kereta api yang nyaman, aman, efisien, dan mahir. kereta api sangat diperlukan dalam keamanandan keselamatan ketika persiapan disiapkan untuk operasi. Untuk meningkatkan keamanan operasi ini di jalur kereta api ada istilah kantor kerja di antaranya ada area stasiun, jalan rel, jembatan dan sinyal. Semuanya memiliki bagian penting dalam membuat pengoperasian kereta api ini dapat berlanjan dengan lancar dan aman..Persinyalan kereta api terbagi menjadi dua jenis yaitu persinyalan mekanik dan elektrik. Pada Stasiun Sukamenanti yang terletak di Kota Bandar Lampung sendiri menggunakan sinyal mekanik yaitu jenis *Siemens and Halske* dan Stasiun Tarahan yang terletak di Kota Bandar Lampung sudah menggunakan persinyalan elektrik yaitu jenis SIL 02.Stasiun Sukamenanti dan Stasiun Tarahan sendiri merupakan Daerah Peralihan (*Interface*) dimana daerah tersebut merupakan daerah rawan yang membutuhkan perhatian khusus dan sebagai penghubung dari persinyalan mekanik ke persinyalan elektrik. Adapun gangguan persinyalan yang terjadi di daerah tersebut seperti faktor cuaca dan vandalisme yang dilakukan orang tidak dikenal. Gangguan-gangguan ini mempengaruhi kehandalan sistem persinyalan,keterlambatan operasional, membahayakan keselamatan perjalanan kereta dan tinggi nya risiko tingkat kecelakaan kereta api dengan pejalan kaki dikarenakan tidak adanya palang pintu di perlintasan sebidang di daerah peralihan

Identifikasi Masalah

1. Tingginya tingkat kecelakaan antara kereta api dengan pengguna jalan dikarenakan tidak adanya palang pintu perlintasan sebidang dari St. Sukamenanti-St. Tarahan
2. Terdapat gangguan sintelis di daerah peralihan (*interface*)
3. Terdapat daerah peralihan (*interface*) dari sinyal mekanik ke elektrik

Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini untuk memahami dan menangani berbagai faktor yang menyebabkan gangguan pada sistem persinyalan di daerah peralihan serta untuk menemukan solusi yang efektif guna meningkatkan keandalan, keselamatan kereta api.

Maka diperoleh tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui:

1. Mengidentifikasi kehandalan sistem persinyalan mekanik ke elektrik
2. Menemukan penyebab terjadinya gangguan persiyalan
3. Memberikan usulan tindakan yang bisa dilakukan untuk mengatasi gangguan persinyalan

METODOLGI PENELITIAN

Informasi tambahan yang diperoleh dari kantor dan sumber luar yang terkait dengan penelitian. Dalam penelitian ini, data sekunder yang digunakan adalah bersumber dari Satuan Pelayanan Tanjung Karang, Divisi Regional IV Tanjung Karang, Resort Sintelis Tanjung Karang, serta Badan Pusat Statistik. Data sekunder yang didapat oleh penulis antara lain Peta Persinyalan Divre IV Tanjung Karang,Data jumlah penduduk Provinsi Lampung,Data gangguan Persinyalan Divre IV Tanjung Karang. Data Primer adalah data yang diperoleh langsung melalui wawancara dan melihat kondisi dilapangan, dan lain lain. Contohnya adalah hasil analisis gangguan pada persinyalan yang telah dilakukan. Saat Penelitian ini, data primer digunakan oleh penulis yaitu wawancara dan observasi di lapangan. Setelah mendapakatkan data kemudian dilakukan analisis data yang dilakukan yaitu:

1. **Analisis daerah peralihan dan cara kerja persinyalan mekanik ke elektrik**

   Analisis ini dilakukan guna menjelaskan bagaimana daerah peralihan apa saja yang menyebabkan terjadinya gangguan di daerah peralihan dan cara kerja perangkat persinyalan mekanik ke elektrik di daerah peralihan

2. **Analisis deskriptif gangguan persinyalan**

   Analisis ini dilakukan guna mencari gangguan terbanyak yang sering terjadi di daerah peralihan kemudian menganalisis gangguan yang paling sering terjadi di wilayah kajian, penyebab terjadinya gangguan dan akibat yang ditimbulkan dari gangguan tersebut

3. **Analisis kehandalan sistem persinyalan**

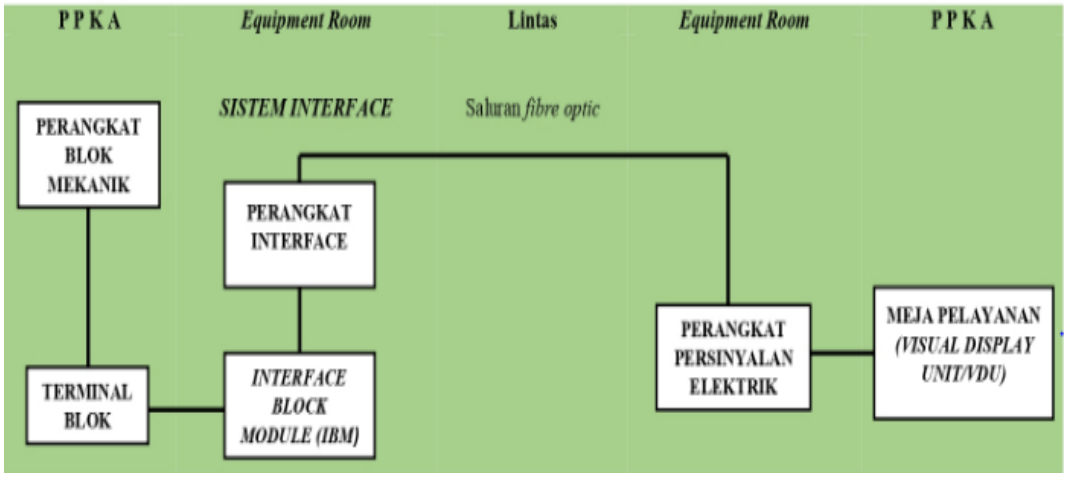
   Analisis ini dilakukan guna evaluasi atau memastikan bahwa sistem persinyalan berfungsi dengan baik dan aman.

.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis daerah peralihan dan cara kerja persinyalan mekanik ke elektrik

St. Tarahan menggunakan sistem persinyalan elektrik jenis SIL-02 sedangkan St. Sukamenanti masih menggunakan sistem persinyalan jenis Siemens and Halske. Untuk komunikasi antara persinyalan elektrik St. Tarahan dan persinyalan mekanik St. Sukamenanti menggunakan media komunikasi saluran Fiber Optik ditambahkan dengan sistem *interface* di Equipment Room (ER) St. Sukamenanti yang kemudian terhubung dengan perangkat blok St. Sukamenanti agar kedua stasiun dapat berkomunikasi. Perangkat interface terdiri dari relay interface dan remote I/O yang kemudian terhubung dengan Interface Block Module (IBM) sebagai perantara agar perintah dari terminal blok dapat diteruskan ke perangkat interface.

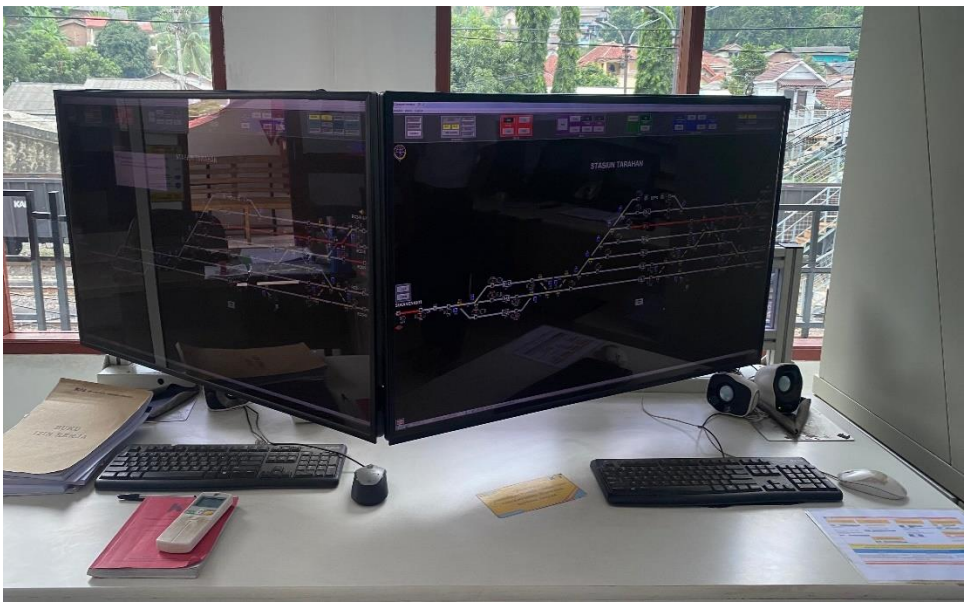


Cara Kerja Sistem Persinyalan Mekanik ke Elektrik

Untuk mengoperasikan persinyalan mekanik St. Sukamenanti dilakukan melalui ruang PPKA dengan menggunakan terminal/lemari blok yang terdiri dari dari bel panggil , tingkapan, indikator, serta handle untuk sinyal serta wesel. Indikasi yang tampil pada indikator terminal blok sebagai

acuan PPKA St. Sukamenanti dalam melayani KA yang merupakan hasil komunikasi sistem hubungan blok dengan stasiun yang terhubung dengan terminal blok tersebut yaitu St. Tarahan melalui sistem interface yang terdapat pada Equipment Room (ER) di St. Sukamenanti.

Untuk mengoperasikan persinyalan elektrik St. Tarahan dilakukan melalui ruang PPKA dengan menggunakan layer monitor atau visual display unit (VDU) yang terdapat tombol-tombol dan indikator yang dioperasikan menggunakan mouse. Indikasi yang tampil pada VDU sebagai acuan PPKA St. Tarahan dalam melayani KA yang merupakan hasil komunikasi sistem hubungan blok dengan stasiun terhubung dengan blok tersebut yaitu St. Sukamenanti melalui sistem kendali Himax yang terdapat pada Equipment Room (ER) di St. Tarahan.



Agar St. Sukamenanti dan St. Tarahan dapat berkomunikasi dipasangkan perangkat berupa sistem *Interface* yang terdapat pada Equipement Room (ER) St. Tarahan. Perangkat *Interface* teridiri dari *Relay interface, Remote* I/O yang kemudian terhubung dengan *Interface Block Module* (IBM) sebagai perantara agar perintah dari terminal blok dapat diteruskan ke perangkat interface.

Interface Block Module (IBM) adalah perangkat modul yang menghubungkan komponen dalam sistem persinyalan yang berbeda yaitu persinyalan mekanik ke elektrik.

Adapun komponen dan struktur Interface Block Module (IBM)

1. Processor: Komponen inti yang mengelola pertukaran data pengendalian operasional
2. Input/Output Interface: Port atau konektor yang menghubungkan modul ke subsistem lain seperti sensor, sinyal, dan sistem komunikasi
3. Memori: Menyimpan data operasional sementara untuk pemrosesan cepat dan efisien
4. Komunikasi: Protokol komunikasi yang memungkinkan transfer data antara IBM dan subsistem lainnya.

Remote I/O adalah perangkat yang dimana memungkinkan input dan output digital atau analog untuk dikendalikan atau dimonitor dari jarak jauh. Selain itu fungsi dari Remote I/O untuk mengendalikan perangkat seperti sinyal dan penghalang dari jarak jauh dan memantau kondisi lapangan secara realtime dari pusat kontrol.

Adapun komponen dari Remote I/O sebagai berikut;

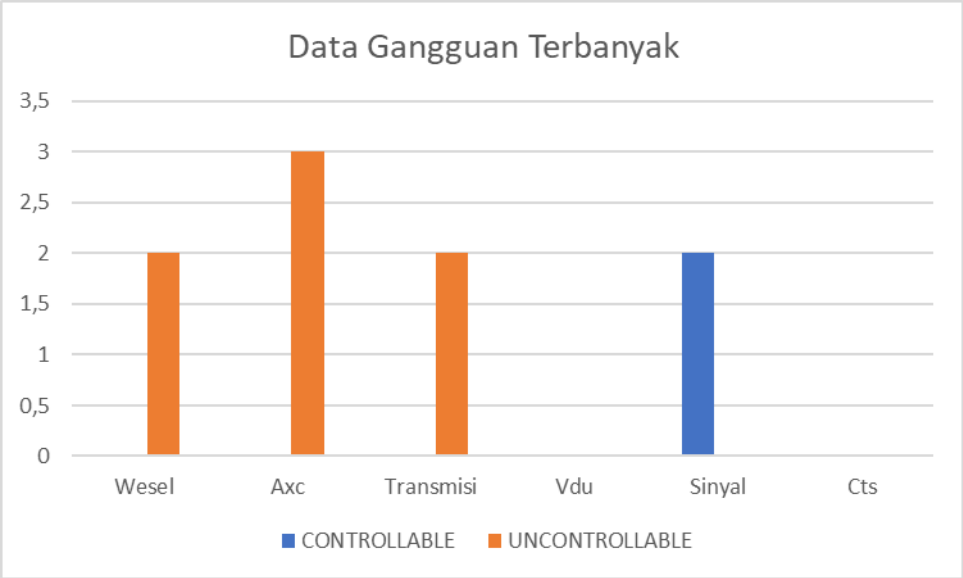
1. Modul I/O : Perangkat yang memiliki port untuk input dan output digital atau analog
2. Unit Komunikasi: Modul yang menghubungkan I/O ke jaringan komunikasi untuk mengirim dan menerima data.
3. Software Pengendali: Aplikasi yang mengelola dan mengontrol data serta perangkat yang terhubung ke Remote I/0

Analisis Gangguan Persinyalan

Berikut merupakan data gangguan fasilitas operasi yang didapat pada St. Sukamenanti – St. Tarahan. Data gangguan ini terjadi pada tahun 2023, data ini telah diolah dan digunakan untuk mencari data gangguan tertinggi nya.

NO	LOKASI	GANGGUAN	KELOMPOK ASET	MULAI	SELESAI	ASI (Me	PENYEBAB	TINDAK LANJUT	KLASIFIKASI	TANGGAL
1	St. Tarahan (Elektrik)	Axle counter ZP 25 dan 26A tiba tiba merah dikarenakan sistem error	PLSE	18.55	20.4	109	Kondisi cuaca hujan deras	Perbaikan komponen axle counter yang error	Uncotrollable	13-Mar-23
2	St. Tarahan (Elektrik)	Head Sensor pada axle counter pecah	PLSE	15.10	20.20	310	Disebabkan oleh otk meletakkan batu/ kaleng diatas head sensor	Melepaskan head sensor yang lama dan mengganti dengan yang baru	Uncotrollable	21-Jun-23
3	St. Tarahan (Elektrik)	Putusnya kabel transisi axle counter ZP 22B di km 6+600	PLSE	11.00	15.00	240	Terindikasi dipotong oleh otk	Penggantian kabel yang putus dengan segera	Uncotrollable	16-Sep-23
4	St. Sukamenanti (Mekanik)	Gangguan hubungan blok	TK	13.45	16.20	155	Saluran kabel FO terbakar oleh otk	Penyambungan kabel FO yang terbakar	Uncotrollable	12-Ags-23
5	St. Tarahan (Elektrik)	Wesel tidak bisa diarahkan ke belok	PLSE	17.00	17.40	40	Lidah wesel terganjal batu	Membersihkan batu dan percobaan pelayanan ulang	Uncotrollable	05-Des-23
6	St. Rengas (Mekanik)	Wesel 1 tidak bisa dilayani	PLSM	00.55	01.41	46	Indikasi lidah kanan (arah lurus) mundur	Koordinasi dengan pihak JJ dan dilakukan penyettingan	Uncotrollable	26-Nov-23
7	St.Bbu-St.Giham (Mekanik)	Hubungan blok Bbu-Giham	TK	16.50	18.00	70	Kabel FO putus antara bbu-giham terkena alat berat pekerjaan BH 309 (Satker)	Koordinasi dengan pihak satker dan kontraktor pelaksana untuk perbaikan kabel FO yang putus	Uncotrollable	19-Mei-23
8	St. Blimbingairkaka (Mekanik)	Handel sinyal tidak bisa dilayani karena kawat putus	PLSM	04.50	07.10	140	Ada Indikasi roda penghantar 10A2 di tiang sinyal diganjal kayu oleh otk	Penyambungan kembali saluran kawat yang putus	Uncotrollable	27-Jul-23
9	St. Airasam (Mekanik)	Sinyal masuk semboyan 5 tidak dapat dilayani	PLSM	23.30	00.10	40	Skarwil anjlok	Dinormalkan	Controllable	10-Feb-23
10	St. Garuntang (Mekanik)	St.Gr tidak bisa beri warta lepas ke St.Sukamenanti	PDSM	16.22	17.20	58	Pegas pal pencegah tekan ulang tersangkut di pembatas gerakan aret Sukamenanti	Membebaskan pegas pal pencegah tekan ulang	Controllable	04-Apr-23
11	St. Talangbaru (Mekanik)	St. Peninjauan tidak bisa beri aman ke ST. Talangbaru	PDSM	16.05	16.40	35	Saluran kabel blok short di sambungan bawah tanah	Menukar saluran kabel blok dengan spare kabel	Controllable	16-Sep-23

GANGGUAN	CONTROLLABLE	UNCONTROLLABLE
Wesel	0	2
Axc	0	3
Transmisi	0	2
Vdu	0	0
Sinyal	2	0
Cts	0	0
Pesawat Blok	2	0



Gangguan Controllable adalah gangguan yang dapat dikendalikan dimana penyebab nya dapat diprediksi atau dihindari melalui tindakan pencegahan atau perbaikan. Gangguan Uncontrollable adalah gangguan yang tidak dikendalikan dimana penyebabnya berada diluar kendali langsung dan sulit untuk di hindari atau diprediksi. Berikut merupakan contoh gangguan persinyalan :

Gangguan persinyalan axle counter tiba-tiba merah dikarenakan sistem error dimasukan kedalam kategori uncontrollable dikarenakan penyebab nya adalah faktor cuaca yaitu hujan deras, dimana faktor cuaca sulit untuk dihindari atau di prediksi

Gangguan persinyalan Gangguan hubungan blok masuk dalam kategori uncontrollable disebabkan kabel terbakar oleh orang tak dikenal, gangguan ini terjadi dapat disebabkan juga karena vandalism,korsleting (short circuit) ataupun kurang nya pengamanan di daerah tersebut.

Dari analisis diatas dapat disimpulkan bahwa yang memiliki gangguan terbanyak dari fasilitas operasi di daerah peralihan antara St. Sukamenanti – St. Tarahan adalah *axle Counter*. Dari analisis tersebut terjadinya kerusakan pada komponen axle counter diakibatkan oleh cuaca yang buruk dan vandalisme yang disebabkan banyaknya aktivitas warga disekitar. Adapun rincian gangguan axle counter yang terjadi:

1. Axle Counter ZP25 dan ZP 26A tiba-tiba merah dikarenakan sistem error disebabkan oleh faktor cuaca hujan deras
2. *Head Sensor* pada axle counter pecah disebabkan oleh vandalisme oleh orang tak dikenal
3. Putusnya kabel transisi axle counter ZP 22B di km 6+600 terindikasi dipotong oleh orang tak dikenal kemudian dilakukan perbaikan dengan penggantian kabel yang putus oleh resort sintelis IV.1 Tanjung Karang

Analisis Kehandalan Sistem Persinyalan St. Sukamenanti – St. Tarahan

Analisis kehandalan sistem persinyalan merupakan sebuah proses untuk memastikan sistem persinyalan bekerja secara handal dan aman di berbagai kondisi saat beroperasi. Tujuan dari analisis kehandalan sistem persinyalan ini sendiri untuk mencegah kecelakaan, meminimalkan gangguan operasional, mengoptimalkan biaya pemeliharaan.

Berikut merupakan metode yang digunakan untuk menghitung kheandalan sistem persinyalan:

1. Mean Time Between Failures (MTBF)

Mean Time Between Failures merupakan metode untuk mengukur kehandalan suatu komponen. MTBF menunjukan waktu antara dua gangguan atau kegagalan selama operasi, yang memberitahu handal atau tidak sistem tersebut.

2. Mean Time To Repair (MTTR)

Mean Time To Repair merupakan ukuran statistik yang menggambarkan rata rata waktu yang diperlukan untuk memperbaiki suatu sistem atau komponen setelah terjadi gangguan. Ini mencakup semua waktu yang dihabiskan mulai dari identifikasi masalah, pengambilan langkah perbaikan, hingga sistem kembali beroperasi secara normal.

Waktu operasi	: 24 jam / Hari (KA Babaranjang beroperasi24 jam)
	: 24 jam x 365 hari
	:8.760 jam / Tahun
Kegagalan	: 5 Gangguan (Gangguan pada daerah peralihan tahun 2023)
MTBF	: 8.760 jam / 5 kejadian = 1.752 jam (sistem mengalami satu kegagalan setiap 1.752 jam operasi)
MTTR	: Total Waktu Perbaikan / Jumlah Kegagalan
	: 15 Jam / 5 = 3 jam
Tingkat Keandalan	: MTBF / MTBF+MTTR
	: 1.752 Jam / 1755 Jam = 0.9982 atau 99.82%

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa keandalan sistem persinyalan di daerah persinyalan antara St. Sukamenanti – St. Tarahan memiliki *Availability* keandalan sekitar 99.82%. Namun masih terdapat gangguan persinyalan yang disebabkan oleh vandalisme di daerah peralihan hal itu dikarenakan kurangnya pehamanan masyarakat setempat tentang bagaimana bahaya suatu komponen prasarana Kereta Api jika mengalami kerusakan.

KESIMPULAN

1. Dari analisis kehandalan persinyalan antara Stasiun Sukamenanti-Tarahan dari mekanik ke elektrik dapat disimpulkan memiliki *availability* keandalan sistem persinyalan sekitar 99.82%. Namun masih terdapat gangguan Controllable dan Uncotrollable yang disebabkan oleh vandalism dan faktor cuaca.
2. Daerah peralihan antara St. Sukamenanti – St. Tarahan merupakan area yang krusial dan rawan terjadinya gangguan sistem persinyalan yang disebabkan oleh faktor cuaca seperti hujan deras,angin badai, banjir dan tanah longsor dan vandalisme
3. Tindakan yang dapat dilakukan untuk mengatasi gangguan persinyalan yaitu melakukan pemeliharaan secara rutin dan berkala pada semua komponen sistem persinyalan untuk menjaga kondisi fisik komponen agar dapat bekerja dengan baik dan melakukan pengecekan sejak dini pada komponen untuk meminimalisir gangguan sejak dini yang disebabkan vandalisme dan faktor cuaca sebelum berkembang menjadi gangguan besar

SARAN

1. Dilakukan nya pemeliharaan rutin dan inspeksi terjadwal oleh Resort Sintelis IV.1 Tanjung Karang untuk memastikan bahwa semua komponen-komponen persinyalan berfungsi dengan baik dan segera menangani masalah yang terdeteksi nantinya. Penggunaan teknologi

yang canggih atau terbaru dan memberikan pelatihan secara berkala untuk staf operasional dan pemeliharaan mengenai prosedur terbaru agar kehandalan sistem persinyalan tetap berfungsi secara baik,aman dan minim risiko kerusakan.

2. Daerah peralihan merupakan daerah rawan dimana terdapat banyak aktivitas warga disekitar jalan rel desebabkan wilayah sekitar area tersebut belum steril. Saran yang disampaikan penulis yaitu mensosialisasikan bahaya jika komponen persinyalan rusak yang dapat menyebabkan risiko kecelakaan dan mempertegas jika melakukan vandalisme akan mendapatkan hukuman sesuai undang-undang yang berlaku melalui daapat melalu tanda yang dipasang disekitar jalan rel,poster,sosoalisasi dll didaerah peralihan.
3. Untuk meminimalkan risiko gangguan sistem persinyalan di peralihan tersebut yaitu dengan memasang sensor atau kamera (CCTV) pada daerah rawan untuk memantau kondisi jalur disekitar daerah peralihan,penambahan sumber daya manusia keamanan dan memasang tanda himbauan atau larangan agar tidak melakukan vandalisme disekitar jalan rel.

REFERENSI

___,Kementerian Perhubungan, (2007). Undang-undang Republik No. 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

___,Kementerian Perhubungan, (2011). Peraturan Menteri No. 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

___,Kementerian Perhubungan, (2012). Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

___,Kementerian Perhubungan, (2018). Peraturan Menteri No. 44 tahun 2018 tentang Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan Perkeretaapian. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

___,Kementerian Perhubungan, (2018). Peraturan Menteri No. 45 tentang Persyaratan Teknis Peralatan Telekomunikasi Perkeretaapian. Jakarta : Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

___,PT.KAI, Peraturan Direksi 2011 tentang Pedoman Pemeriksaan dan Perawatan *Signalling, Telecomunication, And Electricity.*

Grzegorz kaczor, Maciej szkoda, Magdalena machno, 2023. Hazard and Risk Analysis Of Railway Vehicle Control Systems According To Safety Integrity Levels, Cracow University Of Technology, Polandia.

Kominte Nasional Keselamatan Transportasi. 2024. Laporan Investigasi Kecelakaan Perkeretaapian, Jakarta, Indonesia.

Nur Fadilah Fatma, Henri Ponda, Rizky Aditya Kuswara. 2020, Analisis Preventive Maintenance dengan metode menghitung mean time between failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR), Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Tangerang, Tangerang.

Wahyuningsih, Dewi, Mukhlis, dan Poniran 2023. Lampung dalam angka 2023. Lampung : BPS Provinsi Lampung

Resort Sintelis Tanjung Karang. 2023. Gangguan Sintelis Divre IV Tanjung Karang : Resort Sintelis Tanjung Karang

Divisi Regional IV Tanjung Karang. 2024. Peta Aset Sintelis DIVRE IV Tanjung Karang. Lampung : Unit Sintelis Divre IV Tanjung Karang