

# Analisis Pendeksi Kereta Api Dengan Axle Counter Altopro Pada Sistem Persinyalan SIL-02

Muhammad Alhan<sup>1</sup>, Yaya Finayani<sup>2</sup>, Pramudya Bagas Utomo<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Politeknik Pratama Mulia Surakarta

<sup>3</sup>PT. KAI

email: <sup>1</sup>yuesss08@gmail.com, <sup>2</sup>yyfinayani@yahoo.com, <sup>3</sup> pramudyabagas5@gmail.com

## ABSTRACT

*Signaling System is a means to maintain safety and regulate efficient and effective train operations by dividing space and time. SIL-02 (System Interlocking Len-02) electrical signaling system uses electric power to control signal aspects and direction of money orders, one type of electrical signaling equipment developed by PT. Len Industri (Persero) and the detection of the presence of the train used is the Altopro axle counter. The purpose of writing this case study is to analyze the working principle of the Altopro axle counter on the SIL-02 signaling system and how to handle and repair the Altopro axle counter.*

*The case analysis was carried out in the working area of UPT (Technical Implementation Unit) Sintelis Resort 6.4 Brambanan PT. KAI DAOP 6 Yogyakarta which often has interference with the Altopro axle counter which can result in delays in train travel. Data collection techniques used are field observation, interviews with synthetic employees, and collection of documents related to the Altopro and SIL-02 axle counters.*

*From the results of the case study, it can be seen that the working system of the Altopro axle counter device has a good level of reliability as a train presence detection device for train signaling systems. It has several advantages such as the configuration of the track section on the BO23-UNUR, the seven segment MPU display module can monitor how many train wheels are detected, and the last one has a data logger on the MPU that can be accessed with BO23 Diagnostics software. However, this device is too vulnerable when installed in areas that are prone to vandalism or damage to signaling equipment, especially the ZK24-2 sensor head.*

Keywords: SIL-02 (System Interlocking Len-02), axle counter Altopro, repair.

## INTISARI

Sistem Persinyalan adalah suatu sarana untuk menjaga keselamatan dan mengatur operasi kereta api yang efisien dan efektif dengan jalan membagi ruang dan waktu. SIL-02 (System Interlocking Len-02) sistem persinyalan elektrik menggunakan tenaga listrik untuk mengendalikan aspek sinyal dan arah wesel, salah satu tipe peralatan persinyalan elektrik yang dikembangkan oleh PT. Len Industri (Persero) dan pendekripsi keberadaan kereta yang digunakan yaitu axle counter Altopro. Tujuan penulisan studi kasus ini adalah menganalisis prinsip kerja dari axle counter Altopro pada sistem persinyalan SIL-02 dan bagaimana penanganan dan perbaikan pada axle counter Altopro.

Analisis kasus ini dilaksanakan di wilayah kerja UPT (Unit Pelaksana Teknis) Resor Sintelis 6.4 Brambanan PT. KAI DAOP 6 Yogyakarta yang sering terjadi gangguan pada axle counter Altopro yang dapat mengakibatkan keterlambatan perjalanan kereta api. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi dilapangan, wawancara kepada pegawai sintelis, dan pengumpulan dokumen yang berkaitan dengan axle counter Altopro dan SIL-02.

Dari hasil analisis kasus dapat diketahui bahwa sistem kerja perangkat axle counter Altopro memiliki tingkat keandalan bagus sebagai perangkat pendekripsi keberadaan kereta untuk sistem persinyalan kereta. Memiliki beberapa keunggulan seperti konfigurasi track section pada BO23-UNUR, pada modul MPU display seven segment dapat memantau berapa jumlah yang roda kereta yang terdeteksi, dan yang terakhir memiliki data logger pada MPU yang dapat diakses dengan software BO23 Diagnostics. Namun perangkat ini terlalu rawan apabila dipasang pada daerah yang rawan terjadinya vandalisme atau perusakan terhadap peralatan persinyalan terutamanya head sensor ZK24-2.

**Kata Kunci:** SIL-02 (System Interlocking Len-02), axle counter Altopro, perbaikan.

## I. Pendahuluan

Perkeretaapian di Indonesia semakin maju, pengembangan terus dilakukan oleh PT. Kereta Api Indonesia (KAI) hal ini dilakukan dengan semakin banyaknya publik yang memakai jasa kereta api sehingga PT KAI meningkatkan fasilitas-fasilitas yang memadai serta mencukupi, peningkatan mutu keamanan serta pelayanan yang baik dan nyaman nsupaya publik lebih yakin serta memilih memakai jasa transportasi kereta api. Hal ini selaras dengan UU Nomor. 23/2007 tentang perkeretaapian, yaitu "Perkeretaapian sebagai salah satu moda transportasi memiliki karakteristik dan keunggulan khusus, terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut, baik orang maupun barang secara massal, menghemat energi, menghemat penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan yang tinggi, memiliki tingkat pencemaran yang rendah, serta lebih efisien dibandingkan dengan moda transportasi jalan untuk angkutan jarak jauh dan untuk daerah yang padat lalu

lintasnya, seperti angkutan perkotaan. Dengan keunggulan dan karakteristik perkeretaapian tersebut, peran perkeretaapian perlu lebih ditingkatkan dalam upaya pengembangan sistem transportasi nasional secara terpadu. Untuk itu, penyelenggaraan perkeretaapian yang dimulai dari pengadaan, pengoperasian, perawatan, dan pengusahaan perlu diatur dengan sebaik-baiknya sehingga dapat terselenggara angkutan kereta api yang menjamin keselamatan, aman, nyaman, cepat, tepat, tertib, efisien, serta terpadu dengan moda transportasi lain. Dengan demikian, terdapat keserasian dan keseimbangan beban antarmoda transportasi yang mampu meningkatkan penyediaan jasa angkutan bagi mobilitas angkutan orang dan barang".

Kereta api mempunyai karakteristik spesial, dibandingkan dengan angkutan darat yang lain, yakni bergerak diatas rel serta dalam satu petak jalur bebas hanya satu kereta yang boleh melewatinya, sehingga diperlukannya suatu sistem persinyalan. Sistem Persinyalan adalah suatu sarana untuk

menjaga keselamatan dan mengatur operasi kereta api yang efisien dan efektif dengan jalan membagi ruang dan waktu (Direktorat Pengelolaan Prasarana PT.Kereta Api Indonesia (PERSERO), 2017). Perangkat persinyalan memiliki berbagai macam bentuk yaitu, persinyalan mekanik, persinyalan elektromekanik dan persinyalan elektrik. Persinyalan mekanik dan elektromekanik dalam pengoperasiannya menggunakan tenaga manusia secara langsung untuk menendalikan aspek sinyal, dan arah wesel salah satu tipe peralatan persinyalan mekanik adalah peralatan persinyalan S & H (SIEMENS & HALSKE). Sedangkan pada peralatan persinyalan elektrik menggunakan tenaga listrik untuk mengendalikan aspek sinyal dan arah wesel, salah satu tipe peralatan persinyalan elektrik yang dikembangkan oleh PT. Len Industri (Persero) dan sekarang digunakan oleh anak perusahaannya yaitu PT. LRS (Len Railway Systems), nama dari sistem persinyalan tersebut adalah SIL-02 (System Interlocking Len-02).

Peralatan persinyalan SIL-02, sistem ini sudah memenuhi syarat dari pemerintah merujuk pada PP No. 56 Tahun 2009 tentang penyelenggaraan perkeretaapian pasal 126 ayat 6 yaitu “Sistem peralatan persinyalan elektrik harus memenuhi syarat tahan terhadap cuaca, tingkat keandalan tinggi, menggunakan teknologi yang terbukti aman, keselamatan, mudah perawatannya, dan dilengkapi dengan sistem proteksi terhadap petir.” (PP No. 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian, 2009). Perangkat persinyalan SIL-02 sudah dilengkapi dengan peralatan untuk menunjang keselamatan kereta api, seperti perangkat luar (outdoor equipment) yaitu: train detection (pendeteksi kereta), point machine atau penggerak lidah wesel elektrik, dan sinyal elektrik. Perangkat dalam (indoor equipment) yaitu: power system atau catu daya, interlocking elektrik sistem, data logger, peralatan blok, perangkat telekomunikasi dan panel pelayanan LCP (Local Control Panel) atau VDU (Visual Display Unit) yang dioperasikan oleh Pengatur Perjalanan Kereta Api (PPKA).

Pengertian dari Interlocking merupakan peralatan yang bekerja saling bergantung satu sama lain yang berfungsi membentuk, mengunci, dan mengontrol untuk mengamanakan rute kereta api yaitu petak jalan rel yang akan dilalui kereta api. sebagai suatu sistem yang bertujuan untuk mencegah terjadinya tabrakan melalui suatu peralatan persinyalan seperti track detection, point machine dan lampu sinyal. Interlocking elektrik jenis ini menggunakan tenaga listrik untuk semua komponen peralatan interlocking. Pendeksi keberadaan kereta (train detection) digunakan juga untuk merupakan syarat untuk mengontrol sinyal dan perjalanan kereta, terdapat dua macam jenis perangkat train detection yaitu *track circuits* dan *axle counter*. Beberapa macam pengaplikasian train detection yaitu sebagai pengaman sistem blok, level crossing, dan sebagai indikasi terdeteksi/tidak terdeteksi kondisi track pada LCP atau VDU sebagai contoh dari perangkat axle counter yaitu Altpro, Siemens, Thales, dan Fraucher.

Sistem pengamanan blok pada antar stasiun memiliki fungsi utama yaitu harus dapat menjamin keamanan perjalanan kereta api di petak blok dengan cara, hanya mengizinkan satu kereta api yang boleh berjalan di dalam petak blok sesuai dengan arah perjalanan kereta api (Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2019). Dalam upaya untuk meningkatkan keamanan perjalanan kereta api perlunya sistem pedeteksi kereta (train detection system) berfungsi untuk

mengetahui atau mendeteksi keberadaan kereta dalam sebuah petak jalan (track section) yang terhubung ke sistem interlocking.

Dari latar belakang yang dijelaskan di atas penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi dan analisa mengenai bagaimana cara menangani gangguan pada axle counter Altpro yang pernah terjadi pada wilayah kerja UPT (Unit Pelaksana Teknis) Resor Sintelis 6.4 Brambanan. Untuk pemahaman lebih mengenai sistem persinyalan Sistem Interlocking LEN 02 (SIL-02) terutama pada pendeksi kereta api axle counter Altpro, sistem hubungan blok antar stasiun dan pembentukan rute dapat dikatakan aman ketika petugas PPKA memberangkatkan kereta.

## II. Tinjauan Pustaka

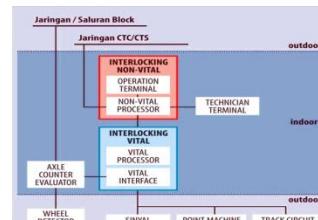
Persinyalan Kereta Api adalah suatu sarana untuk menjaga keselamatan dan mengatur operasi kereta api yang efisien dan efektif dengan jalan membagi ruang dan waktu. Persyaratan umum sistem persinyalan kereta api adalah:

- a. Syarat utama sistem persinyalan yang harus dipenuhi adalah azas keselamatan (fail safe) kereta api.
- b. Sistem persinyalan harus mempunyai keandalan tinggi dan memberikan aspek yang tidak meragukan.
- c. Susunan penempatan sinyal-sinyal di sepanjang jalan rel harus memberikan aspek menurut urutan dan aturan yang baku, tertulis pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 10 Tahun 2011 tentang persyaratan teknis peralatan persinyalan perkeretaapian. (PT. Len Railway Systems, 2005)

Peralatan persinyalan perkeretaapian adalah fasilitas pengoperasian kereta api yang berfungsi memberi petunjuk atau isyarat yang berupa warna, cahaya atau informasi lainnya dengan arti tertentu dan sinyal adalah alat atau perangkat yang digunakan untuk menyampaikan perintah bagi pengatur perjalanan kereta api dengan peragaan, warna dan/atau bentuk informasi lain. (PT. Kereta Api Indonesia (Persero), 2010)

### A. Sistem Interlocking Elektrik

Definisi dari Interlocking merupakan peralatan yang bekerja saling bergantung satu sama lain yang berfungsi membentuk, mengunci, dan mengontrol untuk mengamanakan rute kereta api yaitu petak jalan rel dan petak blok yang akan dilalui kereta api. (Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2018)

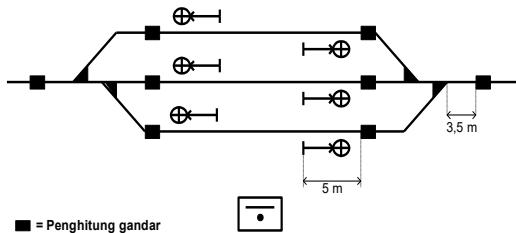


Gambar 1 Bagian-bagian pada sistem persinyalan SIL-02.

### B. Pendeksi Kereta (Train Detection)

Sistem pendeksi kereta api ini berfungsi untuk mengetahui/mendeteksi keberadaan kereta/gandar pada sebuah jalur kereta api baik diemplasemen stasiun maupun di petak jalan yang terhubung ke sistem interlocking dan digunakan juga untuk mengontrol sinyal dan petak jalan yang

akan dilewati oleh kereta. Macam jenis dari train detection yaitu track circuit dan axle counter pengaplikasian dari train detection untuk block system, level crossing, Indikasi terdeteksi/tidak terdeteksi kondisi pada track pada LCP atau VDU. (PT. Len Railway Systems, 2005)



Gambar 2 letak dari axle counter diemplasemen stasiun

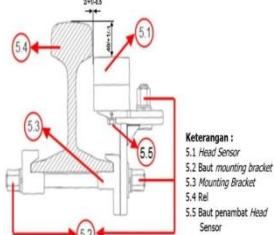
Prinsip dari penghitung gandar/axle counter pada setiap ujung awal dan akhir dari setiap petak jalan ada sebuah counting head yang ditunjukkan pada gambar 2. Alat ini mendeteksi semua roda (gandar) kereta yang melaluinya, sesuai arah dari perjalanan kereta. Setiap counting head/head sensor dihubungkan ke unit evaluasi/evaluator hubungan ini memberikan catu daya dan mengirimkan informasi yang relevan yaitu gandar yang melintas ke unit evaluasi.

Prinsip kerja axle counter sebagai berikut :

- Menghitung gandar dalam satu section (area).
- Membandingkan gandar yang masuk dan gandar yang keluar.
- Track section “aman” jika selisih = 0.
- Track section “tidak aman” jika selisih  $\neq 0$ .

### C. Perangkat Outdoor (Modul VUR dan ZK24-2)

Peralatan outdoor atau peralatan yang dipasang pada lintas/lapangan terdiri dari 2 perangkat yaitu ZK24-2 dan VUR. ZK24-2 berfungsi sebagai pendeksi gandar/roda kereta yang dipasang pada bagian dalam rel dengan mounting bracket berpenjepit, pemasangan dari VUR. ZK24-2 ditunjukkan pada gambar 3 sedangkan untuk sensor ZK24-2 ditunjukkan seperti pada gambar 4 perangkat ini memiliki struktur ganda deteksi roda (dua sistem penginderaan dalam satu kotak yaitu system H dan system L) yang berfungsi untuk mendeksi benda besi yang ada diatasnya sebagai pembacaan roda kereta yang akan dilintasi dari H atau dari L terlebih dahulu karena akan mempengaruhi sistem penghitungan gandar pada evaluator BO23.

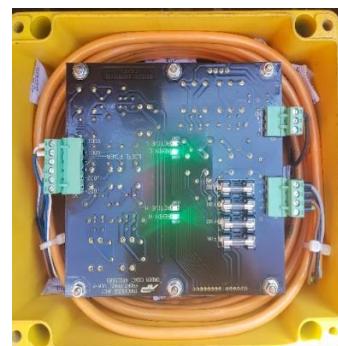


Gambar 3 Jarak standar vertical dan horizontal sensor terhadap rel.



Gambar 4 Head Sensor ZK24-2

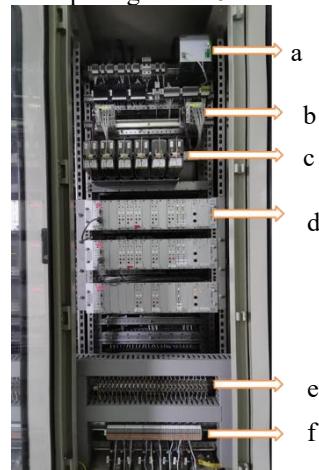
Modul VUR ditunjukkan pada gambar 5, modul VUR ini berfungsi sebagai memasok daya dan mengontrol head sensor ZK24-2 dan mengirimkan sinyal modulasi yang menyimpan informasi dari kedua sistem sensor dan mengirimkannya menggunakan 2 kabel pengantar dan menghubungkannya dengan perangkat indoor yaitu evaluator BO23. Selain sebagai pengirim sinyal modulasi ke modul VUR, 2 kabel pengantar tadi juga sebagai penerima tegangan DC dari evaluator BO23 untuk VUR dan head sensor ZK24-2.



Gambar 5 Modul VUR

### D. Susunan Peralatan Rack ACR Indoor

Perangkat yang ada pada rack ACR (Axe Counter Rack) selain Evaluator BO23 terdapat beberapa perangkat lain seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6 Susunan peralatan Axle Counter Rack (ACR).

#### Keterangan Gambar

- a. PSU 24VDC Phoenix: Untuk mensupply tegangan ke seluruh modul yang ada di Evaluator BO23.
- b. Fuse Terminal Blok: Fuse pengaman untuk relay track section pada Evaluator BO23.
- c. Beckhoff BK3100: Sebagai remote I/O yang meneruskan data (konverter analog to digital) dari relay QNN1 ke Beckhoff lalu

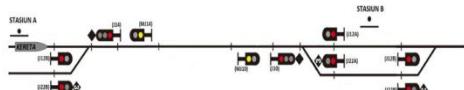
informasi data dilanjutkan ke rack PLC Siemens yang ada pada Control Processing Rack.

- d. Relay tipe QNN1: Sebagai interface dari Evaluator BO23 ke remote I/O Beckhoff.
- e. Evaluator ALTPRO BO23

### E. Jenis Hubungan Blok Antar Stasiun

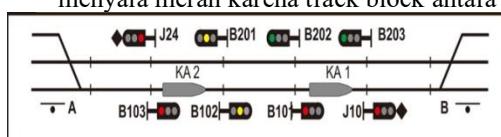
Sistem pengamanan blok pada antar stasiun memiliki fungsi utama yaitu harus dapat menjamin keamanan perjalanan kereta api di petak blok dengan cara, hanya mengizinkan satu kereta api yang boleh berjalan di dalam petak blok sesuai dengan arah perjalanan kereta api (Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2018). Ada dua jenis sistem blok yaitu:

1. Fixed block yaitu suatu sistem yang menjamin aman dengan membagi petak jalan menjadi beberapa bagian blok yang panjang dan lokasinya tertentu di mana hanya satu kereta dalam satu blok. Fixed Block terdiri atas:
  - a. Sistem blok tertutup yaitu suatu pengoperasian kereta api yang menganut prinsip, bahwa untuk memasukan kereta api ke dalam blok tersebut harus meminta izin terlebih dahulu dari stasiun tujuan atau tergantung kondisi petak blok di depannya, karena kedudukan normal aspek sinyal asal berindikasi "berhenti", (Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2018) pada gambar 7 merupakan sistem dari blok terbuka.



Gambar 7 Sistem blok tertutup.

- b. Sistem blok terbuka yaitu suatu pengoperasian kereta api yang menganut prinsip, bahwa untuk memasukan kereta api ke dalam blok tersebut tidak perlu meminta izin terlebih dahulu dari stasiun tujuan atau tergantung kondisi petak blok di depannya, karena kedudukan normal aspek sinyal asal berindikasi "berjalan". (Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2018) Seperti yang ditunjukkan pada gambar 8 kereta 1 dan kereta 2 tidak akan terjadi tabrakan karena lampu sinyal B102 menyala kuning dan sinyal B10 menyala merah karena track block antara B10.



Gambar 8 Sistem blok terbuka.

2. Moving block yaitu suatu sistem yang menjamin aman dengan membagi petak jalan menjadi beberapa bagian blok yang panjang dan lokasinya berubah-ubah tergantung kecepatan dan posisi kereta api yang bersangkutan dan kereta api yang di depannya. Moving block berada di sepanjang jalur kereta api dan sarana (indikator sinyal berada di kabin), hubungan dengan sarana menggunakan frekuensi radio. Moving block

saat ini diterapkan untuk operasi pada MRT Jakarta dan direncanakan diterapkan pada LRT Jabodebek. (Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2019) Gambaran mengenai moving block dapat dilihat pada gambar 9



Gambar 9 Sistem moving block.

### III. Metode Penelitian

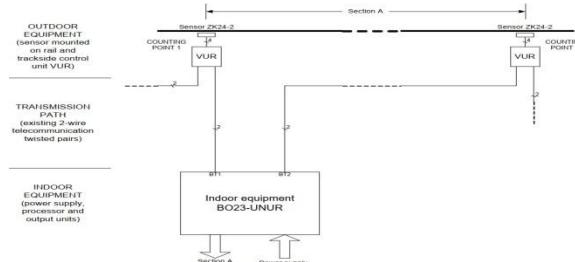
Penelitian ini menggunakan metode pendekatan mengacu pada landasan peraturan yang sudah ada, landasan teori yang sesuai dengan studi kasus yang dilakukan dan pekerjaan yang dilakukan di lingkup kerja UPT (Unit Pelaksana Teknis) Resor Sintelis 6.4 Brambanan. Kedua faktor tersebut digunakan sebagai landasan untuk mendukung pengumpulan data, pembahasan, penganalisaan dan pemecahan masalah.

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini berdasarkan pengambilan data dari data primer maupun data sekunder dan berdasarkan metode kepustakaan. Metode kepustakaan yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data dan informasi berdasarkan literatur, buku-buku referensi tentang sistem persinyalan SIL-02, dan peraturan terkait pengoperasian kereta api. Pengamatan cara kerja peralatan axle counter Altpro pada persinyalan SIL-02 dilakukan yang masuk pada wilayah UPT (Unit Pelaksana Teknis) Resor Sintelis 6.4 Brambanan. Analisa bentuk desain sistem pendekripsi axle counter Altpro.

Tempat penelitian berada di UPT (Unit Pelaksana Teknis) Resor Sintelis 6.4 Brambanan adalah bagian dari Daop 6 Yogyakarta yang bertanggung jawab atas peralatan sinyal, telekomunikasi dan listrik umum untuk fasilitas operasi kereta api dimana lingkup wilayah pemeliharaan peralatan dari Stasiun Srowot sampai Intermediate Blok Janti atau dari KM 138+482 s.d KM 165+774. UPT. Resor Sintelis 6.4 Brambanan memiliki kegiatan yang meliputi perawatan dan perbaikan peralatan persinyalan, telekomunikasi, JPL atau pintu perlintasan dan listrik umum untuk fasilitas operasi kereta api. Sebagai contoh dalam perawatan sensor pendekripsi roda kereta axle counter Altpro dan sistem interlockingnya dalam menghubungkan blok antar stasiun.

### IV. Hasil dan Pembahasan

#### A. Prinsip Kerja Altpro BO23 dan ZK24-2



Gambar 10 Cara kerja axle counter Altpro BO23 dan ZK24-2.

Dari gambar 10 terdapat Evaluator yang memberi supply ke modul VUR berupa tegangan yaitu 96 VDC melalui modul

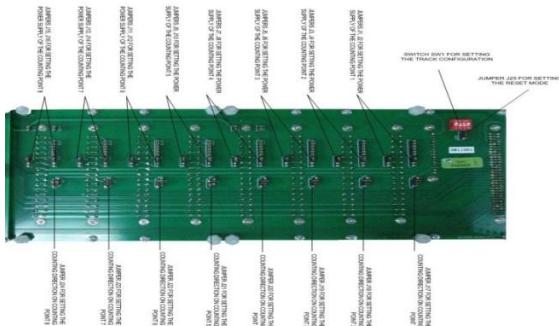
UNUR. Tegangan yang disupply ke modul VUR dan diolah untuk diturunkan tegangannya menjadi 24 VDC melalui rangkaian penurun tegangan yang ada didalamnya agar bisa di supply ke head sensor ZK24-2 yang membutuhkan tegangan sebesar  $20 \text{ VDC} \pm 5\%$  untuk dapat mengaktifkannya. Dari head sensor ZK24-2 ada tegangan balik (feedback) ke VUR sebesar  $4\text{VDC} \pm 10\%$ . Kemudian dari VUR memberikan tegangan balik (feedback) ke Evaluator BO23 berupa tegangan sinyal AC sebesar  $1100\text{mVAC} \pm 15\%$  yang akan dibaca dan dikirim ke Evaluator. Setelah di Evaluator, data tadi akan diterjemahkan oleh Modul UP (Unit Parameter) untuk masuk ke Modul MPU (Microprocessor Unit). Pada gambar diatas apabila terdapat kereta yang melewati counting point 2 maka display seven segment pada modul MPU akan menghitung naik sesuai dengan berapa gandar yang melewatinya. Display seven segment tidak akan menghitung turun sampai kereta melewati titik penghitungan/counting point 1. Dan track section dinyatakan clear jika jumlah gandar yang melewati titik penghitungan/counting point 2 sama dengan jumlah gandar yang melewati counting point 1 begitupun sebaliknya.

### 1. Pengaturan Konfigurasi Track Section pada BO23-UNUR

Mengacu pada buku Manual Maintenance Instruction (ALTPRO, 2011) konfigurasi track section mempunyai sembilan konfigurasi. Pemilihan konfigurasi untuk program pengoperasian pada Modul MPU (Pemrograman MPU) dilakukan dengan cara mengatur saklar SW1 4-bit yang terletak di sisi belakang perangkat BO23-UNUR seperti yang ditunjukkan pada gambar 11 dan gambar 3. Posisi saklar SW1 sebenarnya adalah bilangan biner 4-bit yang juga mewakili nomor konfigurasi trek section. Pada gambar 11 merupakan dua contoh untuk mengatur konfigurasi pada SW1.



Gambar 11. Perangkat BO23-UNUR dengan modul ZAG2Z



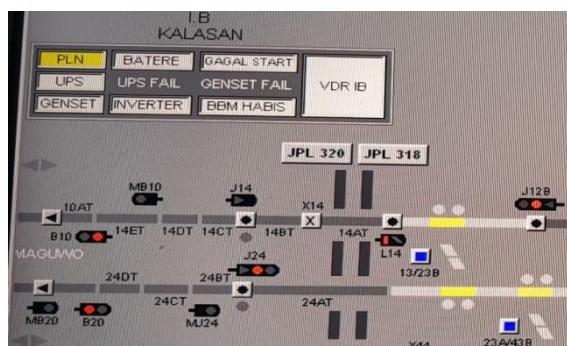
Gambar 12 Perangkat BO23-UNUR tanpa modul ZAG2Z.

### B. Prinsip Kerja Informasi Blok Antar Stasiun

Pada lintas Solo sampai Yogyakarta menggunakan sistem pengaman blok tertutup, informasi blok adalah data yang dikirim dari satu stasiun ke stasiun lainnya, seperti kedatangan

kereta atau kondisi track block dan panah pembentukan rute pada stasiun sebelah. Pada informasi blok sendiri terdiri dari tiga bagian yaitu:

1. Opposed Signal (OS) Track adalah track section yang dimulai dari axle counter yang terletak  $\pm 22$  meter dari wesel ujung terluar sampai axle counter  $5$  meter dibelakang sinyal masuk.
2. Approach Track yaitu dimulai dari axle counter yang terletak  $5$  meter dibelakang dari sinyal masuk sampai axle counter yang terletak  $200$  meter dari sinyal muka.
3. Track Block yaitu dimulai dari axle counter yang terletak  $200$  meter dari sinyal muka sampai axle counter sinyal muka stasiun sebelahnya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 13 penjelasan mengenai bagian informasi track block.



Gambar 13 Bagian Informasi track block.

Pada gambar 13 yang pertama pada track section 24AT merupakan bagian dari OS Track terdiri dari axle counter ZP 24A wesel ujung terluar dan ZP 24B sinyal masuk, kedua pada track section 24BT merupakan bagian dari Approach Track terdiri dari axle counter ZP 24B sinyal masuk dan ZP 24C sinyal muka, ketiga pada track section 24CT merupakan bagian dari Track Block terdiri dari axle counter ZP 24C sinyal muka Brambanan sampai dengan ZP 20A milik stasiun Maguwo, dan yang terakhir indikasi panah merupakan pemberitahuan dari mana arah/rute kedatangan atau keberangkatan kereta dan pemberitahuan sebagai warta lepas kereta.

### C. Syarat Pembentukan Rute Aman Memberangkatkan Kereta

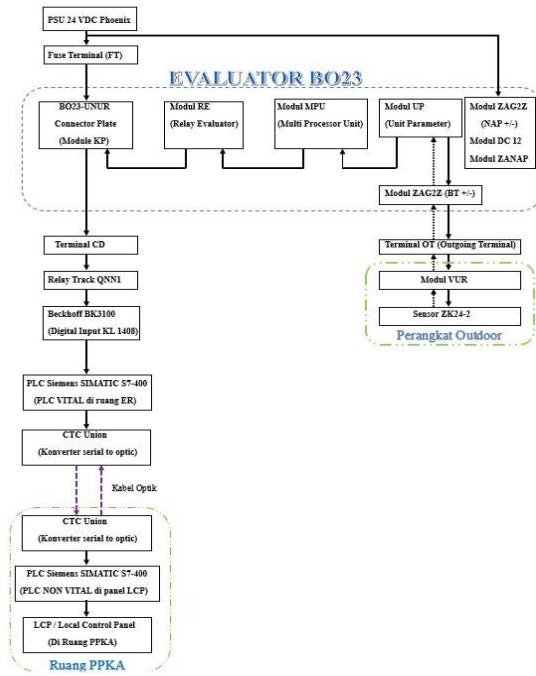
Syarat PPKA dalam memberangkatkan kereta atau mengatur pembentukan rute dapat dikatakan aman sehingga kereta dapat diberangkatkan ke stasiun tetangga yaitu:

1. Kondisi dari tiga track section (Opposed Signal (OS) Track, Approach Track, Track Block ) tidak ada kereta atau tidak terjadi gangguan track.
2. Profing ECR sinyal masuk pada stasiun tujuan tidak mengalami gangguan seperti lampu LED padam 3 segment atau lampu LED padam.
3. Pada stasiun yang dituju tidak sedang membuat rute arah yang sama dari stasiun keberangkatan.

Apabila rute berangkat dapat dibentuk (baik rute aman ataupun rute darurat) maka dikirimkan “indikasi rute terbentuk” (Kereta siap berangkat) dari stasiun berangkat ke stasiun tujuan dan terbentuk indikasi panah kuning. Indikasi panah kuning akan berganti merah apabila kereta sudah melewati OS Track pada stasiun keberangkatan. Indikasi

panah merah akan menghilang apabila kereta sudah masuk ke emplasemen stasiun tujuan dan kondisi dari petak jalan track block (Opposed Signal (OS) Track, Approach Track, Track Block) sudah tidak merah atau clear tidak ada kereta.

#### D. Blok Diagram Sistem Kerja Axel Counter Pada SIL 02



Gambar 14 Blok diagram Axel Counter terhadap SIL 02

Penjelasan mengenai gambar 14 diatas dapat kita lihat bahwa PSU 24 VDC mensupply tegangan ke seluruh rak evaluator melalui terminal NAP +/- didalam modul ZAG2Z (sebagai pengaman). Kemudian masuk ke DC12 ZANAP di Evaluator untuk mensupply tegangan ke seluruh modul di evaluator. Selanjutnya modul UP akan menghasilkan tegangan 96 VDC untuk mengaktifkan perangkat outdoor (VUR) melalui terminal BT+/- didalam modul ZAG2Z (sebagai pengaman). Didalam modul VUR tegangan diturunkan dari 96 VDC ke 24 VDC untuk mengaktifkan modul VUR. Kemudian dari 24 VDC tadi dipakai 20 VDC  $\pm$  5% untuk mengaktifkan head sensor ZK24-2. Selanjutkan head sensor mengirim tegangan balik sebesar 4 VDC  $\pm$  10% ke VUR sebagai indikasi bahwa head sensor bekerja. Dari VUR memberikan tegangan balik (feedback) ke Evaluator BO23 berupa tegangan sinyal AC sebesar 1100mVAC  $\pm$  15% yang akan diterima oleh modul UP. Tegangan tadi akan diolah lagi kemudian di sampaikan informasinya ke modul MPU. Pada saat modul MPU memproses perhitungan pada display seven segment akan mulai menghitung apabila head sensor ZK24-2 dilewati roda kereta api.

Selanjutnya modul MPU (Microprocessor Unit) memerintahkan ke modul RE sebagai relay track section internal pada evaluator. Apabila kondisi head sensor ZK24-2 tidak terduduki atau tidak mendeteksi adanya gandar kereta maka modul MPU akan memberikan perintah ke modul RE (relay track section internal Evaluator) untuk memberikan indikator led hijau menyala yang berarti track section kosong atau "clear". Namun jika kondisi head sensor ZK24-2 terduduki atau mendeteksi adanya gandar kereta yang lewat

maka modul MPU akan memberikan perintah ke modul RE (relay track section internal Evaluator) untuk memberikan indikator led hijau menyala yang berarti track section terisi atau "occupied".

Kondisi modul RE ini dimanfaatkan untuk mengambil kontak jari (relay track section internal Evaluator) yang terletak pada Connector Plate (module KP) untuk instalasi pemasangannya seperti yang sudah ditunjukkan pada gambar 4. 16. Pada Relay Track QNN1 hanya memberikan informasi ulang dari modul RE, namun pada kontak jari NO dari Relay Track QNN1 diambil untuk memberikan sinyal masukan ke Remote I/O Beckhoff dengan cara mengambil tegangan polaritas positif 24 VDC dari terminal pada rack CPR kemudian dihubungkan seri dengan kontak NO pada Relay Track QNN1 kemudian keluarannya dihubungkan dengan Input Remote I/O Beckhoff.

Setelah Remote I/O Beckhoff mendapatkan informasi mengenai kondisi Relay Track QNN1 informasi tersebut diteruskan ke PLC Vital yaitu PLC Siemens (SIMATIC S7-400) yang terletak pada rack CPR di ruang ER (Equipment Room) untuk diproses dengan software interlocking yang sudah diprogramkan pada PLC, kemudian informasi tersebut dikirim CTC Union (converter data serial to optic) melalui kabel optik dari ruang ER ke panel LCP di ruang PPKA. Kemudian data tadi diterima oleh CTC Union supaya dapat terhubung ke PLC Non Vital berada di panel LCP dengan begitu PPKA mengetahui bagaimana kondisi semua perangkat yang ada diemplasemen stasiun maupun di lintas. Pada meja pelayanan LCP akan memberikan informasi kondisi track section yang berada di lintas:

- Led tidak menyala: bahwa track section kosong atau kondisi head sensor dilapangan tidak terduduki.
- Led merah menyala: bahwa track section terisi atau kondisi head sensor dilapangan sedang terduduki.

#### E. Laporan Gangguan Axel Counter Alpro di Wilayah UPT Resor Sintelis 6.4 Brambanan

Berikut merupakan data laporan gangguan axel counter yang terjadi di wilayah UPT Resor Sintelis 6.4 Brambanan dari bulan februari dan bulan maret.

##### 1. Laporan gangguan pada bulan Februari.

a.	<b>Lokasi</b>	: Maguwo
	<b>Gangguan</b>	: Track 24 A dan 24 B indikasi merah setelah dilewati KA 2602
	<b>Peralatan</b>	: Axle Counter
	<b>Kategori</b>	: PLSE
	<b>Tanggal</b>	: 2 Februari 2022
	<b>Mulai</b>	: 07:52
	<b>Selesai</b>	: 08:21
	<b>Durasi (menit)</b>	: 21
	<b>Penyebab</b>	: Saluran kabel ZP 24C Mgw rusak
	<b>Tindak Lanjut</b>	: Ganti saluran kabel spare
	<b>Klarifikasi</b>	: Controllable
b.	<b>Lokasi</b>	: Maguwo
	<b>Gangguan</b>	: Track 10 AT tiba-tiba merah
	<b>Peralatan</b>	: Axle Counter
	<b>Kategori</b>	: PLSE
	<b>Tanggal</b>	: 14 Februari 2023
	<b>Mulai</b>	: 23:22
	<b>Selesai</b>	: 23:36

	<b>Durasi (menit)</b>	:	14
c.	<b>Penyebab</b>	:	Head sensor ZP 10B terindikasi lemah
	<b>Tindak Lanjut</b>	:	Setting posisi head sensor ZP 10B Mgw
	<b>Klarifikasi</b>	:	Controllable
	<b>Lokasi</b>	:	Srowot
	<b>Gangguan</b>	:	Track 20 CT dan 21T merah setelah dilewati KA Kertanegara
	<b>Peralatan</b>	:	Axle Counter
	<b>Kategori</b>	:	PLSE
	<b>Tanggal</b>	:	19 Februari 2023
	<b>Mulai</b>	:	21:08
	<b>Selesai</b>	:	21:38
	<b>Durasi (menit)</b>	:	30
	<b>Penyebab</b>	:	Head sensor ZP 20C lemah
	<b>Tindak Lanjut</b>	:	Ganti head sensor ZP 20C
	<b>Klarifikasi</b>	:	Controllable

d.	<b>Mulai</b>	:	13:38
	<b>Selesai</b>	:	14:25
	<b>Durasi (menit)</b>	:	47
	<b>Penyebab</b>	:	Head sensor ZP20A IB Kalasan pecah , karena faktor eksternal
	<b>Tindak Lanjut</b>	:	Mengganti head sensor
	<b>Klarifikasi</b>	:	Uncontrollable
e.	<b>Lokasi</b>	:	IB Kalasan
	<b>Gangguan</b>	:	Track 24DT dan 20AT merah
	<b>Peralatan</b>	:	Axle Counter
	<b>Kategori</b>	:	PLSE
	<b>Tanggal</b>	:	13 Maret 2023
	<b>Mulai</b>	:	13:38
	<b>Selesai</b>	:	14:25
	<b>Durasi (menit)</b>	:	63
	<b>Penyebab</b>	:	Head sensor ZP 20A IB Kalasan pecah oleh OTK
	<b>Tindak Lanjut</b>	:	Mengganti head sensor ZP 20A Kalasan ( dengan head sensor yang terpasang di ZP 42 B BBN)
	<b>Klarifikasi</b>	:	Uncontrollable
f.	<b>Lokasi</b>	:	Maguwo-Lempuyangan
	<b>Gangguan</b>	:	Track 10BT Maguwo-Lempuyangan merah
	<b>Peralatan</b>	:	Axle Counter
	<b>Kategori</b>	:	PLSE
	<b>Tanggal</b>	:	14 Maret 2023
	<b>Mulai</b>	:	11:07
	<b>Selesai</b>	:	11:20
	<b>Durasi (menit)</b>	:	13
	<b>Penyebab</b>	:	Modul VUR ZP10B Maguwo-Lempuyangan rusak
	<b>Tindak Lanjut</b>	:	Mengganti modul VUR
	<b>Klarifikasi</b>	:	Controllable
g.	<b>Lokasi</b>	:	IB Janti
	<b>Gangguan</b>	:	Track 14 CT dan 14 DT merah setelah dilewati KA
	<b>Peralatan</b>	:	Axle Counter
	<b>Kategori</b>	:	PLSE
	<b>Tanggal</b>	:	15 Maret 2023
	<b>Mulai</b>	:	14:46
	<b>Selesai</b>	:	15:46
	<b>Durasi (menit)</b>	:	60
	<b>Penyebab</b>	:	Head sensor ZP 14 D IB Janti lemah
	<b>Tindak Lanjut</b>	:	Mengganti head sensor ZP 14 D IB Janti
	<b>Klarifikasi</b>	:	Controllable
	<b>Lokasi</b>	:	Brambanan
	<b>Gangguan</b>	:	Track 24CT Srowot dan Track 20AT Brambanan merah setelah dilewati KA
	<b>Peralatan</b>	:	Axle Counter
	<b>Kategori</b>	:	PLSE
	<b>Tanggal</b>	:	16 Maret 2023
	<b>Mulai</b>	:	23:50
	<b>Selesai</b>	:	00:10
	<b>Durasi (menit)</b>	:	20
	<b>Penyebab</b>	:	Parameter tegangan modul VUR ZP 20A Brambanan tidak stabil
	<b>Tindak Lanjut</b>	:	Mengganti modul VUR ZP 20A
	<b>Klarifikasi</b>	:	Controllable

## 2. Laporan gangguan pada bulan Maret.

a.	<b>Lokasi</b>	:	Brambanan
	<b>Gangguan</b>	:	Track 14CT Srowot dan 10AT Brambanan merah setelah dilewati KA
	<b>Peralatan</b>	:	Axle Counter
	<b>Kategori</b>	:	PLSE
	<b>Tanggal</b>	:	10 Maret 2023
	<b>Mulai</b>	:	09:09
	<b>Selesai</b>	:	09:39
	<b>Durasi (menit)</b>	:	30
	<b>Penyebab</b>	:	Head sensor ZP 10A Brambanan lemah
	<b>Tindak Lanjut</b>	:	Ganti head sensor ZP10A
	<b>Klarifikasi</b>	:	Controllable
b.	<b>Lokasi</b>	:	Srowot
	<b>Gangguan</b>	:	Track 13 T dan 23 T tiba-tiba merah
	<b>Peralatan</b>	:	Axle Counter
	<b>Kategori</b>	:	PLSE
	<b>Tanggal</b>	:	10 Maret 2023
	<b>Mulai</b>	:	13:47
	<b>Selesai</b>	:	14:00
	<b>Durasi (menit)</b>	:	13
	<b>Penyebab</b>	:	Modul Vur rusak, parameter tegangan naik turun
	<b>Tindak Lanjut</b>	:	Ganti VUR (servisan workshop)
	<b>Klarifikasi</b>	:	Controllable
c.	<b>Lokasi</b>	:	Maguwo-Brambanan
	<b>Gangguan</b>	:	Track 24DT dan 20AT jalur Hulu Maguwo-Brambanan indikator merah setelah dilewati KA Plb
	<b>Peralatan</b>	:	Axle Counter
	<b>Kategori</b>	:	PLSE
	<b>Tanggal</b>	:	13 Maret 2023

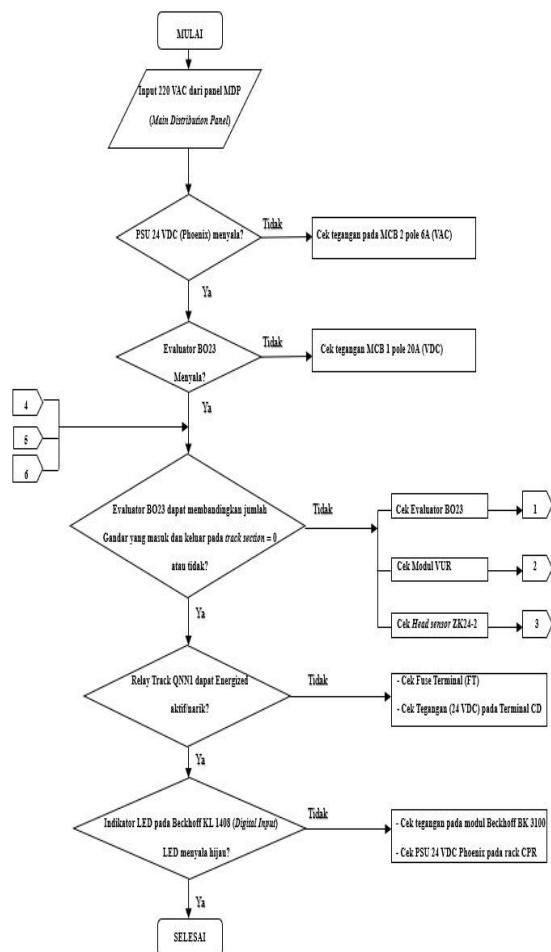
## F. Analisis Penanganan Dan Perbaikan Perangkat Axel Counter Altpro

Dalam proses penelitian penulis menjumpai beberapa laporan gangguan mengenai axel counter Altpro pada wilayah UPT Resor Sintelis 6.4 Brambanan yang mulai dari stasiun

Srowot sampai IB Janti. Dari pengalaman cara melakukan perbaikan dengan referensi buku yang menunjang dan hasil wawancara dengan pegawai sintelis disana, Maka dalam melakukan analisis perbaikan dan penanganan pada perangkat axel counter Altpo dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini.

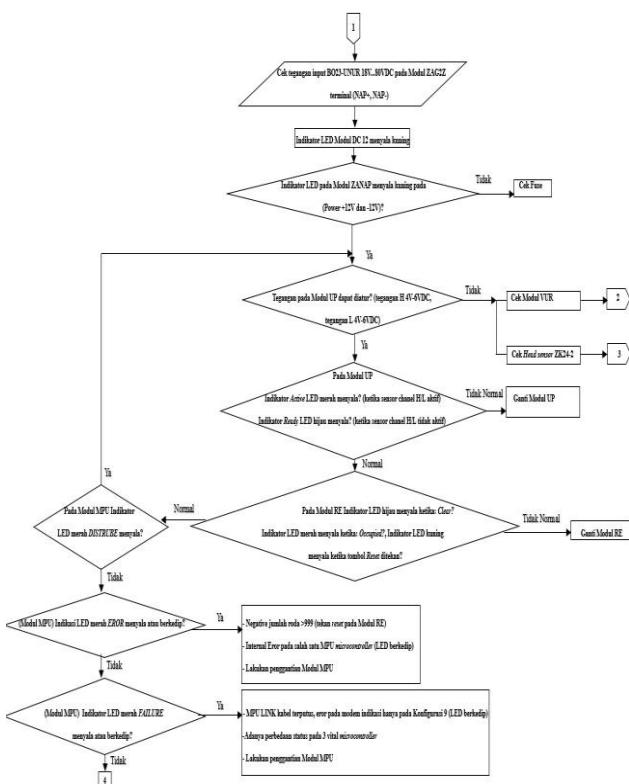
Untuk mempermudah dalam analisa kerusakan yang terjadi pada axel counter Alpro pada diagram alir ini terbagi menjadi 4 bagian yaitu:

1. Perangkat yang berada di dalam (indoor) ruang ER (Equipment Room) para rack ACR (Axe Counter Rack) ditunjukkan pada diagram alir gambar 15.



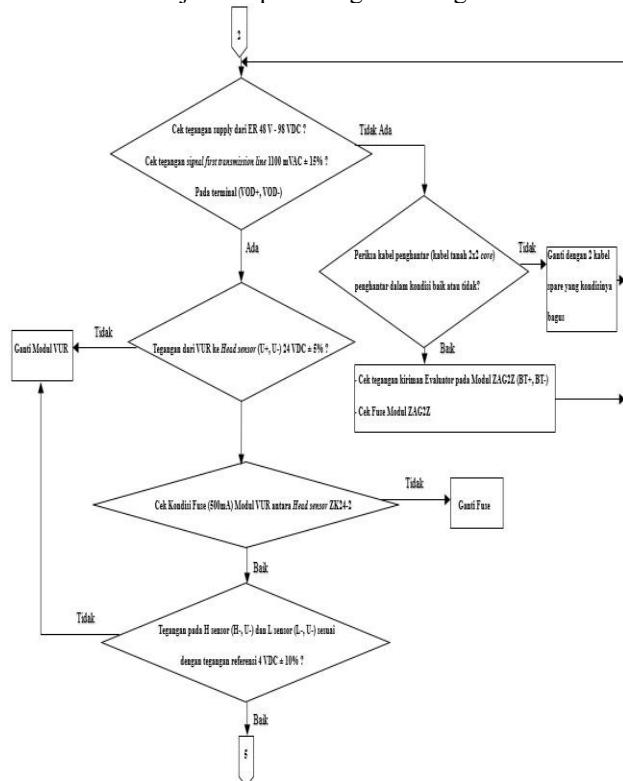
Gambar 15 Diagram alir troubleshoot pada axle counter rack

2. Perangkat Evaluator BO23 ditunjukkan pada diagram alir gambar 16



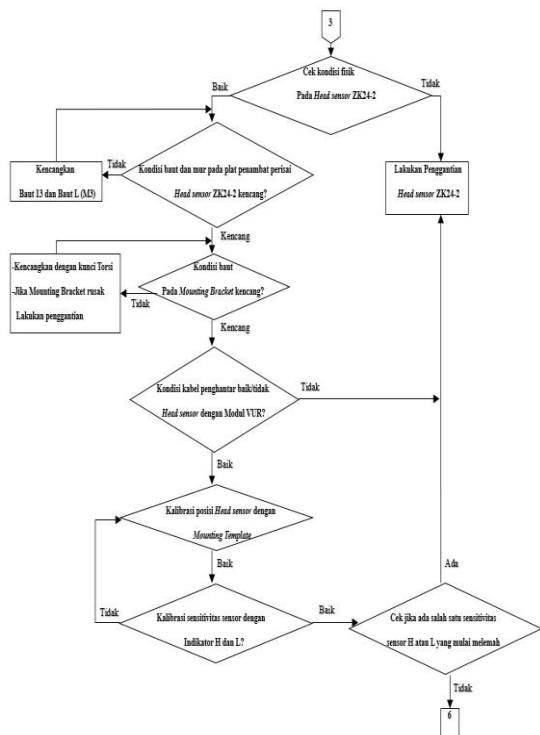
Gambar 16 Diagram alir troubleshoot pada Evaluator BO23

3. Perangkat yang berada di lapangan (outdoor) modul VUR ditunjukkan pada diagram alir gambar 17.



Gambar 17 Diagram alir troubleshoot pada modul VUR

4. Perangkat yang berada di lapangan (outdoor) yang terpasang pada rel, perangkat head sensor ZK24-2 ditunjukkan pada diagram alir gambar 18.



Gambar 18 Diagram alir troubleshoot pada Head Sensor ZK24-2.

## V. Kesimpulan

Dari uraian analisis pendekripsi kereta api dengan axle counter altpo pada sistem persinyalan SIL 02 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kerja perangkat axel counter Altpo memiliki tingkat keandalan bagus sebagai perangkat pendekripsi keberadaan kereta untuk sistem persinyalan kereta. Memiliki beberapa keunggulan seperti konfigurasi track section, pada modul MPU display seven segment dapat memantau berapa jumlah yang roda kereta yang terdeteksi, dan yang terakhir memiliki data logger pada MPU yang dapat diakses dengan software BO23 Diagnostics.
2. Peranan perangkat BLS (Backup Link Switch) dalam mengkomunikasikan kedua perangkat axel counter pada kedua stasiun memiliki peranan yang sangat penting atau vital dikarenakan track block. Sehingga jika track block terjadi gangguan akan mempengaruhi dan mengganggu perjalanan kereta.
3. Laporan gangguan yang terjadi pada wilayah kerja UPT Resor Sintelis 6.4 Brambanan pada bulan februari dan bulan maret kerusakan yang sering di temui yaitu pada modul VUR dan head sensor ZK24-2 dikarenakan faktor internal kinerja dari alat tersebut menurun dan faktor eksternal seperti vandalisme oleh orang yang tidak bertanggung jawab.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada semua pihak atas terselenggaranya penelitian tentang perkereta apian ini antara lain Direktur Politama serta Pimpinan dan staf PT KAI DAOP 6 YOGYAKARTA

## REFERENSI

- [1] ALTPRO. (2011). Manual Maintenance Instruction Axle Counter Altpo.
- [2] Bagian Komunikasi Korporasi PT. Len industri (Persero). (2020, Desember). Mengenal Pembangunan Infrastruktur Perkeretaapian Indonesia. Buletin Len, pp. 1-34.
- [3] Darmawan, A., Yudhanto, B. E., Sunaryo, & Oktaria, D. S. (2017). Peningkatan Keamanan Perjalanan Kereta Api Dengan Penggunaan Sistem Axle Counter Dan Media Transmisi Fiber Optic Untuk Hubungan Blok Di Persinyalan VPI (Studi Kasus Hubungan Blok Surodadi-Pemalang). Jurnal Perkeretaapian Indonesia Volume I Nomor 1 Maret 2017, 16-28.
- [4] Direktorat Jenderal Perkeretaapian. (2019, Juli 2). DJKA Departemen Perhubungan. Retrieved from <https://djka.dephub.go.id: https://djka.dephub.go.id/sistem-persinyalan-kereta-apiapa-itu?msclkid=4a27b657cf5b11ec81198aaab5333a76>
- [5] Direktorat Pengelolaan Prasarana PT.Kereta Api Indonesia (PERSERO). (2017). ITCS-MS (Indonesian Train Control System Maintenance ) Jilid I Standar Operasional Prosedur Pelaksanaan Tugas Dan Tanggung Jawab Pemeriksaan Dan Perawatan STE. Bandung.
- [6] Direktorat Pengelolaan Prasarana PT.Kereta Api Indonesia (PERSERO). (2017). ITCS-MS (Indonesian Train Control System Maintenance ) Jilid IIA Pedoman Pemeriksaan Dan Perawatan Persinyalan. Bandung.
- [7] Faisal, F. B., Rakhman, E., & Handayani, P. (2017). Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis PLC Dengan Metode HSB (Hot Standby) Vital Safety Critical System. Industrial Research Workshop and National Seminar Politeknik Negeri Bandung, 612-616.
- [8] Len Railways Systems. (2018). Sistem Persinyalan dan Telekomunikasi Jalur Ganda Kereta Api di Sta. Solo Jebres s/d Sta. Kedung Banteng. Bandung.
- [9] Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2018). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 44 Tahun 2018 Tentang Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan Perkeretaapian. Jakarta: Menteri Perhubungan Indonesia.
- [10] Persatuan Insinyur Indonesia (PII). (2016). Sistem Persinyalan Kereta Api SYSTEM INTERLOCKING LEN (SIL)-02. Engineer Weekly, 1-6. Retrieved from Engineer Weekly.
- [11] PP No. 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian. (2009).
- [12] PT. Kereta Api Indonesia (Persero). (2010). Peraturan Dinas 3 (PD 3) Mengenai Semboyan. PT. Kereta Api Indonesia.
- [13] PT. Len Railway Systems. (2005). Materi Sistem Persinyalan SIL-02 (System Interlocking Len-02). PT. Len Railway Systems.
- [14] UU No. 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian. (2007). Wibawanto, B. S., Hapsari, J. P., Suprajitno, A., & Arifianto, T. (2022). Analisis Peralatan Persinyalan Kereta Api dengan Persinyalan Elektrik Silsafe4000 Di Stasiun Lempuyangan Yogyakarta. Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal) Vol.6 No.2 Oktober, 42-48.