

**PENINGKATAN KEANDALAN PENGISIAN BATERAI  
LOKOMOTIF CC 2039503 DI DAOP 2 BANDUNG  
MENGUNAKAN SMART VOLTAGE MONITORING**

**KERTAS KERJA WAJIB**

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi Diploma III Guna  
Memperoleh Sebutan Ahli Madya Perkeretaapian (A.Md. KA)



Diajukan Oleh :

**ENDAH DWI LESTARI**

**NOTAR : 16.03.035**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III PERKERETAAPIAN  
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT  
2019**

**PENINGKATAN KEANDALAN PENGISIAN BATERAI LOKOMOTIF  
CC 2039503 DI DAOP 2 BANDUNG MENGGUNAKAN SMART VOLTAGE  
MONITORING**

**KERTAS KERJA WAJIB**

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi Diploma III  
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Perkeretaapian (A.Md. KA)

Oleh :

**ENDAH DWI LESTARI**

**Notar : 16.03.035**

Telah disetujui oleh :

**Dosen Pembimbing**

**Ir. MUHARDJITO, M.M**

Tanggal.....

**Dosen Pembimbing**

**RICKO YUDHANTA, ST., M.Sc**

Tanggal.....

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III PERKERETAAPIAN  
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT  
2019**

**KERTAS KERJA WAJIB**  
**PENINGKATAN KEANDALAN PENGISIAN BATERAI LOKOMOTIF**  
**CC 2039503 DI DAOP 2 BANDUNG MENGGUNAKAN SMART VOLTAGE**  
**MONITORING**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

**ENDAH DWI LESTARI**

**Notar : 16.03.035**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

**Pada Tanggal 24 Juli 2019**

Dan dinyatakan telah lulus memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

**Pembimbing**

**Penguji**

**Ir. MUHARDJITO, M.M**

**BUDI HARSO HIDAYAT, M.T**

**Pembimbing**

**ABADI SASTRODIYOTO, S.H., M.H**

**RICKO YUDHANTA, ST., M.Sc**

**Ir. ELI JUMAELI, M.Ti**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III PERKERETAAPIAN**  
**SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT**  
**2019**

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam KKW ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Bekasi, Juli 2019

**ENDAH DWI LESTARI**

**16.03.035**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji hanya milik Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Dzat yang Maha Mulia karena atas berkat rahmat dan nikmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib ini tepat pada waktunya, Kertas Kerja Wajib yang berjudul **"PENINGKATAN KEANDALAN PENGISIAN BATERAI LOKOMOTIF CC 2039503 DI DAOP 2 BANDUNG MENGGUNAKAN SMART VOLTAGE MONITORING"** ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk mendapat gelar Ahli Madya Perkeretaapian (A.Md.K.A) pada Program Studi Diploma III Perkeretaapian Sekolah Tinggi Transportasi Darat.

Penyelesaian KKW ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan semua pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Ketua Sekolah Tinggi Transportasi Darat Bapak Eddy Gunawan, A.TD, M.Eng, Sc;
2. Bapak Ketua Jurusan Diploma III Perkeretaapian Sekolah Tinggi Transportasi Darat Bapak Ir. Bambang Drajat, M.M;
3. Kepala Depo Lokomotif Bandung Bapak Erwin Manurung beserta staf;
4. Bapak Aep Saepudin dan Bapak Wanda Sri Wahono selaku pembimbing pada saat melakukan observasi lapangan;
5. Bapak Ir. Muhardjito, M.M dan Bapak Ricko Yudhanta, ST, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulisan dan penyusunan Kertas Kerja Wajib ini;
6. Kedua orangtua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa;
7. Seluruh staf dan karyawan Program Studi Diploma III Perkeretaapian Sekolah Tinggi Transportasi Darat atas bantuan dan kerjasamanya;
8. Rekan – rekan STTD Angkatan XXXVIII yang langsung maupun tidak langsung membantu dalam penyelesaian Kertas Kerja Wajib ini;
9. Rekan – rekan, kakak – kakak, serta adik – adik asal Purworejo yang selalu memberikan motivasi dan dukungannya

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan Kertas Kerja Wajib ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan dari kritik dan saran yang membangun demi perbaikan Kertas Kerja Wajin ini. Semoga Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.

Bekasi, Juli 2019

Penulis

**ENDAH DWI LESTARI**

**Notar : 16.03.035**

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. PERUMUSAN MASALAH .....	3
C. TUJUAN PENELITIAN .....	3
D. BATASAN MASALAH .....	4
E. KEASLIAN PENELITIAN.....	4
F. MANFAAT PENELITIAN.....	4
G. SISTEMATIKA PENELITIAN .....	5
<b>BAB II GAMBARAN UMUM</b> .....	6
A. GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI.....	6
1. Daerah Operasi II Bandung .....	6
2. Dipo Lokomotif Bandung .....	7
B. GAMBARAN UMUM SARANA LOKOMOTIF DAOP 2 BANDUNG .....	10
1. Lokomotif CC 201 .....	10
2. Lokomotif CC 203 .....	11
3. Lokomotif CC 206 .....	12
C. GAMBARAN UMUM TENTANG BATERAI LOKOMOTIF .....	14
D. GAMBARAN UMUM TENTANG SMART VOLTAGE MONITORING .....	17
<b>BAB III TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	21
A. PENGERTIAN TRANSPORTASI.....	21
B. PERKERETAAPIAN.....	21
C. SARANA PERKERETAAPIAN.....	23

D. BATERAI .....	26
E. REGULATOR TEGANGAN (VOLTAGE REGULATOR) .....	27
F. MIKROKONTROLER.....	29
G. ARDUINO .....	30
H. TEMPERATUR/SUHU .....	33
I. KERANGKA/KONSEPTUAL .....	34
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
A. RENCANA PENELITIAN .....	35
B. METODE PENELITIAN .....	35
C. METODE PENGUMPULAN DATA.....	36
D. METODE ANALISIS .....	38
E. BAGAN ALIR PENELITIAN .....	39
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
A. HASIL PENELITIAN .....	41
1. Gangguan Baterai Sebelum Menggunakan SVM.....	41
2. Fungsi Kerja Alat SVMi .....	49
B. PEMBAHASAN.....	54
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>56</b>
A. KESIMPULAN .....	56
B. SARAN .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Peta Lintas Daop 2 Bandung .....	6
Gambar II. 2 Depo Lokomotif Bandung.....	7
Gambar II. 3 Lokomotif CC 201.....	10
Gambar II. 4 Lokomotif CC 203.....	11
Gambar II. 5 Lokomotif CC 206.....	12
Gambar II. 6 Komponen Baterai pada Lokomotif .....	14
Gambar II. 7 Skema Pengisian Baterai Lokomotif .....	16
Gambar II. 8 Smart Voltage Monitoring .....	18
Gambar III. 1 Komponen Utama Lokomotif Diesel Elektrik.....	24
Gambar III. 2 Arduino Uno .....	29
Gambar III. 3 Arduino Serial .....	30
Gambar III. 4 Arduino MEGA .....	30
Gambar III. 6 Arduino Lylipad.....	31
Gambar III. 7 Arduino BT.....	31
Gambar III. 8 Arduino Nano .....	32
Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian.....	37
Gambar V. 1 Diagram Gangguan Lokomotif Bulan Januari 2018 – April 2019 ....	39
Gambar V. 2 Diagram Fishbone.....	42
Gambar V. 3 Skema Input dan Output Smart Voltage Monitoring .....	46
Gambar V. 4 Alat Smart Voltage Monitoring .....	48
Gambar V. 5 Output Indikator Smart Voltage Monitoring .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Jumlah Armada Lokomotif Dipo Lokomotif Bandung .....	9
Tabel II. 2 Nomor Seri Lokomotif CC 201.....	10
Tabel II. 3 Nomor Seri Lokomotif CC 203.....	11
Tabel II. 4 Nomor Seri Lokomotif CC 206.....	12
Tabel V. 1 Jumlah Gangguan Lokomotif Bulan Januari 2018 – April 2019.....	38
Tabel V. 2 Masalah Kelistrikan Lokomotif Tahun 2018-2019.....	39
Tabel V. 3 Gangguan Baterai Lokomotif Daop 2 Bandung.....	40
Tabel V. 3 Lanjutan Gangguan Baterai Lokomotif Daop 2 Bandung .....	41
Tabel V. 4 Contoh Hasil Download Data Smart Voltage Monitoring .....	49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Kemajuan transportasi terutama peran angkutan umum penumpang atau barang pada suatu daerah sangat berpengaruh terhadap perkembangan daerah itu sendiri dan dapat meningkatkan perekonomian daerah tersebut. Angkutan umum merupakan salah satu sarana yang digunakan secara massal guna mempermudah pengguna jasa dalam perpindahan moda.

Kereta api merupakan salah satu bagian dari sistem transportasi nasional yang memegang peranan sangat penting. Untuk mewujudkan hal tersebut maka perlu didukung dengan ketersediaan sarana dan prasarana yang mendukung kelancaran pergerakan atau perpindahan orang maupun barang untuk mencapai tujuannya. Beberapa keunggulan moda transportasi ini yaitu mampu mengangkut dalam jumlah besar dan material atau angkutan yang berat dalam satu waktu, hemat energi, ramah lingkungan, hemat penggunaan lahan, dan adaptif terhadap perkembangan/kemajuan teknologi.

PT. Kereta Api (Persero) menyediakan fasilitas transportasi umum berupa pelayanan angkutan kereta api. Pelayanan ini menuntut profesionalisme kerja, khususnya dibidang teknis, agar dapat memberikan pelayanan yang nyaman serta aman bagi pengguna jasa angkutan kereta api. Pemeriksaan dan perawatan rutin wajib dilakukan untuk menjamin bahwa tiap-tiap sarana yang beroperasi laik operasi dan tetap mengutamakan keselamatan perjalanan kereta api. Dengan keunggulan dan karakteristik perkeretaapian tersebut, peran perkeretaapian perlu ditingkatkan.

Gangguan pada komponen – komponen yang dapat menurunkan kinerja lokomotif dan pengoperasian kereta api akan menghambat sistem kerja

lokomotif dan kereta api yang akan berdampak terhadap menurunnya kehandalan lokomotif dan pelayanan pengguna jasa kereta api tersebut. Pada bidang operasi hal tersebut sangat mengganggu karena dapat mengakibatkan keterlambatan perjalanan kereta api yang dirangkainya dan menghambat perjalanan kereta api lainnya.

Dalam lokomotif terdapat beberapa komponen – komponen utama. Salah satu komponen tersebut adalah baterai yang berfungsi sebagai sumber listrik untuk menyuplai kebutuhan listrik seperti mengaktifkan sistem *contactor*, motor stater, lampu-lampu dan komponen lainnya yang membutuhkan arus listrik. Beberapa lokomotif sering ditemukan bahwa tegangan (V) pada *voltage regulator* (VR) melebihi dari standar yang diijinkan untuk pengisian baterai. Hal ini sering didapati pada lokomotif dimana suhu baterai tersebut melebihi standar yang dapat mengakibatkan baterai tersebut terjadi panas yang tinggi atau melebihi yang seharusnya sehingga dapat merusak baterai lokomotif. Banyak faktor yang dapat mempengaruhinya, salah satunya adalah tegangan pada VR.

Secara teori bahwa cara kerja VR yaitu tegangan (V) pengisian baterai akan diatur oleh VR, otomatis tegangan baterai tidak akan melebihi tegangan dari VR dan apabila tegangan dari VR sudah melebihi batas pengaman *over voltage* pada VR akan bekerja. Misalkan adapun tegangan dari VR terukur 70v namun ketika mengukur tegangan dari baterai terukur 80v , disini menunjukkan bahwa teori tersebut gagal karena tegangan dari baterai melebihi tegangan dari VR.

Untuk mencegah atau meminimalisir terjadinya kerusakan tersebut, unit kerja elektrik Depo Lokomotif Bandung telah mengambil langkah antisipasi dengan membuat alat yang dapat mendeteksi tegangan baterai dan VR lokomotif secara terus menerus saat lokomotif hidup. Yang mana alat ini dilengkapi *data logger* agar memudahkan pembacaan kondisi VR

dengan menganalisis dari *data logger* tersebut. Data tersebut dapat didownload secara berkala atau pada saat dilakukan pengecekan lokomotif.

Untuk itu penulis ingin mengkaji tentang alat ini untuk memastikan bahwa alat ini efektif untuk digunakan dalam pengoperasian lokomotif CC203 yang dioperasikan oleh Depo Lokomotif Daop 2 Bandung. Sehingga dalam hal ini, penulis memilih judul "**PENINGKATAN KEANDALAN PENGISIAN BATERAI LOKOMOTIF CC 2039503 DI DAOP 2 BANDUNG MENGGUNAKAN SMART VOLTAGE MONITORING**"

## **B. PERUMUSAN MASALAH**

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas maka didapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana upaya dalam mencegah atau meminimalisir terjadinya gangguan pada baterai lokomotif?
2. Bagaimana pengaruh alat *Smart Voltage Monitoring* terhadap pengoperasian lokomotif?

## **C. TUJUAN PENELITIAN**

Adapun tujuan penulisan KKW ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui upaya apa yang dapat mencegah atau meminimalisir terjadinya gangguan pada baterai lokomotif.
2. Mengetahui cara kerja dan pengaruh alat *Smart Voltage Monitoring* terhadap pengoperasian lokomotif.

## **D. BATASAN MASALAH**

Guna mencapai arah yang jelas dari tujuan penelitian ini, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada :

1. Wilayah studi hanya dibatasi untuk lokomotif yang dioperasikan oleh Depo Lokomotif Daop 2 Bandung.

2. Analisa ini difokuskan pada salah satu komponen utama lokomotif yaitu baterai.
3. Fungsi kerja *Smart Voltage Monitoring* serta pengaruhnya terhadap pengoperasian lokomotif.

#### **E. KEASLIAN PENELITIAN**

Dalam penelitian mengenai peningkatan keandalan pengisian baterai lokomotif menggunakan *Smart Voltage Monitoring* ini, sepengetahuan penulis belum ada yang melakukan penelitian terhadap penggunaan alat tersebut pada sistem kelistrikan lokomotif di wilayah studi lain. Maka apabila dikemudian hari ditemukan persamaan atau hal yang mirip pada penelitian ini, penulis meminta maaf karna penelitian ini hanyalah hasil pemikiran dari penulis.

#### **F. MANFAAT PENELITIAN**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh :

1. Bagi PT. KAI khususnya Daop 2 Bandung, penelitian ini bisa menjadi alternatif solusi dalam meningkatkan operasional kereta api khususnya lokomotif dan menjadi bahan masukan lebih lanjut untuk kedepannya dapat mengembangkan inovasi-inovasi baru yang dapat membantu dalam proses perawatan sarana lokomotif.
2. Bagi pihak akademisi, penelitian ini dapat digunakan sebagai rujukan pengembangan ilmu transportasi yang digunakan untuk penelitian selanjutnya.
3. Bagi penulis, diharapkan dapat menambah pengetahuan dan referensi bagi penulis sehingga nantinya dapat digunakan sebagai bahan dalam mendalami ilmu pengetahuan.

## **G. SISTEMATIKA PENELITIAN**

Sistematika penulisan Kertas Kerja Wajib ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini mencakup pembahasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, keaslian penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

### **BAB II : GAMBARAN UMUM**

Bab ini menguraikan mengenai gambaran tentang kondisi fisik wilayah, kondisi tata letak atau geografis yang ada, serta kondisi eksisting yang ada.

### **BAB III : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang teori – teori yang dijadikan dasar atau acuan dalam penulisan kertas kerja wajib. Teori tersebut diambil dari buku literatur, karya ilmiah, undang-undang, peraturan pemerintah maupun peraturan menteri yang berkaitan dengan penulisan kertas kerja wajib ini.

### **BAB IV: METODOLOGI PENELITIAN**

Memuat pola pikir yang dilakukan untuk proses analisis data dan jalannya penelitian, serta bahan, subyek, perlengkapan, variabel-variabel yang terkait dalam melakukan penelitian. Pada bagian ini dilengkapi dengan bagan penelitian.

### **BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan tentang bagaimana proses pengolahan sampai analisis data dan pemecahan masalah dengan menggunakan metode penelitian yang sudah tercantum pada metodologi penelitian

### **BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan – kesimpulan yang didapatkan dari bab-bab sebelumnya dan saran – saran yang dapat diberikan setelah sebelumnya dilakukan suatu analisa terlebih dahulu terhadap penggunaan alat Smart Voltage Monitoring.

## **BAB II**

### **GAMBARAN UMUM**

#### **A. GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI**

1. Daerah Operasi II Bandung

Jalur atau lintas yang terdapat di Daop 2 Bandung yang beroperasi saat ini adalah 386,469 kmsp. Sedangkan untuk lintas yang sudah tidak beroperasi adalah 222,215 kmps yakni pada lintas Padalarang–Gandasoli, Cikudapateuh – Ciwidey, Cibatuh – Cikajang dan Banjar – Cijulang.

Daerah Operasi 2 Bandung memiliki 76 stasiun, dengan stasiun yang beroperasi yaitu 65 stasiun, antara lain :

- a. Stasiun besar A berjumlah 1 stasiun
- b. Stasiun besar B berjumlah 1 stasiun
- c. Stasiun besar C berjumlah 1 stasiun
- d. Stasiun kelas I berjumlah 3 stasiun
- e. Stasiun kelas II berjumlah 7 stasiun
- f. Stasiun kelas III berjumlah 35 stasiun

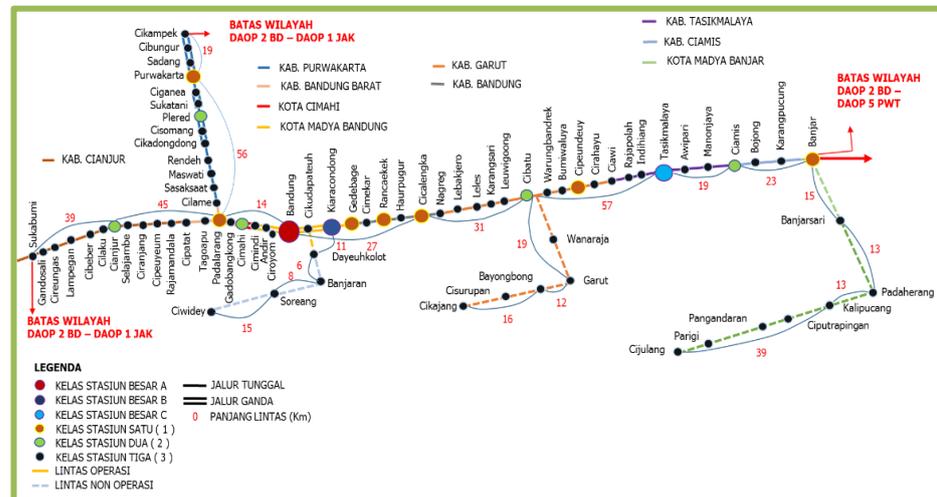
Daerah Operasi 2 Bandung merupakan salah satu dari 9 (sembilan) Daerah Operasi kereta api yang berada di Pulau Jawa yang wilayahnya berada di Provinsi Jawa Barat, tepatnya di wilayah Kota Bandung yang memiliki luas wilayah seluas 35.222,18 km<sup>2</sup>. Daerah Operasi 2 Bandung yang berada di Provinsi Jawa Barat secara geografis terletak antara 5<sup>o</sup> 50' Lintang Selatan serta 108<sup>o</sup> 48' Bujur Timur. Pada umumnya wilayah Daop 2 Bandung terdiri dari pegunungan, sawah, pemukiman penduduk dan perkotaan. Oleh karena itu, masyarakat pada umumnya bekerja sebagai pedagang, buruh dan pegawai. Batas daerah ini adalah :

- a. Sebelah Utara : Laut Jawa
- b. Sebelah Selatan : Samudera Hindia

- c. Sebelah Barat : Provinsi Banten dan DKI Jakarta
- d. Sebelah Timur : Provinsi Jawa Tengah

Batas wilayah Daop 2 Bandung dengan Daop lain adalah :

- 1) Sebelah Utara : Daop 1 Jakarta
- 2) Sebelah Selatan : -
- 3) Sebelah Timur : Daop 1 Jakarta
- 4) Sebelah Timur : Daop 5 Purwokerto



Sumber : Daop 2 Bandung, 2018

**Gambar II. 1** Peta Lintas Daop 2 Bandung

## 2. Dipo Lokomotif Bandung

Dipo lokomotif adalah tempat menyimpan, menyiapkan, melakukan, pemeriksaan, memelihara dan perbaikan ringan agar lokomotif siap untuk melakukan tugasnya menarik rangkaian kereta api. Untuk melakukan semua kegiatan tersebut, depo dilengkapi dengan bangunan, rel khusus untuk pemeliharaan dan pencucian, gudang persediaan suku cadang atau komponen, fasilitas pendukung dan pegawai pengelola depo.



**Gambar II. 2** Depo Lokomotif Bandung

Pembagian tugas unit Dipo Lokomotif Bandung sebagai berikut :

a. Kepala Dipo Traksi (KDT)

Tugasnya: Menyediakan Lok dalam keadaan yang sebaik baiknya yang dapat diandalkan sehingga selalu siap melayani perjalanan kereta api dengan waktu yang telah dijadwalkan.

Fungsinya:

- 1) Melakukan Pembinaan terhadap personilnya.
- 2) Mengatur kediaman para pegawai kereta api.
- 3) Mengadakan koordinasi dengan bagian lainnya dalam rangka pengaturan kedinasan lok.
- 4) Mengadakan pengawasan terhadap lingkungan pekerjaan.
- 5) Memberikan bimbingan, petunjuk, pelaksanaan kerja terhadap bawahannya.

b. Kepala Ruas Luar (KR LUAR)

Tugasnya: Melakukan pengendalian kualitas / pemeriksaan harian lokomotif dan Krd, penyiapan dinasan lokomotif dan Krd. Melakukan pengendalian lok ( Standar Operasional lok bd ) baik di Daop2 atau di Daop lain. Pembuatan Emulemen langsir antara lain:

- 1) Dipo lokomotif Bandung

- 2) Pus Cianjur (pengawas urusan sarana cianjur).
  - 3) Pus Purwakarta (pengawas urusan sarana purwakarta).
  - 4) Pus Cibatu (pengawas urusan sarana cibatu)
- c. Kepala Ruas Administrasi (KR ADM)
- Tugasnya: Melaksanakan kebijakan-kebijaksanaan dalam rangka menunjang tugas pokok KDT dalam bidang administrasi.
- Fungsinya:
- 1) Melaksanakan keadministrasian pegawai.
  - 2) Melakukan keadministrasian pegawai dan keuangan.
  - 3) Melakukan ketatausahaan
- d. Kepala Ruas Losd (KR LOSD)
- Tugasnya: Menangani pemeliharaan dan perbaikan lokomotif.
- Fungsinya:
- 1) Mengatur pembagian tugas terhadap bawahannya.
  - 2) Memberi petunjuk / bimbingan pelaksanaan pemeliharaan berkala lokomotif dan perbaikan lokomotif.
  - 3) Mengadakan koordinasi dengan KR OR dalam rangka pengadaan barang dan pelumas.
- e. Kepala Ruas Organisasi dan Rencana (KR OR)
- Tugasnya: Melaksanakan kebijaksanaan – kebijaksanaan KDT dalam rangka menunjang tugas pokok keadministrasian teknik.
- Fungsinya:
- 1) Melakukan kegiatan pendataan kondisi/situasi lok.
  - 2) Merencanakan jadwal pemeliharaan lokomotif.
  - 3) Merencanakan pengadaan barang dan pelumas.
- Merencanakan penggantian spartpart dan pelumas
- f. Kepala Ruas Bubutan (KR BUBUTAN)
- Tugasnya: Melaksanakan kebijakan-kebijaksanaan dalam rangka menunjang tugas pokok KDT dalam bidang pembubutan.
- Fungsinya:
- 1) Melaksanakan pembubutan roda lokomotif, kereta dan gerbong.

- 2) Melakukan perawatan perangkat mesin bubut .
- 3) Melakukan pendataan program pembubutan roda lok Dipo bandung.

Perawatan dan pemeliharaan sarana penggerak dilaksanakan di Dipo yang ada di Daop 2 Bandung yaitu Dipo Lokomotif Bandung. Sarana penggerak yaitu lokomotif yang dimiliki oleh Daop 2 Bandung berjumlah 29 unit, yang terdiri dari 3 jenis lokomotif yaitu CC 201, CC 203, dan CC 206 dengan rincian sebagai berikut :

**Tabel II. 1** Jumlah Armada Lokomotif Dipo Lokomotif Bandung

<b>NO</b>	<b>JENIS LOKOMOTIF</b>	<b>ARMADA</b>
<b>1</b>	CC 201	7
<b>2</b>	CC 203	5
<b>3</b>	CC 206	17
	JUMLAH	29

*Sumber : Dipo Lokomotif Daop 2 Bandung tahun 2019*

Penggunaan lokomotif ini adalah untuk kegiatan operasional perkeretaapian di wilayah Daerah Operasi 2 Bandung yaitu untuk menarik seluruh rangkaian kereta api yang dimiliki oleh Daerah Operasi 2 Bandung dan melakukan langsir.

## **B. GAMBARAN UMUM SARANA LOKOMOTIF DAOP 2 BANDUNG**

### 1. Lokomotif CC 201

Armada lokomotif tipe CC 201 yang dimiliki oleh Daerah Operadi 2 Bandung berjumlah 7 unit. Penggunaan lokomotif ini untuk menarik rangkaian lereta api lokal dan untuk dinas langsiran.

**Tabel II. 2** Nomor Seri Lokomotif CC 201

<b>NO</b>	<b>NO. SERI</b>	<b>MULAI DINAS</b>	<b>DAYA (HP)</b>
<b>1</b>	77 23	1977	1825
<b>2</b>	92 03	1992	1825
<b>3</b>	92 04	1992	1825
<b>4</b>	92 05	1992	1825
<b>5</b>	92 07	1992	1825
<b>6</b>	92 09	1992	1825
<b>7</b>	92 10	1992	1825

*Sumber : Depo Lokomotif Bandung, 2019*



**Gambar II. 3** Lokomotif CC 201

## 2. Lokomotif CC 203

Armada lokomotif CC 203 yang dimiliki Daop 2 Bandung berjumlah 5 unit. Penggunaan lokomotif ini untuk menarik kereta lokal, kereta jarak jauh kelas 3, dan untuk dinas langsung.

**Tabel II. 3** Nomor Seri Lokomotif CC 203

<b>NO</b>	<b>NO. SERI</b>	<b>MULAI DINAS</b>	<b>DAYA (HP)</b>
1	95 02	1995	2150
2	95 03	1995	2150
3	95 04	1995	2150
4	95 05	1995	2150
5	95 06	1995	2150

*Sumber : Depo Lokomotif Bandung, 2019*



**Gambar II. 4** Lokomotif CC 203

3. Lokomotif CC 206

Armada lokomotif tipe CC 206 yang dimiliki Daop 2 Bandung berjumlah 17 unit. Penggunaan lokomotif ini untuk menarik rangkaian kereta jarak jauh seperti Argo Parahyangan, Argi Wilis, Malabar, dan juga rangkaian kereta barang peti kemas.

**Tabel II. 4** Nomor Seri Lokomotif CC 206

NO	NO. SERI	MULAI DINAS	DAYA (HP)
1	13 02	2013	2150
2	13 20	2013	2150
3	13 21	2013	2150
4	13 54	2013	2150
5	13 55	2013	2150
6	13 60	2013	2150
7	13 64	2013	2150
8	13 80	2013	2150
9	13 81	2013	2150
10	13 82	2013	2150
11	13 90	2013	2150
12	13 94	2013	2150
13	13 95	2013	2150
14	13 96	2013	2150
15	13 97	2013	2150
16	13 98	2013	2150
17	13 100	2013	2150

*Sumber : Depo Lokomotif Bandung tahun, 2019*



**Gambar II. 5** Lokomotif CC 206

### **C. GAMBARAN UMUM TENTANG BATERAI LOKOMOTIF**

Baterai merupakan suatu komponen elektrokimia yang menghasilkan tegangan dan menyalurkannya ke rangkaian listrik. Baterai merupakan sumber utama energi listrik yang digunakan pada kendaraan dan alat-alat elektronik. Baterai tidak menyimpan listrik, tetapi menampung zat kimia yang dapat menghasilkan energi listrik. Dua bahan timah yang berbeda di dalam asam yang bereaksi untuk menghasilkan tekanan listrik yang disebut tegangan. Reaksi elektrokimia ini mengubah energi kimia menjadi energi listrik.

Baterai pada lokomotif berfungsi sebagai sumber listrik untuk mengaktifkan sistem kontaktor, motor starter, lampu-lampu dan komponen lainnya yang membutuhkan arus listrik. Baterai terdiri dari beberapa buah cell yang dihubungkan secara seri dan setiap cell mempunyai tegangan listrik sebesar 1,5 volt, jadi baterai yang berkekuatan 72 volt terdiri dari 48 buah cell.

Setiap cell baterai terdiri dari beberapa buah pelat yang diberi atau direndam larutan, larutan ini lebih dikenal dengan nama cairan elektrolit. Pelat baterai yang dipasang pada setiap cell terdiri dari pelat positif dan pelat negatif, diantara kedua tipe pelat tersebut diberi bahan pemisah agar tidak terjadi kontak, bahan pemisah (separator) ini dapat dipasang berupa bahan non konduktor seperti *ebonite* atau serat kaca. Ketika baterai itu digunakan, maka cairan elektrolit akan bereaksi dengan kedua pelat baterai, reaksi kimia yang terjadi antara cairan dan pelat baterai tersebut kemudian dirubah menjadi energi listrik.



*Sumber : SRX Ni-Cd battery - SAFT*

**Gambar II. 6** Komponen Baterai pada Lokomotif

Baterai pada lokomotif terdiri dari beberapa komponen, yakni :

1. Terminal Baterai

Ada dua terminal pada baterai yaitu terminal positif dan terminal negatif yang terdapat pada bagian atas baterai.

2. Tutup Baterai

Tiap sel pada baterai memiliki sebuah lubang yang berfungsi untuk pengisian ulang elektrolit baterai. Pada tutup ini terdapat lubang ventilasi untuk keluarnya gas hidrogen yang terbentuk saat proses pengisian berlangsung. Karena jika gas hidrogen tidak dikeluarkan dari dalam baterai maka baterai dapat meledak.

3. Separator

Separator atau penyekat merupakan komponen yang berada di dalam kotak baterai. Separator terletak di antara plat positif dan plat negatif. Separator baterai berfungsi sebagai penghalang terjadinya hubungan singkat antara plat positif dengan plat negatif.

4. Plat Baterai

Terdapat 2 buah plat baterai yaitu plat positif dan plat negatif. Bahan yang digunakan untuk membuat plat positif adalah antimoni yang

dilapisi dengan lapisan aktif oksidatimah (*lead dioxide*, PbO<sub>2</sub>) yang memiliki warna cokelat. Sedangkan plat negatif terbuat dari sponge lead (Pb) yang memiliki warna abu-abu. Kemampuan dari baterai untuk dapat mengalirkan arus dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran dari plat baterai tersebut. Semakin besar plat-plat baterai dan semakin banyak plat-plat baterai maka semakin besar pula arus yang dapat dihasilkan.

#### 5. Kotak Baterai

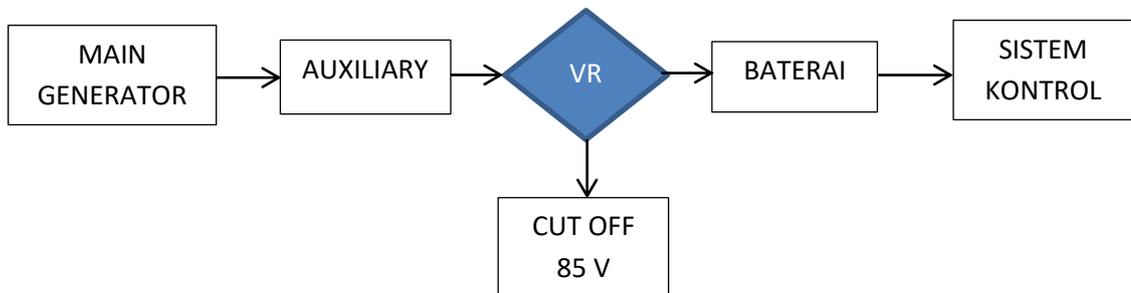
Tempat menampung dan melindungi semua komponen baterai yang ada di dalamnya. Kotak baterai biasanya terbuat dari bahan plastik yang kuat dan tebal. Pada bagian luar terdapat garis upper dan garis lower yang berfungsi sebagai penanda jumlah elektrolit pada baterai apakah masih standar atau perlu dilakukan pengisian ulang.

#### 6. Elektrolit

Elektrolit baterai merupakan larutan asam sulfat dengan air suling. Berat jenis elektrolit baterai bila terisi penuh yaitu 1,260 atau 1,280 pada suhu elektrolit 20 derajat Celcius. Berat jenis elektrolit baterai bila terisi penuh dapat berbeda-beda, hal ini dikarenakan perbandingan campuran antara asam sulfat dan air suling yang belum tentu sama perbandingannya.

Baterai yang telah kosong dapat diisi kembali dengan jalan di-*stroom*, selama proses pengisian ini arus listrik akan mengalir ke dalam baterai dengan arus yang berbeda dengan saat pengeluaran listrik dari baterai. Kekuatan arus listrik biasanya dinyatakan dengan Ampere (A), dimana arus listrik dari baterai ini akan mengalir dari salah satu terminal baterai menuju arah rangkaian listrik, kemudian listrik ini kembali ke arah baterai melalui terminal yang lain dan baru sampai ke cairan elektrolit. Kebutuhan listrik yang paling besar pada lokomotif adalah ketika lokomotif tersebut akan dihidupkan, agar generator dapat memutar mesin maka arus yang dibutuhkan sekitar 300 s/d 400 A.

Pengisian baterai pada lokomotif ini dilakukan bersamaan pada saat mesin lokomotif bekerja. Untuk pengisian baterai ini mempunyai standar tegangan (v) pada *voltage regulator* (VR) yaitu 72 – 74v. Lokomotif sebenarnya sudah mempunyai VR sendiri yang sudah memiliki pengaman *over voltage* atau kelebihan tegangan yaitu di tegangan 85v dan VR ini akan melakukan *cut off* atau memutuskan pengisian baterai. Secara teori bahwa cara kerja VR yaitu tegangan baterai tidak akan melebihi tegangan dari VR dan apabila tegangan dari VR sudah melebihi 85v pengaman *over voltage* akan bekerja.



**Gambar II. 7** Skema Pengisian Baterai Lokomotif

#### **D. GAMBARAN UMUM TENTANG SMART VOLTAGE MONITORING**

Smart Voltage Monitoring (SVM) adalah alat yang dibuat berdasarkan banyaknya gangguan yang terjadi pada pengisian baterai. Alat ini berfungsi memonitoring tegangan pada VR dan baterai sehingga mampu mendeteksi sedini mungkin terjadinya kerusakan pada baterai. Alat ini dilengkapi dengan data logger yang mampu merekam riwayat gangguan tegangan VR dan baterai secara *real time* dan berkala. Terdapat layar display LCD sebagai informasi yang ditunjukkan mengenai tegangan dan jenis gangguan yang terjadi, sehingga meningkatkan kepercayaan masinis pada kondisi tegangan VR dan baterai pada saat operasional.

Alat SVM ini dilengkapi fitur tambahan berupa pendeteksi saklar AGCB atau *Auxiliary Generator Circuit Breaker* sebagai pemutus arus dari auxiliary ke baterai, sehingga ketika saklar AGCB turun atau OFF maka SVM akan memberitahukan dengan lampu indikator, alarm, dan pesan display "AGCB TIDAK TERDETEKSI", hal ini sangat berfungsi karena pentingnya saklar AGCB pada posisi ON. Jika tidak, maka tidak ada pengisian pada baterai, sehingga dapat mengakibatkan lokomotif mogok karena sistem kontrol kekurangan daya listrik dan lokomotif tidak mampu untuk direstart ulang.

Smart Voltage Monitoring merupakan alat yang berbasis microcontroller, dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Input Voltage 10-95 VDC
2. Operating voltage 5v,
3. Temperatur range 40°C to 85°C
4. Eksternal memory up to 32 GB
5. Dimension master box, front : 150 x 84 mm, center : 130 x 64 x 45 mm.
6. Dimension slave box 100 x 75 x 4 mm
7. LCD Type 16 x 2
8. LCD Keypad 5 push button



**Gambar II. 8** Smart Voltage Monitoring

Komponen utama SVM :

1. LCD Tipe 16 x 2

LCD (*Liquid Crstal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS (*Complementary metal-oxide-semiconductor*) *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya terhadap front-lit atau menstransmisikan cahaya dari *back-li*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka maupun grafik.

2. Arduino Uno

Arduino uno adalah papan sirkui berbasis mikrokontroler Atmega328. IC (*Integrated Circuit*) ini memiliki 14 input/output digital, 6 input ananlog, resonator kristal keramik 16 MHz, koneksi USB, soket adaptor, kepala pin ICSP, dan kontrol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport mikrokontroler secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga baterai. Arduino Uno dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan membaca data darai berbagai sensor

misalnya jarak, inframerah, suhu, cahaya, ultrasonik, tekanan, kelembaban dan lain lain.

### 3. *Keypad 5 Push Button*

*Keypad* adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. Keypad berfungsi sebagai *interface* antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*).

## **BAB III**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. PENGERTIAN TRANSPORTASI**

Pengertian Transportasi menurut Morlok (1978), transportasi didefinisikan sebagai kegiatan memindahkan atau mengangkut sesuatu dari suatu tempat ke tempat asal. Menurut Bowersox (1981), transportasi adalah perpindahan barang atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lain, dimana produk dipindahkan ke tempat tujuan dibutuhkan.

Secara umum transportasi adalah suatu kegiatan memindahkan sesuatu (barang dan/atau manusia) dari suatu tempat ke tempat lain, baik dengan atau tanpa sarana. Sedangkan menurut Papacostas (1987), transportasi didefinisikan sebagai suatu sistem yang terdiri dari fasilitas tertentu beserta arus dan sistem *control* yang memungkinkan orang atau barang dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain secara efisien dalam setiap waktu untuk mendukung aktivitas manusia.

Transportasi manusia atau barang biasanya bukanlah merupakan tujuan akhir, oleh karena itu permintaan akan jasa transportasi dapat disebut sebagai permintaan turunan (*derived demand*) yang timbul akibat adanya permintaan akan komoditas atau jasa lainnya. Dengan demikian permintaan akan transportasi baru akan ada apabila terdapat faktor-faktor pendorongnya. Permintaan jasa transportasi tidak berdiri sendiri, melainkan tersembunyi dibalik kepentingan yang lain (Morlok, 1984).

#### **B. PERKERETAAPIAN**

Menurut Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, Perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Perkeretaapian diselenggarakan dengan tujuan untuk memperlancar

perpindahan orang dan/atau barang secara massal dengan selamat, aman, nyaman, cepat dan lancar, tepat, tertib dan teratur, efisien, serta menunjang pemerataan, oertumbuhan, stabilitas, pendorong, dan penggerak pembangunan nasional.

Perkeretaapian sebagai salah satu moda transportasi memiliki karakteristik dan keunggulan terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut baik orang maupun barang secara massal, menghemat energi, menghemat penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan tinggi, memiliki tingkat pencemaran yang rendah, serta lebih efisien dibanding dengan moda transportasi untuk angkutan jarak jauh dan untuk daerah padat lalu lintas, seperti angkutan perkotaan.

Dalam Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian Pasal 2 bahwa Kereta Api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rela terkait dengan perjalanan kereta api. Pada umumnya kereta api adalah moda angkutan darat yang terdiri dua bagian penggerak yang disebut lokomotif dan unit pembangkit atau gerbong. Penyelenggaraan sarana perkeretaapian umum meliputi beberapa kegiatan, yaitu :

1. Pengadaan sarana
2. Pengoperasian sarana
3. Perawatan sarana
4. Pengusahaan sarana

Untuk menjamin keselamatan penumpang maupun barang, setiap sarana perkeretaapian wajib memenuhi persyaratan teknis dan kelaikan operasi yang berlaku bagi setiap jenis sarana perkeretaapian. Penyelenggara sarana perkeretaapian wajib merawat sarana perkeretaapian agar tetap laik operasi dengan wajib memenuhi standar, tata cara perawatan, dan

dilakukan oleh tenaga yang memenuhi syarat dan kualifikasi yang ditetapkan oleh Menteri dan dilaksanakan di balai yasa dan/atau di Depo.

### **C. SARANA PERKERETAAPIAN**

Menurut Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, Sarana perkeretaapian adalah kendaraan yang dapat bergerak di jalan rel. Sarana perkeretaapian menurut jenisnya terdiri atas :

- a. Lokomotif
- b. Kereta
- c. Gerbong, dan
- d. Perelatan khusus

Yang dimaksud lokomotif adalah sarana yang mempunyai penggerak sendiri dan digunakan untuk menarik dan/atau mendorong kereta, gerbong, dan/atau peralatan khusus.

Jenis lokomotif menurut tenaga yang menggerakkan, yaitu :

- a. Lokomotif uap  
Lokomotif uap merupakan lokomotif yang dilengkapi dengan tenaga penggerak mula mesin uap untuk menggerakkan roda melalui alat penerus daya mekanik. Menggunakan uap air yang dihasilkan dari ketel uap yang dipanaskan dengan kayu bakar, batu bara ataupun minyak bakar.
- b. Lokomotif diesel
  - 1) Lokomotif diesel hidrolis merupakan lokomotif yang dilengkapi dengan tenaga penggerak mula motor diesel untuk menggerakkan roda melalui alat penerus daya hidrolis.
  - 2) Lokomotif diesel elektrik merupakan lokomotif yang dilengkapi dengan tenaga penggerak mula motor diesel untuk menggerakkan roda melalui alat penerus daya elektrik dan motor traksi.

Lokomotif diesel elektrik yang ada di Indonesia saat ini antara lain :

- a. BB 200  
Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 1957, buatan General Motor Canada, dengan berat 74,8 ton dan daya 875 HP.
- b. BB 201  
Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 1964, buatan General Motor Canada, dengan berat 78 ton dan daya 1425 HP.
- c. BB 202  
Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 1971, buatan General Motor Canada, dengan berat 65 ton dan daya 1100 HP.
- d. BB 203  
Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 1978, buatan General Electric USA, dengan berat 81 ton dan daya 1750 HP.
- e. BB 204  
Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 1982, buatan General Motor Canada, dengan berat 74,8 ton dan daya 875 HP.
- f. CC 201  
Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 1977/1983, buatan General Electric USA, dengan berat 84 ton dan daya 1950 HP.
- g. CC 202  
Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 1986/1992, buatan General Motor Canada, dengan berat 108 ton dan daya 2250 HP.
- h. CC 203  
Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 1996, buatan General Electric USA, dengan berat 84 ton dan daya 2150 HP.
- i. CC 204  
Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 2006-2012, buatan General Electric USA, dengan berat 86 ton dan daya 2000 HP.
- j. CC 205  
Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 2011-2013, buatan Electro Motive Diesel Canada, dengan berat 108 ton dan daya 2250 HP.

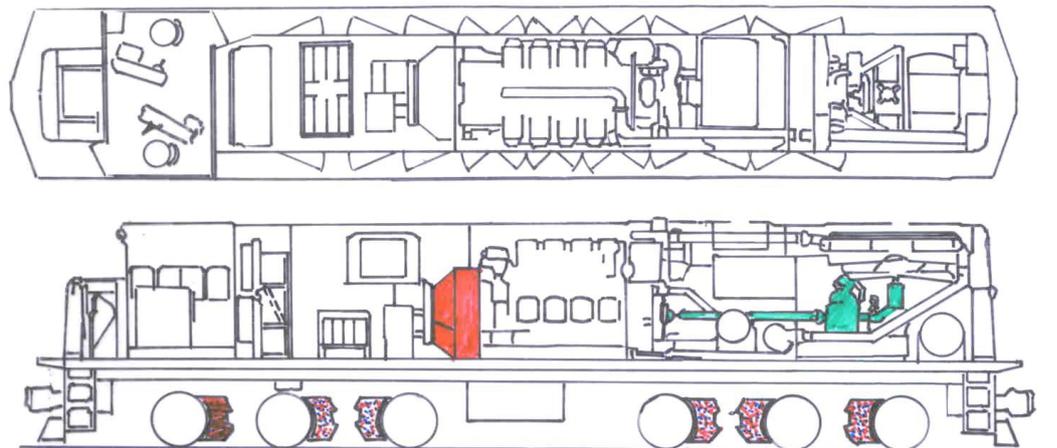
k. CC 206

Lokomotif yang mulai beroperasi tahun 2013, buatan General Electric USA, dengan berat 88 ton dan daya 2250 HP.

c. Lokomotif elektrik

Lokomotif elektrik merupakan lokomotif yang menerima daya listrik dari luar lokomotif itu sendiri untuk menggerakkan roda melalui alat penerus daya elektrik dan menggerakkan motor traksi.

Contoh gambar lokomotif CC201 yang menunjukkan komponen utama lokomotif diesel elektrik dapat dilihat pada gambar berikut :



Sumber : Ir. Hartono AS,MM., 2015

**Gambar III. 1** Komponen Utama Lokomotif Diesel Elektrik

Keterangan :

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. Rangka bawah       | 8. Batere                 |
| 2. Motor diesel       | 9. Kompresor              |
| 3. Generator utama    | 10. Radiator dan fan      |
| 4. Sistem control     | 11. Kabin masinis         |
| 5. Motor Traksi       | 12. Meja pengendali       |
| 6. Tangki Bahan Bakar | 13. Peralatan udara tekan |
| 7. Roda Penggerak     | 14. Generator bantu       |

## **D. BATERAI**

### **1. Pengertian Baterai**

Baterai sebagai sumber arus listrik searah (DC) dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu baterai elemen kering dan elemen basah. Baterai dapat disebut juga dengan istilah *accu* atau *accumulator* yang berarti menghimpun. Baterai adalah suatu peralatan yang dapat menghasilkan energi listrik dengan melalui proses kimia. Baterai mempunyai 2 elektroda yaitu elektroda positif dan elektroda negatif. Suatu beban apabila terhubung dengan elektroda-elektroda baterai, maka akan timbul reaksi elektro kimia dan terjadilah aliran arus listrik dari kutub positif menuju negatif (Jurnal Teknik Vol. 4 No. 2 September 2012).

Baterai adalah alat untuk menyimpan sumber dari tenaga listrik dengan melalui proses elektrokimia sehingga sumber dari tenaga listrik diubah menjadi tenaga kimia dan sebaliknya tenaga kimia menjadi tenaga listrik. Fungsi baterai adalah untuk memberikan sumber tenaga listrik yang cukup pada sebuah peralatan misalnya untuk menghidupkan (starter) kendaraan seperti mobil atau motor serta melayani proses pada sistem pengapian hingga melayani penerangan lampu dan kebutuhan lainnya pada mobil atau motor.

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang.

## 2. Prinsip Kerja Akumulator/Aki

Prinsip kerja aki pada saat aki dipakai, kedua elektrodanya perlahan-lahan akan menjadi timbal sulfat. Hal itu disebabkan kedua elektroda bereaksi dengan larutan asam sulfat. Pada reaksi tersebut elektroda timbal melepaskan banyak elektron. Akibatnya terjadi aliran listrik dari pelat timbal dioksidanya. Setelah beberapa lama dipakai akhirnya kedua elektroda tertutup oleh timbal sulfat, sehingga diantara keduanya tidak ada lagi beda potensial. Keadaan tersebut disebut aki nya soak/mati. Dalam aki terdapat elemen dan sel untuk menyimpan arus yang mengandung asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Tiap sel berisikan pelat positif dan pelat negatif. Pada pelat positif terkandung oksid timah coklat ( $PbO_2$ ) sedangkan pelat negatif mengandung timah (Pb).

## E. REGULATOR TEGANGAN (VOLTAGE REGULATOR)

### 1. Pengertian Regulator

Regulator pada sistem pengisian merupakan alat pengontrol dan pelindung generator dan baterai. Karena itu regulator dipasang antara generator dan baterai. Untuk motor-motor yang mempergunakan alternator juga dibutuhkan regulator yang berfungsi sama dengan motor yang memakai generator.

### 2. Bagian-Bagian Regulator

Tugas dari regulator ini ada tiga macam, karena itu regulator akan terdiri dari tiga bagian. Masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda. Ketiga bagian tersebut adalah :

#### a. Pemutus Arus (*Cut Out*)

Alat ini bekerja seperti saklar otomatis dengan mempergunakan sistem elektromagnetik. Pada waktu motor tidak hidup, titik kontak selalu dalam keadaan terbuka, karena ditarik oleh sebuah pegas. Pada posisi ini berarti hubungan antar generator sedang terputus. Hal ini sangat diperlukan jika sekiranya hubungan antara generator dan baterai masih tetap ada maka arus akan selalu mengalir ke baterai ke massa yang ada pada generator. Dengan

demikian baterai akan selalu mengeluarkan arus (*discharging*) yang akan menyebabkan arus lemah (*discharge*). Sebaliknya jika motor dihidupkan dan telah ada hubungan antara generator dan baterai, arus listrik dari generator akan mengalir ke baterai dengan kata lain generator mengisi baterai (*charging*).

b. Pengatur tegangan

Tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator, tergantung dari kecepatan putaran motor tersebut. Makin cepat putarannya makin tinggi tegangan yang dihasilkan. Disamping itu medan magnet pada gulungan sepatu kutub makin lama makin kuat juga. Sehingga dengan cepat generator tersebut akan panas dan terbakar sendiri oleh tegangan yang terlalu tinggi. Pengaturan tegangan berfungsi untuk mencegah kenaikan tegangan tersebut. Ia mempunyai semacam saklar seperti platina yang tertutup pada waktu tegangan listrik yang dikeluarkan oleh generator tidak melebihi batas. Segera pada waktu kenaikan tegangan melewati batas maksimum, kontak platina membuka memutuskan hubungan untuk mencegah kenaikan lebih lanjut medan gulungan pada sepatu kutub.

c. Pengatur Arus

Konstruksinya sama dengan regulator pengatur tegangan, dilengkapi dengan "gulungan" yang akan dilewati oleh arus pada waktu generator mengeluarkan arus penuh. Jika arus listrik mengalir dari generator pada gulungan, maka besi inti berubah jadi magnet. Magnet tersebut akan menarik platina kontak bagian atas sehingga kontak platina menutup. Dengan demikian terjadi hubungan antara output generator dengan massa. Arus listrik pada gulungan yang tadinya membangkitkan daya magnet pada inti besi menjadi berkurang, sehingga besi inti kembali menjadi besi biasa. Kontak platina terbuka kembali dan arus dari generator

akan mengalir lagi pada gulungan dan seterusnya proses tersebut akan berulang-ulang dengan sangat cepat.

## **F. MIKROKONTROLER**

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputerisasi yang tinggi.

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan output spesifik berdasarkan inputan yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor,

memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan sistem sehingga mikrokontroler dapat dikantakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. (Elektronika Dasar, 2010)

Mikrokontroler dapat dikelompokkan dalam satu keluarga, masing-masing mikrokontroler memiliki spesifikasi tersendiri namun kompatibel atau cocok dalam pemrogramannya. Misalnya keluaran MCS-51 yang diproduksi oleh ATMEL seperti AT89S51, AT89S52, dan AT89Cx51

## G. ARDUINO

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis diantaranya :

1. Arduino USB, yaitu mikrokontroler arduino dengan menggunakan USB sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer.

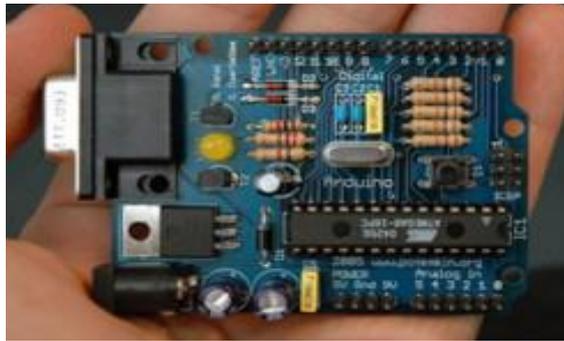
Contoh :

- Arduino Uno
- Arduino Duemilanove
- Arduino Diecimila
- Arduino NG Rev. C



**Gambar III. 2** Arduino Uno

2. Arduino Serial, yaitu jenis mikrokontroler arduino yang menggunakan RS232 sebagai anata muka pemrograman atau komunikasi komputer.



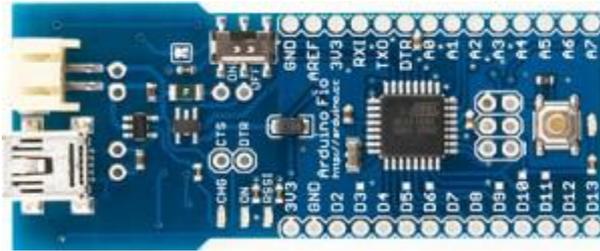
**Gambar III. 3** Arduino Serial

3. Arduino MEGA, yaitu mikrokontroler arduino dengan spesifikasi yang lebih tinggi, dilengkapi tambahan pin digital, pin analog, port serial dan sebagainya. Arduino Mega berbasis Atmega1280 dengan 54 digital input/output. Contoh :
  - Arduino Mega
  - Arduino Mega 2560



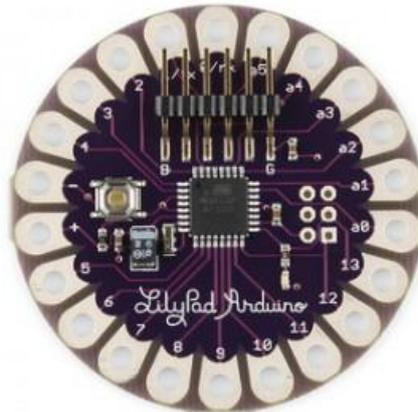
**Gambar III. 4** Arduino MEGA

4. Arduino FIO, yaitu mikrokontroler arduino yang ditujukan untuk penggunaan nirkabel. walau jumlah pin I/O digital dan input analognya sama dengan Uno, tapi Fio memiliki socket Xbee.



**Gambar III. 5** Arduino Fio

5. Arduino LilyPad, yaitu mikrokontroler dengan bentuk yang melingkar. Dengan 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog.



**Gambar III. 6** Arduino LilyPad

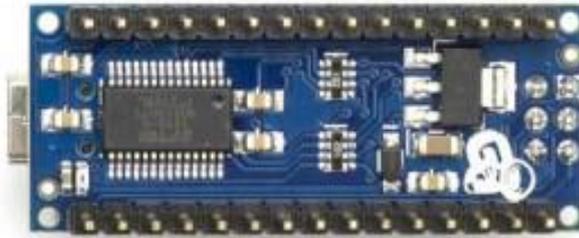
6. Arduino BT, mikrokontroler arduino yang mengandung modul Bluetooth untuk komunikasi nirkabel.



**Gambar III. 7** Arduino BT

7. Arduino Nano dan Arduino Mini, merupakan jenis arduino berbentuk kompak dan digunakan bersama breadboard. Contoh:

- Arduino Nano 3.0
- Arduino Nano 2.x
- Arduino Mini 0.4
- Arduino Mini 0.3



**Gambar III. 8** Arduino Nano

#### **H. TEMPERATUR/SUHU**

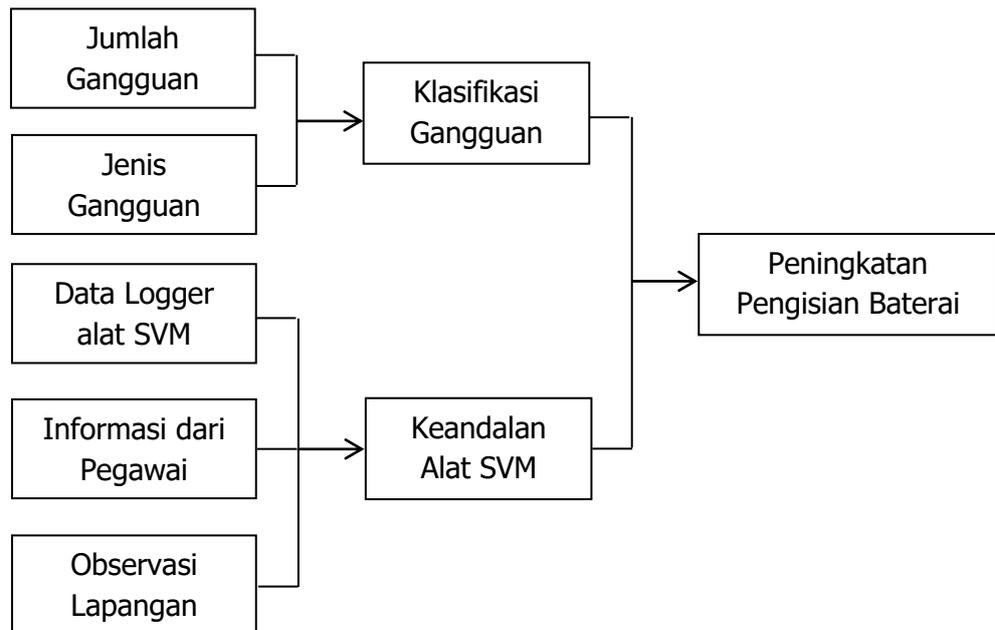
Pengertian temperatur adalah suatu ukuran dingin atau panasnya keadaan atau sesuatu lainnya. Satuan ukur dari temperatur yang banyak digunakan di Indonesia adalah °C (derajat celcius). Sementara satuan ukur yang banyak digunakan di luar negeri adalah derajat Fahrenheit. (Ir. Sarsinta : 2008)

Definisi temperatur adalah suatu ukuran energi kinetik rata-rata dari suatu molekul. Jika temperatur tinggi maka energi kinetik rata-rata akan besar. (Nurdin Riyanto : 2009)

Pada dasarnya temperatur adalah ukuran yang menyatakan panas dinginnya sesuatu, bisa dalam bentuk padat, cair, ataupun gas. Biasanya dinyatakan dalam satuan derajat. Semakin panas suatu benda maka nilai derajatnya akan semakin tinggi, sebaliknya semakin dingin suatu benda maka nilai derajatnya juga akan semakin turun.

## I. KERANGKA KONSEPTUAL

Kerangka konsep adalah suatu hubungan atau kaitan antara konsep satu terhadap konsep lainnya dari masalah yang ingin diteliti. Berikut adalah kerangka konsep yang digunakan dalam penelitian ini :



**Gambar III. 9** Kerangka Konsep Penelitian

Sesuai dengan konsep dasar, penelitian ini akan melakukan analisis terhadap data-data yang diperoleh sebagai inputan, untuk selanjutnya diproses hingga diperoleh suatu output sebagai bentuk solusi guna mengatasi masalah atau patokan sebagai standar untuk melakukan perbandingan antara standar yang ada terhadap masalah yang terjadi di lapangan.

Data yang digunakan sebagai bahan penelitian ini yaitu data jumlah gangguan lokomotif, jenis gangguan lokomotif, *data logger* dari alat SVM, informasi dari pegawai, serta observasi lapangan terkait pelaksanaan pemeriksaan baterai. Setelah data diperoleh kemudian diolah, sehingga menghasilkan data pendukung seperti, klasifikasi gangguan terutama yang berkaitan dengan masalah baterai dan keandalan dari alat SVM yang selanjutnya akan digunakan untuk menentukan pengaruh alat tersebut terhadap keandalan pengisian baterai lokomotif.

## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. RENCANA PENELITIAN**

Langkah awal dalam rencana penelitian ini adalah mengumpulkan data, baik data primer maupun sekunder yang selanjutnya dilakukan analisis permasalahan, yang kemudian dapat diketahui permasalahan yang ada dan dicari suatu penyelesaiannya. Adapun tahapan-tahapan rencana penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menetapkan maksud dan tujuan dilakukannya penelitian serta menentukan ruang lingkup dan batasan-batasan permasalahan dari penelitian yang dilakukan.
2. Mengumpulkan data-data yang diperlukan serta mendukung penelitian yang dilakukan baik data sekunder maupun data primer.
3. Mengidentifikasi permasalahan yang ada dengan melihat kondisi dan keadaan yang sebenarnya dilapangan.
4. Mengajukan usulan pemecahan masalah berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan.
5. Menetapkan kesimpulan dan saran dari hasil analisis dan pemecahan permasalahan yang telah dilakukan.

#### **B. METODE PENELITIAN**

1. Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilakukan merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk mengidentifikasi masalah yang ada pada lokasi studi. Kegiatan penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data sekunder dari instansi terkait dan persiapan survei lapangan. Kemudian dilakukan survei lapangan untuk mendapatkan data dan evaluasi sebagai bahan analisis.

## 2. Waktu dan Tempat Penelitian

### a. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan penulis dalam melakukan penelitian yaitu pada saat melaksanakan Praktek Kerja Magang selama 2 bulan yaitu Maret hingga Mei 2019.

### b. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di wilayah Daerah Operasi 2 Bandung tepatnya di Depo Lokomotif Bandung

## 3. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada saat mengumpulkan data survei adalah sebagai berikut :

- a. Laptop
- b. Micro SD
- c. Alat tulis
- d. Kamera

## **C. METODE PENGUMPULAN DATA**

### 1. Mengenali Masalah dan Studi Literatur

Tahap ini ialah tahap awal melakukan suatu penelitian dimana penulis melakukan pengenalan masalah dan pemahaman secara teoritis sistem yang akan direalisasikan dengan mengumpulkan bahan dari buku, jurnal ilmiah dan internet guna mencari topik pembahasan masalah mengenai penelitian yang akan dibuat. Studi literatur ini digunakan untuk mengenali masalah dan menyelesaikan masalah dengan metode yang berkaitan.

### 2. Sumber Data

Dalam pengumpulan data, dikenal dua jenis data yaitu data sekunder dan data primer. Kedua data inilah yang akan menjadi dasar penelitian untuk memperoleh jawaban dari pemecahan masalah yang

telah dikemukakan sebelumnya. Berikut merupakan penjabaran dari data primer dan data sekunder, antara lain :

a. Data Sekunder

Adapun data sekunder yang digunakan untuk menunjang penulisan KKW ini diperoleh dengan menggunakan metode-metode yaitu :

1) Metode Kepustakaan

Yaitu menggunakan literatur-literatur maupun buku-buku yang berhubungan dengan penulisan KKW ini.

2) Metode Intitisional

Yaitu dengan mengumpulkan data dari berbagai instansi yang terkait dengan penelitian ini yaitu dari PT. KAI (Persero) Daop 2 Bandung khususnya dari Depo Lokomotif. Dalam penelitian ini yaitu Depo Lokomotif Bandung, meliputi :

- a) Data gangguan lokomotif Daop 2 Bandung
- b) Data logger alat Smart Voltage Monitoring

b. Data Primer

Data primer adalah data yang didapat melalui pengamatan secara langsung di lapangan dengan cara :

1) Wawancara

Merupakan teknik pengumpulan data dengan mengajukan pertanyaan lisan kepada narasumber.

2) Observasi

Merupakan teknik pengumpulan data dengan melihat secara langsung cara pengoperasian dengan atau tanpa adanya pertanyaan atau komunikasi dengan obyek maupun pelaku pengoperasi alat tersebut, data yang didapat adalah dalam bentuk foto maupun catatan.

### 3. Teknik Penelitian

Dalam penelitian ini tahapan pengambilan data agar mencapai suatu analisis ini yang dilihat dari data sekunder dan data primer.

#### a. Tahap I

Merupakan tahap persiapan pengumpulan data dengan cara menyiapkan alat-alat lain yang diperlukan.

#### b. Tahap II

Merupakan tahap pengumpulan data yang mendukung penelitian baik data sekunder maupun primer dengan melakukan observasi dan wawancara guna memperoleh data seakurat mungkin.

#### c. Tahap III

Merupakan tahap pengolahan data sesuai dengan permasalahan yang ada dengan melihat keadaan sebenarnya dilapangan.

#### d. Tahap IV

Merupakan tahap analisis data-data yang telah diperoleh dan memberikan pemecahan masalah dengan perbaikan dan usulan yang diajukan.

#### e. Tahap V

Merupakan tahap memberikan kesimpulan dan saran atau rekomendasi.

## **D. METODE ANALISIS**

Metode analisis yang akan dilakukan untuk mengolah data dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan cara analisis sebagai berikut :

### 1. Analisis Gangguan Baterai Lokomotif

Analisis gangguan baterai lokomotif dimaksudkan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi menyangkut hal – hal yang berkaitan dengan antara lain jumlah gangguan lokomotif di lintas, permasalahan baterai lokomotif, serta faktor-faktor penyebab terjadinya gangguan pada baterai lokomotif.

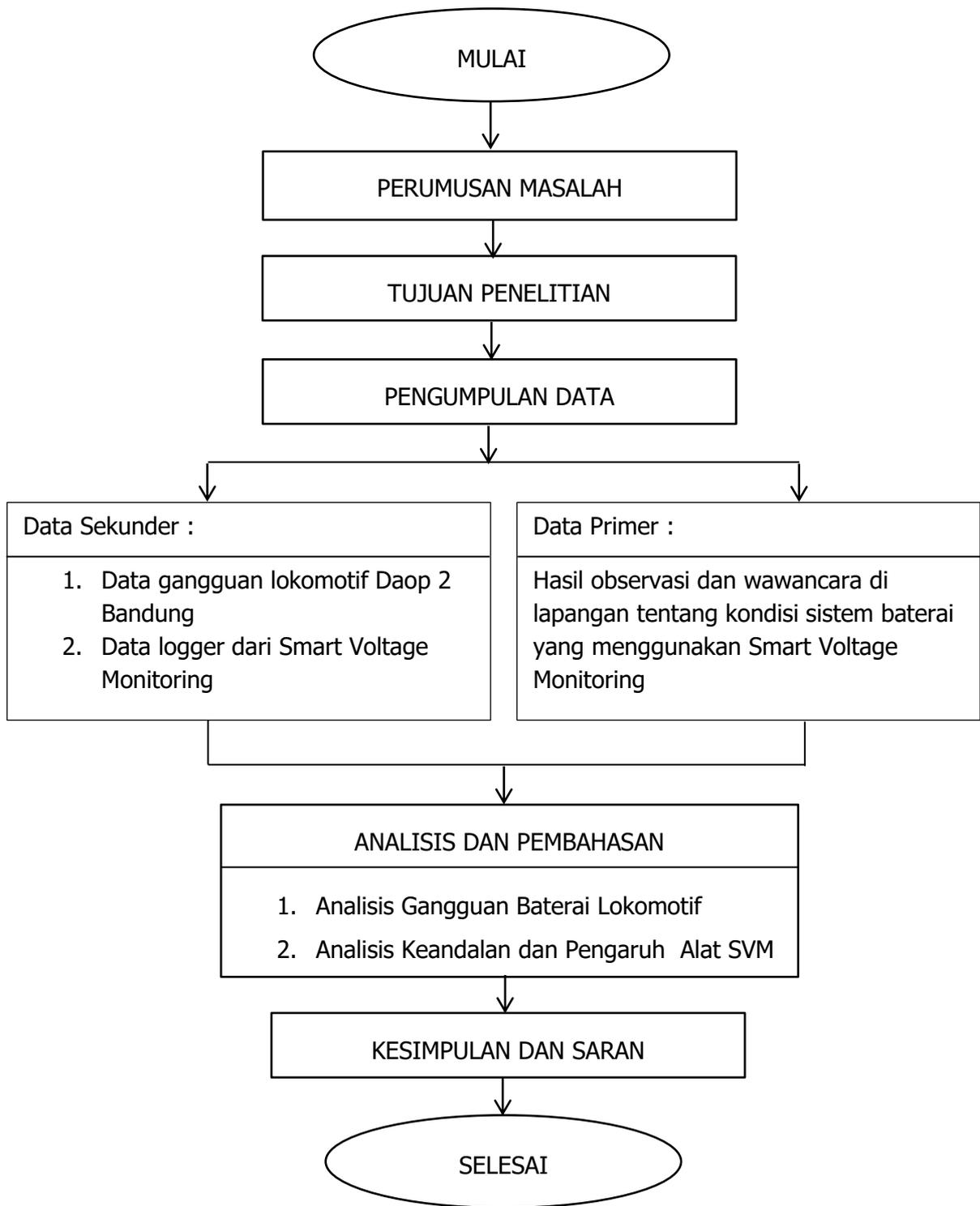
Analisis dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi keandalan lokomotif Depo Lokomotif Bandung sebagai penyedia lokomotif untuk

melayani kereta api terutama keandalan dalam sistem pengisian baterai lokomotif. Setelah mengetahui hal – hal diatas, peneliti mengklasifikasikan permasalahan pada baterai lokomotif kemudian menjabarkan faktor – faktor apa saja yang menyebabkan gangguan atau permasalahan pada baterai lokomotif.

2. Analisis Keandalan dan Pengaruh Alat Smart Voltage Monitoring (SVM)  
Setelah dibuat alat SVM berdasarkan jumlah dan jenis gangguan pada baterai lokomotif, dilanjutkan dengan menganalisis pengaruh penggunaan alat SVM terhadap proses pengisian baterai lokomotif. Kemudian dijelaskan hasil dari penggunaan alat tersebut selama lokomotif melakukan pengisian baterai berdasarkan fungsi kerja dan data logger yang telah didownload dari alat SVM.

#### **E. BAGAN ALIR PENELITIAN**

Kerangka alir merupakan tahapan kegiatan dalam analisis dari awal studi sampai menghasilkan kesimpulan dan rekomendasi. Pola pikir yang dikembangkan dalam penelitsn ini dijadikan dasar untuk melakukan proses penelitian dari awal hingga akhir. Untuk mempermudah dalam proses penelitian dari penulisan Kertas Kerja Wajib, penulis menyajikan bagian alir yang merupakan tahapan dan urutan proses sebagai berikut :



**Gambar IV. 1** Bagan Alir Penelitian

**BAB V**  
**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**A. ANALISIS GANGGUAN BATERAI**

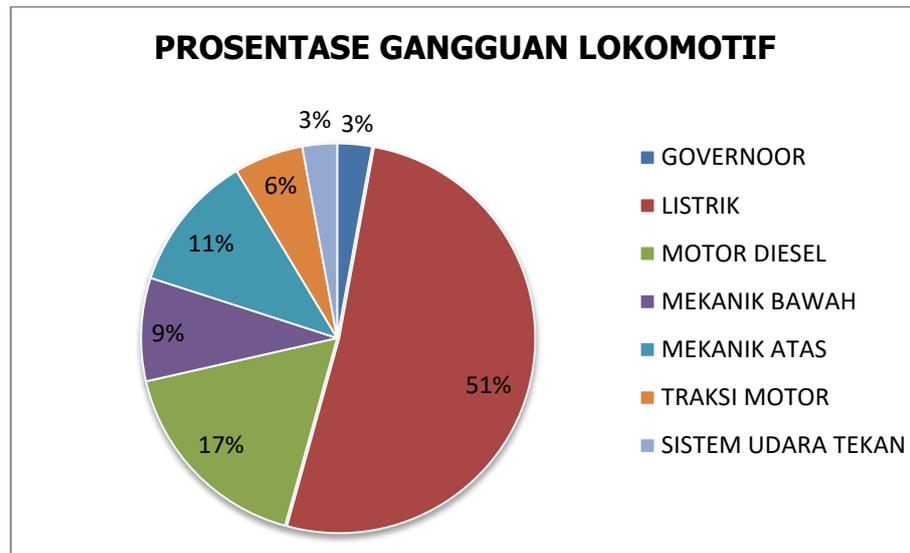
1. Gangguan Baterai Sebelum Menggunakan SVM

Dari data kerusakan lokomotif bulan Januari 2018 – April 2019 di lintas, dapat diketahui bahwa permasalahan lokomotif siap operasi (SO) yang mengalami kerusakan di lintas sebagaimana dikemukakan pada Tabel V.1 dan Gambar V.1 berikut :

**Tabel V. 1** Jumlah Gangguan Lokomotif Bulan Januari 2018 – April 2019

Kategori Gangguan	Bulan														Total
	1	2	3	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	
Governoor	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Listrik	1	-	1	-	2		2	3	3	-	2	-	4	-	18
Motor Diesel	-	-	1	-	1	1	1	-	-	2	-	-	-	-	6
Mekanik Bawah	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	3
Mekanik Atas	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	1	-	4
Traksi Motor	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Sistem Udara Tekan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>35</b>

*Sumber : Depo Lokomotif Bandung, 2019*



Sumber : Depo Lokomotif Bandung, 2019

**Gambar V. 1** Diagram Gangguan Lokomotif Bulan Januari 2018 – April 2019

Dari Gambar V.1 dapat diketahui bahwa prosentase gangguan paling tinggi terjadi pada bagian Kelistrikan yaitu sebanyak 51%. Untuk permasalahan kelistrikan sendiri dapat dilihat pada Tabel V.2 di bawah ini :

**Tabel V. 2** Masalah Kelistrikan Lokomotif Tahun 2018-2019

No	Masalah	Jumlah
1.	Main Generator	5
2.	Traksi Motor	16
3.	Battery	31
4.	Power Kontaktor	4

Sumber : Depo Lokomotif Bandung, 2019

Berdasarkan Tabel V.2 tersebut diperoleh melalui *database System Application and Processing (SAP)* di Depo Lokomotif Bandung, dapat dilihat bahwa komponen yang sering terjadi masalah yaitu pada komponen baterai. Beberapa masalah yang terjadi pada baterai

lokomotif milik Daop 2 Bandung tersebut berdasarkan penyebabnya yang terjadi pada lokomotif milik Daop 2 Bandung adalah sebagai berikut :

1. Kerusakan pada baterai
2. Kerusakan pada voltage regulator
3. Tidak adanya indikator gangguan pada tegangan baterai

Tabel V.3 merupakan data untuk analisa akar penyebab gangguan pada baterai lokomotif beserta keterangan dan tindak lanjut yang dilakukan di Daop 2 Bandung.

**Tabel V. 3** Gangguan Baterai Lokomotif Daop 2 Bandung

No	Akar Penyebab	Tanggal	Keterangan
1	Tidak adanya indikator jika terjadi gangguan pada tegangan baterai	25/09/2018	CC 2019205 mati, penyebab kabel baterai ngepong. Tindak lanjut kirim LPT dari Bd Lok CC 2019207.
2	Adanya kerusakan pada voltage regulator	26/04/2018	CC2019207 Perbaikan VR
		14/10/2018	CC2019205 Perbaikan VR
		15/10/2018	CC2019203 Pasang VR eks 304
		15/10/2018	CC2039504 Pasang VR dari JNG
		19/10/2018	CC2019210 Perbaikan VR
		05/12/2018	CC2039502 Ganti VR
		12/04/2019	CC2039502 Perbaikan VR
		05/01/2018	CC2019204 Ganti VR
		03/01/2018	CC2030201 Perbaikan VR
		01/08/2018	CC2019210 Perbaikan VR
15/01/2019	CC2017723 Perbaikan VR		

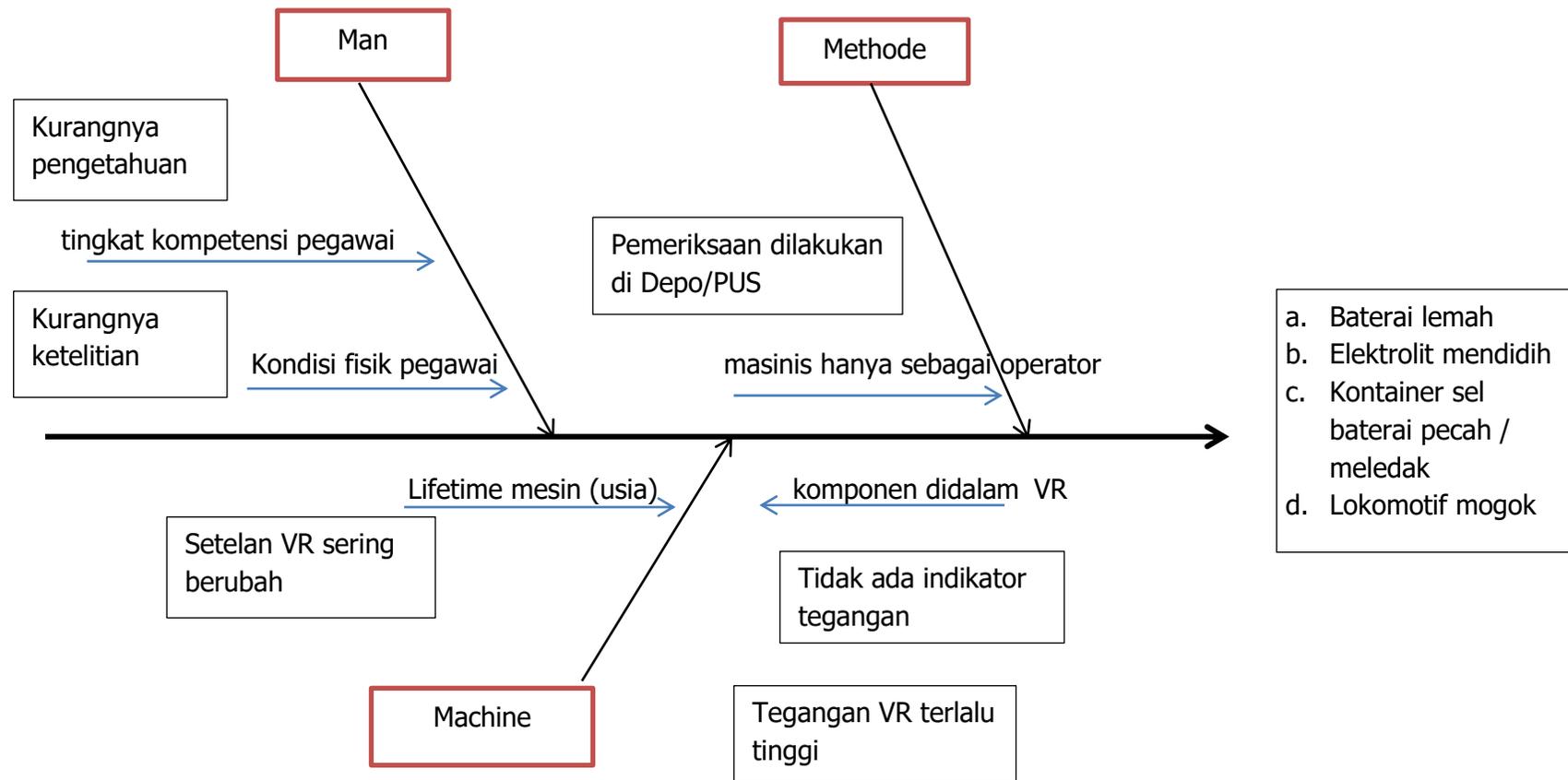
**Tabel V. 3** Lanjutan Gangguan Baterai Lokomotif Daop 2 Bandung

<b>No.</b>	<b>Akar Penyebab</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Keterangan</b>
3	Adanya kerusakan pada baterai	06/02/2018	CC2019207 Perbaikan baterai
		28/09/2018	CC2019205 Perbaikan baterai
		13/10/2018	CC2017719 Ganti air baterai
		25/10/2018	CC2018326 Perbaikan baterai panas
		27/10/2018	CC2039510 Perbaikan baterai panas
		19/12/2018	CC2039505 Perbaikan baterai panas
		20/02/2019	CC2018323 Perbaikan baterai panas
		11/04/2019	CC2019207 Perbaikan baterai
		12/04/2019	CC2039502 Perbaikan baterai panas
		12/04/2019	CC2019203 Perbaikan baterai

*Sumber : Depo Lokomotif Bandung, 2019*

Dari data-data yang dikumpulkan, baik data sekunder maupun data primer diolah dan dilakukan analisa. Analisa ini akan menjelaskan bagaimana gangguan pada baterai dapat terjadi pada baterai lokomotif diesel elektrik pada umumnya.

Gangguan pada baterai merupakan salah satu penyebab menurunnya keandalan lokomotif ketika beroperasi di lintas. Gangguan - gangguan yang terjadi pada baterai umumnya tidak berdampak langsung pada beroperasinya lokomotif di lintas. Namun apabila gangguan pada baterai ini sudah parah maka bisa mengakibatkan mesin lokomotif mati atau mogok.



**Gambar V. 2** Diagram Fishbone

Diagram fishbone atau diagram tulang ikan atau *ishikawa* diagram adalah salah satu metode untuk menganalisa penyebab dari sebuah masalah atau kondisi. Sering juga disebut diagram sebab-akibat. Diagram ini merupakan alat yang membantu mengidentifikasi, memilah, dan menampilkan berbagai penyebab yang mungkin dari suatu masalah atau karakteristik kualitas tertentu.

Berdasarkan diagram pada Gambar V.2 diperoleh dari melalui wawancara terhadap pegawai Depo Lokomotif khususnya bagian elektrik, dapat diketahui bahwa gangguan pada baterai lokomotif secara mendasar dan faktor penyebab gangguan pada baterai lokomotif secara umum, dapat dijelaskan sebagai berikut adalah :

1) Sistem pengisian baterai tidak baik

Kestabilan pengisian baterai akan berpengaruh terhadap kondisi baterai. Besarnya pengisian ke baterai ini harus sesuai, tidak boleh kurang juga tidak boleh lebih. Jika pengisian kurang dari kebutuhan, maka tidak akan maksimal dalam mensuplai listrik. Sebaliknya jika pengisian berlebih, baterai akan mendapat tekanan terlalu banyak dan cepat rusak.

2) *Cell* (Sel) baterai rusak

Rusaknya sel baterai dapat terjadi akibat adanya hubung singkat antara elemen positif (+) dan elemen negatif (-). Apabila bagian-bagian dalam sel tersebut rusak, maka baterai tidak dapat bekerja maksimal sesuai fungsinya bahkan tidak dapat digunakan kembali. Sehingga harus diganti dengan sel baterai yang baru.

3) *Jumper* kendur

Apabila jumper kendur maka akan terjadi resistansi berlebih yang menyebabkan proses pengisian terganggu. Selain itu akan memungkinkan terjadinya percikan bunga api yang lama kelamaan akan panas dan *self discharge battery* akan meningkat yang mengakibatkan baterai lebih cepat habis.

4) *Ground* baterai terhadap *body*

Ground berfungsi untuk meniadakan beda potensial sehingga jika ada kebocoran tegangan atau arus akan langsung dibuang ke bumi. *Ground* juga berfungsi untuk menetralkan cacat (*noise*) yang disebabkan oleh daya yang kurang baik, ataupun kualitas komponen yang tidak standar. *Body* yang dimaksud adalah kotak besi yang digunakan sebagai tempat peletakkan satu set baterai lokomotif.

5) Saklar AGCB (*Auxiliary Generator Circuit Creaker*) turun

Saklar AGCB merupakan saklar yang digunakan sebagai pemutus arus dari *auxiliary* ke baterai. Sehingga ketika saklar AGCB turun maka tidak ada pengisian pada baterai yang dapat mengakibatkan lokomotif mogok karena sistem kontrol kekurangan daya listrik dan lokomotif tidak mampu distart ulang.

6) Elemen ada yang hubung singkat

Hubung singkat atau korsleting merupakan kejadian dimana arus terminal positif baterai bertemu dengan masa/terminal negatif aki tanpa melewati beban kelistrikan seperti misalkan lampu. Meski tidak sampai menyebabkan kebakaran, peristiwa hubung singkat tetap berpengaruh pada aki. Meskipun pada kasus-kasus tertentu baterai masih bisa digunakan walaupun setelah mengalami hubung singkat, baterai tidak akan bertahan lama.

7) Suhu baterai terlalu tinggi

Suhu yang tinggi dapat diakibatkan karena tegangan pada saat pengisian baterai terlampaui tinggi. Selain dari tegangan yang terlampaui tinggi, suhu atau temperatur udara disekitar baterai pun ikut berpengaruh. Baterai akan bekerja dengan baik pada suhu 10 sampai 30° C. Apabila temperaturnya mencapai 45° C seyogyanya operasi kegiatan dihentikan.

8) VR *cut off* di tegangan 85 V

Pengaman *over voltage* pada lokomotif bekerja pada saat tegangan mencapai 85 V, pada tegangan tersebut VR akan

melakukan *cut off* pengisian baterai. Namun yang terjadi saat ini standar pengisian baterai adalah 72 - 74 v. Apabila melebihi 74 v dapat menyebabkan kenaikan suhu pada baterai.

9) Adanya kerusakan pada VR

Apabila VR mengalami kerusakan maka tegangan yang dihasilkan baterai tidak dapat diatur dengan baik karena fungsi voltage regulator sendirinya salah satunya yaitu mengatur tegangan.

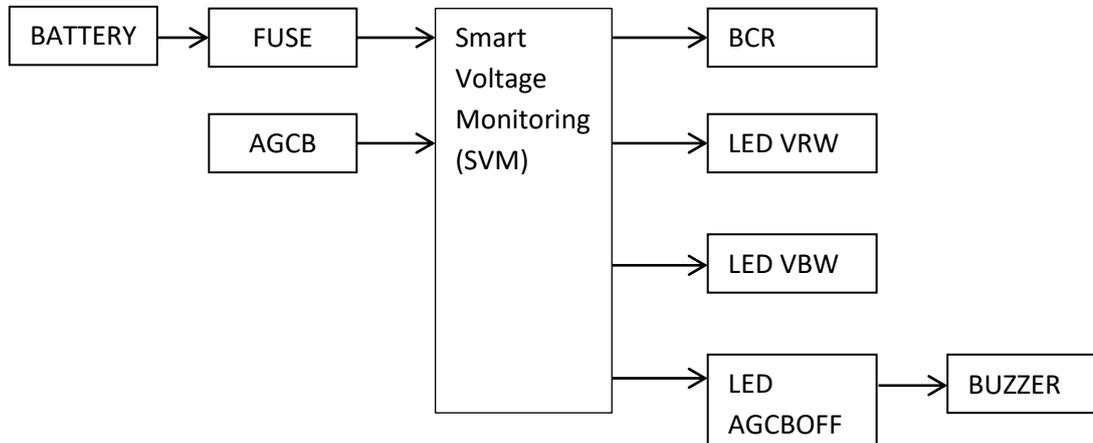
Gangguan-gangguan di atas terjadi pada saat lokomotif beroperasi di lintas. Setiap lokomotif yang beroperasi sebenarnya sudah mempunyai jadwal program perawatan dan setiap harinya dilakukan pemeriksaan harian untuk memastikan lokomotif tersebut siap untuk operasi. Untuk lokomotif CC 203 dilakukan perawatan bulanan mulai dari bulan pertama yaitu P1 (Perawatan 1 bulanan), P3 (3 bulanan), P6 (6 bulanan), P12 (12 bulanan) bertempat di depo lokomotif. Berikut beberapa kondisi saat lokomotif dioperasikan di lintas :

- 1) Tidak adanya perhatian khusus pada baterai saat lokomotif dioperasikan dilintas karena seharusnya masinis telah meyakini bahwa kondisi baterai dan pengisian baterai dalam kondisi baik.
- 2) Kerusakan baterai hanya akan diketahui saat lokomotif masuk depo untuk melakukan pemeriksaan, sehingga masinis tidak mengetahui adanya kerusakan sebelum berakibat fatal pada baterai.
- 3) Baterai mengalami gangguan fatal akibat tidak adanya indikator pengaman atau memiliki peralatan monitoring pada tegangan baterai maupun pengisian baterai.

## 2. Fungsi Kerja Alat SVM

Smart Voltage Monitoring (SVM) adalah alat yang saat ini telah dibuat dan digunakan pada lokomotif CC 2039503 sebagai pengaman tambahan untuk keamanan pengisian baterai lokomotif. Alat tersebut

bekerja sesuai dengan pengaturan yang dilakukan pada saat pemasangannya pada lokomotif.



**Gambar V. 3** Skema Input dan Output Smart Voltage Monitoring

Keterangan :

- AGCB = Auxiliary Generator Circuit Breaker
- BCR = Battery Circuit Relay
- LED VRW = Light Emitting Diode dari Volt Regulator Warning
- LED VBW = Light Emitting Diode dari Volt Battery Warning
- LED AGCBOGFF = Light Emitting Diode dari indikator AGCB

Skema sebagaimana digambarkan pada Gambar V.3 menjelaskan alur kerja dari input dan output dari alat Smart Voltage Monitoring. Baterai lokomotif sebagai input terhubung dengan alat pengaman *fuse* sebagai pengaman hubung singkat atau beban lebih sebelum dihubungkan pada konektor pada alat SVM. Begitu pula dengan AGCB atau saklar pemutus arus pengisian baterai sebagai input dari sistem pengisian baterai.

Untuk keluaran atau output dari alat SVM adalah pada BCR sebagai penghubung relay pengisian baterai , VRW atau *Volt Regulator*

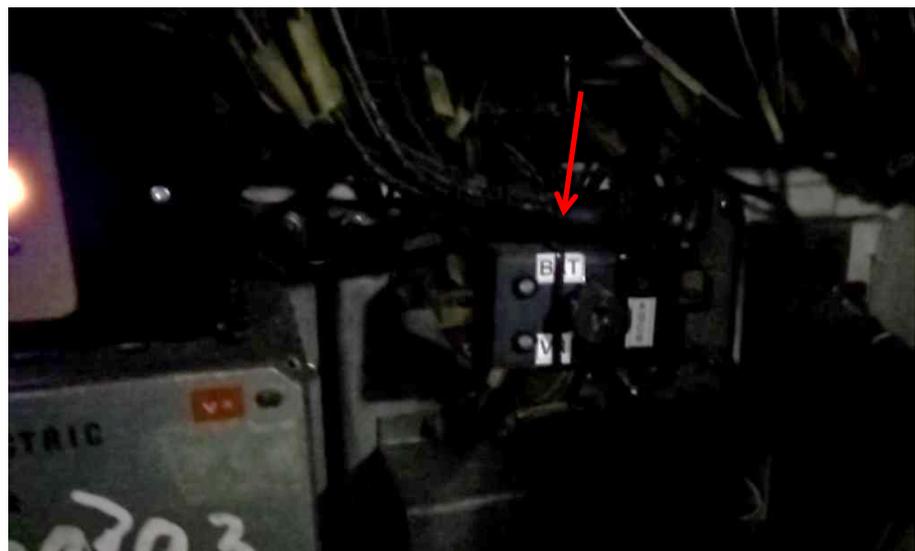
*Danger (VRD), VBW atau Volt Battery Danger (VBD), dan AGCBOFF beserta Buzzer. Masing – masing di atas mempunyai indikator berupa lampu LED yang akan bekerja apabila terindikasi adanya masalah atau gangguan pada tegangan baterai maupun tegangan regulator. Pada saat LED AGCBOFF bekerja maka Buzzer akan menyala sebagai penanda bahwa tidak adanya arus yang mengalir pada saat pengisian baterai. LED VRW dan LED VBW akan menyala apabila terjadi tegangan yang melebihi batas yang telah diseting atau ditentukan oleh pembuat yaitu untuk VRW sebesar 74v sedangkan VBW sebesar 73v.*

Sebenarnya untuk alat tersebut dapat digunakan sebagai indikator peringatan serta sebagai pengaman tambahan tergantung dari pengaturan dari si pembuat. Namun pada saat ini yang telah terpasang pada lokomotif CC 2039503 hanya diatur sebagai indikator peringatan. Kemudian alat ini akan merekam insiden yang terjadi dengan kecepatan memproses per microsecond (ms).

Alat SVM telah terpasang pada lokomotif CC 2039503 milik Depo Lokomotif Daop 2 Bandung pada tanggal 17 Maret 2019 pukul 16.33 WIB.



**Gambar V. 4** Alat Smart Voltage Monitoring Dalam Kabin Masinis



**Gambar V. 5** Output Indikator Smart Voltage Monitoring

Setelah alat tersebut beroperasi mulai Bulan Maret 2019 hingga sekarang, diambil data download selama 3 bulan pertama pemasangan alat tersebut di lokomotif CC 2039503. Tabel V.4 merupakan contoh hasil download :

**Tabel V. 4** Contoh Hasil Download Data Smart Voltage Monitoring

No Lok	Tanggal	Waktu	Insiden	Setting	Terdeteksi
2039503	23.04.2019	21:26:26	1 VBW	73 V	73.19 V
2039503	23.04.2019	21:26:26	3 VRW	74 V	74.11 V
2039503	08.05.2019	12:56:07	1 VBW	73 V	73.53 V
2039503	08.05.2019	12:56:07	3 VRW	74 V	74.27 V
2039503	08.05.2019	13:34:52	1 VBW	73 V	73.22 V
2039503	08.05.2019	13:42:17	1 VBW	73 V	73.02 V
2039503	08.05.2019	13:42:17	3 VRW	74 V	74.50 V

Sumber : Depo Lokomotif Bandung, 2019

Keterangan :

VBW = Volt Battery Warning, Batas tegangan 73v

VRW = Volt Regulator Warning, Batas tegangan 74v

Dari data pada Tabel V.4 menjelaskan bahwa pada lokomotif CC 2039503 terjadi indikasi misal pada tanggal 23 April 2019 pukul 21:26 WIB. Pada waktu tersebut terjadi insiden 1 kali VBW yang artinya tegangan baterai melebihi batas yang telah ditentukan yaitu 73,19v. Bahwa nantinya apabila terjadi tegangan yang melebihi batas seting maka akan muncul indikator lampu (LED) pada alat ini. Indikator akan menyala apabila terjadi peringatan pada tegangan baterai, tegangan regulator, dan saklar AGCB tidak bekerja. Selanjutnya ditindaklanjuti sesuai dengan jenis insiden yang terjadi. Untuk insiden VRW dan VBW dengan cara periksa kondisi baterai dan menyetel ulang tegangan output pada VR.

Data ini menunjukkan bahwa tegangan dari VR mengalami *over voltage* atau tegangan lebih dari batas setingan 74v. Sehingga mempengaruhi tegangan dari baterai yang ikut *over* dari batas setingan 73v. Ini membuktikan bahwa SVM dapat merekam data dari

tegangan baterai dan VR ketika terjadi *over* dari setingan yang telah ditentukan.

Hasil analisis dari data download selama 3 bulan alat SVM didapat :

1. Terdapat insiden "AGCB TIDAK TERDETEKSI"

Ini bukan sebuah gangguan, melainkan hanya pengetesan bahwa sensor pendeteksi saklar AGCB berfungsi dengan baik.

2. Terdapat insiden "VRW" dan "VBW" pada awal pemasangan.

Ini bukan sebuah gangguan, melainkan setingan kalibrasi dari SVM yang belum selesai.

Dalam desain alat Smart Voltage Monitoring sebagai alat pemantau kondisi tegangan baterai dan VR mempunyai kehandalan yaitu dengan sistem pemantau yang menggunakan display LCD sebagai informasi yang ditunjukkan mengenai tegangan baterai dan VR secara realtime dan berkala. Dengan adanya sistem *monitoring* ini maka tidak hanya petugas pada saat melakukan pemeriksaan sarana yang dapat memantau tegangan namun juga masinis dapat ikut memantau tegangan pada saat lokomotif beroperasi di lintas.

Dengan adanya pengaman tambahan untuk tegangan baterai dan VR dengan batas seting VBW dan VRW masing – masing 73v dan 74v. Diharapkan dapat mencegah pengisian berlebih pada baterai yang dapat menyebabkan naiknya suhu baterai dan mampu menurunkan frekuensi gangguan pada baterai di lintas.

## **B. ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN SVM**

Setelah terpasangnya alat Smart Voltage Monitoring maka terdapat beberapa aspek evaluasi terhadap penggunaan alat tersebut, evaluasi tersebut berdasarkan penilaian mentalitas dasar yang artinya adalah sikap mental yang mendasari cara berpikir dan bertindak dalam melaksanakan pekerjaan sehari – hari. Mentalitas dasar meliputi fokus pada pelanggan, fokus pada PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), fokus pada fakta dan data, fokus pada kerjasama, fokus pada keunggulan. Dalam hal ini menggunakan penilaian kualitas yang difokus pada pelanggan menggunakan nilai QCDSM. Kualitas adalah QCDSM adalah sebagai berikut :

### 1. *Quality* (Kualitas/Mutu)

Yaitu kualitas dari produk atau jasa yang akan diproduksi.

- a. Sebelum penggunaan alat SVM pada baterai sering terjadi suhu baterai yang berlebih atau panas. Akibat dari panas tersebut maka elektrolit dalam baterai lebih cepat menguap yang menyebabkan frekuensi penambahan elektrolit dalam baterai lebih sering dan sel baterai yang lama kelamaan bisa rusak. Serta penggantian VR akibat kelebihan tegangan.
- b. Dengan pemasangan alat SVM ini diharapkan dapat mengurangi frekuensi gangguan baterai dikarenakan adanya perekaman data logger tegangan baterai dan voltage regulator secara *realtime* dan berkala.

### 2. *Cost* (Biaya)

Yaitu kualitas dari biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi.

- a. Apabila terjadi kerusakan fatal pada baterai maka biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan 1 unit set baterai dapat mencapai ratusan juta rupiah.
- b. Pembuatan 1 unit alat SVM ini dengan biaya yang tidak mencapai puluhan juta dan dengan fungsinya yang digunakan untuk memantau tegangan baterai maupun VR maka diharapkan dapat menekan biaya untuk pembelian 1 unit set baterai.

### 3. *Delivery* (Penyampaian)

Yaitu kualitas penyampaian barang atau jasa dari produk.

- a. Sebelum adanya alat SVM sebelum terjadi kerusakan yang fatal tidak ada pemastian adanya gangguan pada baterai sampai baterai mengalami kerusakan fatal seperti meledak.
- b. Dalam 1 detik permasalahan gangguan pada pengisian baterai dapat terdeteksi dan langsung terekam sehingga permasalahan dapat terekam sedini mungkin.

### 4. *Safety* (Keamanan)

Yaitu kualitas yang memperhatikan keselamatan pengguna dan pembuatnya.

- a. Tegangan VR yang dapat berubah sewaktu – waktu tanpa diketahui akan berimbas pada *over voltage* baterai. Apabila hal ini terus berlanjut dan baterai mengalami gangguan fatal di lintas maka akan mengakibatkan perjalanan kereta api terganggu.
- b. Dengan adanya alat ini maka tegangan pada baterai dan VR bisa dipantau secara berkala dan mencegah terjadinya kerusakan pada baterai.

### 5. *Morale* (Moral)

Yaitu kualitas semangat dalam bekerja dan melayani sesuai dengan etika.

- a. Meskipun sudah dilakukan pemeriksaan pada baterai lokomotif dan siap operasi, namun pada saat di lintas masinis tidak dapat meyakinkan bahwa VR dan baterai dalam kondisi baik.
- b. Dengan adanya alat SVM maka dapat meningkatkan kepercayaan dan keyakinan masinis pada kondisi tegangan VR dan baterai.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Upaya untuk mengurangi frekuensi gangguan baterai lokomotif dapat dilakukan dengan menambahkan alat bantu berupa SVM yang dapat memantau tegangan dari baterai maupun VR.

Penanganan pengisian baterai akibat kelebihan tegangan menjadi lebih baik karena menggunakan alat bantu, sehingga dapat menambah masa *lifetime* baterai sehingga dapat menghemat pengadaan satu set baterai lokomotif serta mengurangi konsumsi elektrolit dikarenakan elektrolit cepat menguap apabila suhu baterai tinggi.

2. Dengan adanya alat bantu berupa SVM pada pengisian baterai, maka tegangan yang dihasilkan pada baterai maupun VR dapat terpantau agar tidak melebihi batas pengisian sehingga tidak mengakibatkan panas berlebih pada baterai. Alat SVM dilengkapi layar LCD yang digunakan untuk memantau tegangan baterai maupun tegangan VR, sehingga dapat mengurangi waktu pemeriksaan oleh pegawai Depo Lokomotif maupun masinis di lintas.

#### **B. SARAN**

Berdasarkan kesimpulan penelitian, maka beberapa saran yang dapat dipertimbangkan dalam rangka meningkatkan pengisian baterai yang sangat berhubungan dengan pelayanan kereta api yang optimal di Daerah Operasi 2 Bandung antara lain adalah :

1. Dalam penerapannya Smart Voltage Monitoring perlu ditambah sistem pengamanan tegangan apabila terjadi *over voltage* atau tegangan lebih tidak hanya menggunakan indikator saja namun dapat mengamankan secara otomatis oleh alat tersebut.

2. Untuk kedepannya perlu menerapkan hal serupa yaitu pemasangan alat bantu seperti Smart Voltage Monitoring apabila di Daerah Operasi lain mengalami masalah yang serupa sehingga dapat meningkatkan keselamatan selama perjalanan kereta api.

## DAFTAR PUSTAKA

\_\_\_\_\_. 2007, *Undang-Undang Nomor : 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian*.

\_\_\_\_\_. 2019, *Laporan Umum Tim PKL Daop 2 Bandung Lintas Purwakarta – Cicalengka*, Bekasi.

Abidin, Zainal. 2012, *Jurnal Teknik Vol.4*, Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Lamongan, Lamongan.

Andri, "Jenis – jenis Arduino", 29 Juni 2019. [http://andri\\_mz.staff.ipb.ac.id/jenis-jenis-arduino/](http://andri_mz.staff.ipb.ac.id/jenis-jenis-arduino/)

Andri, Helly. 2010, *Rancang Bangun System Battery Charging Automatic*, Program Studi Teknik Elektro Universitas Indonesia, Depok.

Anonim, "Tugas dan Cara Kerja Voltage Regulator", 27 Juni 2019. <https://teknikotomotif-tnr.blogspot.com/2016/07/tugas-dan-cara-kerja-regulator-tegangan.html>

Dwiono, Wakhyu dan Taufiq, Arif Johar, 2017, *Kinerja Pengendali Fuzzy Untuk Pengisian Baterai Menggunakan Arus Tetap*, Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.

Fajar, Saepudin, dan Wahono, 2019, *Mencegah Suhu Baterai Panas dan Lemah dengan Cara Membuat Alat Pengaman Tambahan di Voltage Regulator CC 201/203*, PT Kereta Api Daop 2 Bandung, Bandung.

Firmansyah, A., Satiawan, I Nyoman W., Syafarudin, C.H., *Perancangan Sistem Charger Battery Berbasis Mikrokontroler Dengan Rangkaian Buck Converter*, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat.

Hamid, M.S.B, 2017, *Sistem Pengendali Beban Arus Listrik Berbasis Arduino*, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.

Hartono, 2015, *Sarana Penggerak dan Sarana Khusus*, Sekolah Tinggi Transportasi Darat, Bekasi.

Laia, Aris Trisman Daniel, 2016, *Kontrol Otomatis Pengisian Dan Pemakaian Baterai Sel Surya Menggunakan Pulse Width Modulation (Pwm) Arduino Uno R3 Secara Real Time*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Muchta, Amrie., 2018, 8 Komponen Aki (Baterai) Pada kendaraan dan Fungsinya.  
<https://www.autoexpose.org/2018/02/komponen-aki-pada-kendaraan.html>

Setyawan, Dimas. 2017, *Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai Secara Cepat dan Pemutus Arus Otomatis Dengan Regulator LM338K*, Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Rahayu, Wiwit Indah dan Sufandi, M. Ridhwan, 2018, *Pengembangan Sistem Pengisian Baterai Dengan Kombinasi Dari PLN dan Energi Surya*, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak.



**PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
DAOP II BANDUNG  
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT  
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

**DATA LOGGER  
SMART VOLTAGE  
MONITORING**



<b>NO. LOK</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>WAKTU</b>	<b>INSIDEN</b>
2039503	17.03.2019	16:18:24	11 SET NO LOK 2039503
2039503	17.03.2019	16:27:37	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	17.03.2019	16:27:38	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	17.03.2019	16:30:02	12 KALIBRASI VB 232.00
2039503	17.03.2019	16:30:27	13 KALIBRASI VR 238.00
2039503	17.03.2019	16:34:49	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	16:34:50	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	16:35:01	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	16:35:04	3 VRW 74V 74.03V
2039503	17.03.2019	16:36:00	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:36:02	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:37:00	3 VRW 74V 74.07V
2039503	17.03.2019	16:37:03	3 VRW 74V 74.03V
2039503	17.03.2019	16:38:00	3 VRW 74V 74.05V
2039503	17.03.2019	16:38:01	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:39:00	3 VRW 74V 74.05V
2039503	17.03.2019	16:39:01	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:40:00	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:40:03	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	16:41:02	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:41:03	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:42:00	3 VRW 74V 74.05V
2039503	17.03.2019	16:42:01	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:43:01	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	16:43:04	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:44:15	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	16:44:16	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	16:45:05	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:45:09	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:46:04	3 VRW 74V 74.01V



**PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
DAOP II BANDUNG  
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT  
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

**DATA LOGGER  
SMART VOLTAGE  
MONITORING**



<b>NO. LOK</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>WAKTU</b>	<b>INSIDEN</b>
2039503	17.03.2019	16:46:32	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:47:01	3 VRW 74V 74.03V
2039503	17.03.2019	16:47:04	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:48:10	3 VRW 74V 74.03V
2039503	17.03.2019	16:48:12	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	16:49:10	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:49:31	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:50:01	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:50:04	3 VRW 74V 74.07V
2039503	17.03.2019	16:51:07	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	16:51:46	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:52:21	3 VRW 74V 74.08V
2039503	17.03.2019	16:52:24	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	16:53:10	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:53:15	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:54:14	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:54:23	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	16:56:11	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:56:28	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:57:07	3 VRW 74V 74.03V
2039503	17.03.2019	16:57:23	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	16:57:24	3 VRW 74V 74.03V
2039503	17.03.2019	16:58:01	3 VRW 74V 74.05V
2039503	17.03.2019	16:58:13	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:59:04	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	16:59:24	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:00:04	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	17:00:09	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:01:31	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:01:44	3 VRW 74V 74.00V



**PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
DAOP II BANDUNG  
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT  
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

**DATA LOGGER  
SMART VOLTAGE  
MONITORING**



<b>NO. LOK</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>WAKTU</b>	<b>INSIDEN</b>
2039503	17.03.2019	17:02:07	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:02:11	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:03:21	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	17:03:43	3 VRW 74V 74.03V
2039503	17.03.2019	17:04:01	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:04:04	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	17:05:24	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:05:25	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:06:02	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:06:09	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:07:52	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:08:18	3 VRW 74V 74.03V
2039503	17.03.2019	17:08:22	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:09:09	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:09:41	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:10:22	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:10:36	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:11:30	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:12:36	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:13:02	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:13:06	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:14:30	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	17:15:42	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:16:41	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	17:17:21	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:18:25	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:18:35	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	17:19:10	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:19:39	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:20:09	3 VRW 74V 74.03V



**PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
DAOP II BANDUNG  
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT  
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

**DATA LOGGER  
SMART VOLTAGE  
MONITORING**



<b>NO. LOK</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>WAKTU</b>	<b>INSIDEN</b>
2039503	17.03.2019	17:21:30	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	17:22:59	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	17:23:20	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:23:41	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:23:54	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	17:24:33	3 VRW 74V 74.02V
2039503	17.03.2019	17:25:12	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:26:27	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:26:59	3 VRW 74V 74.00V
2039503	17.03.2019	17:27:07	3 VRW 74V 74.05V
2039503	17.03.2019	17:28:46	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:29:05	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:29:06	3 VRW 74V 74.06V
2039503	17.03.2019	17:30:00	3 VRW 74V 74.15V
2039503	17.03.2019	17:30:00	3 VRW 74V 74.13V
2039503	17.03.2019	17:31:00	3 VRW 74V 74.06V
2039503	17.03.2019	17:31:00	3 VRW 74V 74.09V
2039503	17.03.2019	17:32:01	3 VRW 74V 74.13V
2039503	17.03.2019	17:32:02	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	17:33:00	3 VRW 74V 74.12V
2039503	17.03.2019	17:33:00	3 VRW 74V 74.06V
2039503	17.03.2019	17:34:00	3 VRW 74V 74.03V
2039503	17.03.2019	17:34:00	3 VRW 74V 74.05V
2039503	17.03.2019	17:35:00	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:35:00	3 VRW 74V 74.15V
2039503	17.03.2019	17:36:00	3 VRW 74V 74.14V
2039503	17.03.2019	17:36:00	3 VRW 74V 74.17V
2039503	17.03.2019	17:37:00	3 VRW 74V 74.16V
2039503	17.03.2019	17:37:00	3 VRW 74V 74.04V
2039503	17.03.2019	17:38:00	3 VRW 74V 74.20V



**PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
DAOP II BANDUNG  
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT  
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

**DATA LOGGER  
SMART VOLTAGE  
MONITORING**



<b>NO. LOK</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>WAKTU</b>	<b>INSIDEN</b>
2039503	17.03.2019	17:39:00	3 VRW 74V 74.09V
2039503	17.03.2019	17:39:00	3 VRW 74V 74.05V
2039503	17.03.2019	17:40:00	3 VRW 74V 74.21V
2039503	17.03.2019	17:40:00	3 VRW 74V 74.01V
2039503	17.03.2019	17:41:00	3 VRW 74V 74.15V
2039503	17.03.2019	17:41:02	3 VRW 74V 74.18V
2039503	17.03.2019	17:43:27	0 RESET BERHASIL
2039503	17.03.2019	17:46:19	12 KALIBRASI VB 230.00
2039503	17.03.2019	17:46:58	13 KALIBRASI VR 230.00
2039503	17.03.2019	17:47:12	13 KALIBRASI VR 231.00
2039503	17.03.2019	17:47:39	12 KALIBRASI VB 230.00
2039503	03.04.2019	21:33:31	0 RESET BERHASIL
2039503	03.04.2019	21:33:37	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	03.04.2019	21:33:39	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	04.04.2019	09:10:10	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	04.04.2019	09:10:11	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	12.04.2019	12:30:24	0 RESET BERHASIL
2039503	13.04.2019	13:18:10	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	13.04.2019	13:18:12	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	13.04.2019	13:19:00	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	13.04.2019	13:19:02	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	13.04.2019	13:20:00	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	13.04.2019	13:20:01	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	13.04.2019	13:20:22	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	23.04.2019	21:26:26	1 VBW 73V 73.19V
2039503	23.04.2019	21:26:26	3 VRW 74V 74.11V
2039503	08.05.2019	12:56:07	1 VBW 73V 73.53V
2039503	08.05.2019	12:56:07	3 VRW 74V 74.27V
2039503	08.05.2019	13:34:52	1 VBW 73V 73.22V



**PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
DAOP II BANDUNG  
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT  
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

**DATA LOGGER  
SMART VOLTAGE  
MONITORING**



<b>NO. LOK</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>WAKTU</b>	<b>INSIDEN</b>
2039503	08.05.2019	13:42:17	1 VBW 73V 73.02V
2039503	08.05.2019	13:42:17	3 VRW 74V 74.50V
2039503	09.05.2019	18:26:52	0 RESET BERHASIL
2039503	09.05.2019	18:36:42	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	09.05.2019	18:36:43	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	09.05.2019	18:37:04	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	09.05.2019	18:37:05	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	12.05.2019	08:49:50	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	12.05.2019	08:49:51	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI
2039503	12.05.2019	08:49:53	14 AGCB TIDAK TERDETEKSI



**PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
DAOP II BANDUNG  
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT  
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

**KODE DATA  
LOGGER SMART  
VOLTAGE  
MONITORING**



NO DATA	NAMA DATA	ARTI DATA	PENJELASAN	TINDAK LANJUT
0	RESET BERHASIL	Berhasil Mereset	Mereset data kerusakan di layar	
1	VBW	Volt Baterai Warning	Kelebihan tegangan baterai	Periksa baterai dan tegangan output VR
2	VBD	Volt Baterai Danger	Kelebihan tegangan baterai jauh di atas ambang batas	Periksa baterai dan tegangan output VR
3	VRW	Volt Regulator Warning	Kelebihan tegangan VR	Periksa dan stel tegangan output VR
4	VRD	Volt Regulator Danger	Kelebihan tegangan VR jauh di atas ambang batas	Periksa dan stel tegangan output VR
5	SET DATA VBW	Setting data kelebihan Tegangan baterai	Setting peringatan tegangan kelebihan baterai di SVM	
6	SET DATA VBD	Setting data kelebihan Tegangan baterai jauh diatas ambang batas	Setting peringatan bahaya tegangan baterai di SVM	
7	SET DATA VRW	Setting data kelebihan Tegangan VR	Setting peringatan tegangan kelebihan VR di SVM	
8	SET DATA VRD	Setting data kelebihan Tegangan baterai jauh diatas ambang batas	Setting peringatan bahaya tegangan VR di SVM	
9	SET TANGGAL	Setting tanggal –bulan- tahun	Setting tanggal bulan dan tahun untuk data logger di svm	
10	SET WAKTU	Setting jam-menit-detik	Setting jam menit dan detik untuk data logger di svm	
11	SET NO LOK	Setting nomor lokomotif	Setting nomor lokomotif untuk data logger di SVM	
12	KALIBRASI VB	Kalibrasi tegangan Baterai di layar	Mengkalibrasi tegangan baterai di layar dengan avometer	
13	KALIBRASI VR	Kalibrasi tegangan VR di layar	Mengkalibrasi tegangan VR di layar dengan avometer	
14	AGCB TIDAK TERDETEKSI	AUXILIARY GENERATOR CIRCUIT BREAKER off/ngetrip	Switch AGCB posisi off / ngetrip	Periksa /naikan /ON kan AGCB

Apabila MICRO SD CARD di alat SVM tidak terpasang maka di layar akan tertulis : "MICRO SD TIDAK TERDETEKSI"

Kode warna di tabel

AMAN
PERINGATAN
BAHAYA

	<b>PRAKTEK KERJA LAPANGAN DAOP II BANDUNG SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT TAHUN AKADEMIK 2018/2019</b>	<b>SPESIFIKASI SMART VOLTAGE MONITORING</b>	
---	--	---	---

## Spesifikasi alat SVM

- Input Voltage : 10V - 95V
- Operating Voltage : 5V
- Temperature Range : -40°C to 85°C
- External memory for datalogger : up to 32gb
- Output Pins :
  1. (+) 10 to 95V (battery)
  2. (+)10 to 95v (Voltage regulator)
  3. (-) battery
  4. (+) 10 to 95V (AGCB)
  5. (+) 5v to led indicator VBW/VBD
  6. (+) 5v to led indicator VRW/VRD
  7. (+) 5v to led indicator AGCB
  8. (-) battery
- Dimension master box
  - Front : 150 x 84mm
  - Center : 130 x 64 x 45mm
  - slave box : 100 x 75 x 4 mm
- LCD Type : 160 x 20 mm
- LCD Keypad : 5 push button





**PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
DAOP II BANDUNG  
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT  
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

**DATA PB  
BATERAI DARI  
SAP**



NO	Plnt	Mn.wk.ctr	Bsc start	No. K A I	Description	Type
1	B020	DTLOSBD	06.02.2018	CC2019207	PB BATERAI	CORR
2	B020	DTLOSBD	12.03.2018	CC2019205	TAMBAH AIR BATERAI	CORR
3	B020	DTLOSBD	22.05.2018	CC2039502	TAMBAH AIR BATTERY	CORR
4	B020	DTLOSBD	18.09.2018	CC2039503	PB PENGISIAN BATERE	CORR
5	B020	DTLOSBD	21.09.2018	CC2030202	PB GANTI SKUN KABEL BATTERY	CORR
6	B020	DTLOSBD	28.09.2018	CC2019205	PB BATTERY	CORR
7	B020	DTLOSBD	02.10.2018	CC2039506	TAMBAH AIR SULING BATTERY	CORR
8	B020	DTLOSBD	09.10.2018	CC2039502	TAMBAH AIR SULING BATTERY	CORR
9	B020	DTLOSBD	13.10.2018	CC2017719	GANTI AIR BATTERY	CORR
10	B020	DTLOSBD	25.10.2018	CC2018326	PB BATTERY PANAS	CORR
11	B020	DTLOSBD	27.10.2018	CC2039510	PB BATTERY PANAS	CORR
12	B020	DTLOSBD	03.11.2018	CC2017801	KURAS 4 CELL BATRE	CORR
13	B020	DTLOSBD	09.11.2018	CC2039503	PB GANTI SHUNT KABEL BATTERY	CORR
14	B020	DTLOSBD	19.12.2018	CC2039505	PB BATERAI PANAS	CORR
15	B020	DTLOSBD	07.01.2019	CC2039506	TAMBAH AIR SULING BATERAI	CORR
16	B020	DTLOSBD	19.02.2019	CC2019203	INDKASI BATERAI NGEFONG	CORR
17	B020	DTLOSBD	20.02.2019	CC2018323	PB BATERAI PANAS	CORR
18	B020	DTLOSBD	11.04.2019	CC2019207	PB BATERAI	CORR
19	B020	DTLOSBD	12.04.2019	CC2039502	PB BATTERY PANAS	CORR
20	B020	DTLOSBD	12.04.2019	CC2019203	PB BATTERY	CORR
21	B020	DTLOSBD	26.04.2018	CC2019207	PB GANTI VR	CORR
22	B020	DTLOSBD	14.10.2018	CC2019205	PB GANTI VR EKS CC2019207	CORR
23	B020	DTLOSBD	15.10.2018	CC2019203	PASANG VR EX CC 203 95 04	CORR
24	B020	DTLOSBD	15.10.2018	CC2039504	PASANG VR DARI JNG	CORR
25	B020	DTLOSBD	19.10.2018	CC2019210	PB VR (PENGISIAN TERLALU BESAR)	CORR
26	B020	DTLOSBD	05.12.2018	CC2039502	GANTI VR	CORR

	<b>PRAKTEK KERJA LAPANGAN DAOP II BANDUNG SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT TAHUN AKADEMIK 2018/2019</b>	<b>DATA PB BATERAI DARI SAP</b>	
---	--	---	---

NO	Plnt	Mn.wk.ctr	Bsc start	No. K A I	Description	Type
27	B020	DTLOSBD	12.04.2019	CC2039502	PB GANTI VR	CORR
28	B020	DTLOSBD	05.01.2018	CC2019204	GANTI VOLTAGE REGULATOR	CORR
29	B020	DTLOSBD	03.04.2018	CC2030201	PB GANTI VOLTAGE REGULATOR	CORR
30	B020	DTLOSBD	01.08.2018	CC2019210	PB GANTI VOLTAGE REGULATOR	CORR
31	B020	DTLOSBD	15.01.2019	CC2017723	GANTI VOLTAGE REGULATOR	CORR