

SISTEM TRANSMISI ELEKTRIK PADA LOKOMOTIF CC201 DI LUBUK LINGGAU

Dina Fitria¹⁾, Muhni Pamuji²⁾

Abstrak: Sistem transmisi elektrik pada lokomotif CC201 yaitu sistem transmisi elektrik DC-DC yang merupakan sistem yang paling sederhana dan paling tua .motor yang dipilih sebagai penggerak roda lokomotif adalah motor DC seri dimana main generator dan traksi motor dapat di hubungkan langsung tanpa alat bantu lain.Adapun komponen sistem tansmisi elektrik pada lokomoti CC201, yaitu :main generator, exciter generator, auxiliary generator, Traksi motor. Setiap bagian dari komponen sistem transmisi elektrik pada lokomotif tersebut mempunyai tugas kerja masing-masing sesuai target kinerja.

Kata Kunci: Lokomotif, main generator, exciter generator, auxiliary generator.

Abstract: *Electric transmission system on the locomotive CC201 namely electric transmission system DC-DC which is the simplest system and oldest .motor chosen as a locomotive wheel drive is a DC motor series in which the main generator and traction motor can be connected directly without other aids .As tansmisi electrical system components on lokomoti CC201, namely: main generator, exciter generators, auxiliary generators, traction motors. Every part of the electrical transmission system components on the locomotives will have work assignments each corresponding performance targets.*

Keywords: *Locomotive, main generator, exciter generators, auxiliary generators.*

PENDAHULUAN

Lokomotif CC201 adalah lokomotif buatan General Electric (GE) Transportation jenis U18C. Dibanding lokomotif tipe sebelumnya yaitu CC200, maka tipe CC201 mempunyai konstruksi yang lebih ramping dengan berat 84 ton dan daya mesin 1950 HP. Lokomotif ini bergandar Co'Co'. Artinya lokomotif memiliki 2 bogie masing-masing 3 gandar atau 6 gandar penggerak dengan 6 motor traksi, sehingga lokomotif ini dapat dioperasikan pada lintas datar maupun pegunungan. Lokomotif ini, sama seperti lokomotif GE lainnya, mampu berlari sampai kecepatan 120 km/jam, meskipun kecepatan kereta api saat ini dibatasi maksimal 90 km/jam. Sepanjang kariernya, lokomotif ini telah berpengalaman menarik berbagai jenis KA, mulai dari eksekutif, bisnis, ekonomi, sampai kereta barang. Namun, saat ini CC201 lebih banyak

dioperasikan untuk KA lokal dan KA ekonomi jarak dekat, menengah, maupun jauh.

Lokomotif CC201 yang merupakan lokomotif yang dioperasikan oleh PT.Kereta Api (Persero), di Divisi Regional III Sumatra Selatan. Lokomotif type CC201 ini secara prinsip merupakan Lokomotif Diesel Elektrik.

Mesin Diesel sebagai sumber tenaga mengubah energi panas menjadi tenaga mekanik putar, yang memutar sebuah Generator listrik DC 3 phasa yang berfungsi mengubah tenaga mekanik putar menjadi Energi Listrik.Arus listrik yang telah dihasilkan oleh Generator melalui alat-alat pelayanan dan sistem pengendalian dialirkan ke Traksi Motor untuk diubah menjadi tenaga mekanik putar untuk memutar roda-roda penggerak Lokomotif yang berada di atas rel.

Lokomotif DE (Diesel Elektrik) dibuat oleh General Electric (Lok seri CC201 dan CC 203)

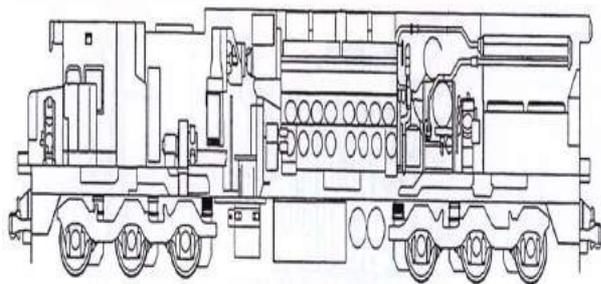
^{1,2}) Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang

maupun oleh General Motors (Lok seri CC202). Dengan kemajuan di bidang elektronika, kedua pabrik pembuat lokomotif telah mengembangkan sistem kelistrikan pada sistem pembangkit listrik dengan tegangan main generator DC.

Lokomotif diesel adalah salah satu dari berbagai jenis mesin penggerak kendaraan diatas rel yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak untuk main generator untuk membangkitkan sistem elektrik pada lokomotif tersebut. tenaga yang dihasilkan dari main generator di salurkan ke traksi motor sebagai penggerak roda lokomotif. sistem yang mentransmisikan tenaga mekanik motor penggerak kendaraan ke roda dengan terlebih dahulu merubah tenaga mekanik tersebut menjadi tenaga elektrik oleh sebuah generator yang disebut sistem transmisi elektrik. sistem transmisi elektrik pada lokomotif seri CC201.

LANDASAN TEORI

Data Teknik Lokomotif



Gambar 1. Bagian lokomotif

- Dimensi
 1. Lebar sepur (track gauge): 1.067 mm
 2. Panjang body: 14.134 mm
 3. Jarak antara alat perangkai: 15.214 mm
 4. Lebar badan (body): 2.642 mm
 5. Tinggi maksimum: 3.636 mm
 6. Jarak gandar: 3.304 mm
 7. Jarak antar pivot: 7.680 mm
 8. Diameter roda penggerak: 914 mm
 9. Diameter roda idle: -

10. Tinggi alat perangkai: 770 mm
- Berat
 1. Berat kosong: 78 ton
 2. Berat siap: 84 ton
 3. Berat adhesi: 84 ton
 - Motor Diesel
 1. Tipe: GE-7FDL8 (GE FDL Series 8 Cylinders)
 2. Jenis: 4 langkah, *turbocharger*
 3. Daya Mesin: 1.950 HP
 4. Daya ke generator/converter: 1825 HP
 - Motor Traksi/Converter
 1. Jumlah motor traksi: 6
 2. Tipe motor: GE 761, arus searah (DC-DC)
 3. Gear ratio: 90:21
 4. Tipe generator: GT 581
 - Kinerja
 1. Kecepatan maksimum: 120 km/jam
 2. Gaya tarik maksimum (adhesi): 17.640 kgf
 3. Kecepatan minimum kontinu: 24 km/jam
 4. Jari-jari lengkung terkecil: 56,7 m
 - Kapasitas
 1. Bahan bakar: 3.028 liter
 2. Minyak pelumas: 984 liter
 3. Air pendingin: 684 liter
 - Lain-lain
 1. Sistem rem: Udara tekan, dinamik, parkir
 2. Tipe kompresor: Gardner Denver WBO

METODE PENELITIAN

1) Sistem Transmisi Elektrik

Sistem transmisi elektrik pada lokomotif CC201 yaitu sistem transmisi elektrik DC-DC yang merupakan sistem yang paling sederhana dan paling tua. motor yang di pilih sebagai penggerak roda lokomotif adalah motor DC seri dimana main generator dan traksi motor dapat di hubungkan langsung tanpa alat bantu lain.

Adapun komponen sistem transmisi elektrik pada lokomotif CC201, yaitu :

1. main generator
2. exciter generator
3. auxiliary generator
4. Traksi motor

Setiap bagian dari komponen sistem transmisi elektrik pada lokomotif tersebut mempunyai tugas kerja masing-masing sesuai target kinerja. Adapun tugas dari tiap bagian yaitu:

1. Main Generator

Sebuah generator DC eksitasi terpisah yang berfungsi sebagai Generator utama pembangkit arus listrik untuk menggerakkan Traksi Motor, Start Motor saat menghidupkan Mesin Diesel dan Sebagai penguat lapang magnet (*Exciter*) pada saat pengereman dinamik (*Dynamic Brake*) dioperasikan. main generator ini memiliki berat 9.991 pound dengan armature seberat 5.052 pound. main generator mendapat eksitasi dari sebuah eksiter generator dengan sebutan eksiter tiga kumparan lapang magnet.

Main generator memiliki 3 fungsi yaitu :

1. Sebagai pemberi tegangan dan arus bagi kutub dan armature traksi motor waktu traksi motor dalam fungsi motoring.
2. Sebagai eksiter yaitu pemberi tegangan dan arus pada kutub traksi motor pada waktu traksi motor dalam fungsi dynamic braking.
3. Sebagai start motor untuk menghidupkan motor diesel lokomotif.

Main generator memiliki 10 (sepuluh) buah kutub utama (main pole). di dalam kutub utama terdapat 2 jenis kumparan yaitu:

1. Kumparan utama (main pole winding)
2. Kumparan start (starting winding)

Komponen pada main generator lokomotif yaitu

1. Rotor adalah bagian yang bergerak dalam generator yang langsung dihubungkan dengan pengerak rotor.

2. Angker adalah terdiri dari beberapa lempengan besi yang diberi alur untuk tempat belitan atau kumparan kawat yang ada pada rotor.
3. Komutator terdiri atas puluhan bahkan ratusan lamel-lamel, tergantung berapajumlah alur dalam Rotor. Komutator terpasang dalam satu sisi ujung poros dengan Rotor.
4. Stator adalah bagian yang diam dari generator .

2. Exciter generator

Sebuah tenaga listrik yang fungsinya memberi arus eksitasi pada kutub main generator agar terjadi pembangkitan lapang magnet pada kutub-kutub tersebut. generator ini digerakkan dengan roda gigi dari poros main generator .exciter generator mempunyai tiga(3) kumparan lapang magnet

1. lapang baterai
2. lapang differensial
3. lapang shunt

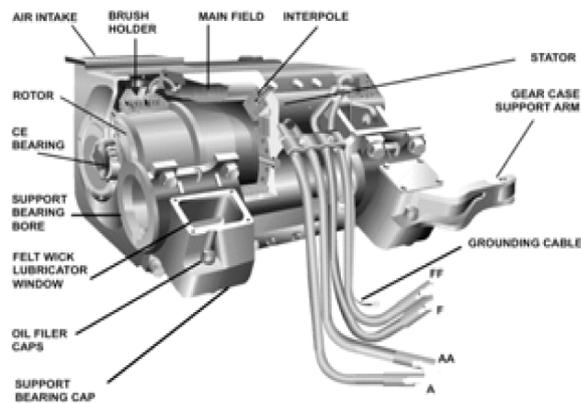
3. Auxiliary Generator

Sebuah generator DC yang fungsinya pembangkit arus listrik dimana arus listrik yang di hasilkan generator bantu dipergunakan untuk peralatan pada lokomotif dan sebagai pengisian baterai. untuk melaksanakan fungsi ini auxiliary generator dibantu dengan sebuah automatic voltage regulator(AVR).

4. Traksi Motor

Sebuah Motor DC yang fungsinya sebagai penggerak roda Lokomotif yang mendapatkan arus listrik dari main generator. Traksi motor merupakan salah satu komponen penting dalam lokomotif diesel elektrik. Lokomotif diesel menghasilkan tenaga mekanik dari motor diesel dengan daya 2.000 HP yang dihubungkan dengan pembangkit listrik DC yang disebut generator utama (MainGenerator) dengan daya sebesar 1,2 Mega Watt. pada lokomotif CC201 mempergunakan jenis motor seri yang memiliki 4 kutub utama dan 4 kutub antara. traksi motor

mendapatkan arus eksitasi dan arus armature dari main generator.



Gambar 2. Traksi motor

Secara umum traksi motor terdiri atas beberapa komponen di bawah ini :

1. Stator

Traksi Motor dibuat dari baja tuang yang berfungsi sebagai rumah motor sekaligus untuk menempatkan bearing diujung ujung porosnya. Pada Stator ditempatkan kutub magnet yang dihasilkan oleh belitan magnet stator. Kutub magnet selalu berpasangan Utara-Selatan, sehingga jumlah kutub magnet sebanyak empat buah.

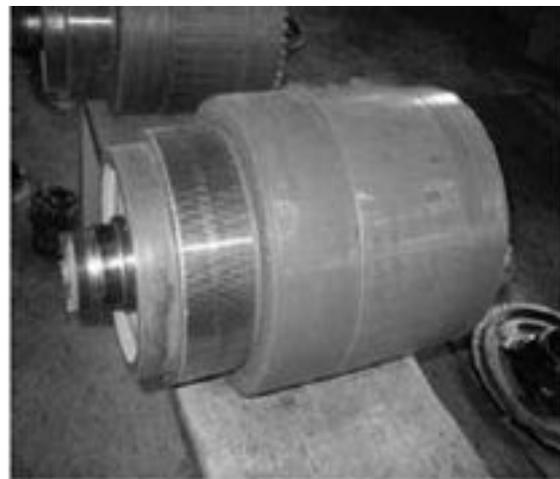


Gambar 3. Stator traksi motor

2. Rotor

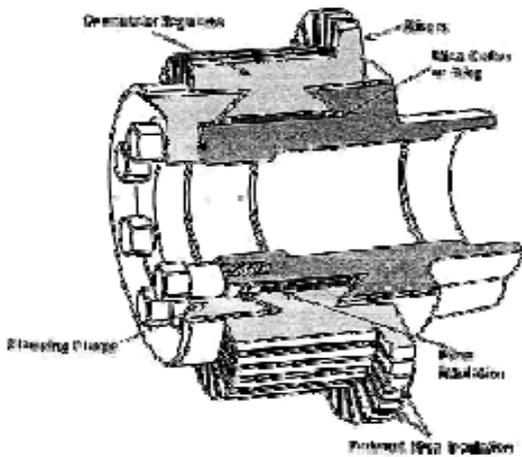
Traksi Motor terdiri dari beberapa belitan yang tiap-tiap ujungnya disambungkan ke

Komutator dengan cara disambungkan dengan patri yang kuat. Belitan Rotor sering disebut juga dengan istilah Jangkar. Belitan jangkar ditempatkan pada alur Rotor yang jumlahnya dalam bilangan genap Jumlah alur Rotor sama dengan jumlah lamel Komutator, hal ini disebabkan setiap belitan Rotor akan menempati dua alur dan tiap-tiap ujung belitannya dihubungkan dengan Komutator. Rotor dibuat dari tumpukan pelat-pelat tipis dari bahan ferro Magnet, yang tujuannya untuk memperkecil rugi-rugi hysteresis pada Jangkar.



3. Komutator

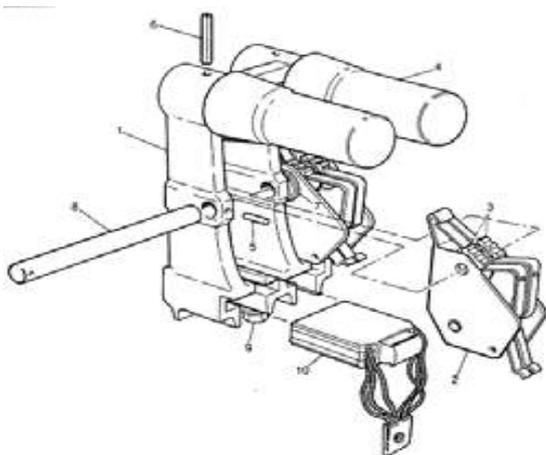
Komutator pada lop tunggal sederhana hanya terdiri dari dua keping lamel, penghantar pada motor DC dibelitkan dalam kepingan besi yang dibentuk bulat silinder dan diberikan alur-alur untuk menempatkan lilitan kawat yang selanjutnya disebut lilitan Rotor. Komutator terdiri atas puluhan bahkan ratusan lamel-lamel, tergantung berapa jumlah alur dalam Rotor. Komutator terpasang dalam satu sisi ujung poros dengan Rotor. Lamel-lamel Komutator harus dibersihkan secara berkala dari kotoran yang dihasilkan oleh kontak antara komutator dengan sikat arang (Carbon Brush). Antara dua lamel dibatasi dengan bahan isolasi untuk memisahkan dua belitan yang berbeda.



Gambar 5. Komutator traksi motor

4. Sikat arang

Sikat arang (Carbon Brush) terbuat dari bahan Ferro Carbon yang dipadatkan. Sikat arang ditempatkan berhadapan dengan komutator, sehingga sikat arang selalu terhubung dengan lamel-lamel komutator. Sikat arang ditempatkan dalam pemegang sikat (Brush Holder) yang dilengkapi dengan pegas. Pegas akan menekan sikat ke permukaan komutator. Tekanan pegas harus terukur tidak boleh terlalu lemah atau terlalu kuat. Sikat arang harus diperiksa secara periodik. Jika terlalu pendek atau cacat harus diganti dengan yang baru.



Gambar 6. Sikat arang dan pemegang sikat

2) Prinsip Kerja Sistem Transmisi Elektrik

Prinsip kerja dari sistem transmisi elektrik pada lokomotif

1. Hidupnya mesin diesel pada lokomotif karena adanya putaran main generator yang mendapat arus listrik dari baterai sewaktu berfungsi menjadi start motor dan memutar mesin diesel hingga hidup.
2. Setelah mesin diesel hidup karena main generator dipasang satu poros dengan mesin diesel maka main generator akan berputar mengikuti putaran poros mesin diesel.
3. Putaran main generator ini akan menjadi pembangkit tenaga listrik yang mana tenaga listrik yang dihasilkan dari main generator ini akan dipergunakan untuk memutar roda lokomotif dengan perantara 6 buah traksi motor.
4. Jalannya arus listrik dari main generator sampai dengan memutar roda lokomotif sebagai berikut :
 - a. Listrik dari main generator melalui kabel-kabel utama siap disalurkan ke traksi motor dengan melalui power kontaktor dan dibagi ke 6 buah traksi motor.
 - b. Di dalam lemari power kontaktor terdapat kontaktor reverser, kontaktor tenaga, kontaktor pengereman yang berguna untuk mengatur maju mundur dan pengereman lokomotif
 - c. Apabila kontaktor reverser dikedudukan maju/mundur, BKT dikedudukan motornya dan power kontaktor keadaan masuk maka main generator akan mengeluarkan tenaga listrik dan masuk ke dalam traksi motor.
5. Pada traksi motor dipasang suatu roda pinion yang berhubungan langsung dengan roda gigi as roda lokomotif maka apabila traksi motor berputar, roda lokomotif akan ikut berputar.
6. Apabila kita menaikkan putaran mesin diesel dengan menaikkan gagang tenaga ke arah angka yang lebih besar berarti kita menambah

- besarnya arus listrik ke traksi motor dan dengan bertambahnya besar arus listrik ke traksi motor maka bertambah cepat pula putaran roda lokomotif.
7. Untuk menstart mesin diesel dang mengerjakan perelatan listrik didalam lemari listrik digunakan tenaga listrik dari baterai, jadi tegangan dan arus listrik pada baterai harus tetap yaitu +/- 74 volt.dalam hal ini akan diisi oleh generator bantu(auxiliary generator) dan diatur pengisiannya oleh voltage regulator (VR).
 8. Sedangkan untuk mempertahankan agar output main generator stabil seperti yang diinginkan oleh masinis tetapi tidak melebihi daya yang dikeluarkan motor diesel maka main generator dilengkapi penguat main generator yang diisi oleh exciter generator, sedangkan besar arus listrik dibatasi oleh bekerjanya LCP(loud regulator).

PEMBAHASAN

1) Pemeliharaan lokomotif untuk dinas

Pemeriksaan lokomotif untuk dinas kereta api mencakup beberapa komponen yang ada di lokomotif yaitu:

1. Rangka bawah
 - a. Tinggi alat perangkai (Bofer) 760 mm + 785 -680 diatas koprel.
 - b. Fungsi penyangga hewan diatas koprel minimal 90 mm maximal 110 mm.
 - c. Rantai pengaman.
 - d. Periksa slang airbrake dan clipton ring.
 - e. Pemeriksaan blok rem keausan merata tebal 10 mm dan kelengkapan slang rem
 - f. Periksa HSD pada tangki
 - g. Periksa minyak pelumas pada truck bogie
 - h. Buang air kondisasi dari tangki induk udara tekan
2. Pemeriksaan ruang mesin
 - a. Pemeriksaan air baterai minimal 35 mm msimal 50 mm
 - b. Periksa air pendingin pada gelas duga

- c. Periksa minyak pelumas mesin diesel
 - d. Periksa V belt mungkin kendur
 - e. Minyak pelumas kompresor
 - f. Minyak pelumas gear fan radiator
 - g. Minyak pelumas Governor mesin diesel
 - h. Minyak Gear case Main Generator
3. Persiapan menghidupkan lokomotif
 - a. Posisi throttle handle indle
 - b. Reverse handle netral
 - c. Handle dynamic posisi power
 - d. Rem tangan terikat
 - e. Elektrik cabin posisi start
 - f. Masukan saklar baterai utama
 - g. Tombol perisapan bahan bakar sehingga manometer menuju tekanan 40 psi
 - h. Tombol menghidupkan mesin dengan catatan tidak boleh lebih dari 20 detik.
 4. Pemeriksaan setelah mesin hidup
 - a. Tekanan minyak pelumas MD idle minimal 12 Psi .
 - b. Tekanan minyak pelumas MD putaran penuh 75 Psi.
 - c. Tekanan bahan bakar minimal 35 Psi.
 - d. Tekanan udara tangki induk 125 psi.
 - e. Tekanan udara pipa air brake 70 psi.
 - f. Pengisian baterai normal
 - g. Deadman pedal harus baik.
 - h. Rem lokomotif panjang langka torak silinder rema harus minimum 64 mm dan maksimum 153 mm.

2) Pemeliharaan Komponen sistem elektrik

Komponen sistem transmisi elektrik yang dibahas adalah main generator,auxiliary generator,eksiter generator dan traksi motor.komponen-komponen ini secara umum disebut mesin elektrik dan cara pemeliharaannya serupa satu sama lain,maka sebagai ilustrasi akan bnayak dibahas pemeliharaan traksi motor untuk mewakili pemeliharaan komponen yang lain.

Konduktor pada mesin elektrik di lindungi dengan isolator. hal pertama yang harus dilakukan dalam pemeliharaan mesin elektrik sebelum melakukan tindakan yang lain adalah mengukur tahanan isolator ini dengan megger. tahanan isolator harus bernilai minimal 1MΩ!

Mesin elektrik memiliki bagian mekanik dan bagian elektrik maka pemeliharaan mesin ini terdiri dari pemeliharaan bagian mekanik dan bagian elektrik.

3) Pemeliharaan Komponen Mekanik

Bagian mekanik mesin elektrik yang harus mendapat pemeliharaan secara periodik maupun secara insidental adalah:

a) Pemeliharaan stator

Stator dan rotor traksi motor pada waktu beroperasi sering mengalami kerusakan seperti pada bore atau lubang stator. adapun pemeriksaan yang sering dilakukan adalah :

1. Pembersihan rotor dengan solar
2. Pembersihan pada stator dengan menggunakan udara bersih dan kering bertekanan antara 30-50 psi untuk membersihkan kotoran yang melekat.
3. Pemeriksaan collector ring dan brush secara berkala kemungkinan terdapat bekas tanda terjadinya loncatan bunga api saat dioperasikan dan periksa kedudukan karbon brush harus di tengah-tengah dengan ukuran 1,59 mm± 0.79 mm dari collector ring.
4. Jika pada collector ring terdapat minyak pada permukaannya bersihkan dengan lap yang bersih dan kering.
5. Pemeriksaan hubungan pole terhadap adanya keretakan, sambungan yang kurang baik atau bekas terjadinya panas (terbakar)

b) Pemeliharaan axle cap

Axle cap harus diperhatikan bagian-bagian yang rawan retak, bila perlu di las ulang. pasangan axle cap sedapat mungkin dipertahankan tidak ditukar-tukar. axle lining

bila lapisan timahnya sudah hampir habis atau terlihat mengelupas harus di ganti. wick assy bila perlu di ganti jika kondisi rusak atau terbakar.

c) Pemeliharaan gear box

Pada gear box yang perlu mendapat perhatian adalah posisi lubang baut gear box. jarak dari tiga lubang yang membentuk segitiga harus dinormalkan secara teliti karena menyangkut ketepatan posisi pada pasangannya yaitu lubang stator pada traksi motor

d) Pemeliharaan pinion gear

Pinion gear sering terabaikan tidak diukur keausannya padahal bila gear ini aus menimbulkan getaran yang dapat mempercepat rusaknya isolator pada kumparan armature. bila keausan melebihi batas toleransi pinion gear harus di ganti.

4) Pemeliharaan Komponen Elektrik

Pemeliharaan komponen elektrik dapat dipilah menjadi dua kelompok yaitu pemeliharaan normal dan rehabilitasi. pemeliharaan dikelompokkan dalam pekerjaan rehabilitasi kalau pada pekerjaan ini dilakukan penggantian rotor winding dan komutator.

a. Pemeliharaan normal

1. Pembersihan rotor traksi motor dari kotoran debu yang melekat dan menghilangkan kelembaban karena dapat menurunkan resistansi dari isolatornya.
2. Mengganti teflon creepage band yang nilai resistansinya rendah setelah diuji dengan surge tester.
3. Alur komutator dinormalkan dengan mica under cutter agar isolasi segmen mika pada komutator terjaga dengan baik dan sesuai dengan standart manual instruction.
4. Penggantian karbon brush yang telah tipis atau rusak agar tidak menimbulkan gejala *flash over*.

b. Pemeliharaan rehabilitasi

pada pemeliharaan ini hanya dapat di lakukan di balai yasa tempat pemeriksaan akhir maka

penulis tidak dapat menjelaskan proses yang ada seperti penyambungan rotor widening ke komutator, vacuum pressure impregnation tank dan bar to bar test.

KESIMPULAN

1. Lokomotif CC201 merupakan kelas Lokomotif Diesel-Elektrik yang dirakit khusus untuk Indonesia oleh PT General Electric Lokomotif Indonesia yang merupakan perusahaan kerja sama antara General Electric Transportation dengan Industri Kereta Api Madiun (INKA)
2. Lokomotif / Alat yang digunakan dalam proses pengoperasian tidak hanya tanggung jawab Mekanik tetapi masinis pun memegang peranan penting dalam pengoperasian nya.
3. Teknik pengoperasian dan perawatan Lokomotif / alat berpengaruh pada umur pakai dan kehandalan Lokomotif / alat tersebut.
4. Komunikasi yang baik mampu menjaga kesinambungan proses perawatan dan meminimalisir kecelakaan.

DAFTAR PUSTAKA

Diklap lokomotif diesel elektrik, 2003

Diklat pemeliharaan komponen sistem transmisi elektrik CC201, 2013

Hartono, AS. MM, Ir., 2012. *Lokomotif dan Kereta Diesel di Indonesia Edisi Depok* : PT. Ilalang Sakti Komunikasi

[Http://id.wikipedia.org/wiki/CC201](http://id.wikipedia.org/wiki/CC201)

PT KERETA API INDONESIA (PERSERO)
UPT DEPO LOKOMOTIF DAN KRDKPT.

Wikipedia : Diesel Locomotive