

PENENTUAN TINGKAT KEKRITISAN DAN RESIKO KOMPONEN GARDU TRAKSI DENGAN METODE ECR DAN ANP PADA BAGIAN PERSEDIAAN PT KCJ

R. Lisye Herlina¹⁾; Suharyanto²⁾

^{1),2)} Teknik Industri, Universitas Kebangsaan Bandung

E-mail: r.lisyeherlina.rlh@gmail.com¹⁾; yanto_sy2008@yahoo.com²⁾

Abstrak

Kereta rel listrik sumberdaya utamanya menggunakan listrik dan gardu traksi yang digunakan untuk memberikan suplai listrik dalam bentuk listrik DC (*Direct Current*). Untuk memaksimalkan pelayanan kepada masyarakat, PT. KAI Commuter Jabodetabek (KCJ) melakukan perbaikan dalam bidang persediaan. Tujuan penelitian ini untuk menentukan tingkat kekritisitas komponen dari komponen Gardu Traksi pada bagian persediaan. Metode yang digunakan adalah ECR (*Equipment Criticality Rating*) dan ANP (*Analytical Network Process*). Hasil analisis di bagian Persediaan memiliki kriteria *Maintenance Time Scheduler* 100%, *Repair/Maintenance* komponen 80%, *software* pendukung *After Maintenance* 85% dan *Reorder* untuk yang rusak berat 70%. Pengelompokan komponen gardu traksi berdasarkan ECR bagian Persediaan adalah komponen *Vital* 4 buah, komponen *Supporting* 9 buah, komponen *Operating* 6 buah. Bagian Persediaan paling dipengaruhi oleh *Software* pendukung dengan tingkat kepentingan sebesar 0,4288, *Stock Opname Time Scheduler* 0,2304, *Stock/Spare Unit Availability* 0,1937 dan *Kualitas/Reliability* 0,1472. Penetapan mitigasi resiko yang harus disiapkan terhadap komponen gardu traksi, komponen *Vital*, jika terjadi kerusakan, menyebabkan kondisi sangat berbahaya (prioritas perbaikan: *Emergency*). Komponen *Supporting* berarti bilamana terjadi kerusakan prioritas perbaikannya: *urgent* (penting), komponen *Operating* berarti jika terjadi kerusakan, tetap akan menyebabkan bahaya dengan tingkat bahaya minor (prioritas perbaikan: normal).

Kata kunci: kriteria persediaan, gardu traksi, analytical network process, equipment criticality rating

Abstract

The electric railway train using mainly electric power and traction box to give DC (direct current) electric supply. To maximize services for people as consumer, PT KAI Commuter Jabodetabek (KCJ) have been improving inventory system. This research aims to determine the components criticality of traction box components in inventory unit. The method used is ECR (Equipment Criticality Rating) and ANP (Analytical Network Process). The inventory unit have criteria *Maintenance Time Scheduler* 100%, *Repair/maintenance* 80%, *Supporting software* of *After Maintenance* 85% and *Reorder* for major defect 70%. The components of traction box classification based on ECR in inventory unit are *Vital* 4 units, *Supporting* 9 units, *Operating* 6 units. The inventory unit mostly effected by *Supporting Software* (importance level 0,4288), *Stock Opname Time Scheduler* 0,2304, *Stock/Spare Unit Availability* 0,1937 and *Quality/Reliability* 0,1472. The risk mitigation which must be prepared according to ECR result of traction box: *Vital* components, if it were damaged it would be very dangerous (priority to repair: emergency). *Supporting* components, when it were damaged, it's priority to repair: urgent (important). For *Operating* components, when it were damaged, it will be dangerous with minor danger (priority to repair: normal).

Keywords: inventory criteria, traction box, analytical network process, equipment criticality rating

I. PENDAHULUAN

Moda angkutan KRL (Kereta Rel Listrik) merupakan kereta yang sumber daya utamanya menggunakan listrik. Kereta listrik di wilayah Jabodetabek dioperasikan oleh PT. KAI Comuter Jabotabek (PT KCJ), untuk mengangkut penumpang dan barang. Daya listrik yang dibutuhkan KRL ini disuplai menggunakan kawat konduktor yang membentang di bagian atas KRL tersebut. Gardu traksi digunakan untuk memberikan suplai listrik kepada kereta api dalam bentuk suplai listrik DC (*Direct Current*). Sebagai komponen utama sumber tenaga penggerak kereta, kondisi gardu traksi dan

berbagai komponen yang terkait di dalamnya selalu menjadi perhatian utama (prioritas) untuk menjamin kehandalan beroperasinya rangkaian kereta rel listrik. Selama ini PT. KCJ dalam hal perencanaan persediaan yang baik sudah melakukan berbagai upaya perbaikan.

Metode ECR (*Equipment Criticality Rating*), adalah metode untuk menentukan tingkat kekritisitas suatu komponen. Metode ECR bisa digunakan untuk menentukan tingkat kekritisitas komponen-komponen pendukung beroperasinya gardu traksi. Dari hasil analisis ECR tersebut dapat dilakukan desain kebijakan penentuan persediaan. Penelitian

ini bertujuan untuk menentukan bobot kriteria utama komponen gardu traksi, mengetahui tingkat kekritisitas komponen gardu traksi, mitigasi resiko komponen gardu traksi, serta menentukan usulan kebijakan persediaan komponen gardu traksi dengan menggunakan metode ECR.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Ciliberty (2005), menyatakan bahwa ECR (*Equipment Criticality Rating*) adalah sebuah penilaian kekritisitas yang dilakukan pada komponen peralatan, dengan menekankan pada meminimalkan risiko, yang berdampak pada peningkatan kehandalan (*reliability*), ketersediaan (*availability*) dan pemanfaatan sumber daya (*resource allocation*). Dalam penggunaan teori ECR karena terdapat relevansi yang berhubungan pengurangan pelayanan jasa transportasi dan mempunyai biaya penggantian yang mahal. Komponen-komponen gardu traksi, secara periodik memerlukan frekuensi monitoring yang tinggi. Pada umumnya peralatan yang termasuk kategori ini adalah peralatan proses dan peralatan *auxillary*, yang pada umumnya mempunyai unit cadangan dan apabila rusak tidak langsung mengakibatkan terhentinya pelayanan jasa kereta api, tetapi kerusakan yang berkepanjangan dapat mengakibatkan pelayanan berkurang. Dalam metode ECR setiap komponen dikelompokkan atas komponen VESO (*vital, essential, support dan operating*).

1. *Vital*. Komponen untuk proses utama, *vital* terhadap operasi komersial dan keselamatan penumpang commuter maupun pekerja PT KCJ. Bila komponen tersebut rusak akan menyebabkan gardu traksi tersebut terhenti (*shutdown*), biaya perbaikan mahal (*high cost*), dan keselamatan orang/instalasi (*plant/personal safety*) yang terganggu. Komponen ini memerlukan frekuensi monitoring tinggi secara periodik.
2. *Essensial*. Merupakan komponen yang penting digunakan dalam proses atau penting (*esensial*) terhadap operasi komersial. Bila rusak akan menyebabkan pengurangan pelayanan angkutan kereta api dan mempunyai biaya penggantian mahal (*high replacement cost*). Komponen ini memerlukan frekuensi monitoring tinggi secara periodik. Peralatan yang termasuk kategori ini adalah peralatan proses dan peralatan *auxillary*. Pada umumnya mempunyai unit cadangan dan apabila rusak tidak langsung mengakibatkan hilangnya pelayanan angkutan, tetapi kerusakan yang berkepanjangan mengakibatkan hilangnya pelayanan jasa angkutan.
3. *Support*. Komponen pada gardu traksi yang digunakan dalam proses pemeliharaan dan memerlukan monitoring secara rutin/periodik. Bila komponen rusak, tidak akan berpengaruh terhadap operasi komersial dan keselamatan (*safety*). Untuk membantu memonitor semua

dukungan layanan mulai dari pengadaan, persediaan dan pemeliharaan gardu traksi, diperlukan suatu software pendukung.

4. *Operating*. Semua komponen operasional pada gardu traksi yang tidak termasuk kategori 1, 2, dan 3 namun masih memerlukan pemeriksaan serta pemeliharaan periodik dan rutin. Bila rusak, akan sedikit berpengaruh terhadap keselamatan dan operasi komersial. Semua peralatan penunjang yang tidak termasuk klasifikasi tersebut di atas, termasuk pada kategori operasional (*operating*).

Hasil dari pengelompokan berdasarkan VESO dapat digunakan sebagai pertimbangan/pendukung kebijakan di bagian persediaan. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat diketahui skala prioritas persediaan komponen gardu traksi yang akan diterapkan di waktu yang akan datang. Tools yang bisa digunakan dalam penentuan rating ECR diantaranya:

1. *Analytical Network Process* (ANP). Untuk memberikan penilaian bobot pada kriteria yang ditentukan, juga mengetahui hubungan ketergantungan antar kriteria (*interdependence*) dan *outerdependence* kriteria tersebut.
2. Manajemen resiko. Digunakan untuk menentukan tingkat keselamatan (*safety*) dengan melihat dampak yang terjadi, peluang kegagalan dan konsekuensi dari kegagalan yang bisa terjadi sehingga bisa dibuat matriks potensial kejadian (*event potential matrix*) sebagai acuan penilaian dalam ECR.
3. Elemen AHP (*Analytic Hierarchy Process* yang berfungsi sebagai titik awal untuk *analytical network process* (ANP).

ANP adalah kerangka umum menangani keputusan tanpa membuat asumsi tentang kebebasan dari elemen tingkat tinggi ke elemen tingkat rendah dan tentang kebebasan elemen dalam suatu level. ANP menggunakan sebuah jaringan tanpa perlu menentukan tingkatan seperti dalam hirarki. Pengaruh adalah konsep utama dalam ANP. ANP adalah alat yang berguna untuk memprediksi dan merepresentasikan berbagai pesaing dengan cara interaksi dan menduga kekuatan relatif dalam membuat keputusan (Saaty, 1996).

ANP sebagai pengendalian terdiri dari dua bagian: pertama, terdiri dari hierarki kontrol atau jaringan dari kriteria dan subkriteria yang mengontrol interaksi; kedua, jaringan yang mempengaruhi antar elemen dan kelompok (*cluster*). Jaringan ini bervariasi terdiri dari beberapa kriteria dan supermatrix yang berbeda dan membatasi pengaruh perhitungan setiap kontrol kriteria. Akhirnya, masing-masing supermatriks ini dibobot dengan prioritas kriteria kontrol dan hasilnya disintesis melalui penambahan semua kriteria kontrol. Dengan ANP masalah dipelajari pertama melalui kontrol hirarki atau manfaat sistem kontrol, kedua untuk biaya, ketiga

untuk peluang dan keempat untuk risiko masing-masing diwakili dalam pengendalian sistem.

Manajemen risiko adalah bagian dari proses kegiatan di dalam organisasi dan pelaksanaannya terdiri dari multidisiplin ilmu dan latar belakang. Manajemen risiko adalah proses yang berjalan terus menerus (Embrechts, 2000). Risiko dapat diartikan sebagai kombinasi probabilitas suatu kejadian dengan konsekuensinya atau akibatnya (ISO GUIDE 73). Risiko sama dengan ketidakpastian (*uncertainty*) yang penekanannya pada akibat yang merugikan atau menguntungkan. Bentuk risiko dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu:

1. Risiko murni, merupakan bentuk ketidakpastian yang menimbulkan kerugian. Sumber risiko murni terutama berupa kerugian akibat kerusakan aset.
2. Risiko spekulatif, merupakan bentuk ketidakpastian yang mungkin menguntungkan atau merugikan.

Dalam dunia industri kebanyakan risiko dianggap sebagai kejadian yang menghambat pencapaian tujuan, sehingga seluruh risiko yang mungkin terjadi dikatakan sebagai suatu kejadian *breakdown* akibat kerusakan (kegagalan) sistem. Konsep risiko yang diterapkan dalam sistem perawatan (*maintenance*) sebagai berikut:

$$\text{Risk} = \text{PoF} \times \text{CoF} \dots\dots\dots(1)$$

Sumber: (Embrechts, 2000)

Keterangan :

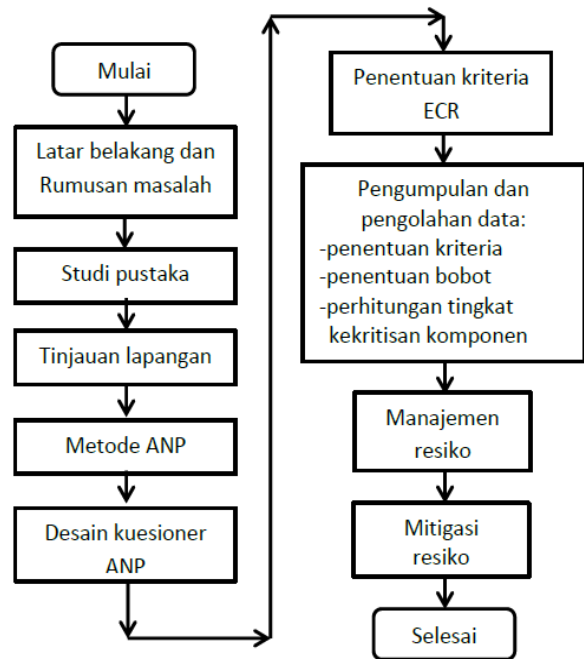
- a. PoF = Kemungkinan terjadinya kegagalan (*probability of failure (PoF)*) peralatan pada suatu periode tertentu.
- b. CoF =Konsekuensi apabila suatu peralatan gagal (*consequence of failure*)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penyelesaian masalah dalam penelitian ini, menggunakan *Analytical Network Process (ANP)* dan *Equipment Criticality Rating (ECR)*. Untuk menentukan suatu tingkat kekritisitas komponen terdiri dari kriteria untuk persediaan komponen:

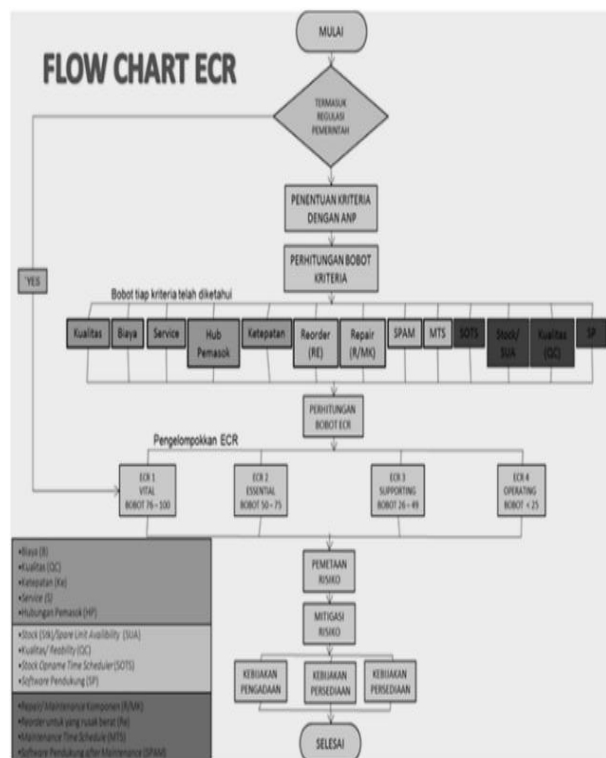
1. *Stock (Stk)/Spare Unit Availability (SUA)*
2. *Kualitas/ Reliability (QC)*
3. *Stock Opname Time Scheduler (SOTS)*
4. *Software Pendukung (SP)*

Bagan alir penyelesaian masalah ANP dan ECR tampak pada gambar 1 dan 2 di berikut ini:



Gambar 1. Bagan alir penyelesaian masalah ANP dan ECR.

Sedangkan bagan alir khusus metode ECR seperti dalam gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Bagan alir *Equipment Critical Rating* (Sumber: Embrechts, 2000)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Kekritisitas Komponen

Analisis penentuan tingkat kekritisitas komponen, terlebih dahulu perlu diketahui hal-hal yang mempengaruhi penilaian komponen seperti bussines process dan data komponen. Bagian persediaan dipengaruhi oleh 4 (empat) kriteria, tingkat yang paling tinggi diantara 4 kriteria tersebut adalah Software pendukung dengan tingkat kepentingan 0,4288 diikuti *Stock Opname Time Scheduler* sebesar 0,2304, lalu *Stock/Spare Unit Availability* sebesar 0,1937 dan Kualitas/*Reliability* sebesar 0,1472. Setelah super matrix diketahui tingkat kepentingannya, maka dibuat *unweighted matrix*. Kemudian matrik tersebut dijumlahkan masing-masing baris bernilai 1 (satu) maka disebut *weighted matrix*.

Kemudian *weighted matrix* diubah menjadi *limit matrix* yang menghasilkan hasil akhir dari proses ANP yakni Bagian Persediaan memiliki kriteria *Stock/Spare Unit Availability* sebesar 46%, kriteria Kualitas/*Reliability* sebesar 35%, kriteria *Stock Opname Time Scheduler* sebesar 54%, dan Software Pendukung sebesar 10%. Menurut Manajer LAA, hal ini menunjukkan bahwa kriteria Kualitas/*Reliability* merupakan kriteria yang paling penting kemudian diikuti kriteria Software Pendukung yang juga merupakan kriteria yang penting, disusul dengan kriteria *Stock/Spare Unit Availability* diperingkat 3 menurut pandangan *expert*, diikuti oleh kriteria *Stock Opname Time Scheduler* yang kurang diprioritaskan mengingat kriteria tersebut sudah berjalan sesuai dengan SOP divisi LAA Daops 1 Jakarta.

Identifikasi Resiko

Setelah ANP selesai, proses dilanjutkan dengan identifikasi risiko komponen gardu traksi yang sudah terinstalasi. Identifikasi risiko dilakukan pada setiap komponen gardu traksi yang akan dirating. Hasil penilaian risiko, dengan wawancara *expert* pada bidang LAA pada 17 jenis komponen, menghasilkan nilai dengan level risiko bagian Persediaan menghasilkan nilai dengan level risiko 1 (warna merah) sebanyak 4 (empat) komponen, 9 (sembilan) komponen dengan level risiko 3 (warna biru) serta sebanyak 6 (enam) komponen dengan level risiko 4 (warna hijau).

Pada tiap komponen gardu traksi tidak terdapat level risiko yang besar, namun sering terjadi. Jika diabaikan dapat mengganggu proses beroperasinya gardu traksi. Jika terdapat kerusakan pada salah satu komponen gardu traksi, dapat berakibat tidak dapat beroperasinya gardu traksi. Akibat selanjutnya dapat mempengaruhi kualitas operasional, bahkan dapat menyulitkan para teknisi LAA yang memperbaikinya. Sehubungan hal tersebut diatas, maka diperlukan pemantauan komponen gardu traksi, guna mendeteksi dan pencegahan dini terhadap kerusakan komponen gardu traksi.

Dalam perhitungan ECR, pertama dilakukan perhitungan pada bagian Persediaan yang

perhitungan pada setiap kriteria dinilai berdasarkan penentuan risiko sebelumnya, maka didapat skor pada masing-masing komponen. Skor yang didapat berdasarkan identifikasi risiko adalah: Skor 2 artinya *probability* risiko muncul tidak pernah terdengar dan mengakibatkan dampak yang tidak membahayakan terhadap keselamatan, asset, produksi dan lingkungan (F), maka digolongkan risiko rendah (*low risk*) dengan prioritas tindakan (*action priority*) 4. Skor 10 artinya *probability* risiko muncul memang pernah terjadi di industri dan mengakibatkan dampak yang tidak membahayakan terhadap keselamatan, asset, produksi, lingkungan (F). Maka digolongkan *low risk* dengan *action priority* 4. Skor 20 dimana *probability* muncul terjadi beberapa kali dalam setahun namun dengan dampak risiko F. Maka dengan *probability* kemunculan yang besar mempengaruhi skor meskipun memiliki dampak risiko sama. Skor yang diperoleh tersebut digolongkan dalam *low risk* dengan *action priority* 4. Kemudian ketiga skor tersebut dinormalisasi dengan tingkat kepentingan yang didapat dari perhitungan ANP.

Pembahasan

Setelah semua kriteria dihitung dan diberikan penilaian pada masing-masing komponen, terdapat rekapitulasi data 17 (tujuh belas) komponen gardu traksi yang dinilai berdasarkan 4 (empat) kelompok yaitu, *Vital*, *Essential*, *Supporting* dan *Operating*.

Komponen sangat kritis ECR 1 (*Vital*), artinya bahwa seluruh komponen gardu traksi yang termasuk *Vital*, jika terjadi kerusakan/kegagalan operasional komponen tersebut dapat mengganggu sistem kerja gardu traksi atau dapat menyebabkan kondisi sangat berbahaya. Pada kondisi ini bila komponen sangat kritis, komponen tersebut harus *stand by* atau harus selalu tersedia. Komponen kritis ECR 2 (*Essential*) artinya komponen gardu traksi tersebut dapat menyebabkan sistem kerja gardu traksi bersifat bahaya mayor. Komponen agak kritis ECR 3 (*Supporting*) artinya seluruh kerusakan komponen pendukung pada gardu traksi tidak menyebabkan/tidak berdampak pada sistem kerja gardu traksi dan menyebabkan bahaya sedang. Komponen agak kritis ECR 4 (*Operating*) artinya seluruh kerusakan komponen pada gardu traksi tidak berdampak pada sistem kerja gardu traksi dan hanya menyebabkan bahaya minor.

Pengklasifikasian ECR tersebut dapat mempermudah dan memfokuskan untuk pengelompokkan pada bagian Persediaan yang disortir menurut komponen kelompok *Vital* dan *Essential*, berlanjut pada komponen kelompok *Supporting* dan *Operating*.

Tabel 1. Pengelompokan komponen gardu traksi.

Bagian Persediaan	
Komponen <i>Vital</i>	4
Komponen <i>Essensial</i>	0
Komponen <i>Supporting</i>	7
Komponen <i>Operating</i>	6

Tabel 2. Persediaan dan Pemeliharaan komponen

NO	KOMPONEN	Level ECR	RENCANA REKOMENDASI
1.	VCB a. Remanensi Ganti VCB b. Remanensi Ganti VCB c. Ganti VCB		Terdapat 4 jenis komponen VCB yaitu: - Ganti VCB - Lampu indikator Ganti VCB - Prioritas dan - AC untuk pendingin VCB Cadangan komponen harus selalu tersedia dan terdapat
2.	HSBC a. Ganti HSBC b. Ganti HSBC		Terdapat 4 jenis komponen HSBC yaitu: - VCB - HSBC - Ganti HSBC - Ganti HSBC
3.	Sepracos Mimik GT		Terdapat 4 jenis komponen Sepracos Mimik GT yaitu: - Sepracos Mimik GT - Ganti Sepracos Mimik GT - Ganti Sepracos Mimik GT - Ganti Sepracos Mimik GT
4.	Baterai a. Tipe kering b. Tipe basah		Terdapat 4 jenis komponen Baterai yaitu: - Baterai - Ganti Baterai - Ganti Baterai - Ganti Baterai
5.	Minyak Trafo		
6.	Pengecekan Trafo		
7.	Silica Gel		
8.	Contactor Relay a. Ganti Contactor Relay b. Ganti Contactor Relay c. Ganti Contactor Relay		
9.	Remote Control		
10.	Relay		
11.	Remote Control		
12.	Relay		
13.	Relay		
14.	Relay		
15.	Relay		
16.	Relay		
17.	Relay		

Keterangan Level ECR Komponen

Warna Merah	= Vital	= Harus selalu tersedia. Prioritas Perbaikan : Emergency
Warna Biru	= Support	= Harus selalu tersedia. Prioritas Perbaikan : Urgent
Warna Hijau	= Operating	= Harus selalu tersedia. Prioritas Perbaikan : Normal

Usulan Kebijakan Persediaan Komponen Gardu Traksi

Pada komponen *Vital* apabila diprioritaskan, yaitu pada level *emergency*, maka pada bagian Persediaan dari hasil pengolahan data komponen untuk mengidentifikasi komponen yang *Vital*, *Support* dan *Operating* maka didapatkan tingkat resiko komponen dengan pengelompokan sebagai berikut:

1. Terdapat 9 (sembilan) jenis komponen *Support* pada bagian persediaan yaitu VCB, HSBC, Sepracos Mimik GT, baterai type kering, minyak trafo, lampu indikator, nitrogen, layar monitor PCV (New GT), soon cable outgoing dan cable negative.
2. Terdapat 6 (enam) jenis komponen *Operating* pada bagian persediaan yaitu pengecekan trafo, *silica gel*, *contactor relay*, *remote control*, *Rel connector return current*, kabel *outgoing*.

V. KESIMPULAN dan SARAN.

Kesimpulan

Dari semua uraian serta pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada bagian Persediaan kriteria yang paling berpengaruh adalah *Software* pendukung

(100%) dan diikuti *Stock Opname Time Scheduler* (54%), *Stock/ Spare Unit Availability* (46%) serta Kualitas/ *Reliability* (35%).

2. Penentuan tingkat kekritisitas dilakukan terhadap 17 (tujuh belas) jenis komponen. Pada bagian Persediaan komponen *Vital* sebanyak 4 jenis komponen, *Supporting* 14 komponen dan *Operating* sebanyak 6 komponen.
3. Penetapan mitigasi resiko yang harus disiapkan terhadap komponen gardu traksi: untuk komponen *Vital* artinya dimana terjadi kerusakan, maka menyebabkan kondisi sangat berbahaya (prioritas perbaikan: *Emergency*), oleh karena itu komponen *Supporting* berarti bilamana terjadi kerusakan walaupun komponen tersebut agak kritis tetap menyebabkan kondisi yang berbahaya/dengan bahaya sedang (prioritas perbaikannya: *urgent/* penting), sedangkan untuk komponen *Operating* berarti jika terjadi kerusakan, maka walaupun termasuk komponen yang tidak kritis namun tetap akan menyebabkan bahaya dengan tingkat bahaya minor (prioritas perbaikan: Normal).
4. Penetapan kebijakan bidang pada bagian Persediaan, terdapat 4 (empat) jenis komponen *Vital* yang harus selalu tersedia pengadaannya, karena termasuk komponen yang sangat penting. Selain itu terdapat 9 (sembilan) jenis komponen *Supporting*, yaitu cadangan komponen, bersifat *Supporting* namun harus selalu ada persediaannya. Selanjutnya terdapat 6 (enam) komponen *Operating* yang juga penting untuk mendukung komponen lainnya, tetap harus ada juga persediaannya.

Saran

Saran dalam penanganan/mitigasi di PT. KCJ adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya *Software* untuk mendukung kegiatan di bidang persediaan maupun bagian pengadaan, Pemeliharaan Gardu Traksi di PT. KCJ.
2. Untuk mempermudah penggunaan model, bisa digunakan *Microsoft Excel-Spreadsheet* atau *Software* yang bersifat khusus untuk melakukan perhitungan serta analisa, yang diperlukan dalam proses operasional maupun pemeliharaan Gardu Traksi di wilayah PT. KCJ.
3. Perancangan/disain mitigasi resiko sebagai rancangan strategis dapat digunakan untuk meminimalisir atau menghindari terjadinya *technical error* maupun *human error* yang berdampak tidak berfungsinya Gardu Traksi PT. KCJ.
4. Diperlukan *Software* memantau atas semua komponen Gardu Traksi yang tersedia pada gudang/*inventory* persediaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Corder, Antony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*, Jakarta: Erlangga.
- Ciliberty, Anthony, PE, 2005. Equipment Criticality Ranking Process Description, *International Jurnal*, 2005.
- Embrechts, Paul, 2000. *Risk Management*.
- Hawking, Paul, E-Procurement is the ugly Duckling Actually a Swan Down Under, *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, Patrinton: 2004. Vol. 16, Iss. 1; p. 3.
- Herlina, R. Lisye, 2018. Kebijakan Pengadaan Komponen Gardu Traksi Kereta Api berdasarkan Equipment Criticality Rating (ECR) dan Metode Analitical Network Planning (ANP). *Jurnal Ilmiah TEDC*, Vol 12 No. 1 Januari 2018, Hal 44-50.
- Lindley R. Higgs dan R. Keith Mobley. 2002. *Maintenance Engineering Handbook*, Sixth ed. Mc Graw-Hill,
- Saaty, Thomas L, Luis G. Vargas, 1996. *Decision Making with the Analitical Network Process*.
- Setneg RI. 2003. *Keppres No. 80/2003 tentang Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah*. Jakarta.
- Thompson, M. (1996), "Effective Purchasing strategy", *Supply Chain Management Journal*, Vol.1 No. 3, pp. 6-8.
- Zigiaris, Sotiris. 2000. *Theory of Supply Chain T. Kearney*. BPR engineer BPR Hellas, SA
- <http://luk.staff.ugm.ac.id/phk/Djoko> Luknanto, *Modul Kebijakan dan Ketentuan Umum Pengadaan Barang/ Jasa*. Website UGM, diakses tanggal 15 Mei 2016 jam 12.45 WIB.
- http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_ics_browse.htm?ICS1=29&ICS2=260 ISO 29260, *Electrical equipment for working in special conditions*.