

**PENINGKATAN KEMAMPUAN TEKNOLOGI
PADA PERAWATAN RUTIN KERETA DI DIPO DEPOK
DENGAN MODEL TEKNOMETRIK
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA LAYANAN KONSUMEN
(Studi Kasus di PT Kereta *Commuter* Indonesia)**

¹⁾Sifa Fauzia, ²⁾Yustiar Gunawan

¹⁾²⁾ Magister Teknik Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl. Moh. Kahfi II, Srengseng Sawah, Jakarta Selatan

ABSTRAK

Berdasarkan data *record* perawatan rutin kereta PT Kereta *Commuter* Indonesia (KCI) sejak tahun 2015 – 2017, diketahui bahwa jumlah armada kereta siap operasi yang menjadi realisasi rata-rata berada di bawah target perusahaan. Selain itu, terjadi potensi risiko *backlog* atau antrian kereta tidak tertangani perawatannya pada perawatan *overhaul* (OH) yang setiap tahun semakin bertambah besar. Oleh karena itu, dilakukan pengukuran teknologi pada perawatan rutin armada kereta PT KCI yang berada di Dipo KRL Depok dengan pendekatan model teknometrik. Model teknometrik akan menghasilkan nilai koefisien kontribusi teknologi atau *Technology Contribution Coefficient* (TCC) yang mendeskripsikan tingkat penerapan teknologi yang dimiliki perawatan rutin kereta di Dipo Depok. Nilai TCC didapatkan dengan mengidentifikasi dan menilai komponen teknologi *Technoware* (fasilitas alat), *Humanware* (SDM), *Infoware* (informasi), dan *Orgaware* (organisasi) yang terlibat dalam proses operasi perawatan rutin kereta. Hasil dari penelitian ini, didapatkan nilai TCC perawatan rutin kereta PT KCI di Dipo KRL Depok dengan nilai 0,5 yang berada pada rentang nilai $0.3 < TCC \leq 0.5$, dapat dikategorikan dalam penilaian kualitatif bahwa tingkat teknologi PT KCI adalah “cukup”. Dengan menerapkan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) didapatkan nilai intensitas kontribusi komponen teknologi menunjukkan bahwa urutan prioritas pengembangan komponen teknologi yaitu prioritas ke-1 *humanware*, prioritas ke-2 *technoware*, prioritas ke-3 *orgaware* dan prioritas ke-4 *infoware*. Dengan dilakukannya pengembangan pada komponen teknologi sesuai dengan skala prioritas, maka perawatan kereta di Dipo Depok dapat meningkatkan kinerja layanan konsumen.

Kata kunci: *Analytical Hierarchy Process*, komponen teknologi, manajemen teknologi, model teknometrik, koefisien kontribusi teknologi.

ABSTRACT

Based on data from routine train maintenance records of PT Kereta Commuter Indonesia (KCI) since 2015 - 2017, it is known that the number of operational train trains that are realized on average are below the company's target. In addition, there is a potential risk of backlogs or train queues are not handled by care on the maintenance of overhaul (OH) which is growing every year. Therefore, technology measurement is carried out on the routine maintenance of PT KCI train fleets located in Depok KRL Dipo with a technometric model approach. The technometric model will produce a technology contribution coefficient (TCC) value which describes the level of technology applied by routine train maintenance in Depok Dipo. TCC value is obtained by identifying and assessing Technoware technology components (tool facilities), Humanware (HR), Infoware (information), and Orgaware (organizations) involved in the routine train maintenance operation process. The results of this study, obtained the value of TCC routine maintenance of PT KCI trains in Depok KRL Dipo with a value of 0.5 which is in the range of $0.3 < TCC \leq 0.5$, can be categorized in qualitative assessment that the level of PT KCI technology is "sufficient". By applying the AHP (Analytical Hierarchy Process) method, the value of the intensity of the technology component's contribution shows that the order of priority for the development of technology components is the first priority of humanware, the second priority of technoware, the third priority of orgaware and the fourth priority of infoware. With the development of technology components in accordance with the priority scale, the maintenance of trains in Depok Dipo can improve consumer service performance.

Keywords: *Analytical Hierarchy Process, technology components, technology management, technometric models, technology contribution coefficient*

Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk yang terus bertambah di daerah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi atau Jabodetabek menyebabkan kebutuhan terhadap kereta *commuter* yang merupakan transportasi umum massal dan bebas macet mengalami peningkatan. Melihat kebutuhan dan antusiasme masyarakat Jabodetabek akan hal tersebut, PT Kereta *Commuter* Indonesia atau KCI menaikkan target jumlah penumpang sebesar 10% pertahunnya sejak tahun 2017.

Berkaitan dengan hal ini, KCI harus menyiapkan armada kereta dalam jumlah yang cukup dan dalam kondisi prima agar dapat secara konstan setiap harinya mengangkut penumpang dalam jumlah yang menjadi target tersebut. Dengan kata lain, kenaikan target jumlah penumpang lintas Jabodetabek juga harus diimbangi dengan manajemen perawatan sarana, dalam hal ini armada kereta, yang baik.

Manajemen perawatan sarana armada kereta dalam prosesnya menerapkan teknologi untuk menghasilkan armada kereta dalam kondisi prima, kualitas yang baik, dan kuantitas yang mencukupi kebutuhan lintas. Penerapan dan penguasaan teknologi yang baik akan sangat berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas ketersediaan armada kereta siap operasi yang dihasilkan. Dengan demikian, pengukuran penerapan teknologi pada pemeliharaan sarana armada kereta dapat memberikan deskripsi terhadap manajemen terkait kekurangan pada sistem pemeliharaan sarana armada. Sehingga kekurangan tersebut dapat diminimalisir atau bahkan dihilangkan dan menunjang kinerja serta target perusahaan.

Pengukuran penerapan teknologi pada pemeliharaan sarana armada kereta dapat menggunakan beberapa pendekatan, seperti model audit teknologi (GRACIA-ARREOLA), model audit teknologi (SELADA-VELOSO), dan model teknometrik. Pada penelitian ini, tingkat penerapan teknologi dari sistem pemeliharaan sarana armada kereta PT KCI akan dikaji dengan menggunakan model teknometrik.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung, wawancara dan kuesioner. Pengamatan langsung dan wawancara dilakukan untuk menentukan nilai tingkat kecanggihan teknologi atau nilai *Degree of Sophistication* (DOS), serta penentuan nilai *State of The Art* (SOTA) atau nilai kemutakhiran pada empat komponen teknologi yang terlibat dalam proses operasi perawatan armada kereta PT KCI berdasarkan kriteria umum model teknometrik.

Data tingkat kecanggihan teknologi (*degree of sophistication*/DOS) pada komponen teknologi meliputi: [1] *Technoware*: alat, mesin, sistem informasi, perlengkapan kantor, infrastruktur (terminal barang, kantor operasional); [2] *Humanware*: pegawai pelaksana (kemampuan pegawai dalam pemanfaatan *technoware*), Supervisor, Manajer, *Vice President* (VP); [3] *Infoware*: ketersediaan informasi untuk kegiatan operasional (dokumen tercetak, digital) berupa *Standard Operating Procedure* (SOP), instruksi kerja, kebijakan perusahaan, peraturan-peraturan; [4] *Orgaware*: kategori organisasi (besar/kecil, jumlah SDM), jaringan mitra yang telah dibangun, program kerjasama, ketersediaan sistem manajemen yang baku.

Data tingkat kemutakhiran teknologi (*state of the art*/SOTA) komponen teknologi yang meliputi: [1] *Technoware*: kondisi eksiting pada teknologi (peralatan, mesin, perlengkapan, sistem informasi) yang ada di PT KCI dibandingkan dengan teknologi pada perusahaan sejenis yang telah memanfaatkan peralatan dengan teknologi terkini; [2] *Humanware*: capaian kinerja operasi perusahaan yang menggambarkan capaian kemampuan SDM (target dan realisasi capaian kinerja operasi); [3] *Infoware*: ketersediaan informasi yang dapat diakses dengan cepat, akurat dan informasi yang selalu diperbaharui; [4] *Orgaware*: Kemampuan organisasi dalam menghasilkan keuntungan, capaian volume penjualan, otoritas organisasi dalam pengaturan perusahaan, kemampuan organisasi dalam pengembangan bisnis serta kebijakan anggaran riset dan pengembangan.

Metode Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan cara mengelompokkan data hasil pengamatan langsung (observasi) dan wawancara berdasarkan jenis komponen teknologi. Tahapan pengolahan data untuk melakukan perhitungan nilai koefisien kontribusi komponen teknologi dan nilai intensitas kontribusi komponen teknologi berdasarkan model teknometrik dijelaskan sebagai berikut:

[1] Identifikasi Komponen Teknologi

Sebelum melakukan penentuan tingkat kecanggihan, *state of the art*, penentuan kontribusi komponen teknologi dan penentuan nilai intensitas kontribusi komponen teknologi perlu dilakukan identifikasi komponen teknologi (T, H, I, O) yang ada dalam proses transformasi obyek penelitian. [1] *Technoware* meliputi fasilitas fisik, peralatan, permesinan, alat pengangkutan, dan infrastuktur yang tersedia; [2] *Humanware* yang meliputi pengguna *technoware* dalam melakukan proses operasi angkutan kontainer; [3] *Infoware* yang mencakup ketersediaan informasi yang dapat dimanfaatkan oleh

pegawai dalam menjalankan proses operasi; [4] *Orgaware*, mencakup kerangka kerja yang tersedia pada proses operasi seperti praktek manajemen (management practice), struktur organisasi, pengaturan organisasi (organizational arrangement).

[2] Penilaian *Degree of Sophistication*

Metode perkiraan yang dilakukan adalah scoring untuk menentukan tingkat *sophistication* / kecanggihan komponen - komponen teknologi. Menguji dan mengidentifikasi seluruh item-item utama dari *technoware* dan *humanware* sedangkan komponen *inforeware* dan *orgaware* dievaluasi pada tingkat perusahaan.

[3] Penilaian *State of The Art*

Prosedur penilaian *state-of- the-art* adalah dengan menggunakan kriteria umum untuk setiap komponen teknologi yang telah disarankan sebagai kriteria spesifik yang dapat dikuantifikasikan kemudian kriteria tersebut dikembangkan. Kriteria spesifik digunakan untuk mengembangkan *system rating* untuk *state-of- the-art*. *Rating state-of- the-art* dapat ditunjukkan dengan rumus:

Perhitungan SOTA *Technoware*

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_k t_{ik}}{k_t} \right] k = 1, 2, \dots \dots k_t$$

k_t = jumlah kriteria komponen *technoware*
dimana t_{ik} adalah nilai kriteria ke-k dari *technoware* kategori i

Perhitungan SOTA *humanware*:

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_i h_{ij}}{j_h} \right] j = 1, 2, \dots \dots j_h$$

j_h = jumlah kriteria komponen *humanware*
dimana h_{ij} adalah nilai kriteria ke-i dari *humanware* kategori j

Perhitungan SOTA *inforeware*:

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_m f_m}{m_f} \right] m = 1, 2, \dots \dots m_f$$

m_f = jumlah kriteria komponen *inforeware*
dimana f_m adalah nilai kriteria ke-m dari *inforeware* pada tingkat perusahaan

Perhitungan SOTA *orgaware*:

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_n o_n}{n_o} \right] n = 1, 2, \dots \dots n_o$$

n_o = jumlah kriteria komponen *orgaware*
dimana o_n adalah nilai kriteria ke-n dari *orgaware* pada tingkat perusahaan.

Pembagian *state of the art* dengan angka 10 pada ke-4 persamaan diatas bertujuan untuk menormalisasi penilaian menjadi berkisar antara 0 dan 1, sekaligus menyatakan bahwa kriteria yang digunakan memiliki bobot yang sama.

[4] Penilaian Kontribusi

Berdasarkan pada pengetahuan tentang batas level *sophistication* dan *rating state of the art* maka pada langkah ketiga ini data kontribusi komponen kemudian dihitung dengan menggunakan rumus:

Perhitungan nilai kontribusi setiap komponen teknologi dilakukan dengan menggunakan nilai batas atas dan batas bawah derajat kecanggihan dan hasil perhitungan nilai *state of the art* (SOTA) yang diformulasikan dalam persamaan berikut:

$$T = 1/9 [LT + ST (UT - LT)]$$

$$H = 1/9 [LH + SH (UH - LH)]$$

Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018

$$I = 1/9 [LI + SI (UI - LI)]$$

$$O = 1/9 [LO + SO (UO - LO)]$$

Keterangan:

- LT = Batas bawah technoware
- UT = Batas atas technoware
- LH = Batas bawah humanware
- UH = Batas atas humanware
- LI = Batas bawah infoware
- UI = Batas atas infoware
- LO = Batas bawah orgaware
- UO = Batas atas orgaware
- ST = SOTA technoware
- SH = SOTA humanware
- SI = SOTA infoware
- SO = SOTA orgaware

[5] Penilaian Intensitas Kontribusi

Intensitas kontribusi komponen teknologi diperkirakan dengan menggunakan metode "pairwise comparison" AHP. Prosedur perkiraannya adalah semua perusahaan yang diteliti diambil data bobot perbandingan berpasangan dan kesemua perusahaan harus mempunyai rasio konsistensi 10 %. Bila kondisi ini telah terpenuhi maka perhitungan rata-rata geometrik dari semua perusahaan yang diteliti dapat ditemukan.

[6] Penilaian *Technology Contribution Coefficient*

TCC dari sebuah perusahaan menunjukkan kontribusi teknologi untuk keseluruhan operasi transformasi, dalam hal ini proses operasi perawatan rutin kereta. TCC dihitung dengan menggunakan nilai T, H, I O dan β yang telah diperoleh menggunakan rumus:

$$TCC = T^{\beta_t} \times H^{\beta_h} \times I^{\beta_i} \times O^{\beta_o}$$

Keterangan:

- Ⓣ TCC = *technology contribution coefficient*
- Ⓣ T = nilai kontribusi komponen *technoware*
- Ⓣ β_t = nilai intensitas kontribusi komponen *technoware*
- Ⓣ H = nilai kontribusi komponen *humanware*
- Ⓣ β_h = nilai intensitas kontribusi komponen *humanware*
- Ⓣ I = nilai kontribusi komponen *infoware*
- Ⓣ β_i = nilai intensitas kontribusi komponen *infoware*
- Ⓣ O = nilai kontribusi komponen *orgaware*
- Ⓣ β_o = nilai intensitas kontribusi komponen *orgaware*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang sudah diperoleh kemudian diolah dan dianalisis menggunakan ke-6 langkah yang terdapat pada model teknometrik. Hasil pengolahan tersebut dapat dilihat di bawah ini.

[1] Identifikasi Komponen Teknologi

Hasil proses indentifikasi adalah proses operasi perawatan rutin kereta. Proses perawatan rutin kereta yang telah dirangkum ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1 Proses operasi perawatan rutin

No.	Proses Operasi
1.	Administrasi
2.	Investigasi

No.	Proses Operasi
3.	Persiapan dan pengamanan
4.	Pengangkatan
5.	Perawatan <i>pneumatic</i> dan <i>compressor</i>
6.	Perawatan interior dan exterior
7.	Perawatan bogie dan roda
8.	Perawatan <i>traksi motor</i>
9.	Perawatan <i>Air Conditioning</i> (AC)
10.	Tes statis dan dinamis
11.	Pencatatan dan pelaporan

Sumber: Data Diolah

Berdasarkan proses operasi di atas, dilakukan penilaian terhadap komponen *technoware*, *humanware*, *infoware*, dan *orgaware* yang terlibat proses operasi di atas.

[2] Penilaian *Degree of Sophistication*

Nilai *Degree of Sophistication* (DOS) atau derajat kecanggihan komponen teknologi ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2 Nilai DOS

Komponen Teknologi	Tingkat Kecanggihan	
	LL	UL
<i>Technoware</i>	3	5
<i>Humanware</i>	4	6
<i>Infoware</i>	3	5
<i>Orgaware</i>	4	6

Sumber: Data Diolah

Komponen *technoware* memiliki batas bawah 3 pada rentang “Peralatan manual [1 2 3]”. Hal ini disebabkan masih terdapat peralatan manual yang digunakan pada proses operasi. Sedangkan penentuan angka 3 pada rentang “Peralatan manual [1 2 3]” karena peralatan manual yang tersedia sudah lengkap, tertata, dan terorganisir sehingga memudahkan proses operasi. Komponen *technoware* memiliki batas atas 5 yang berada pada rentang “Peralatan otomatis [5 6 7]”. Peralatan otomatis yang ada pada proses operasi adalah crane. Sebenarnya, nilai crane sendiri sudah mencapai angka 6, artinya crane yang digunakan sudah cukup canggih. Tetapi, angka ini harus bergeser menjadi 5 karena terjadi kekurangan peralatan otomatis pada proses operasi perawatan lainnya. Seperti pada alat simulator test statis, serta wheel lathe dari sisi kapasitas dan waktu pengerjaan wheel set.

Komponen *humanware* memiliki batas atas 4 pada rentang “Mampu Merawat [3 4 5]”. Kemampuan merawat yang dimiliki *humanware* pada teknisi fasilitas yang memang dituntut untuk merawat peralatan perawatan kereta memiliki nilai 5. Tetapi kemampuan merawat secara keseluruhan bernilai 4 karena dipengaruhi kemampuan merawat *humanware* lain. Sedangkan batas bawah komponen *humanware* adalah 6 yang berada pada rentang “Kemampuan melakukan inovasi dengan bantuan pihak external [6 7 8]”. Pemegang kewenangan di bagian perawatan kereta rata-rata diisi oleh karyawan dengan pengalaman minimal diatas 7 tahun. Pengalaman tersebut ditambah dengan upaya peningkatan pengetahuan dan wawasan yang dilakukan PT KCI membuat *humanware* memiliki kemampuan inovasi. Angka 6 didapat karena kemampuan inovasi yang berbeda-beda antara teknisi pelaksana dengan pemegang kewenangan. Perbedaan kemampuan inovasi tersebut dipengaruhi oleh pengalaman, latar belakang pendidikan, pelatihan, serta keluasaan wewenang yang dimiliki.

Komponen *infoware* memiliki batas atas 3 pada rentang “Mampu menyediakan dan mengolah informasi umum [1 2 3]”. Dokumen administrasi merupakan contoh informasi umum yang ada pada proses operasi. Nilai 3 dipilih karena proses ini sudah dilakukan secara maksimal dengan bantuan *technoware* yang disediakan. Komponen *infoware* memiliki batas bawah 6 pada rentang “Kemampuan menyediakan dan mengolah informasi untuk efektifitas dan efisiensi [4 5 6]”. *Infoware* seperti SOP, Checksheet, dokumen riwayat perawatan, data teknisi, data suku cadang, serta data peralatan sudah

Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018

disediakan agar proses operasi lebih efektif dan efisien. Dokumen ini sudah melalui tahap revisi, penyesuaian, serta sertifikasi.

Komponen orgaware memiliki batas atas 4 dan batas atas 6 yang keduanya berada pada rentang “Organisasi mulai memiliki jaringan kerjasama yang terus berkembang, mulai mempunyai sistem manajemen yang baku, diakui pihak ketiga, mampu mengidentifikasi pasar yang potensial [4 5 6]”. KCI memiliki kerjasama dengan Jepang yang terus berkembang dalam pengadaan kereta. Sistem manajemen KCI sudah baku dan sudah diakui oleh perusahaan induk yaitu PT KAI. KCI melihat antusiasme masyarakat terhadap angkutan kereta komuter sebagai pasar yang potensial sehingga KCI menaikkan target pertumbuhan penumpang menjadi 10% pertahun, sejak tahun 2017. Berdasarkan pengetahuan tersebut, maka PT KCI berada pada rentang “Organisasi mulai memiliki jaringan kerjasama yang terus berkembang, mulai mempunyai sistem manajemen yang baku, diakui pihak ketiga, mampu mengidentifikasi pasar yang potensial”. Sesuai dengan panduan framework technology development model teknometrik, jika suatu komponen berada pada satu rentang nilai, maka nilai batas bawah diambil dari nilai terendah rentang tersebut. Sedangkan batas atas diambil dari nilai tertinggi rentang tersebut.

[3] Penilaian *State of The Art*

Penilaian selanjutnya pada komponen-komponen teknologi yang terlibat proses operasi adalah penilaian SOTA. Berdasarkan framework technology development, State of The Art – SOTA menilai kompleksitas komponen teknologi. Rentang penilaian SOTA berada pada angka 0 hingga angka 10. Jika DOS menilai derajat kecanggihan komponen teknologi yang terlibat proses operasi, maka SOTA menilai tingkat kemutakhiran dari kecanggihan tersebut.

Acuan nilai SOTA T berdasarkan pada teknologi mutakhir pada industri sejenis. Salah satu Dipo kereta mutakhir yang mulai beroperasi tahun 2017 adalah Dipo Tuas Singapura. Sejak awal berdiri, Dipo Tuas di Singapura mengklaim bahwa mereka memiliki teknologi mutakhir yang diterapkan dan belum dimiliki pada enam Dipo lain di Singapura. Acuan nilai SOTA H adalah target perusahaan pada masing-masing unit perawatan secara khusus serta pada manajemen perawatan secara umum. Acuan nilai SOTA I adalah sertifikasi panduan SOP dan Checksheet, kemudahan akses dokumen, pembaruan dokumen, serta pengelolaan dokumen. Sedangkan SOTA O, menurut framework technology development untuk model teknometrik, merupakan SOTA yang paling sulit untuk diukur disebabkan banyaknya faktor yang dapat berpengaruh terhadap organisasi. Pada penelitian ini, acuan SOTA O adalah jumlah kemampuan keseluruhan kereta yang dapat dirawat per tahunnya dari sisi perawatan overhaul. Perawatan overhaul dipilih karena perawatan overhaul merupakan perawatan yang menyeluruh dan mewakili perawatan-perawatan lainnya dari sisi proses operasi perawatan. Selain jumlah kereta yang melakukan perawatan OH, dilihat juga dari kecukupan technoware, humanware, serta infoware yang disediakan oleh orgaware. Nilai SOTA untuk komponen teknologi yang terlibat pada proses operasi perawatan rutin armada kereta PT KCI ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 3 Nilai SOTA

Komponen Teknologi	Penentuan SOTA	Nilai SOTA
<i>Technoware</i>	3,857	0,3857
<i>Humanware</i>	7,750	0,7750
<i>Infoware</i>	7,111	0,7111
<i>Orgaware</i>	6,333	0,6333

Sumber: Data diolah

Berdasarkan nilai SOTA pada hasil perhitungan yang ditunjukkan tabel di atas, diketahui bahwa H>I>O>T. Hal ini menunjukkan bahwa humanware merupakan komponen teknologi yang dianggap paling mutakhir yang berperan pada perawatan kereta. Hasil tersebut juga berbanding lurus dengan kemampuan humanware dalam memenuhi target yang ditentukan perusahaan. Humanware sudah berupaya maksimal agar target tersebut, yaitu ketersediaan armada kereta siap operasi untuk kebutuhan lintas, tetap tercapai.

Setelah humanware, komponen teknologi yang paling mutakhir adalah dari sisi infoware. Hal ini disebabkan kelengkapan dokumen yang dibutuhkan pada saat perawatan. Selain itu, dokumen-dokumen pendukung perawatan seperti SOP dan checksheet sudah memperoleh sertifikasi ISO 90001:2015. Kekurangan terletak pada dokumen-dokumen tersebut tidak tersedianya diakses dalam platform digital ketika proses operasi dilakukan, sehingga ketika dibutuhkan informasi mengenai dokumen tersebut, harus melalui beberapa tahapan proses birokrasi terlebih dahulu.

[4] Penilaian Kontribusi

Nilai kontribusi komponen teknologi didapatkan melalui rumus. Rumus tersebut berupa perhitungan antar nilai DOS dan nilai SOTA. Pengubahan nilai DOS dan nilai SOTA akan berdampak pada nilai kontribusi komponen teknologi. Nilai kontribusi komponen teknologi menggambarkan besaran kontribusi masing-masing komponen teknologi pada

perawatan rutin armada kereta. Semakin besar nilai kontribusi, berarti semakin besar pula kontribusi komponen tersebut pada perawatan rutin armada kereta. Hasil perhitungan nilai kontribusi komponen teknologi pada perawatan rutin armada kereta dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4 Nilai Kontribusi

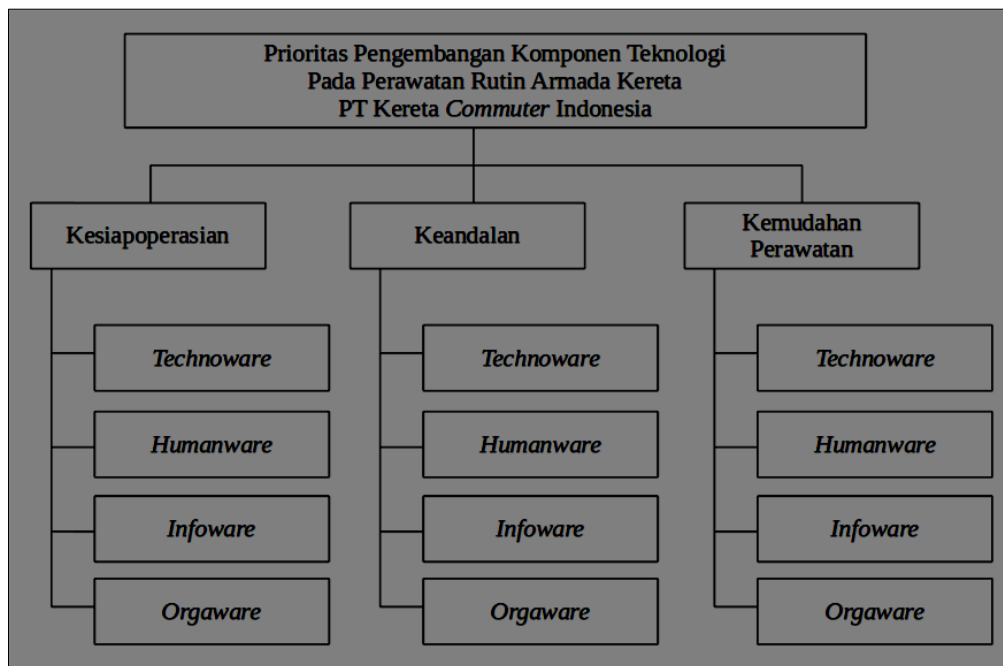
Komponen Teknologi	Nilai Kontribusi
<i>Technoware</i>	0,4190
<i>Humanware</i>	0,6059
<i>Infoware</i>	0,4667
<i>Orgaware</i>	0,5852

Sumber: Data diolah

Tabel di atas menunjukkan bahwa $H > O > I > T$. Humanware memiliki kontribusi tertinggi terhadap perawatan kereta. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan proses perawatan yang melibatkan banyak teknisi dengan kapabilitas tertentu. Orgaware merupakan komponen teknologi yang memiliki kontribusi tertinggi setelah humanware. Hal tersebut disebabkan karena walaupun humanware merupakan komponen yang bersentuhan langsung dengan perawatan kereta, tetapi semua keputusan yang dilakukan oleh humanware terkait perawatan kereta harus disetujui oleh orgaware. Seperti klasifikasi jenis perawatan ataupun penggunaan jasa vendor. Technoware dan infoware menjadi 2 komponen terendah yang berkontribusi pada perawatan armada kereta. Ketidaksiharian jumlah humanware dengan acuan pada infoware menjadi salah satu penyebabnya. Sedangkan, technoware yang tersedia sebagian besar belum diperbarui atau ditambah agar turut menyokong kerja humanware.

[5] Penilaian Intensitas Kontribusi

Perhitungan nilai intensitas kontribusi komponen teknologi menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Nilai intensitas kontribusi komponen teknologi didapatkan dari pemberian bobot/nilai melalui kuesioner yang penilaiannya dilakukan oleh pakar yang kompeten dalam pengelolaan komponen teknologi di PT KCI. Hierarki AHP yang disusun terdiri dari tujuan atau goal, kriteria, dan alternatif. Tujuan atau goal dari hierarki AHP adalah prioritas pengembangan komponen teknologi pada perawatan rutin kereta PT KCI. Penentuan kriteria berdasarkan pada tujuan dan kebutuhan dari perawatan armada kereta serta diskusi dengan beberapa pejabat perawatan armada kereta yang berwenang, yaitu kesiapoperasian, keandalan, dan kemudahan perawatan. Sedangkan alternatif didasarkan pada komponen teknologi yang akan dikembangkan, yaitu technoware, humanware, infoware, dan orgaware. Hierarki AHP yang telah disusun beserta nilai yang telah diperoleh dengan tools expert choice 11 ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Hiearki AHP

Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner dengan tools expert choice 11, nilai bobot intensitas kontribusi pada komponen teknologi dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5 Nilai Intensitas

Komponen Teknologi	Nilai Intensitas Kontribusi
<i>Technoware</i>	0,301
<i>Humanware</i>	0,438
<i>Infoware</i>	0,132
<i>Orgaware</i>	0,129
<i>Consistency Ratio</i>	0,09

Sumber: Data diolah

Nilai Consistency Ratio (CR) pada perhitungan AHP harus memiliki nilai $< 0,1$. Nilai tersebut merupakan gambaran konsistensi pakar dalam menjawab kuesioner yang diberikan. Nilai intensitas kontribusi menunjukkan seberapa sering kontribusi komponen teknologi dilakukan pada perawatan kereta. Nilai intensitas kontribusi pada tabel di atas menunjukkan bahwa $H > T > I > O$. Humanware merupakan komponen yang paling sering berkontribusi dengan perawatan kereta. Bentuk kontribusi tersebut didukung oleh technoware yang menyebabkan technoware memiliki nilai tertinggi ke 2 pada nilai intensitas kontribusi setelah humanware. Humanware bekerja dengan bantuan technoware berdasarkan Infoware yang disusun oleh Orgaware.

[6] Penilaian TCC

Nilai koefisien kontribusi komponen teknologi atau Technology Contribution Coefficient – TCC didapatkan melalui rumus. Rumus tersebut berupa perhitungan antara nilai kontribusi dan nilai intensitas kontribusi. Nilai kontribusi masing-masing komponen teknologi dipangkatkan dengan nilai intensitas kontribusi masing-masing komponen teknologi. Hasil pangkat tersebut kemudian saling dikalikan sehingga didapatkan nilai TCC.

Hasil perhitungan nilai Technology Contribution Coefficient (TCC) atau nilai koefisien kontribusi komponen teknologi pada perawatan rutin kereta PT KCI adalah sebesar 0,5 yang berada dalam klasifikasi teknologi “cukup”.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini sesuai dengan rumusan masalah yang sudah dijelaskan pada bab satu. Berdasarkan hasil pengumpulan data, pengolahan data, analisis, dan pembahasan, maka didapatkan kesimpulan penelitian sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan TCC menggunakan model teknometrik, nilai TCC pada perawatan rutin armada kereta di Dipo Depok adalah 0,5 yang berada pada rentang klasifikasi teknologi “cukup”. Nilai tersebut dapat ditingkatkan dengan mengembangkan komponen-komponen teknologi sesuai dengan urutan skala prioritasnya.
2. Menurut model teknometrik, terdapat empat komponen teknologi yang dapat dikembangkan oleh PT KCI sebagai upaya pengoptimalan perawatan rutin armada kereta dan juga akan berdampak pada pengoptimalan nilai TCC. Berdasarkan hasil perhitungan nilai intensitas kontribusi pada model teknometrik, didapatkan nilai komponen Humanware (ketersediaan SDM) sebesar 0,438, nilai komponen Technoware (fasilitas dan alat) sebesar 0,301, nilai komponen Infoware (ketersediaan informasi dan dokumen pendukung) sebesar 0,132, dan nilai komponen Orgaware (organisasi pengelola) sebesar 0,129. Semakin besar nilai suatu komponen teknologi menandakan semakin penting komponen tersebut untuk diprioritaskan pengembangannya. Pada kasus perawatan rutin armada kereta urutan komponen berdasarkan skala prioritas pengembangan adalah Humanware, Technoware, Infoware, dan Orgaware atau dapat ditulis dengan $H > T > I > O$.
3. Berdasarkan penelitian menggunakan model teknometrik komponen yang dikembangkan berdasarkan skala prioritasnya adalah (1) Humanware, (2) Technoware, (3) Infoware, dan (4) Orgaware. Pengembangan Humanware adalah pengembangan SDM, yaitu meliputi:

Pengembangan Humanware

- ⑩ Humanware yang dimaksud adalah SDM pelaksana, meliputi teknisi perawatan harian / Daily Check (DC), teknisi perawatan bulanan / Monthly Check (MC), dan teknisi Overhaul (OH).
- ⑩ Jumlah teknisi DC, MC, dan OH yang ada saat ini mengalami kekurangan waktu untuk melakukan perawatan kereta, karena jumlah armada yang harus dirawat tidak sebanding dengan jumlah teknisi. Oleh karena itu, diperlukan penambahan jumlah teknisi DC, MC, dan OH.
- ⑩ Kemampuan (skill) yang harus dimiliki oleh teknisi DC, MC, dan OH yang akan ditambah harus seimbang dengan teknisi DC, MC, dan OH yang bertugas saat ini, sehingga tidak terjadi kendala yang mengganggu proses perawatan disebabkan oleh kurangnya kemampuan teknisi baru. Dengan demikian, teknisi yang akan ditambahkan harus melalui proses pelatihan terlebih dahulu.
- ⑩ Pengetahuan dasar SDM yang direkrut harus siap dikembangkan untuk menghadapi tantangan perkembangan teknologi perbengkelan kereta yang pada umumnya dipimpin oleh manufacturing kereta di luar negeri. Lebih jauh lagi, PT KCI menyiapkan SDM tersebut setelah melalui proses pelatihan dengan teknologi terkini agar mampu menyiapkan pengetahuan dan keterampilan dirinya sebagai trainer untuk training center di Indonesia.
- ⑩ Berdasarkan perhitungan kekurangan teknisi DC, MC, dan OH pada bab 5, Diketahui bahwa teknisi DC perlu ditambah 3 orang setiap shiftnya. Teknisi MC perlu ditambah satu full tim (12 orang) dalam 1 bulan tetapi bersifat fleksibel yaitu hanya dipekerjakan ketika kapasitas ruas MC sedang penuh (30 TS / bulan). Sedangkan teknisi OH perlu ditambah 33 orang pada 1 tim dalam satu bulan.
- ⑩ Acuan penambahan jumlah teknisi DC, MC, dan OH adalah Standard Operating Procedure (SOP) perawatan kereta yang berlaku.

Pengembangan Technoware

- ⑩ Pengembangan Technoware adalah pengembangan fasilitas dan alat, yaitu meliputi:
- ⑩ Technoware yang dimaksud adalah alat utama yang berperan pada perawatan rutin kereta.
- ⑩ Technoware yang perlu dikembangkan hanya technoware pada perawatan overhaul (OH).
- ⑩ Technoware atau alat utama yang butuh untuk dikembangkan pada perawatan OH adalah wheel press dan wheel lateral.
- ⑩ Saat ini, kendala yang dihadapi unit OH selain kekurangan teknisi, adalah pembaruan wheel press dan wheel lateral yang dapat mempersingkat waktu perawatan kereta.
- ⑩ Kapasitas maksimal wheel press dan wheel lateral yang ada di Dipo Depok saat ini adalah 4 wheel set dalam waktu seminggu. TrainSet dengan rangkaian 8 kereta memiliki 32 wheel set.
- ⑩ Selain karena perawatan menggunakan wheel press dan wheel lateral yang memakan waktu lama, jumlah armada kereta yang harus dirawatpun melebihi kapasitas unit OH, sehingga terjadi backlog pada perawatan OH.
- ⑩ Saat ini, sudah ada wheel press dan wheel lateral canggih dan mutakhir yang dapat mengerjakan 4 wheel set pada waktu bersamaan. Tetapi, alat tersebut belum ada di Indonesia dan hingga saat ini wheel press dan wheel lateral yang ada di Dipo Depok merupakan wheel press dan wheel lateral terbaru di Indonesia.

Pengembangan Infoware

- ⑩ Pengembangan Infoware adalah pengembangan informasi dan dokumentasi, yaitu meliputi:
- ⑩ Dokumen administrasi, dokumen riwayat perawatan kereta, dokumen pendukung perawatan (data teknisi, peralatan, dan suku cadang), checksheet, serta SOP sudah tersedia dengan baik. Kekurangan hanya terletak pada pengelolaan dan penyajian dokumen-dokumen tersebut.
- ⑩ Pengelolaan yang dimaksud meliputi updating informasi secara real time atau segera setelah data tersedia, penyimpanan data terpusat pada satu server terpisah, kemudahan pencarian data berdasarkan kata kunci tertentu, dan kemudahan akses data yang dibedakan berdasarkan masing-masing otoritas (SDM pelaksana, supervisor, junior manajer, manajer).
- ⑩ Penyajian dokumen yang dimaksud adalah dokumen dapat disajikan dalam beberapa platform digital. Dokumen riwayat perawatan kereta, dokumen pendukung perawatan (data teknisi, peralatan, dan suku cadang), dan checksheet, jika disajikan dalam bentuk digital, akan mempermudah SDM dalam mendapatkan informasi dan mempermudah pengelolaan data tersebut.

Pengembangan Orgaware

- ⑩ Pengembangan Orgaware adalah pengembangan PT KCI terkait perawatan kereta khususnya di Dipo Depok, yaitu meliputi: PT KCI perlu mendukung mendukung, merencanakan, dan melakukan pengembangan komponen humanware, technoware, dan infoware.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arsyad, A. dkk. 2005. *Assessment Teknologi Proses Produksi Press Tool di PT Kenza Presisi Pratama dengan Pendekatan Teknometrik*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2]. Asrizal. 2017. *Optimalisasi Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) Terlisensi Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) untuk Meningkatkan Mutu Sertifikasi dengan Menggunakan Model Teknometrik (Studi Kasus LSP P1 Politeknik Negeri Jakarta)* [tesis]. Jakarta [ID]: Institut Sains dan Teknologi Nasional.
- [3]. Blake, T. dkk. 2013. *Managing Railcar Maintenance (A Primer on Practices and Improvement Opportunities for The US Transit Industry)*. New York: Federal Transit Administration.
- [4]. Giacio, GL. 2017. *Rolling Stock Rostering and Maintenance Scheduling Optimization* [disertasi]. Roma[IT]: Roma Tree University.
- [5]. Kumar, S.A., dan Suresh, N. 2008. *Production and Operations Management*. New Delhi: New Age International Publisher.
- [6]. Novanda, T.N., dkk. 2015. *Pengukuran Aspek Teknologi pada Industri Kreatif Kerajinan Sangkar Burung dengan Pendekatan Teknometrik*. Solo: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [7]. PT Kereta *Commuter* Indonesia. 2015. *Laporan Tahunan 2015*. Jakarta.
- [8]. _____ 2016. *Laporan Tahunan 2016*. Jakarta.
- [9]. Purwaningsih, R. dkk. 2005. *Penilaian Teknologi dengan Metode Teknometrik di PT Inco Acidatama Chemical Industri Solo*. Semarang: Undip Semarang.
- [10]. Rohayati, S. dkk. 2005. *Analisis Kondisi Komponen-Komponen Teknologi Pengolahan di Industri Teh Curah Indonesia*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [11]. Saaty TL. 2008. *Decision making with the analytic hierarchy process*. Int. J. Serv. Sci. 1:83. doi:10.1504/IJSSCI.2008.017590.
- [12]. Sugiarto, FT. 2012. *Peningkatan Ketepatan Waktu Perjalanan KRL Jabodetabek dalam Upaya Meningkatkan Kinerja Transportasi Berbasis Kereta Api* [tesis]. Depok[ID]: Universitas Indonesia.
- [13]. Susiono, Wahyu. 2012. *Penentuan Teknologi untuk Menentukan Posisi Industri Pesaing*. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [14]. Takikawa, M. 2016. *Innovation in Railway Maintenance utilizing Information and Communication Technology (Smart Maintenance Initiative)*. Tokyo: Railway and ICT (Information and Communication Technology).
- [15]. UNESCAP. 1988. *Tokyo Plan on Technology for Development in Asia and Pacific. 4th ed*. Banglore: Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology.
- [16]. Yanthi, ER. 2017. *Analisis Kontribusi Komponen Teknologi (Technoware, Humanware, Infoware, Orgaware) pada Perusahaan Jasa Transportasi Kereta Api Barang dengan Pendekatan Model Teknometrik* [tesis]. Bogor[ID]: Institut Pertanian Bogor.