

# Pengembangan Data Warehouse dan Aplikasi Investigasi Kecelakaan Kereta Api (Studi Kasus di PT. Kereta Api Indonesia Daerah Operasi IV)

Wiwik Budiawan\*, Sriyanto, dan Wahyu Andika

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof., H. Sudarto, SH., Tembalang-Semarang 50275

---

## Abstract

*Investigation can be a complex task without any supporting system that provide a necessary data or a relevant information (Data Warehouse). Such as investigation of the PT Kereta Api Indonesia (KAI) in analyzing a train accident due to human error that occurs is limited. Analysis conducted by KAI only focuses on individuals who are related and have not been able to analyze in detail because of lack of data. Would require analysis of a train wreck with a systematic method integrated with data warehouse so that recommendations given on target. This study, initially conducted by interview data collection using the Critical Decision Method (CDM) and inferred using the Emergent Themes Analysis (ETA). Then used a systematic method of Human Factors Analysis Classification System Indonesian Railroad (HFACS-IR) to analyze human error especially train accidents that occurred in Indonesia. Later. Before the application is made investigations, required making accident scenarios by using Linking Causal Factor.*

**Keywords:** data warehouse, human error, investigation, train accident

---

## 1. Pendahuluan

### Latar Belakang

Jumlah penumpang kereta api dalam beberapa kurun waktu terakhir mengalami peningkatan hal ini sejalan dengan meningkatnya kualitas layanan yang diberikan oleh PT. Kereta Api Indonesia (KAI). Data Badan Pusat Statistik (2013) menyebutkan jumlah penumpang kereta api di Indonesia, tercatat pada tahun 2006 jumlah penumpang mencapai 159.419, tahun 2007 terdapat 175.336 penumpang, tahun 2008 sebanyak 194.076, tahun 2009 terdapat 203.070 penumpang, tahun 2010 menjadi 203.270 penumpang, tahun 2011 mengalami penurunan menjadi 199.337 penumpang, dan data terakhir 2012 mengalami kenaikan kembali menjadi 202.179 penumpang. Adanya kenaikan jumlah penumpang, mengharuskan pihak kereta api meningkatkan keselamatan para penumpang. Dari data Departemen Perhubungan mengenai jumlah kecelakaan kereta api, dalam lima tahun terakhir (2006-2011) terjadi 535 kecelakaan kereta api. Diantaranya adalah 20 kasus kecelakaan kereta api dengan kereta api, 116 kasus kecelakaan kereta api dengan kendaraan umum, 366 kasus anjlok, dan 33 kasus kereta api terguling.

Berdasarkan hasil catatan Ditjen Perkeretaapian Kementerian Perhubungan tahun 2009 – 2011 di luar faktor eksternal, faktor penyebab kecelakaan kereta api didominasi oleh human error operator dengan persentase 25% disusul faktor sarana 24%, prasarana 15%, dan alam 7%. Faktor human error pada kecelakaan kereta api sering dianggap kesalahan hanya masinis saja, namun perlu investigasi lebih mendalam karena human error yang terjadi merupakan kontribusi dari aspek lain (manajemen, sistem, dll).

Salah satu metode yang mampu menganalisa dan menguranginya terjadinya human error adalah Human Factor Analysis and Classification System (HFACS). Dalam perkembangannya, terdapat modifikasi analisis HFACS untuk mengoptimalkan penerapannya dalam industri kereta

---

\* Correspondance : wiwikbudiawan@undip.ac.id

api yang menghasilkan metode Human Factors Analysis and Classification System Rail Road (Reinach & Viale, 2005). Penerapan HFACS-RR tidak dapat langsung diterapkan di Indonesia, Penyesuaian metode HFACS-RR yang dapat diterapkan untuk kondisi perkeretaapian di Indonesia telah dikembangkan sebelumnya oleh Budiawan pada tahun 2011 dan menghasilkan metode HFACS-IR (Human Factors Analysis and Classification System Indonesian Railroad). Pada penelitian sebelumnya yang berjudul Pengembangan Aplikasi Investigasi Human Error pada Kecelakaan Kereta Api (Hani, 2011 dan Sriyanto & Budiawan, 2013), aplikasi investigasi yang dibuat hanya difokuskan pada analisa kecelakaan kereta api. Penelitian tersebut belum melihat dukungan data yang disediakan.

Setelah dilakukan tinjauan lapangan di PT. KAI Daerah Operasi IV Semarang, ternyata data operasional yang bersifat periodik maupun insidental belum terintegrasi dan masih dilakukan secara terpisah di setiap departemen atau unit. Ketika kecelakaan kereta api terjadi, maka proses investigasi kecelakaan dilakukan dengan mencari keterangan kepada pihak yang terkait dalam kejadian tersebut. Tentunya hal ini akan menjadi tidak efektif dan efisien. Pasalnya, untuk mengumpulkan saksi membutuhkan waktu yang tepat agar tidak mengganggu aktivitas kerja yang dilakukan saksi yang dalam hal ini mereka adalah pegawai PT. KAI Daerah Operasi IV. Disamping itu, untuk mengumpulkan data sebagai bukti kecelakaan, mengharuskan tim investigasi untuk menuju ke bagian tertentu, sehingga terlalu banyak waktu yang terbuang. Dari proses investigasi yang dilakukan oleh PT. KAI Daerah Operasi IV tersebut, maka dapat diketahui bahwa diperlukannya suatu sistem pendukung yang mampu membuat proses investigasi kecelakaan kereta api menjadi efektif dan efisien. Dan kajian ini akan melakukan perancangan data warehouse sebagai sistem pendukung proses investigasi kecelakaan kereta api.

Data warehouse merupakan salah satu bentuk basis data yang memiliki data berskala besar. Data warehouse bukan merupakan basis data operasional, melainkan basis data yang berisi data dalam dimensi waktu tertentu yang sangat berguna untuk keperluan evaluasi, analisis dan perencanaan yang dilakukan oleh pihak manajemen dalam sebuah perusahaan. Kajian ini bertujuan untuk melakukan perancangan struktur data warehouse untuk mendukung proses investigasi kecelakaan kereta api dengan menggunakan metode Entity Relationship Diagram (ERD). Penerapan data warehouse membutuhkan sebaran data yang besar agar informasi yang ditampilkan dapat beragam dan dapat membentuk pola-pola informasi yang potensial. Hal tersebut menjadi penting agar PT. KAI DAOP IV dapat dengan mudah menginvestigasi kecelakaan kereta api berdasarkan error yang terjadi sehingga dapat menganalisa faktor penyebab terjadinya kecelakaan dengan efektif dan efisien.

### **Perumusan Masalah**

Pentingnya pengembangan aplikasi analisis human error yang dilengkapi ketersediaan data warehouse pada kecelakaan kereta api.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi investigasi kecelakaan dengan metode HFACS-IR dilengkapi dukungan Data Warehouse pada kecelakaan kereta api di Indonesia.

### **Tujuan Khusus**

1. Melengkapi teknik pengumpulan data di dalam analisis kecelakaan kereta api.
2. Mengembangkan aplikasi investigasi kecelakaan kereta api dengan cakupan kasus yang lebih lengkap.

## **2. Metode Penelitian**

Perancangan desain aplikasi mengacu pada metode analisis human error yang digunakan. Untuk analisis yang digunakan adalah menggunakan checklist analisis kecelakaan dengan memanfaatkan metode HFACS-IR dalam menganalisis human error yang terjadi. Penelitian ini

menggunakan metode HFACS-IR karena HFACS-IR adalah salah satu metode analisis human error dengan pendekatan sistematis untuk mengetahui penyebab utama dari terjadinya berbagai kecelakaan metode analisis human error yang sifatnya general. Sifatnya yang general membuat metode tersebut mudah dimodifikasi, sehingga dapat menyesuaikan dengan keadaan perkeretaapian di Indonesia sehingga dapat dimanfaatkan untuk industri kereta api Indonesia. Checklist HFACS-IR yang digunakan di dalam penelitian ini akan disesuaikan untuk kecelakaan kereta api yang disebabkan oleh anjlok dan terguling. Hal tersebut dikarenakan checklist untuk kasus kecelakaan antar kereta api telah dibahas pada penelitian sebelumnya.

Di dalam HFACS-IR sendiri terdapat lima level analisis, yaitu :

1. Crew acts : merupakan kesalahan seorang awak yang disebabkan karena kegagalan dari kondisi awak sendiri (errors) atau adanya pelanggaran terhadap aturan (contravention).
2. Precondition for crew acts : merupakan kondisi pemicu terjadinya crew acts. Kesalahan pada kondisi ini dapat dipicu oleh kondisi awak itu sendiri (conditions of crews) ataupun kondisi pelaksanaan di lapangan (practices of crews).
3. Supervisory factors : merupakan penyebab terjadinya preconditions for crew acts dikarenakan kurangnya pengawasan pada sumber daya. Hal tersebut dapat disebabkan oleh ketidakmampuan pengawas maupun tidak ada pengecekan berkala, rencana yang tidak sesuai target, pengawas gagal dalam memperbaiki kesalahan, serta pengawas salah dalam mematuhi prosedur dan regulasi yang ada.
4. Organizational factors : merupakan identifikasi kegagalan pada perusahaan atau organisasi terkait. Pada tahap ini biasanya sulit dilakukan karena lingkup permasalahan yang terlalu luas.
5. Outside factors : merupakan kesalahan yang terjadi akibat dua faktor eksternal, yaitu faktor regulatory environment dan economic/ political/ social/ legal environment.

Checklist yang dibuat tetap mengacu pada penelitian sebelumnya yang hanya membahas kasus kecelakaan antar kereta api saja. Setelah itu dilakukan penyesuaian dengan lima level analisis HFACS-IR di atas. Apabila terdapat ketidaksesuaian pada poin checklist terhadap runtutan kecelakaan akibat anjlok dan terguling, maka poin tersebut dapat dimodifikasi bahkan dihilangkan dan tetap mengacu pada lima level analisis HFACS-IR di atas.

Kemudian mengumpulkan data berupa wawancara kepada front line officer dengan Critical Decision Method (CDM). Metode CDM yang digunakan dalam penelitian ini berfokus pada penggalian informasi mengenai kejadian di masa lampau dimana terjadi proses pengambilan keputusan (Horberry & Cooke, 2010). Pada HFACS-IR hanya diperoleh data untuk menelusuri human error yang terjadi, maka CDM di sini melengkapi data berupa data kualitatif dengan wawancara dan membantu dalam pengambilan keputusan. CDM membantu dalam evaluasi peristiwa kecelakaan kereta api serta memberikan rekomendasi perbaikan. Dari hasil wawancara menggunakan CDM, kemudian dianalisis menggunakan pendekatan Emergence Theme Analysis (ETA) agar permasalahan di dalam kecelakaan kereta api dapat dibahas lebih mendalam mengenai permasalahan paling kompleks yang didapat dari hasil CDM. Data yang sudah terkumpul kemudian dijadikan masukan dalam melakukan analisa penyebab kecelakaan. Setelah data terkumpul dan dianalisis, maka diperlukan penggalian akar permasalahan human error yang terjadi menggunakan metode Linking Causal Factor berupa skenario kecelakaan.

Setelah dilakukan proses tanya-jawab dan penggalian data, kemudian merencanakan pembuatan data warehouse. Proses penggalian data yang ada di PT. KAI DAOP IV selanjutnya dianalisa dan dilakukan pemilihan data yang sesuai untuk proses investigasi kecelakaan kereta api. Dan tahap akhir adalah merancang interface dan data warehouse investigasi kecelakaan kereta api.

### **3. Hasil dan Pembahasan**

#### **Identifikasi Prosedur Investigasi Kecelakaan**

Prosedur awal pada aplikasi ini saat terjadi kecelakaan adalah mengisi data detail kecelakaan dengan memasukkan data kejadian dan data kereta api yang terlibat. Kemudian mengisi data investigator, data investigator yang dimaksud di sini adalah orang atau pihak yang berwenang untuk melakukan investigasi kecelakaan kereta api yang terjadi. Setelah menyimpan data investigator, maka mengisi data Crew KA yang terlibat di dalam kecelakaan kereta api.

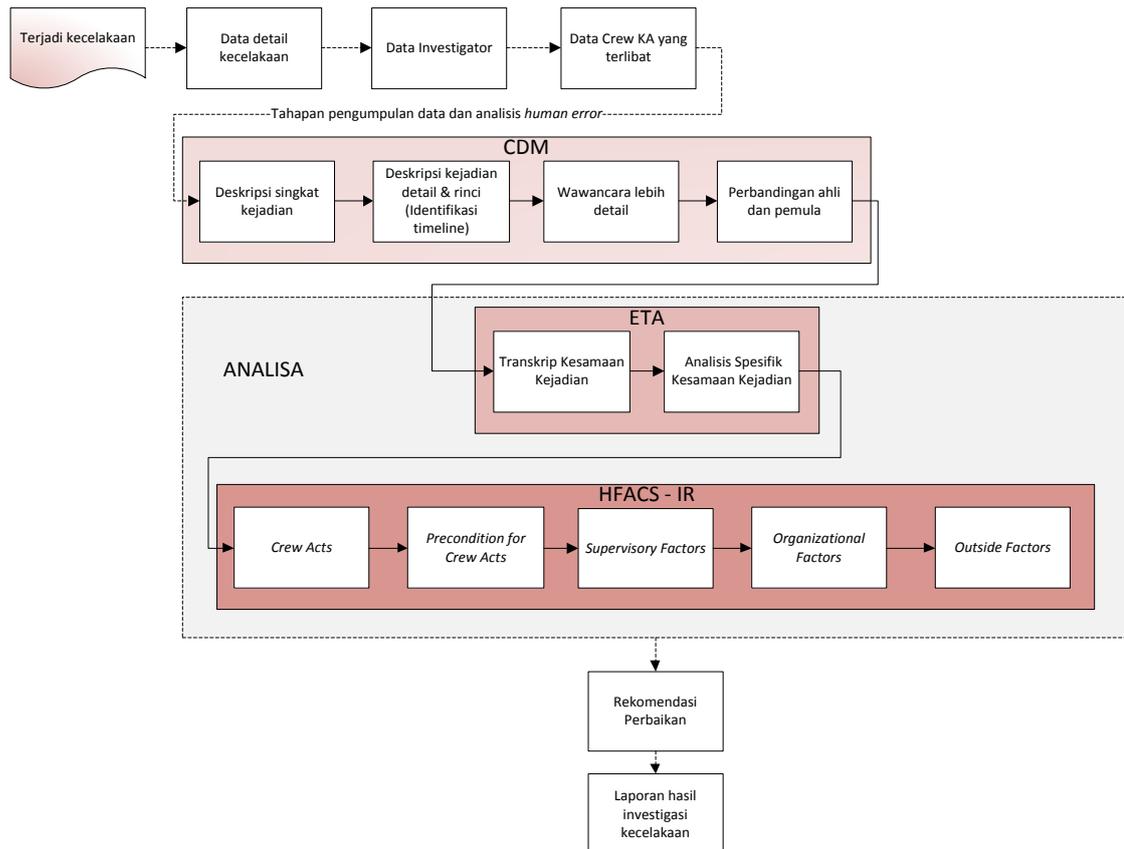
Kemudian melakukan wawancara kepada Crew KA dengan menggunakan metode CDM melalui beberapa stage. Stage pertama adalah deskripsi singkat kejadian kecelakaan kereta api yang dialami oleh crew KA. Untuk stage kedua adalah deskripsi kejadian secara detail dan rinci untuk memberikan identifikasi timeline dari kecelakaan yang terjadi. Stage ketiga adalah wawancara yang lebih detail kepada crew KA, wawancara detail ini terdiri dari beberapa pertanyaan terkait dengan kecelakaan kereta api. Kemudian stage terakhir adalah perbandingan ahli dengan pemula, jadi dapat diketahui crew KA mana yang telah ahli dan mana yang masih pemula.

Prosedur selanjutnya adalah melakukan analisa dari tahap CDM sebelumnya dengan menggunakan metode ETA. Tahap pertama adalah penyusunan tema besar dengan mengumpulkan keterangan yang sama dari masing – masing crew KA yang terlibat kecelakaan. Kemudian tahap selanjutnya adalah analisis spesifik kesamaan kejadian yang telah dikumpulkan pada tahap transkrip kesamaan kejadian.

Setelah dianalisis menggunakan ETA, analisis human error dilanjutkan dengan metode HFACS – IR. Dalam analisa HFACS – IR terdapat 5 level. Level 1 adalah tindakan crew KA yang langsung berkaitan dengan kecelakaan kereta api. Kemudian pada level 2 hingga level 5 adalah analisis yang mengidentifikasi penyebab dari tindakan crew KA yang telah diidentifikasi pada level 1.

Setelah dilakukan prosedur pengumpulan data dan analisa selesai, kemudian dilakukan prosedur selanjutnya yaitu rekomendasi perbaikan. Rekomendasi perbaikan yang dibuat berkaitan dengan analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk prosedur terakhir dari aplikasi investigasi ini adalah laporan hasil investigasi kecelakaan yang menampilkan data detail kejadian kecelakaan, data investigator, data crew KA yang terlibat, hasil analisis human error, dan rekomendasi perbaikan yang diberikan.

Untuk gambaran prosedur aplikasi investigasi kecelakaan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 1. Berikut ini:



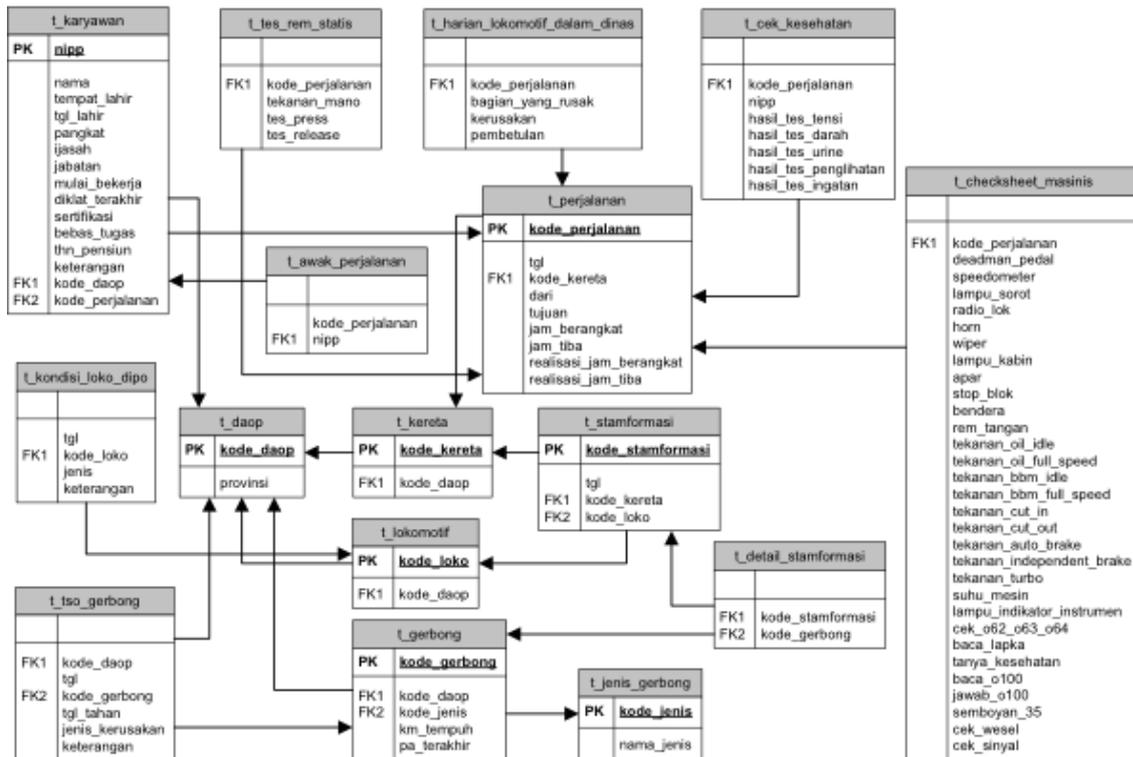
**Gambar 1** Prosedur Aplikasi Investigasi Kecelakaan

### Perancangan *Data Warehouse*

Pada perancangan aplikasi investigasi kecelakaan kereta api dibutuhkan pula *Data Warehouse* sebagai dukungan dalam proses investigasi. Hal tersebut dilakukan agar tidak terjadi penumpukan maupun duplikasi data. *Data Warehouse* aplikasi investigasi ini digunakan untuk menyimpan berbagai data yang diperlukan. Data - data yang disimpan di dalam *Data Warehouse* adalah :

- Menyimpan data – data masa lalu kecelakaan kereta api,
- Menyimpan data wawancara dari crew KA,
- Analisa wawancara crew KA,
- Menyimpan skenario linking causal factors/hubungan antar faktor yang telah didefinisikan,
- Analisa human error pada kecelakaan kereta api.

Berikut ini merupakan hubungan antar entitas *Data Warehouse* dari aplikasi investigasi kecelakaan kereta api yang digambarkan menggunakan *Entity Relational Diagram* (ERD).



Gambar 2. Entity Relational Diagram (ERD) aplikasi investigasi kecelakaan kereta api

## Interface

### 1. Input Detail Kecelakaan

Halaman berikut ini berfungsi untuk menginput detail kecelakaan kereta api yang terjadi.

Data Kecelakaan	<b>Data Kecelakaan</b> < >
Data Investigator	Tipe Kecelakaan Pilih ▾
Data Personil	Tanggal <input type="text"/>
Data Kronologis	Jam <input type="text"/>
Data Pendukung	Jenis Kecelakaan Pilih ▾
Analisa	Lokasi Kecelakaan <input type="text"/>
Rekomendasi	Lintas <input type="text"/>
Hasil Investigasi	DAOP <input type="text"/>
	Propinsi <input type="text"/>

Gambar 3. Halaman input data detail kecelakaan

### 2. Input Investigator

Halaman ini berfungsi untuk memberi input data investigator yang sedang menginvestigasi kecelakaan kereta api.

Data Investigator	
Data Kecelakaan	<b>Nama 1:</b>
Data Investigator	<input type="text"/>
Data Personil	<b>NIP 1:</b>
Data Kronologis	<input type="text"/>
Data Pendukung	<b>Jabatan1:</b>
Analisa	<input type="text"/>
Rekomendasi	<b>Jabatan Dalam Tim 1:</b>
Hasil Investigasi	<input type="text"/>
	+ Tambah Investigator
	<input type="button" value="Simpan"/>

**Gambar 4.** Halaman *input* data investigator

### 3. Input Data Personil

Pada halaman ini diinputkan data crew KA yang terlibat kecelakaan kereta api beserta pokok – pokok pengakuan yang berisi daftar pertanyaan CDM.

Data Kecelakaan	<b>Nama</b>
Data Investigator	<input type="text"/>
Data Personil	<b>NIP</b>
Data Kronologis	<input type="text"/>
Data Pendukung	<b>Pangkat</b>
Analisa	<input type="text"/>
Rekomendasi	<b>Jabatan</b>
Hasil Investigasi	<input type="text"/>
	<b>Tempat Kedudukan</b>
	<input type="text"/>

Pokok-pokok pengakuan	
Deskripsi singkat kejadian	<input type="text"/>
Deskripsi detail kejadian	<input type="text"/>
<b>Wawancara Detail</b>	
Bagaimana masinis menilai situasi tersebut sebagai insiden ?	<input type="text"/>
Tujuan masinis ketika mengetahui insiden tersebut ?	<input type="text"/>
Mengapa memilih tindakan tersebut ?	<input type="text"/>

**Gambar 5.** Halaman *input* data personil

<p>Apakah mengingatkan pada pengalaman sebelumnya ?</p> <input type="text"/>
<p>Pengalaman / pelatihan apa yang dibutuhkan untuk membantu pengambilan keputusan tersebut ?</p> <input type="text"/>
<p>Siapa saja yang terlibat ?</p> <input type="text"/>
<p>Dokumen apa saja yang dibutuhkan ?</p> <input type="text"/>
<p>Peralatan apa saja yang digunakan ?</p> <input type="text"/>
<p>Apakah seseorang yang berada dalam posisi yang sama akan mengambil tindakan berbeda ?</p> <input type="text"/>
<p>Kesimpulan dan komentar personel?</p> <input type="text"/>
<p><b>Simpan</b></p> <p>+ Tambah Personel</p>

**Lanjutan Gambar 5.** Halaman *input* data personil

#### 4. Input Data Kronologis

Pada halaman kronologis ini dijabarkan mengenai penyebab terjadinya peristiwa, akibat peristiwa, dan taksiran kerugian akibat kecelakaan kereta api.

Data Kecelakaan	<b>Uraian singkat terjadinya peristiwa</b>
Data Investigator	Sebab-sebab terjadinya peristiwa
Data Personil	<input type="text"/>
Data Kronologis	<b>Akibat peristiwa</b>
Data Pendukung	Korban Manusia
Analisa	<input type="text"/>
Rekomendasi	Terhadap perjalanan KA
Hasil Investigasi	<input type="text"/>
	Kerusakan Materiil
	<input type="text"/>
	<b>Taksiran kerugian</b>
	Dinas operasi
	<input type="text"/>
	Dinas sarana
	<input type="text"/>

**Gambar 6.** Halaman *input* data kronologis

**Lanjutan Gambar 6.** Halaman *input* data kronologis

#### 5. Input Data Pendukung

Pada halaman kronologis ini dijabarkan mengenai penyebab terjadinya peristiwa, akibat peristiwa, dan taksiran kerugian akibat kecelakaan kereta api.

**Gambar 7.** Halaman *input* data pendukung

#### 6. Analisa

Halaman analisa berfungsi untuk menganalisa kejadian kecelakaan kereta api yang terjadi. Terdapat analisa ETA dan HFACS – IR pada halaman ini.

**Gambar 8.** Halaman *analisa*

#### 7. Rekomendasi

Halaman rekomendasi ini berisi mengenai strategi pengambilan keputusan dari kecelakaan kereta api agar tidak terjadi lagi di kemudian hari.

**Gambar 9.** Halaman rekomendasi

#### 8. Hasil Investigasi

Halaman hasil investigasi berisi hasil rekap pengumpulan data beserta hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

**Gambar 10.** Halaman hasil investigasi

#### 4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

(1) Aplikasi investigasi kecelakaan kereta api dirancang untuk membantu pihak PT. KAI dalam melakukan investigasi kecelakaan kereta api. Aplikasi investigasi kecelakaan kereta api dibuat karena selama ini belum ada software beserta metode tertentu yang menunjang proses investigasi kecelakaan kereta api; dan (2) Aplikasi investigasi ini memiliki Data Warehouse yang tersimpan menjadi satu sehingga memudahkan pihak PT.KAI untuk merecord kejadian kecelakaan kereta api baik yang baru saja terjadi maupun kecelakaan yang telah lama terjadi.

Adapun Saran yang bisa diberikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu: Dalam upaya memudahkan dalam mengakses informasi yang ada di dalam data warehouse sebaiknya membangun aplikasi tambahan yang dapat digunakan untuk mengakses data dan menyajikan informasi yang dibutuhkan dari data warehouse. Untuk memenuhi kebutuhan informasi yang lebih rinci sebaiknya struktur data warehouse yang dirancang dikembangkan lebih lanjut.

#### Daftar Pustaka

- Direktorat Keselamatan Perkeretaapian Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan., (2012). Jenis Kecelakaan Sesuai Dengan Perundang – Undangan
- Hani, Muhammad., (2011). Pengembangan Aplikasi Investigasi Human Error pada Kecelakaan Kereta Api . Semarang : Teknik Industri Undip
- Horberry & Cooke. (2010). Using the Critical Decision Method for Incident Analysis in Mining, *J Health & Safety Research & Practice*. (2)2, 8-20. Queensland
- Sriyanto & Budiawan. (2013). Design Of Investigation Support System Prototype. 2nd International Conference on Information Systems for Business Competitiveness.
- [http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php? tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=17&notab=16](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&notab=16) diakses pada tanggal 11 April 2013