

# KAJIAN PENYEBAB LATEN KECELAKAAN KERETA API, MENGUNAKAN KERANGKA HFACS DENGAN PENDEKATAN QFD

Kusmaningrum Soemadi ([kusmaningrum@itenas.ac.id](mailto:kusmaningrum@itenas.ac.id))  
Angga Prasidi, Arie Desrianty ([adesrianty@itenas.ac.id](mailto:adesrianty@itenas.ac.id))  
Jurusan Teknik Industri, ITENAS

## Abstrak

Salah satu permasalahan dalam perkeretaapian adalah rendahnya kinerja keselamatan yang tercermin oleh tingginya angka kecelakaan. Sejumlah peristiwa kecelakaan telah diinvestigasi dan dilaporkan oleh Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), yang antara lain menyajikan sejumlah fakta penyebab kecelakaan. Kejadian kecelakaan telah banyak dikaji dengan menyoroti kontribusi kelalaian manusia yang sering dibedakan sebagai kegagalan aktif dan kegagalan laten. Kegagalan aktif diasosiasikan dengan operator front-liner, sedangkan kegagalan laten dinyatakan sebagai bentuk kegagalan sistem yang tersembunyi, dan sesudah sekian lama baru terbukti menimbulkan kecelakaan bila dikombinasikan dengan berbagai faktor lainnya (Reason, 1990). Berbagai fakta penyebab suatu kecelakaan yang dilaporkan KNKT umumnya adalah penyebab aktif yang teramati setelah suatu kecelakaan terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk menelusuri penyebab aktif tersebut terhadap kegagalan laten yang menjadi pencetusnya. Penelusuran dilakukan menggunakan sistematika pendekatan Quality Function Deployment (QFD) dimana fakta penyebab kecelakaan yang harus dihindari dianalogikan sebagai suara konsumen, dan kelalaian di berbagai tingkat organisasi dalam kerangka Human Factor Analysis Classification System (HFACS) dianalogikan sebagai karakteristik teknis yang berkontribusi terhadap fakta penyebab kecelakaan tersebut. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa fakta penyebab kecelakaan timbul karena adanya pengaruh dari kelalaian-kelalaian yang terjadi pada level-level di atasnya.

**Kata kunci:** Keselamatan Perjalanan Kereta Api, HFACS, QFD

## 1. Latar Belakang

Pencegahan kecelakaan dapat dibedakan dalam dua kategori, yakni proaktif dan reaktif. Pencegahan proaktif dilakukan dengan mengidentifikasi berbagai resiko kecelakaan yang mungkin terjadi, dan menyusun berbagai tindakan pencegahan untuk menghindarinya. Kategori kedua adalah melakukan investigasi dan menganalisis kecelakaan yang terjadi untuk mengetahui penyebabnya dan melakukan upaya yang diperlukan guna menghindari terulangnya kejadian tersebut. Sejumlah besar kejadian kecelakaan kereta api telah terjadi di Indonesia, dengan estimasi kerugian rata-rata yang diakibatkannya adalah di atas seratus miliar per tahun (Wibawa, 2007). Tabel 1 menampilkan data jenis kecelakaan sepanjang tahun 2004 sampai dengan 2008.

Tabel 1. Data Jumlah Kejadian Kecelakaan Kereta Api

Sumber: (<http://perkeretaapian.dephub.go.id>)

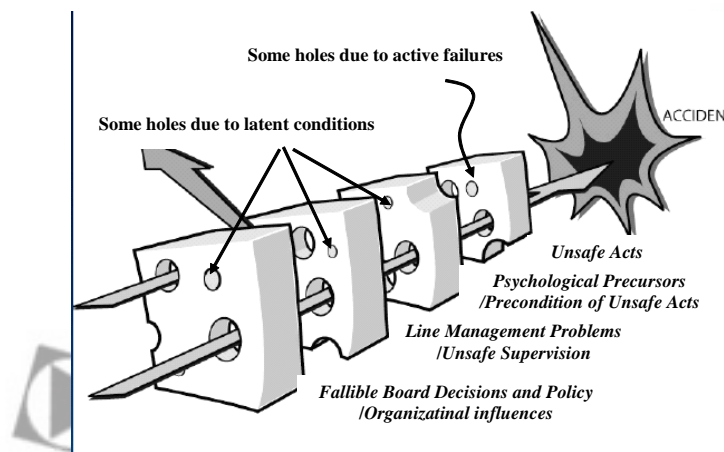
JENIS KEJADIAN	TAHUN					Total
	2004	2005	2006	2007	2008	
Tabrakan KA-KA	7	10	5	3	3	28 (5%)
Tabrakan KA-Ranmor	30	15	24	20	19	108 (19%)
Anjlog	91	66	73	117	95	442 (76%)
Total	128	91	102	140	117	578 (100%)

Sejumlah kecelakaan kereta api telah diinvestigasi oleh Komite Nasional Keamanan Transportasi (KNKT) dan hasilnya beberapa telah dipublikasikan untuk umum. Laporan tersebut memuat berbagai fakta penyebab yang berkontribusi terhadap terjadinya kecelakaan dan semestinya ditindak lanjuti oleh penyelenggara perkeretaapian untuk menyusun tindakan pencegahan reaktif. Sampai dengan saat ini kajian yang sistematis terhadap berbagai laporan kecelakaan kereta api oleh KNKT belum pernah dipublikasikan. Terdapat sejumlah penyebab kejadian kecelakaan di lingkungan perkeretaapian, dan salah satunya adalah kelalaian manusia. Untuk mengidentifikasi *human error* penyebab kecelakaan kereta api di Australia Baysari, 2009 melakukan kajian mendalam terhadap laporan investigasi kecelakaan yang terjadi berulang kali. Dalam penelitian ini

sejumlah laporan kejadian kereta anjlog yang dibuat KNKT diolah menggunakan kerangka HFACS dan pendekatan QFD. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi akar penyebab kereta anjlog dari sisi kelalaian manusia. Dengan mengidentifikasi akar penyebab tersebut maka upaya pencegahan kecelakaan dapat dilakukan dengan lebih fokus. Susunan penulisan selanjutnya dilakukan sebagai berikut. Pada Bagian 2 diketengahkan pustaka mengenai HFACS dan pendekatan metoda QFD dalam lingkup penelitian kecelakaan. Pada Bagian 3 diuraikan langkah-langkah dalam metodologi yang dipergunakan untuk melaksanakan penelitian, di dalam Bagian 4 disajikan hasil pengolahan data, dan terakhir di Bagian 5 disajikan kesimpulan.

## 2. HFACS dan Pendekatan QFD Pada Penelitian Kecelakaan

Reason, 1990 mengembangkan konsep *active error* dan *latent error* serta memodelkan kontribusi kelalaian manusia dalam kejadian kecelakaan penerbangan sebagai *Swiss cheese model of accident causation* sebagaimana disajikan pada Gambar 1. *Active error* dampaknya segera dirasakan dan pada umumnya diasosiasikan dengan operator *front-liner*. *Latent error* konsekuensi buruknya tersembunyi di dalam sistem dan sesudah sekian lama baru terbukti menimbulkan kecelakaan bila dikombinasikan dengan berbagai faktor lainnya. Operator *front-liner* dalam hal ini bukan aktor utama penyebab kecelakaan karena hanya menerima suatu sistem yang sebenarnya sudah mengandung cacat baik dalam hal rancangan, instalasi, pemeliharaan maupun keputusan manajerial. Maka kontribusi operator dalam kecelakaan diibaratkan tak lebih hanya sebagai pemberi sentuhan akhir pada hidangan yang sebetulnya telah lama matang sebelumnya.



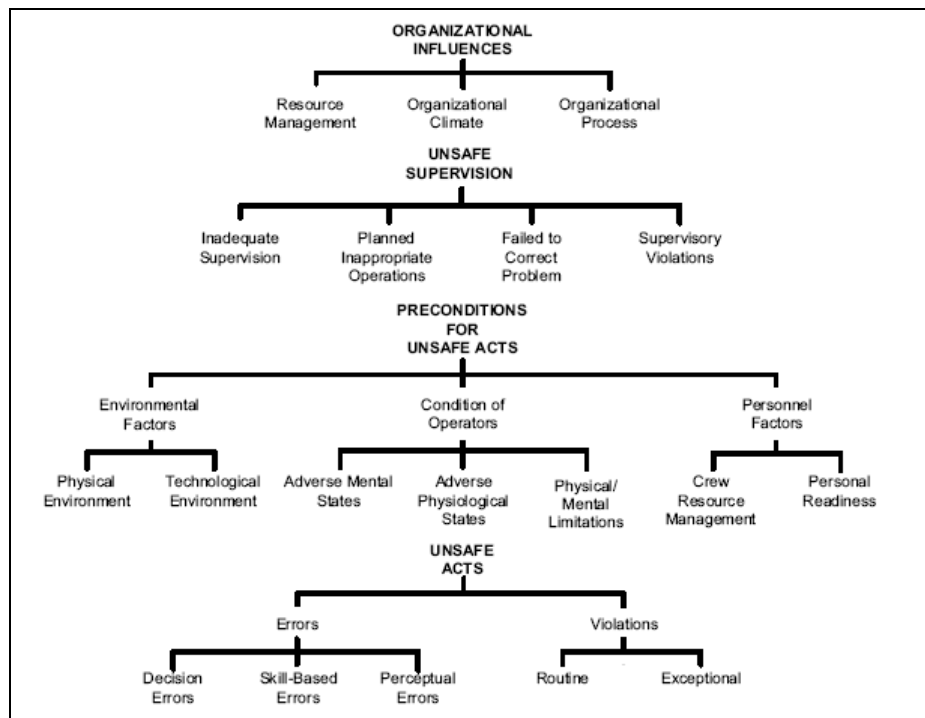
Gambar 1. *Swiss cheese model of accident causation* (Reason, 1997)

Sumber: Qureshi, 2008

Kejadian kecelakaan dalam sistem yang kompleks tidak ditimbulkan oleh satu kelalaian manusia melainkan oleh sejumlah sebab yang terhubung satu sama lain, kait mengait, dan bersumber pada kelemahan yang terdapat di berbagai tingkatan organisasi. Jajaran potongan keju yang berlubang menggambarkan jajaran organisasi yang memiliki berbagai kelemahan. Keberadaan berbagai kelemahan di setiap level organisasi boleh jadi tidak secara langsung memicu kecelakaan. Namun kelalaian yang merayap melalui lubang kelemahan dan berhasil menerobos seluruh lapisan berpotensi menimbulkan kecelakaan. Dalam model tersebut dinyatakan terdapat empat level *human failure* dalam organisasi, yang masing-masing berpengaruh terhadap level berikutnya dalam mengawali terjadinya suatu kecelakaan, yakni (1) Tindakan yang tidak aman/ceroboh oleh operator (misal oleh pilot atau operator menara kontrol), (2) Prekondisi terjadinya tindakan ceroboh, (3) Pengawasan yang ceroboh (*middle management*), dan (4) Pengaruh organisasi.

Identifikasi terhadap apa yang menjadi “*lubang pada keju*” dilakukan oleh Shappell dan Wiegmann, 2001 dan menghasilkan Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) yang ditampilkan pada Gambar 2. Menggunakan pendekatan ini maka identifikasi penyebab kecelakaan tidak lagi hanya mencari jawaban pertanyaan kesalahan “apa” yang telah dilakukan oleh operator *front liner*, melainkan mencari jawaban mengenai asal mulanya “mengapa” kesalahan

ini bisa terjadi (O'Connors dan Cohn, 2010). Pada Gambar 2 terlihat bahwa setiap level memiliki sub level tersendiri, dan setiap kelalaian di setiap sublevel memiliki dampak terhadap tingkat kelalaian di tingkat berikutnya. Kerangka HFACS telah diterapkan pada enam kasus kecelakaan kereta api untuk menyusun klasifikasi tipe kelalaian oleh Baysari (2008).



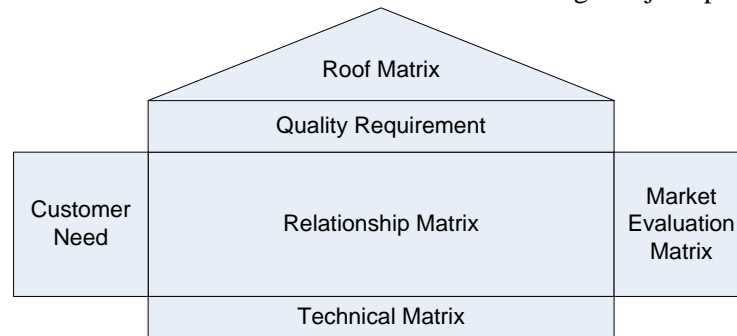
Gambar 2. Kerangka HFACS

Sumber: Wiegmann dan Shappell, 2001

Metoda QFD (*Quality Function Deployment*) merupakan salah satu cara untuk mengakomodasi suara konsumen dalam proses pengembangan produk dan proses produksinya. QFD menggambarkan hubungan antara kebutuhan konsumen dan kualitas produk yang memenuhi kebutuhan tersebut yang diartikulasikan ke dalam karakteristik komponen produk, perencanaan proses, dan perencanaan produksi. Salah satu *tools* dalam QFD adalah *House of Quality* (HOQ), yang merupakan cara untuk menghubungkan antara apa yang dibutuhkan konsumen dan bagaimana kapabilitas perusahaan untuk memenuhi kebutuhan kualitas tersebut. HOQ digambarkan dalam matriks berbentuk rumah (matriks *HOQ*) yang disajikan dalam Gambar 3. Struktur dasar matriks tersebut adalah di kolom paling kiri menyatakan apa, dan pada baris atas menyatakan bagaimana. Bagian tengah matriks menggambarkan hubungan antara kedua hal tersebut, sedangkan atap matriks yang berbentuk diagonal menyatakan hubungan antara “bagaimana” dan “bagaimana”. Bagian matriks diisi dengan indikator yang menyatakan tingkat hubungan dari dua hal yang dikaitkan, yang dinyatakan sebagai: kuat dan positif, kuat dan negatif, atau derajat hubungan lain diantara keduanya. Tambahan matriks di kanan memberikan “mengapa” yang diperoleh dari riset pasar, sedangkan bagian dasar matriks menyatakan “berapa banyak”. Matriks tersebut berguna untuk menyusun prioritas “bagaimana” yang harus dilakukan produsen agar produk dapat secara maksimal memenuhi kebutuhan konsumen dengan mempertimbangkan kapabilitas perusahaan dan produk sejenis di pasar.

Pendekatan QFD telah digunakan dalam beberapa penelitian di lingkup kecelakaan. Antara lain untuk menyusun daftar prioritas kebijakan pengendalian kecelakaan di jalan raya yang perlu mendapat perhatian polisi lalu lintas di masing-masing pos penjagaan (Sohn, 1999), dan untuk menyusun skema sistematis dan formal untuk menelaah skenario kecelakaan kereta api secara obyektif (Park et.al, 2006). Park menganalogikan suara konsumen dengan peristiwa yang membahayakan (*hazardous events*), sedangkan kualitas/karakteristik yang diperlukan agar peristiwa yang membahayakan tersebut terpenuhi dinyatakan oleh kondisi yang membahayakan

(*hazardous condition*). Selanjutnya menggunakan *relationship matrix*, diperoleh korelasi antara *hazardous events* dengan *hazardous condition*. Korelasi tersebut dimanfaatkan untuk mengembangkan sejumlah skenario kecelakaan beserta tingkat keparahannya sebagai dasar penyusunan strategi pencegahan kecelakaan. Dalam penelitian Park, matriks bagian atap dan bagian evaluasi pasar tidak dimanfaatkan karena tidak relevan dengan tujuan penelitian.



Gambar 3. Matriks House of Quality  
Sumber: Park, et al., 2006

Mengadopsi ide Park, penelitian ini bertujuan menelusuri kegagalan aktif secara sistematis terhadap kegagalan laten yang menyebabkan terjadinya peristiwa kereta api anjlog menggunakan pendekatan QFD. Perjalanan kereta api yang aman dapat dianalogikan sebagai produk yang diinginkan konsumen, namun karakteristik keamanan penyelenggaraan perkeretaapian bersifat teknis dan umumnya kurang dipahami oleh pengguna jasa kereta api. Maka dalam penelitian ini fakta penyebab kecelakaan yang tercantum dalam laporan KNKT dianalogikan sebagai pernyataan mengenai hal-hal yang tidak diinginkan dan diadopsi sebagai suara konsumen. Selanjutnya kapabilitas organisasi untuk memenuhi hal-hal yang tidak diinginkan tersebut dimodelkan sebagai kelalaian di berbagai jajaran organisasi yang berkontribusi terhadap fakta tersebut. Dalam penelitian ini kelalaian di berbagai tingkat organisasi yang menjadi pemicu munculnya penyebab kecelakaan didekati menggunakan kerangka HFACS.

### 3. Metodologi Penelitian

Terdapat sejumlah kejadian kecelakaan kereta api yang laporan investigasinya telah dipublikasikan oleh KNKT dan dapat diperoleh dari situs Departemen Perhubungan. Penelitian ini menggunakan lima laporan peristiwa kecelakaan anjlog yang terjadi dalam kurun waktu 2003 - 2007, yakni kereta api Babaranjang B19, kereta api Sancaka, kereta api Bengawan, dan kereta api 1404 KKW, dan kereta api 84 Kamandanu. Metodologi penelitian dilaksanakan dengan tiga langkah sebagai berikut. Pertama-tama berbagai fakta yang terdapat pada lima laporan tersebut dibuat diagram sebab akibatnya untuk mengelompokkan secara kasar sejumlah penyebab kecelakaan. Selanjutnya daftar fakta penyebab dikonfirmasi keterkaitannya dengan suatu level kelalaian tertentu dalam HFACS yang berkontribusi terhadap fakta tersebut. Konfirmasi dilakukan melalui diskusi dengan pakar kecelakaan kereta api yang dalam penelitian ini diwakili oleh pihak Pusat Keselamatan PT. Kereta Api (Pussel PT.KA). Pada tahap konfirmasi, setiap fakta dipertanyakan apakah memiliki relevansi dengan suatu level kelalaian tertentu. Setiap fakta yang disebabkan oleh sedikitnya satu tingkat kelalaian dianalogikan sebagai suara konsumen yang dapat direspon dengan memperbaiki kapabilitas perusahaan. Tujuan langkah pertama ini adalah untuk memfokuskan penelitian hanya terhadap fakta yang relevan dengan kelalaian dalam organisasi dan mengeliminir fakta yang tidak relevan. Langkah kedua adalah membuat lima matriks QFD untuk masing-masing kecelakaan. Matriks dibuat menggunakan daftar fakta yang telah direduksi tersebut, dan berbagai tingkat kelalaian HFACS yang relevan sehingga diperoleh bentuk yang sangat individu untuk masing-masing kecelakaan. Selanjutnya matriks ini digunakan sebagai alat diskusi dengan pakar untuk memberi bobot penilaian yang sesuai. Langkah ketiga yang merupakan terakhir adalah mengolah data penilaian tersebut mengikuti standar perhitungan dalam metoda QFD. Hasil akhir yang didapatkan adalah identitas jenis dan tingkat kelalaian dalam organisasi serta bobot kontribusinya pada masing-masing kejadian kecelakaan.

#### 4. Hasil Penelitian

Untuk mengilustrasikan hasil penelitian ditampilkan pengolahan data dari satu kejadian kecelakaan kereta saja, yakni kereta api Babaranjang B19. Tabel 3 menyajikan hasil konfirmasi pertama antara fakta penyebab yang dilaporkan KNKT dan level HFACS yang berkontribusi terhadap fakta tersebut.

Tabel 3. Penyebab Kecelakaan dan Kategori Penyebab dalam HFACS (Kecelakaan KA Babaranjang B19)

No.	Data Faktual Yang Dikumpulkan oleh KNKT	Kategori Penyebab dalam HFACS	
1.	Alat pengukur kecepatan pada lokomotif tidak berfungsi.	<i>Organisational Influences [Resource Management]</i>	<i>Facility Resource.</i>
		<i>Organisational Influences [Organisational Process]</i>	<i>Operations, Procedure.</i>
		<i>Unsafe Supervision</i>	<i>Planned Inappropriate Operations, Supervisory Violations.</i>
2.	Alat komunikasi hanya berfungsi satu arah.	<i>Organisational Influences [Resource Management]</i>	<i>Facility Resource.</i>
		<i>Organisational Influences [Organisational Process]</i>	<i>Operations, Procedure.</i>
3.	Masinis tidak dilengkapi dengan tabel T100 (Tabel Perjalanan Kereta Api).	<i>Organisational Influences [Resource Management]</i>	<i>Facility Resource.</i>
		<i>Organisational Influences [Organisational Process]</i>	<i>Operations, Procedure.</i>
		<i>Unsafe Supervision</i>	<i>Planned Inappropriate operations, Supervisory Violations.</i>
		<i>Unsafe Acts [Violations]</i>	<i>Routine.</i>
4.	Limitasi gerbong tidak dipatuhi.	<i>Organisational Influences [Organisational Climate]</i>	<i>Policies.</i>
		<i>Organisational Influences [Organisational Process]</i>	<i>Operations, Procedure.</i>
		<i>Unsafe Supervision</i>	<i>Planned Inappropriate operations, Supervisory Violations.</i>
		<i>Unsafe Acts [Errors]</i>	<i>Decision Errors.</i>

Tabel 3. Penyebab Kecelakaan dan Kategori Penyebab dalam HFACS (Kecelakaan KA Babaranjang B19)  
(lanjutan)

No.	Data Faktual Yang Dikumpulkan oleh KNKT	Kategori Penyebab dalam HFACS	
5.	Tidak terpasang semboyan pengurang kecepatan.	<i>Organisational Influences [Resource Management]</i>	<i>Facility Resource.</i>
		<i>Organisational Influences [Organisational Process]</i>	<i>Operations, Procedure.</i>
		<i>Unsafe Supervision</i>	<i>Supervisory Violations.</i>
6.	Pondasi jalan rel (bantalan, ballast dan tanah) menunjukkan gejala-gejala teknis dan geofisik yang mengakibatkan ketidakstabilan struktur jalan rel (track, baan).	<i>Preconditions for Unsafe Acts</i>	<i>Physical Environment.</i>
7.	Adanya pengembangan yang sedang dilakukan dan menggunakan tanah sepanjang track/baan, yang tidak memperhatikan akibat-akibat perubahan lingkungan sehingga dapat membahayakan perjalanan kereta api.	<i>Organisational Influences [Organisational Climate]</i>	<i>Policies.</i>
		<i>Unsafe Supervision</i>	<i>Supervisory Violations.</i>
8.	Air hujan dan aliran air mengalir ke arah jalan rel.	<i>Preconditions for Unsafe Acts</i>	<i>Physical Environment.</i>

Karena terdapat sejumlah level yang tidak relevan maka tidak dituliskan di dalam tabel tersebut sehingga kolom pada tabel tersebut telah tereduksi. Selanjutnya Tabel 4 menyajikan hasil konfirmasi kedua, yakni pemberian bobot keterkaitan suatu level kelalaian dengan fakta kecelakaan yang diamati dan besarnya proporsi beberapa level HFACS terhadap suatu penyebab kecelakaan (fakta) yang terjadi.

Tabel 4 Matriks Keterkaitan Suatu Level HFACS dengan Beberapa Fakta Penyebab Terjadinya Kecelakaan pada Kasus KA Babarajang 19

Level Penyebab	Level	Laporan (Akibat)*							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Level Penyebab	Facility Resource	9	9	9		9			
		25	40	10		25			
	Policies				9			1	
					10			80	
	Operations	9	9	9	9	9			
		20	30	20	20	15			
	Procedure	9	9	9	9	9			
		20	30	20	20	15			
	Planned Inappropriate	1		1	1				
		10		10	10				
Supervisory Violations	9		9	9	9		3		
	25		20	30	25		20		
Physical Environment						9		9	
						100		100	
Decision Errors				3					
					10				
Routine			9		3				
			20		20				

Catatan: (\*) Point 1 s/d 8 merupakan fakta-fakta penyebab kecelakaan yang telah disajikan sebelumnya pada Tabel 3

Berdasarkan nilai-nilai keterkaitan dan proporsi pada Tabel 4, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan level dan fakta penyebab kecelakaan yang paling berpengaruh pada suatu kasus kecelakaan yang diamati seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Nilai Bobot dan Proporsi Pada Kasus Kecelakaan KA Babarajang B19

Level Penyebab	Level	Laporan (Akibat)*								Total	Normalisasi	
		1	2	3	4	5	6	7	8			
Level Penyebab	Facility Resource	9	9	9		9				100	0.125	
		25	40	10		25					0.113	
	Policies				9			1			90	0.131
					10			80				0.131
	Operations	9	9	9	9	9					105	0.038
		20	30	20	20	15						0.150
	Procedure	9	9	9	9	9			3		120	0.250
		20	30	20	20	15			20			0.013
	Planned Inappropriate	1		1	1						30	0.050
		10		10	10							
Supervisory Violations	9		9	9	9							
	25		20	30	25			20				
Physical Environment						9		9				
						100		100	200			
Decision Errors				3								
					10					10		
Routine			9		3							
			20		20					40		
										800		
Nilai disamping didapatkan dari perkalian antara Nilai Bobot dan Proporsi		225	360	90	0	225	0	0	0			
		0	0	0	90	0	0	80	0			
		180	270	180	180	135	0	0	0			
		180	270	180	180	135	0	0	0			
		10	0	10	10	0	0	0	0			
		225	0	180	270	225	0	60	0			
		0	0	0	0	0	900	0	900			
		0	0	0	30	0	0	0	0			
		0	0	180	0	60	0	0	0			
		820	900	820	760	780	900	140	900			
Normalisasi		0.136	0.150	0.136	0.126	0.130	0.150	0.023	0.150			

Perhitungan pada Tabel 5 di atas menghasilkan dua aspek yang dapat dipergunakan dalam menganalisis kejadian kecelakaan. Aspek pertama adalah kontribusi setiap fakta penyebab yang dilaporkan KNKT terhadap terjadinya kecelakaan dan dinyatakan oleh bagian A pada Tabel 5. Sedangkan aspek kedua adalah kontribusi kelalaian pada berbagai level organisasi terhadap fakta penyebab kecelakaan dan dinyatakan oleh bagian B. Berdasarkan perhitungan di atas dari delapan

fakta penyebab yang dilaporkan, tiga penyebab yang paling berkontribusi terhadap terjadinya kecelakaan kereta api Babaranjang B19 adalah (1) Alat komunikasi hanya berfungsi satu arah, (2) Pondasi jalan rel menunjukkan gejala-gejala teknis dan geofisik yang mengakibatkan ketidakstabilan struktur, dan (3) Air hujan dan aliran air mengalir ke arah jalan rel. Selanjutnya kelalaian di level organisasi yang paling besar kontribusinya terhadap terjadinya penyebab kecelakaan pada kasus kereta api Babaranjang B19 adalah (1) *Physical Environment*, (2) *Supervisory Violations*, dan (3) *Operations*.

Timbulnya fakta penyebab kecelakaan di lapangan dikategorikan sebagai *active failures* (kegagalan aktif) merupakan kelalaian yang dilakukan oleh petugas di lapangan. Kelalaian ini timbul karena adanya kelalaian-kelalaian yang terjadi pada level-level di atasnya yang dikategorikan sebagai *latent failures* (kelalaian yang tersembunyi). Kelalaian tersembunyi ini tidak dapat dilihat dengan jelas karena tidak berhubungan langsung dengan fakta penyebab kecelakaan di lapangan, akan tetapi memberikan pengaruh terhadap timbulnya kelalaian di lapangan hingga menyebabkan terjadinya sebuah mishap (kecelakaan). Dalam penelitian ini fokus terhadap hasil perhitungan lebih dititikberatkan pada aspek kedua. Sesuai dengan hasil perhitungan di atas maka kelalaian yang bobotnya terbesar adalah *Precondition For Unsafe Act* yang didominasi *Environmental Factors* dalam hal ini kondisi fisik lingkungan (gejala teknis dan geofisik yang mengakibatkan ketidakstabilan struktur, dan aliran air mengalir ke arah jalan rel). Level di atasnya yang mempengaruhi *Precondition For Unsafe Act* adalah *Unsafe Supervision* yang didominasi oleh *Supervisory Violations* dan secara tak langsung tercermin oleh berbagai fakta lain yang dilaporkan KNKT. Yakni alat pengukur kecepatan lokomotif yang tidak berfungsi, alat komunikasi hanya berfungsi satu arah, masinis tidak dilengkapi tabel perjalanan kereta api, limitasi gerbong tidak dipatuhi, tidak ad semboyan pengurang kecepatan, dan sebagainya.

Pengolahan data dari keempat kejadian kecelakaan lainnya dilakukan menggunakan langkah yang sama dan tiga level kelalaian yang paling besar kontribusinya terhadap kelima kecelakaan ditampilkan pada Tabel 6. Hasilnya menunjukkan bahwa masing-masing kecelakaan memiliki karakteristik yang berbeda satu dengan yang lain. Hal ini dapat dipahami mengingat berbagai faktor penyebab bersifat sangat individual seperti kondisi fisik lintasan tempat kecelakaan terjadi, panjang rangkaian, dan sebagainya. Namun terdapat satu level yang berkontribusi terhadap kelima kejadian kecelakaan, yakni *Supervisory Violation*. Setiap level *human failure* dalam organisasi berpengaruh terhadap level berikutnya. Kondisi fisik dari prasarana dan komponen kereta api yang ditengarai menunjang terjadinya kecelakaan serta standar operasional yang telah ditetapkan oleh perusahaan namun belum terlaksana dengan baik patut diduga penyebabnya adalah *Supervisory Violation*.

Tabel 6. Tiga Level HFACS yang Paling Berpengaruh

Kecelakaan Kereta Api	Level yang Berkontribusi	Bobot Kontribusi
Babaranjang B 19	<i>Physical Environment</i>	0.250
	<i>Supervisory Violation</i>	0.150
	<i>Operations</i>	0.131
Sancaka	<i>Physical Environment</i>	0.443
	<i>Supervisory Violation</i>	0.242
	<i>Operations</i>	0.242
Bengawan	<i>Supervisory Violation</i>	0.525
	<i>Facility Resource</i>	0.225
	<i>Routine</i>	0.075
1404 KKW	<i>Supervisory Violation</i>	0.367
	<i>Facility Resource</i>	0.150
	<i>Procedure</i>	0.150
Kamandanu	<i>Failed to Correct Known Problem</i>	0.300
	<i>Supervisory Violations</i>	0.300
	<i>Skill Based Errors</i>	0.260

## 5. Kesimpulan

Secara umum metodologi yang dikembangkan dalam penelitian cukup efektif untuk mengidentifikasi penyebab laten yang berkontribusi terhadap kejadian kecelakaan. Format matriks QFD sangat membantu pakar kecelakaan yang menjadi narasumber penelitian untuk mempertimbangkan kelalaian di berbagai level organisasi yang terkait dengan terjadinya fakta penyebab kecelakaan. Hasil pengolahan data menunjukkan adanya satu level kelalaian yang secara umum berkontribusi terhadap lima kejadian kecelakaan yang diteliti, yakni *Supervisory Violation*. Tujuan pencegahan reaktif adalah melakukan investigasi sebagai upaya menghindari terulangnya kejadian kecelakaan kereta api, namun demikian hasil penelitian ini masih memerlukan tindak lanjut untuk merinci lebih jauh mengenai bentuk *Supervisory Violation* yang terjadi dengan mempertimbangkan fakta-fakta yang lebih relevan dan komprehensif mengingat data KNKT sangat bersifat global. Penelitian lain yang dapat dilakukan untuk menunjang upaya pencegahan kecelakaan kereta api masih cukup terbuka, antara lain aspek kebijakan organisasi dalam pengembangan sumberdaya dan aspek kebijakan pemeliharaan baik sarana maupun prasarana.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pussel PT.KA atas kesempatan dan dukungan yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

## Pustaka

Baysari, M., McIntosh, A.S., Wilson, J. R., 2008, Understanding The Human Factors Contribution To Railway Accidents And Incidents In Australia, *Accident Analysis and Prevention*, 40, 1750-1757.

Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Statistik Jumlah Kecelakaan Kereta Api, <http://perkeretaapian.dephub.go.id>

Komite Nasional Keselamatan Transportasi, Laporan Peristiwa Kecelakaan Kereta Api, <http://www.dephub.go.id>

O'Connor, P. E., Cohn, J. V., 2010, Human Factors Performance Enhancement In High-Risk Environment, Santa Barbara, California, <http://www.google.com/books>

Park, C., Wang, J., Cho, Y, Kwak, S, Park, J., 2006, A Study on Development of Railway Accident Scenarios for Railway Workers, *Proceedings of International Railway Safety Conference*, 117-126.

Qureshi, Z. H., 2008, A Review of Accident Modelling Approaches for Complex Critical Systems, Defense Science and Technology Organisation, Australian Government, Department of Defence, Edinburg South Australia.

Reason, J., 1990, Human Error, Cambridge University Press, Cambridge, <http://books.google.co.id/books>

Shappell, S. A., Wiegmann, D. A., 2001, Applying Reason: The Human Factors Analysis And Classification System (HFACS), *Human Factors and Aerospace Safety*, Vol. 1, No.1, 59 – 86.

Sohn, S., Y., 1999, Quality Function Deployment Applied To Local Traffic Accident Reduction, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 31, No. 6, 751-761.

Wibawa, Hendra., 2007, PT KA Merugi Rp100 Miliar Setiap Tahun Keselamatan Kereta Api Akan Diaudit Total, <http://www.bisnis.com>