

KARAKTERISTIK BENCANA GAGAL TEKNOLOGI DI INDONESIA

Sutopo Purwo Nugroho

Sutopo Purwo Nugroho (2010), Karakteristik Bencana Gagal Teknologi di Indonesia, *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, Vol. 1 No. 1, Tahun 2010, hal 8-20, 1 gambar, 5 tabel.

Abstract

The threat of technological failure in Indonesia has increased over the years in line with the progress of development, the growing environmental destruction and the high population growth. Communities living in urban areas face greater risks of technological failures, both from their activities in using technology and its collateral impacts. The national policy on technological failure has not been developed comprehensively like policies on other hazards. As per definition, technological failure hazard may be caused by fires, failures in manufacturing/technology design and procedures, nuclear reactor meltdowns, transport accidents, sabotage, dam breaches, and collateral impact of natural hazards. Considering the magnitude and scope of technological failure, there needs to be a strong analysis of the definition, anatomy and structure of technological hazards that are put in the specific context of Indonesia. One thing that also needs to be done is the development of methods in calculating disaster risks. In general, disaster risk is considered as the function of hazard and vulnerability. However, for technological failure hazard, it would be necessary to question the appropriateness of this approach, as it has specific characteristics, that involve at least 3 factors i.e.: 1) the human factor (who uses technology), 2) technological factor (that is being used), and 3) the process and procedural factor (that is employed).

Keywords: disaster, technological failure, risks, fires, transportation, industry, dams.

1. PENDAHULUAN

Dalam Penjelasan UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, pada bagian Umum disebutkan bahwa potensi penyebab bencana di Indonesia dapat dikelompokkan dalam tiga jenis bencana, yaitu bencana alam, bencana non alam, dan bencana sosial. Bencana alam antara lain berupa gempa bumi, letusan gunung berapi, angin topan, tanah longsor, kekeringan,

kebakaran hutan/ lahan karena faktor alam, hama penyakit tanaman, epidemi, wabah,

kejadian luar biasa, dan kejadian antariksa/ benda-benda angkasa. Bencana non alam antara lain kebakaran hutan/ lahan yang disebabkan oleh manusia, kecelakaan transportasi, kegagalan konstruksi/teknologi, dampak industri, ledakan nuklir, pencemaran lingkungan dan kegiatan keantariksaan. Bencana sosial antara lain berupa kerusuhan sosial dan konflik sosial dalam masyarakat yang sering terjadi.

Dari sekian jenis bencana yang banyak terjadi di Indonesia tersebut, bencana gagal teknologi belum banyak dikaji secara mendalam, baik menyangkut definisi, anatomi atau struktur bencana gagal teknologi yang secara umum sering terjadi. Menurut *United Nation of International Strategies for Disaster Reduction*, definisi gagal teknologi adalah semua kejadian

^{**} Sutopo Purwo Nugroho
Direktora Pengurangan Risiko Bencana BNPB
Graha 55, Jl. Tanah Abang II No. 57 Jakarta 10160
Email: sutopopqm2001@yahoo.com

bencana yang diakibatkan oleh kesalahan desain, pengoperasian, kelalaian dan kesengajaan manusia dalam penggunaan teknologi dan/atau industri. Penyebab terjadinya kegagalan teknologi adalah: 1) kebakaran; 2) kegagalan/kesalahan desain keselamatan pabrik/teknologi; 3) kesalahan prosedur pengoperasian pabrik/teknologi; 4) kerusakan komponen; 5) kebocoran reaktor nuklir; 6) kecelakaan transportasi (darat, laut, udara); 7) sabotase atau pembakaran akibat kerusuhan; 8) jebolnya bendungan; dan 9) dampak ikutan dari bencana alam (gempa bumi, banjir, dan sebagainya). Kegagalan teknologi dapat menyebabkan pencemaran (udara, air dan tanah), korban jiwa, kerusakan bangunan, dan kerusakan lainnya. Bencana gagal teknologi pada skala yang besar akan dapat mengancam kestabilan ekologi secara global (UN ISDR, 2002).

Jika mengacu pada definisi mengenai ancaman bencana gagal teknologi tersebut, maka dipastikan kerugian yang ditimbulkan sangat besar. Sebagai gambaran, dari sektor transportasi saja, kematian akibat kecelakaan lalu-lintas di Indonesia adalah terhesar di wilayah ASEAN, setelah Thailand dan Vietnam. Fakta menunjukkan, ternyata hanya 1 persen yang diakibatkan oleh kecelakaan murni. Lainnya yang 99 persen, disebabkan oleh infrastruktur yang kurang baik, kelalaian kendaraan, dan faktor pengemudi (Pustral UGM, 2008). Kerugian ekonomi akibat kecelakaan transportasi diperkirakan mencapai sekitar Rp. 41 triliun per tahun. Nilai kerugian ekonomi sebesar itu sama dengan 2,9 persen total produk domestik bruto (PDB), sementara kontribusi sektor transportasi terhadap PDB sebesar 3,8 persen. Sementara itu, dari angka kecelakaan dan korban meninggal yang ditimbulkannya mencapai 12 ribu orang per tahun atau sekitar 33 orang per hari atau dua orang setiap tiga jam. Kecelakaan transportasi sepanjang tahun 2006 yang dikeluarkan Departemen Perhubungan menyebutkan, pada angkutan kereta api tercatat sebanyak 79 kasus kecelakaan yang menelan korban meninggal dunia sebanyak 50 orang, luka berat 71 orang sedangkan luka ringan 52 orang. Kecelakaan di jalan raya lebih fatal lagi, jumlah korban

meninggal selama tahun 2006 tersebut sebanyak 11.619 orang, sedangkan yang luka-luka 22.217 orang. Demikian pula halnya dengan kecelakaan pesawat terbang dan kapal di laut.

Pada tahun 2008, kecelakaan lalu lintas mencapai 56.640 kejadian dengan melibatkan lebih dari 130.000 kendaraan dan menelan korban hingga 19.216 jiwa, sementara korban luka-luka lebih dari 75.000 jiwa (Departemen Perhubungan, 2009). Demikian pula halnya dengan kesalahan prosedur pengoperasian pabrik atau teknologi yang seringkali terjadi di sekitar kita. Kejadian ledakan di pabrik petrokimia, ledakan tabung gas, kebakaran kawasan industri, kebakaran pusat penampungan minyak dan sebagainya merupakan salah satu dari kejadian dari gagalnya pengoperasian teknologi.

Fenomena meledaknya tabung gas yang terjadi di berbagai daerah di Indonesia secara terus menerus setelah adanya kebijakan pemerintah dalam konversi energi dari penggunaan minyak tanah menjadi LPG merupakan salah satu bencana gagal teknologi yang nyata. Program konversi minyak tanah ke LPG, yang dikemas dalam tabung 3 kg bertujuan untuk mengurangi beban subsidi anggaran dan perbaikan lingkungan. Kebijakan pemerintah yang dilakukan tanpa melalui prosedur pengkajian secara mendalam terhadap teknologi dengan mendistribusikan 9 juta tabung gas dan komponennya, khususnya mengenai standar dari tabung gas dan komponennya tersebut, telah menyebabkan gagal teknologi.

Namun demikian, bencana gagal teknologi belum banyak dikaji secara mendalam sehingga pemahaman terhadap jenis bencana ini belum komprehensif. Untuk bencana yang berkaitan dengan industri, langkah-langkah penanggulangan bencana sudah cukup banyak dilakukan kajian, bahkan hingga *emergency planing* untuk industri (Prihadi dan Samiranto, 2009). Di dalam Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2010-2014, sebagai dokumen resmi yang berisi rencana pemerintah untuk mengurangi risiko bencana melalui program dan kegiatan, telah menunjuk BPPT, Kementerian Perindustrian dan Kementerian

Perhubungan sebagai instansi utama (leading sector) dalam program pengenalan dan pemantauan risiko kegagalan teknologi, dan penelitian dan pengembangan kegagalan teknologi (BNPB, 2010).

Untuk itu, diperlukan adanya kajian yang mendalam mengenai anatomi atau struktur bencana gagal teknologi yang umum yang terjadi di Indonesia. Potensi ancaman bencana gagal teknologi di masa depan akan semakin meningkat. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya permukiman dan kawasan industri, risiko bencana gagal teknologi akan semakin meningkat jika upaya-upaya pengendaliannya tidak dilakukan.

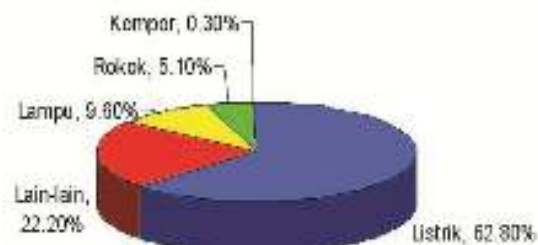
2. PENYEBAB GAGAL TEKNOLOGI

Dalam Peraturan Kepala BNPB No. 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana disebutkan bahwa kegagalan teknologi merupakan kejadian yang diakibatkan oleh kesalahan desain, pengoperasian, kelalaian dan kesengajaan manusia dalam menggunakan teknologi dan atau industri. Dampak yang ditimbulkan dapat berupa kebakaran, pencemaran bahan kimia, bahan radioaktif/nuklir, kecelakaan industri, kecelakaan transportasi yang menyebabkan kerugian jiwa dan harta benda.

2.1. Kebakaran

Untuk kasus kebakaran di Indonesia sekitar 62,8 persen disebabkan oleh listrik atau adanya hubungan pendek arus listrik (Gambar 1). Penataan ruang dan minimnya prasarana penanggulangan bencana kebakaran juga berkontribusi terhadap timbulnya kebakaran, khususnya kebakaran kawasan industri dan permukiman. Jika pada tahun 1920-an, banyak permukiman di kota-kota besar di Indonesia dilengkapi dengan gang kebakaran (*brand-gang*). Gang ini berupa jalan yang dibangun di bagian belakang deretan rumah yang berfungsi

sebagai akses masuk peralatan pemadam kebakaran dan jalur evakuasi. Namun saat ini, kota-kota di Indonesia telah berkembang dengan pesat dimana brand-gang nyaris tidak bisa dirunut lagi keberadaannya. Nyaris semua celah kecil, bahkan di tepi sungai pun dibangun perumahan. Demikian pula prasarana hidran dan mobil pemadam kebakaran sangat terbatas.



Gambar 1. Faktor-faktor penyebab kebakaran

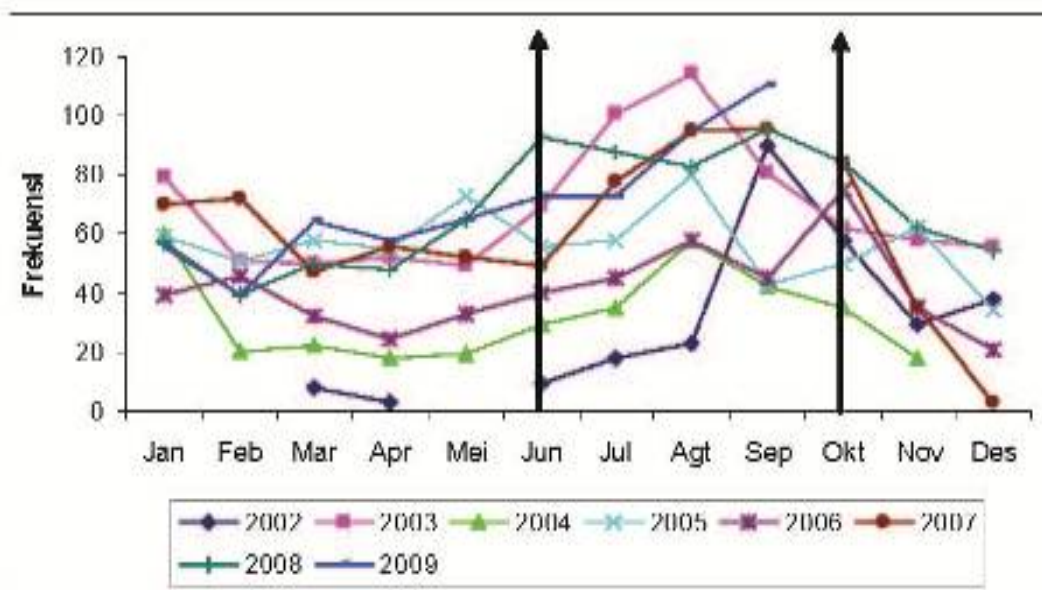
Ditinjau dari frekuensi dan periode kejadian kebakaran, terdapat kecenderungan bahwa antara bulan Juni hingga Oktober kebakaran semakin meningkat (Gambar 2). Hal ini sangat berkaitan dengan kondisi cuaca, dimana pada bulan-bulan tersebut berlangsung musim kemarau yang kering sehingga material-material menjadi lebih mudah terbakar. Potensi kebakaran kawasan industri dan permukiman di masa mendatang akan semakin besar.

Meningkatnya jumlah penduduk, keterbatasan lahan dan pengaruh perubahan iklim global akan memberikan dampak langsung terhadap potensi kebakaran jika pengelolaan tata ruang dan manajemen industri tidak dikelola dengan baik. Dampak perubahan iklim global adalah semakin menurunnya curah hujan pada periode musim kemarau. Diprediksikan Pulau Jawa akan terus mengalami penurunan hujan selama periode tahun 2015 – 2039. Sebagai gambaran, pengaruh dari perubahan iklim global terhadap curah hujan adalah yang terjadi di Jawa Barat, dimana musim kemarau lebih cepat datang dan lebih panjang periodenya (20 hari) (Gambar 3).

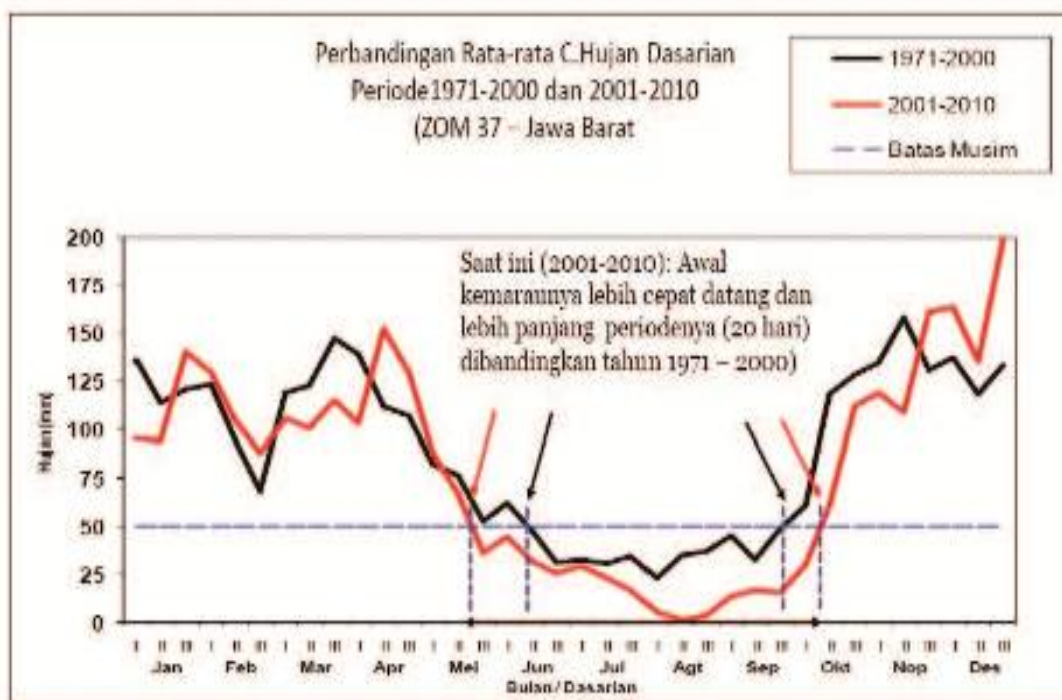
Dengan kondisi sifat kering yang makin meningkat maka kawasan industri dan permukiman padat menjadi semakin rentan terhadap terjadinya kebakaran jika terdapat

sumber-sumber kebakaran dapat menjadi pemicu kebakaran tersebut. Terlebih lagi ketersediaan air juga makin berkurang

sehingga meningkatkan kerentanan masyarakat terhadap kebakaran permukiman dan industri.



Gambar 2. Frekuensi kejadian kebakaran di DKI Jakarta tahun 2002-2009 (Sumber: Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana DKI Jakarta)



Gambar 3. Perubahan rata-rata curah hujan dasarian periode 1971-2000 dan 2000-2010 (Sumber: BMKG)

2.2. Kecelakaan Industri

Kecelakaan industri adalah kejadian kecelakaan yang terjadi di tempat kerja khususnya di lingkungan industri. Setiap tahun diperkirakan terjadi 1,1 juta kematian yang disebabkan oleh penyakit atau kecelakaan akibat hubungan pekerjaan. Sekitar 300.000 kematian terjadi dari 250 juta kecelakaan dan sisanya adalah kematian akibat penyakit akibat hubungan pekerjaan. Di Indonesia berdasarkan data dari Dewan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional (DK3N) menunjukkan bahwa kecenderungan kejadian kecelakaan kerja meningkat dari tahun ke tahun yaitu 82.456 kasus di tahun 1999 meningkat menjadi 98.905 kasus di tahun 2000 dan naik lagi mencapai 104.774 kasus pada tahun 2001. Dari kasus-kasus kecelakaan kerja 9,5 persen diantaranya (5.476 tenaga kerja) mendapat cacat permanen. Ini berarti setiap hari kerja ada 39 orang pekerja yang mendapat cacat baru atau rata-rata 17 orang meninggal karena kecelakaan kerja.

Kecelakaan industri secara umum disebabkan oleh 2 hal pokok yaitu perilaku kerja yang berbahaya (*unsafe human act*) dan kondisi yang berbahaya (*unsafe conditions*). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor manusia memegang peranan penting timbulnya kecelakaan kerja. Hasil penelitian menyatakan bahwa 80-85 persen kecelakaan kerja disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan faktor manusia.

2.3. Kesalahan Desain dan Prosedur

Kegagalan teknologi yang terkait dengan kesalahan desain dan prosedur pengoperasian sehingga menimbulkan kecelakaan atau bencana adalah kejadian semburan lumpur Sidoarjo dan meledaknya tabung gas LPG di permukiman masyarakat. Sumur Banjarpanji-1 adalah sumur eksplorasi minyak yang terletak di Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. Pertama kali pengeboran dilakukan pada tanggal 20 Februari 2006 dengan sasaran formasi

karbonat Kujung dengan rencana kedalaman sekitar 3.200 meter. Pada awalnya pengeboran tersebut tidak mengalami hambatan yang berarti sampai dengan kedalaman sekitar 2.700 meter. Pada saat mencapai kedalaman ini baru timbul masalah yaitu hilangnya sirkulasi lumpur yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006. Keesokan harinya pipa tersebut dicabut dari tempat pengeboran sehingga terjadi *well-kick* (Wiguna et al., 2009). Hal inilah yang memicu semburan lumpur dan air ke atas permukaan yang terjadi pada tanggal 29 Mei 2006. Ketika semburan lumpur terjadi pertama kali di sekitar Sumur Banjar Panji 1 (BJP-1), volume lumpur yang dihasilkan masih pada tingkat 5.000 meter kubik per hari. Lubang semburan terjadi di beberapa tempat, sebelum akhirnya menjadi satu lubang yang dari waktu ke waktu menyemburkan lumpur panas dengan volume yang terus membesar hingga mencapai 50.000 meter kubik per hari.

Permasalahan penanganan lumpur panas ini menjadi jauh lebih berat akibat semakin membesarnya volume lumpur panas yang disemburkan, dari antara 40.000 meter kubik per hari sampai 60.000 meter kubik per hari (Mei-Agustus) menjadi 126.000 meter kubik per hari, sehingga yang akan dibuang tidak hanya air dari lumpur tersebut, akan tetapi keseluruhan lumpur panas yang menyembur di sekitar sumur Banjar Panji 1. Dengan volume yang sangat besar tersebut, genangan lumpur di sekitar desa di dekat pengeboran tidak dapat dihindari dan menimbulkan kerugian yang besar (Wiguna et al., 2009).

Selain itu, meledaknya tabung gas LPG yang terjadi di permukiman yang tersebar berbagai daerah di Indonesia yang disebabkan oleh rendahnya kualitas dari tabung gas, selang, regulator dan komponennya merupakan contoh dari kesalahan desain dan prosedur dari bencana gagal teknologi. Kebijakan konversi minyak tanah ke LPG untuk mengurangi beban subsidi pada awalnya belum disertai dengan pengadaan sarana prasarana yang cukup baik sehingga tabung gas dan komponennya untuk ukuran 3 kg yang didistribusikan kepada

masyarakat tidak melalui tahapan Standard Nasional Indonesia (SNI) terlebih dahulu. Tabung gas dan komponennya dipasok dari impor dan sebagian dalam negeri tanpa melalui SNI sehingga tidak memiliki jaminan kualitas produk yang teruji. Seiring dengan waktu, produk-produk teknologi tersebut banyak yang terjadi kebocoran namun tetap dioperasikan karena terbatasnya sistem monitoring yang ada. Akibatnya ledakan tabung gas terjadi dimana-mana dan cukup sulit untuk dikendalikan. Jumlah kejadian dan kerugian yang dialami terus meningkat dengan menyebabkan 16 orang tewas, 65 orang luka-luka dan 67 rumah rusak (Tabel 1).

2.4. Kecelakaan Transportasi

Berdasarkan data Statistik Perhubungan 2008 kecelakaan transportasi di Indonesia terus terjadi peningkatan yang sangat besar. Rata-rata pertumbuhan jumlah kecelakaan lalu lintas jalan terjadi peningkatan 99,94 persen. Jumlah kendaraan yang terlihat kecelakaan

mengalami peningkatan 57,76 persen. Korban kecelakaan terjadi peningkatan 53,67 persen. Kerugian material mengalami peningkatan 25,31 persen (Departemen Perhubungan, 2009).

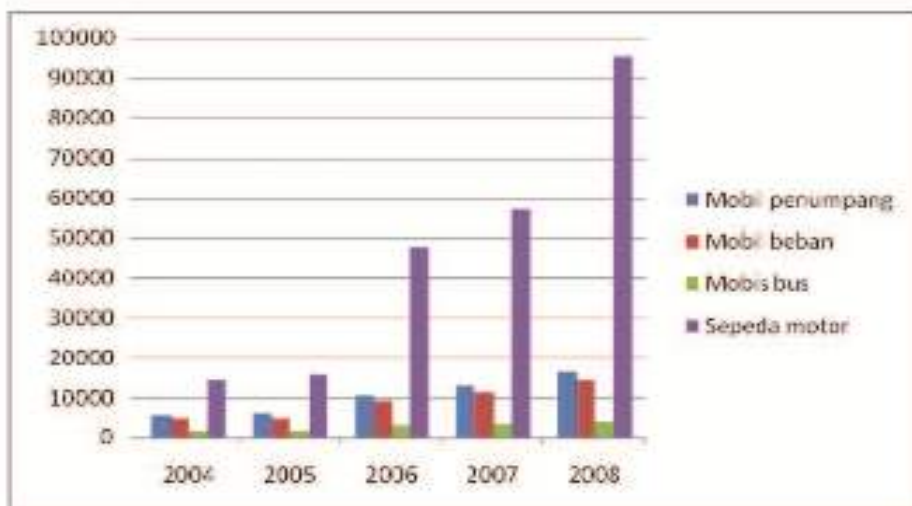
Jumlah kecelakaan kendaraan bermotor tersebut ditinjau dari jenis kendaraan bermotor menunjukkan bahwa mobil penumpang mengalami peningkatan 34,01 persen, sedangkan jumlah sepeda motor mengalami peningkatan 75,15 persen (Gambar 4). Penyebab timbulnya kecelakaan transportasi sebagian besar disebabkan oleh faktor pengemudi kendaraan (*human error*). Diperkirakan di tahun-tahun mendatang kecelakaan transportasi akan semakin meningkat. Hal ini karena makin meningkatnya jumlah kendaraan sementara jaringan infrastruktur pertumbuhannya relatif tidak mengalami kenaikan yang berarti dibandingkan dengan pertumbuhan jumlah kendaraan.

Untuk kereta api timbulnya kecelakaan sebagian besar disebabkan oleh anjlokkan rel kereta api (63 persen), sedangkan tabrakan

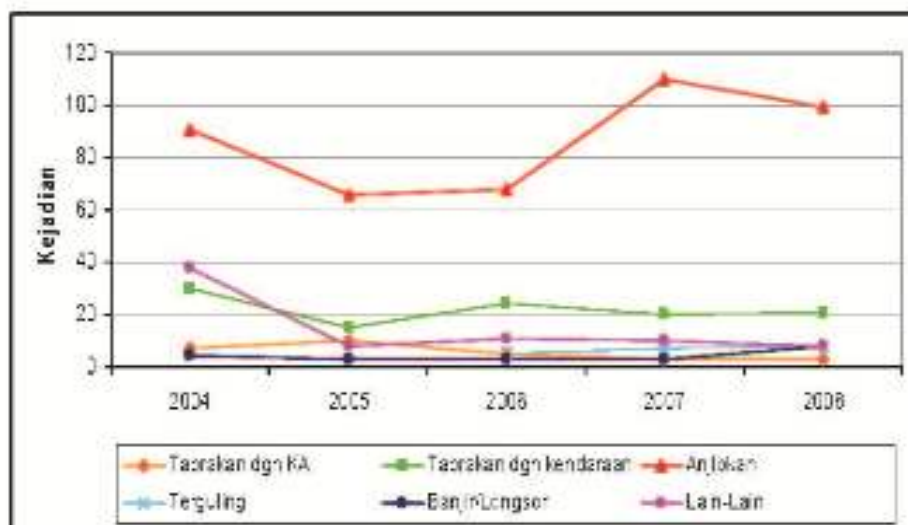
Tabel 1. Jumlah Kejadian dan Kerugian Bencana Akibat Gagal Teknologi

		2008	2009	2010
Jumlah Kasus		14	7	31
Korban	Meninggal dunia	2	12	16
	Luka-luka	27	21	65
Kerugian	Rumah rusak	14	21	54
	Rumah terbakar	5	23	13
	Kendaraan rusak	0	15	8
Jenis tabung	3 kg	13	7	23
	12 kg	1	0	8
Lokasi	Jabodetabek	5	5	20
	Luar Jabodetabek	9	2	11
Tempat kejadian	Rumah tinggal	12	6	26
	Tempat usaha	2	1	5
Penyebab	Tabung cacat	3	5	17
	Selang bocor	3	1	7
	Regulator rusak	3	0	3
	Tabung disuntik	0	1	0
	Lainnya	5	0	4

Sumber: Litbang Kompas dan PT Pertamina



Gambar 4. Jumlah kecelakaan kendaraan bermotor di Indonesia tahun 2004-2008
(Sumber: Kementerian Perhubungan)



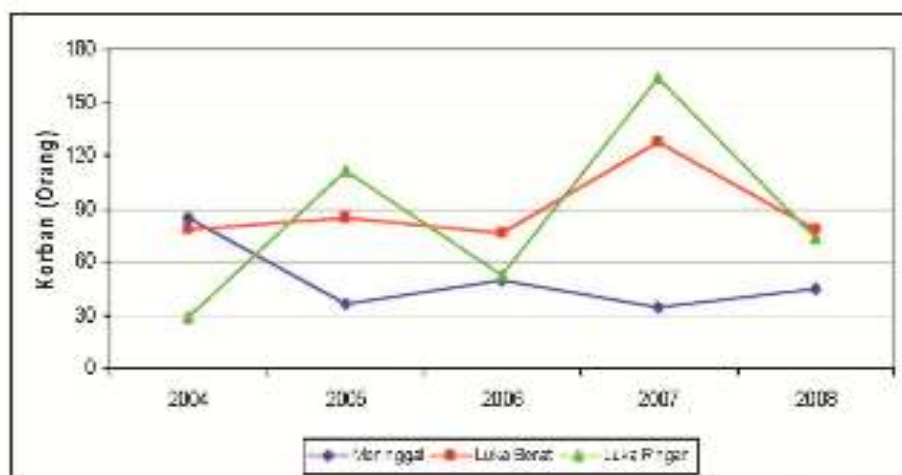
Gambar 5. Jumlah kejadian kecelakaan kereta api di Indonesia tahun 2004 – 2008
(Sumber: Kementerian Perhubungan)

dengan kendaraan lain sebesar 16 persen (Gambar 5). Selama tahun 2004 – 2008 jumlah kejadian kecelakaan kereta api mencapai 688 kejadian. Tren kecelakaan kereta api mengalami peningkatan dibandingkan dengan periode sebelumnya. Faktor utamanya adalah usia sarana prasarana perkerataapian, rendahnya disiplin pengemudi dan makin meningkatnya lahulintas kendaraan menyebabkan kecelakaan kereta api meningkat. Jumlah korban selama periode 2001 – 2008

mencapai 250 orang meninggal, 445 orang luka berat dan 429 orang luka ringan (Gambar 6).

2.5. Jebolnya Bendungan

Bendungan adalah setiap bangunan penahan air buatan, jenis urugan atau jenis lainnya untuk menahan air termasuk pondasi, bukit/tebing tumpuan, serta bangunan pelengkap sehingga terbentuk waduk, tetapi tidak termasuk



Gambar 6. Jumlah korban akibat kecelakaan kereta api di Indonesia tahun 2004 – 2008
(Sumber: Kementerian Perhubungan)

bendung dan tanggul (termasuk juga petaruhun kumpulan limbah yang merupakan buangan dari proses penambangan atau industri). Kegagalan bangunan bendungan adalah kerusakan atau runtuhnya sebagian atau seluruh bangunan bendungan atau bangunan pelengkapya, yang menimbulkan kerugian masyarakat atau negara, akibat kesalahan perencanaan, pelaksanaan, operasi dan pemeliharaan bendungan.

Beberapa kejadian jebolnya bendungan di Indonesia telah terjadi dengan bervariasi penyebabnya. Secara umum jebolnya bendungan-bendungan di dunia disebabkan oleh: peluapan (*over topping*) 35 persen, erosi bahu (*piping*) 38 persen, runtuhnya pondasi 21 persen, longsor dan lainnya 6 persen

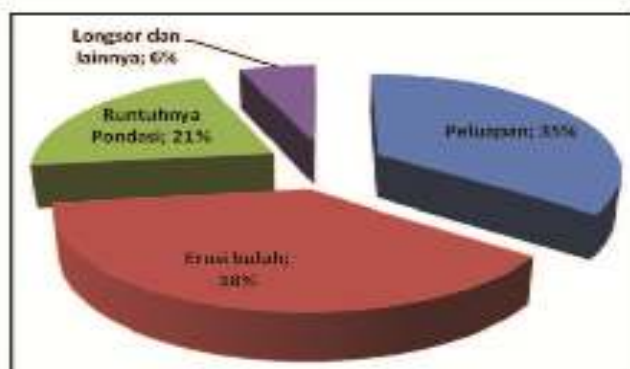
(Gambar 7).

penyebab jebolnya

bendungan-bendungan di dunia). Tipe bendungan yang runtuh : urugan 78 persen sedangkan tipe bendungan yang lain seperti graviti, busur, dan butres 22 persen (Hawker, 2000).

Salah satu kejadian jebolnya bendungan atau tanggul dari badan air air adalah jebolnya tanggul Situ Gintung yang berlokasi di Kelurahan Cirendeu, Kecamatan Ciputat, Kota Tangerang pada 27 Maret 2009. Bencana tersebut merimbulkan dengan kerugian yang cukup besar. Tereatat jumlah korban yang meninggal sekitar 100 orang meninggal dan menimbulkan kerusakan fisik yang cukup besar.

Beberapa penyebab jebolnya tanggul situ Gintung adalah intensitas curah hujan tinggi dan bertambahnya beban pada struktur tanggul akibat tumbuhnya permukiman di badan tanggul situ. Di bagian hilir dari situ Gintung, sempadan sungai telah berkembang menjadipemukiman yang cukup padat, seperti yang terlihat dari citra ikonos tanggal 12 September 2007 yang menggambarakan



Gambar 7. Faktor-faktor penyebab jebolnya bendungan

kondisi sebelum bencana dan tanggal 28 Maret 2009 yang menggambarkan setelah bencana (Gambar 8). Luas genangan banjir bandang dari situ Gintung sekitar 0,11 km² (Gambar 9).



Gambar 8. Perbandingan kondisi penggunaan lahan sebelum dan setelah bencana di bagian hilir Situ Gintung



Gambar 9. Permukiman yang berkembang di bawah tanggul Situ Gintung

3. PENILAIAN RESIKO GAGAL TEKNOLOGI

Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat. Upaya penanggulangan bencana pada dasarnya adalah meminimumkan resiko bencana tersebut (Cardona, 2004). Penilaian risiko bencana yang disebabkan oleh gagal teknologi memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis bencana lainnya dan mempunyai spektrum yang luas. Tingkat bahaya dan kerentanannya yang dimiliki sangat luas untuk jenis bahaya yang bersifat dinamis. Sebagai misal, untuk menentukan penilaian risiko gagal teknologi pada kawasan industri lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan transportasi. Dengan mengetahui luas, jenis, lokasi, sarana pendukung, teknologi yang digunakan dan sebagainya relatif lebih mudah dianalisis jika dibandingkan dengan transportasi. Demikian pula halnya dengan kesalahan prosedur pengoperasian pabrik/teknologi, kebocoran reaktor nuklir, dan jebolnya bendungan cukup mudah dilakukan karena sifatnya statis sumber bahayanya. Namun untuk menentukan penilaian risiko di sektor transportasi cukup sulit dilakukan. Transportasi udara, darat dan laut dengan jangkauan yang luas dan tingkat kerentanan bagi penduduk yang tinggal di sepanjang jalur transportasi tersebut menyebahkan penilaian menjadi cukup sulit dilakukan.

Peraturan Pemerintah No. 21 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Pasal 12 menyebutkan: (1) Setiap kegiatan pembangunan yang mempunyai risiko tinggi menimbulkan bencana, wajib dilengkapi dengan analisis risiko bencana, dan (2) Analisis risiko bencana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disusun berdasarkan persyaratan analisis risiko bencana melalui penelitian dan pengkajian terhadap suatu kondisi atau kegiatan

yang mempunyai risiko tinggi menimbulkan bencana.

Peningkatan jumlah kejadian bencana teknologi dan dampak yang besar sudah waktunya dikelola untuk mengurangi risiko tersebut. Berdasarkan kejadian bencana yang terkait dengan industri menunjukkan bahwa ada suatu yang kurang sesuai saat perencanaan kedaruratan pihak industri. Salah satunya keterlibatan komunitas masyarakat lokal di sekitar industri. Keadaan ini bila terus berlanjut akan terjadi distorsi antara pihak industri, pemerintah lokal dan masyarakat. Secara umum, dalam penentuan risiko bencana pendekatan yang digunakan adalah perkalian antara bahaya dan kerentanan. Namun untuk bencana gagal teknologi apakah pendekatan tersebut mutlak berlaku seperti jenis-jenis bencana lainnya. Sebab bencana gagal teknologi memiliki karakteristik yang khas, dimana memiliki 3 faktor yaitu: 1) manusia (yang menggunakan teknologi), 2) teknologi (yang digunakan), dan 3) proses dan prosedur (yang dijalankan).

Potensi ancaman bencana gagal teknologi di masa mendatang akan semakin besar. Meningkatnya jumlah penduduk dan pembangunan industri akan semakin meningkatkan risiko bencana. Terlebih lagi di Pulau Jawa dengan penduduk mencapai lebih dari 60 persen dari penduduk nasional dan intensifnya pembangunan akan semakin menimbulkan risiko terhadap bencana gagal teknologi.

Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNEP) telah mengembangkan suatu metodologi untuk perencanaan kedaruratan terpadu yang dikenal dengan APELL (*Awareness and Preparedness for Emergency at Local Level*) atau kepedulian dan kesiapsiagaan saat darurat di tingkat lokal. APELL adalah metode yang dikembangkan oleh UNEP bekerjasama dengan pihak pemerintah dan industri dengan tujuan utama meminimalkan jumlah kejadian dan efek buruk akibat bencana (kecelakaan teknologi/ industri). APELL dibentuk tahun 1988

atas dasar banyaknya kejadian kecelakaan industri yang mengakibatkan banyak korban gangguan kesehatan dan kerusakan lingkungan. Prinsip dasar APELL berupaya meningkatkan (1) kesadaran, kepedulian dari masyarakat, industri/usahawan dan pemerintah daerah maupun pusat, (2) meningkatkan kesiapsiagaan penanggulangan bencana melibatkan seluruh masyarakat, bersama industri dan pemerintah lokal bila terjadi keadaan darurat akibat kecelakaan atau bencana industri yang mengancam keselamatan lingkungan. Fokus APELL mengutamakan peningkatan kesadaran menghadapi situasi darurat bersama-sama dengan semua pihak stakeholder setempat (lokal) atas adanya dampak yang ditimbulkan.

Hingga saat ini belum ada standardisasi mengenai penilaian bencana gagal teknologi. Mengingat aspek yang berkaitan dengan bencana gagal teknologi cukup banyak yaitu yang meliputi: 1) kebakaran; 2) kegagalan/kesalahan desain keselamatan pabrik/teknologi; 3) kesalahan prosedur pengoperasian pabrik/teknologi; 4) kerusakan komponen; 5) kebocoran reaktor nuklir; 6) kecelakaan transportasi (darat, laut, udara); 7) sabotase atau pembakaran akibat kerusakan; 8) jebolnya bendungan; dan 9) dampak ikutan dari bencana alam (gempa bumi, banjir, dan sebagainya) menyebabkan penentuan risiko bencana gagal teknologi perlu dilakukan untuk masing-masing jenis bencana gagal teknologi tersebut.

Hal inilah yang cukup menyulitkan untuk menetapkan penilaian bencana gagal teknologi yang sesuai dengan kondisi di Indonesia. Untuk mencapai tahapan penilaian risiko bencana seperti halnya digunakan untuk jenis bencana lainnya seperti tsunami, banjir, gempa bumi dan sebagainya, bencana gagal teknologi lebih sulit karena menyangkut dengan sesuatu hal yang sangat dinamis, baik aspek bahaya maupun kerentanannya. Oleh karena itu perlu pembakuan dan kesepakatan mengenai metode yang digunakan apakah mengacu pada metode risiko bencana yang

umum ataukah ada modifikasi dari metode tersebut.

3.1. Zonasi Bahaya Gagal Teknologi di Indonesia

Penentuan zonasi bahaya gagal teknologi sangat sulit dilakukan secara menyeluruh mengingat aspek yang berkaitan dengan bahaya gagal teknologi sangat banyak. Oleh karena itu zonasi bahaya gagal teknologi harus dilakukan per aspek misal zonasi transportasi, bendungan, dampak ikutan dari bencana alam dan sebagainya.

Zonasi bahaya gagal teknologi yang berkaitan dengan industri dapat ditentukan berdasarkan pada kawasan-kawasan industri yang berkembang di Indonesia. Pada kawasan-kawasan tersebut industri beroperasi dan seluruh prasarana pendukungnya juga terdapat dalam zonasi tersebut. Kawasan industri umumnya berkembang di kota-kota di Indonesia.

Demikian pula halnya dengan zonasi bahaya jebolnya bendungan di Indonesia (Gambar 10). Jumlah danau besar di Indonesia sekitar 521 buah dengan luas sekitar 5.000 km². Sedangkan jumlah bendungan besar 162 dengan luas sekitar 16.000 km² dan jumlah situ, ranau atau embung mencapai 735 buah. Seluruh badan air tersebut mempunyai bahaya jebolnya tanggul badan air akibat kurang optimalnya pengelolaan, susulan (kolateral) dari bencana alam dan kesalahan prosedur pengoperasian sehingga menyebabkan badan air tersebut jebol.

Sedangkan untuk zonasi kecelakaan transportasi sangat sulit dilakukan secara baku mengingat seluruh koridor dari wahana transportasi tersebut memiliki potensi bahaya kecelakaan transportasi, baik transportasi darat, laut maupun udara. Dengan demikian zonasi kecelakaan transportasi bukan hanya pada terminal, pelabuhan ataupun bandara namun juga pada jalur transportasi yang ada. Hal inilah yang cukup menyulitkan untuk menentukan zonasi bahaya gagal teknologi.



Gambar 9. Permukiman yang berkembang di bawah tanggul Situ Gintung

3.2. Kerentanan

Tingkat kerentanan bencana gagal teknologi sangat tergantung pada 3 faktor yaitu: 1) manusia (yang menggunakan teknologi), 2) teknologi (yang digunakan), dan 3) proses dan prosedur (yang dijalankan). Hingga saat ini pembuatan mengenai standar yang terkait dengan bencana gagal teknologi, sebagai misal kecelakaan industri masih terbatas dan belum dikembangkan secara menyeluruh. Untuk bangunan industri, secara teoritik hancurnya bangunan industri atau alat transportasi atau mesin-mesin buatan manusia bisa disebabkan oleh: (1) faktor dari luar (*unknown error*) seperti ada gempa, sabotase, perang, amblasan, dan sebagainya; (2) faktor dari dalam (*technological error*) seperti bangunan sudah tua (keropos), tidak mengikuti standar teknis bangunan, tidak ada SOP pengelolaan, tidak ada SOP pemeliharaan dan tidak ada SOP monitoring, dan sebagainya; dan (3) faktor kesalahan manusia (*human error*) seperti pembiaran bangunan yang tidak mengikuti standar teknis

bangunan, tidak menerapkan SOP pengelolaan, tidak menghiraukan SOP pemeliharaan, tidak ada SOP monitoring, tidak ada sistem peringatan dini (*early warning system*), tidak ada sirine peringatan kepada masyarakat sekitar saat kondisi darurat, tidak ada pemberitahuan, pelatihan evakuasi pada masyarakat di sekitar dan lainnya.

3.3. Zona Risiko Gagal Teknologi

Luasnyaruanglingkupdaridefinisibencana gagal teknologi dan terbatasnya data kejadian-kejadian bencana yang berkaitan dengan gagal teknologi menyebabkan kesulitan untuk menyusun peta risiko gagal teknologi. Hal ini menjadi salah satu alasan mengapa peta indeks bencana gagal teknologi belum dicantumkan ke dalam Rencana Nasional Penanggulangan Bencana Tahun 2010-2014 sebagaimana jenis bencana lainnya. Setiap jenis bencana gagal teknologi perlu dituangkan dalam satu bentuk peta risiko, baik dalam bentuk kuantitatif maupun kualitatif (Twigg, 2004).

Salah satu yang mudah dilakukan saat ini adalah penyusunan peta risiko gagal teknologi untuk kegiatan yang berkaitan dengan industri, kebocoran reaktor nuklir, dan potensi jebolnya bendungan. Untuk peta potensi gagal teknologi dari kecelakaan industri, daerah yang memiliki risiko tinggi tentunya daerah-daerah yang memiliki kawasan industri dengan penduduk yang cukup padat. Kota memiliki tingkat risiko yang lebih tinggi terjadi gagal teknologi (Twigg, 2004). Hampir keseluruhan kota di Indonesia mempunyai risiko sedang hingga tinggi terjadinya bencana gagal teknologi. Pulau Jawa, khususnya kabupaten/kota yang terletak di sepanjang Pantai Utara Jawa memiliki risiko tinggi karena pada daerah tersebut berkembang kawasan industri dengan padat penduduknya, seperti Jakarta, Bekasi, Cilegon, Karawang, Bandung, Cirebon, Semarang, Sidoarjo, Surabaya dan sebagainya. Pada kota-kota yang berisiko tinggi tersebut, selanjutnya perlu merumuskan emergency planning yang memiliki elemen-elemen, antara lain: pengkajian risiko, evaluasi sumber daya, membuat *emergency planning* dan prosedur, mengintegrasikan ke dalam masyarakat, melakukan training, edukasi kepada masyarakat, dan melaksanakan latihan emergency (Kelly, 1989).

4. PENUTUP

Bencana gagal teknologi hingga saat ini belum banyak dikaji lebih mendalam dibandingkan dengan jenis bencana lain di Indonesia. Mengingat luasnya cakupan dan spektrum dari bencana gagal teknologi maka perlu dilakukan pengkajian, baik menyangkut definisi, anatomi atau struktur bencana gagal teknologi yang sesuai dengan kondisi di Indonesia.

Hal ini menjadi penting mengingat kejadian-kejadian bencana gagal teknologi di Indonesia cukup sering terjadi dan menimbulkan korban dan kerugian yang tidak sedikit. Potensi bencana gagal teknologi di masa depan akan

semakin besar seiring dengan meningkatnya laju pertumbuhan pembangunan, bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kerusakan lingkungan. Untuk itu diperlukan upaya penanggulangan bencana gagal teknologi yang komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2010). Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2010-2014. Jakarta.
- Cardona, O.D. (2004). *The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management*. In *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*. Edited by Bankoff et al. Earthscan, London, Sterling, VA.
- Departemen Perhubungan (2009). Statistik Perhubungan. Jakarta.
- Hawker, P. (2000). *A Review of the Role of Dams and Flood Management*. Prepared for Thematic Review IV/4: Assessment of Flood Control and Management Options. World Commission Dams, Halrow, UK.
- Kelly, R.B. (1989). *Industrial Emergency Preparedness*. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Pribadi, A., Samiranto, E. (2009). *Emergency Planning Untuk Industri*. D'Agni Publishing, Jakarta.
- Twigg, J. (2004). *Good Practice Review: Disaster Risk Reduction Mitigation and Preparedness in Development and Emergency Programming*. Humanitarian Practice Network, Overseas Development Institute, London.
- UN ISDR. (2002). *Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*. ISDR Secretariat.
- Wiguna, I.P.A., Citrosiswoyo, W., Widodo, A., (2009). *Penanggulangan Semburan Lumpur Sidoarjo*. Pusat Studi Kebumihan dan Bencana (PSKB). Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.