

## MODUL 5

### Human Error Theory – Swiss Cheese Model

Oleh : Putri Handayani, SKM, MKKK

Dosen Prodi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan

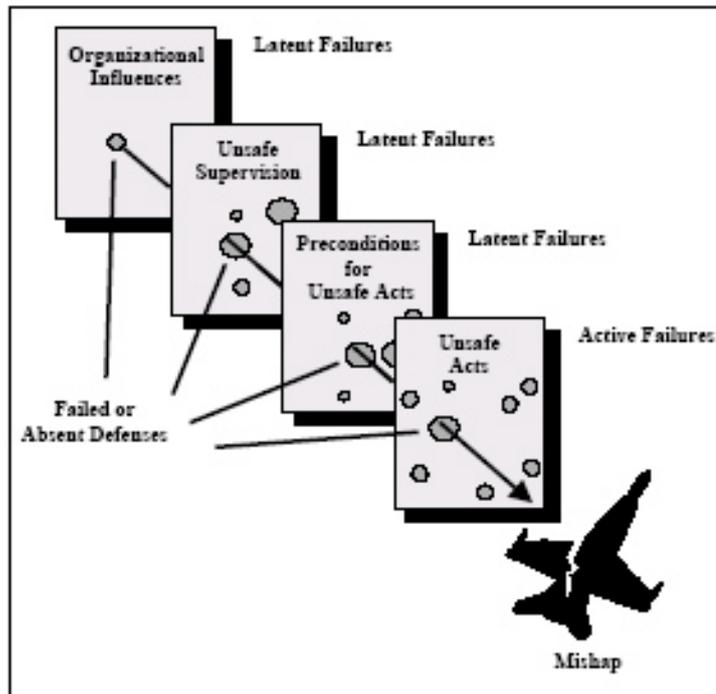
Universitas Esa Unggul

#### PENDAHULUAN

*Swiss cheese model* adalah suatu model yang digunakan untuk menganalisis risiko dan manajemen risiko sistem manusia. Model ini meliputi urutan kegagalan manusia menuju ke arah suatu kecelakaan atau suatu kesalahan. Hal ini diibaratkan sebagai irisan keju swiss yang berbadan tegap bersama-sama dan berdampingan. Teori ini dikemukakan oleh Psikolog Britania bernama James Reason pada tahun 1990. Teori ini telah tersebar luas dan penggunaan di pelayanan kesehatan, ilmu penerbangan, keselamatan industri, dan dalam pelayanan organisasi-organisasi penting.

*Swiss cheese model* digunakan untuk menganalisis *major accident* dan kegagalan sistem yang cenderung terjadi karena beberapa sebab atau kesalahan-kesalahan kecil yang membawa ke arah bahaya bahkan kecelakaan. Dalam model *swiss cheese*, setiap potongan keju merepresentasikan penghalang keselamatan atau tindakan preventif atas bahaya. Namun, penghalang yang ada tidaklah bebas dari kesalahan atau kegagalan. Masing-masing penghalang ini memiliki 'lubang'. *Swiss cheese model* berhubungan dengan kegagalan aktif dan kegagalan laten. Kesalahan aktif terjadi pada saat adanya kontak antara manusia dan beberapa aspek pada sistem yang lebih luas, contohnya hubungan antara manusia dengan mesin. Sedangkan kesalahan laten merupakan kondisi kesalahan yang lebih tidak terlihat ataupun kurang terdeteksi pada organisasi maupun pada disain yang dapat menyebabkan kerugian.

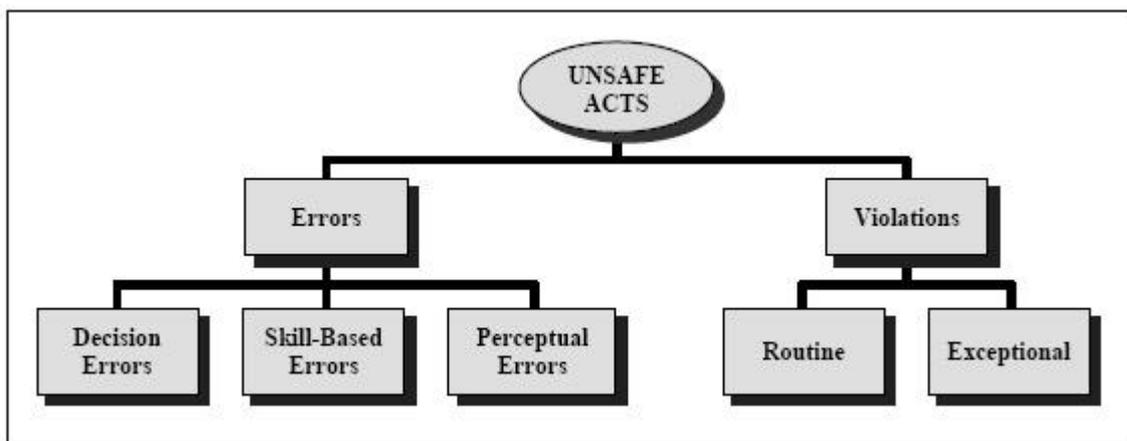
Reason menjelaskan bahwa terdapat empat tingkatan kesalahan manusia dan setiap tingkatan mempengaruhi tingkatan-tingkatan setelahnya. Empat tingkatan kesalahan tersebut, yaitu *unsafe acts*, *precondition of unsafe acts*, *unsafe supervision* dan *organizational influences*.



**Gambar 1 Swiss Cheese Model**

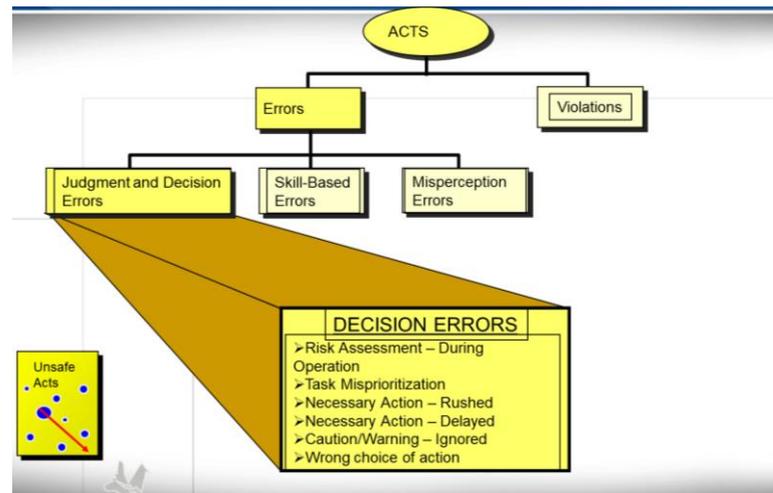
**1. Unsafe acts**

Menurut Reason, *unsafe acts* dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *errors* dan *violations*. *Errors* merupakan gambaran dari suatu kegiatan fisik dan mental seseorang yang tidak berhasil melakukan sesuatu yang diinginkan. *Errors* dibagi menjadi tiga yaitu *decision errors*, *skill-based errors*, dan *perceptual errors*. *Violations* menunjukkan adanya keinginan untuk mengabaikan petunjuk atau aturan yang telah ditetapkan untuk menyelesaikan suatu tugas tertentu. *Violations* dibagi menjadi dua jenis, yaitu rutin dan khusus.



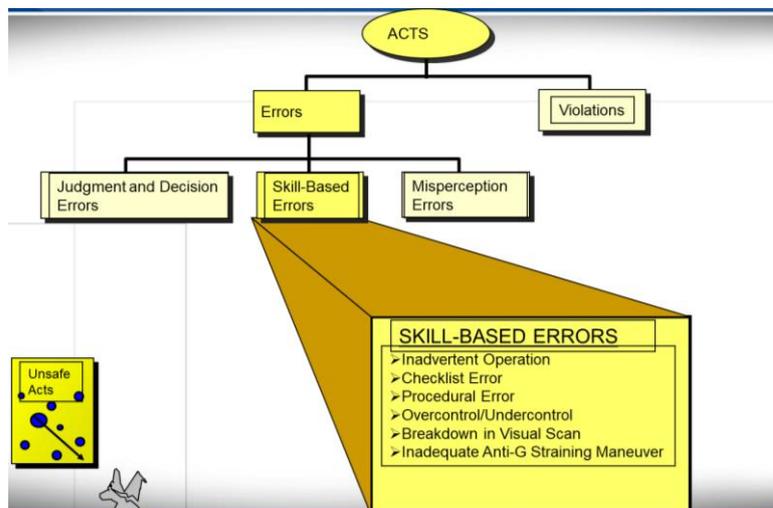
**Gambar 2 Unsafe Act**

Dalam penerapan aspek keselamatan di tempat kerja, seringkali pekerja tanpa sadar melakukan unsafe act salah satunya adalah pada saat pengambilan keputusan (gambar 3). Seperti dalam menilai risiko, pekerja seringkali menganggap remeh risiko yang dihadapi selama bekerja sehingga sering terjadi kecelakaan akibat kelalaian tersebut. Selain itu, kesalahan dalam penetapan prioritas dalam bekerja, terburu-buru, menunda-nunda, mengabaikan peringatan, dan kesalahan dalam memilih tindakan atau perilaku yang akan dilakukan.



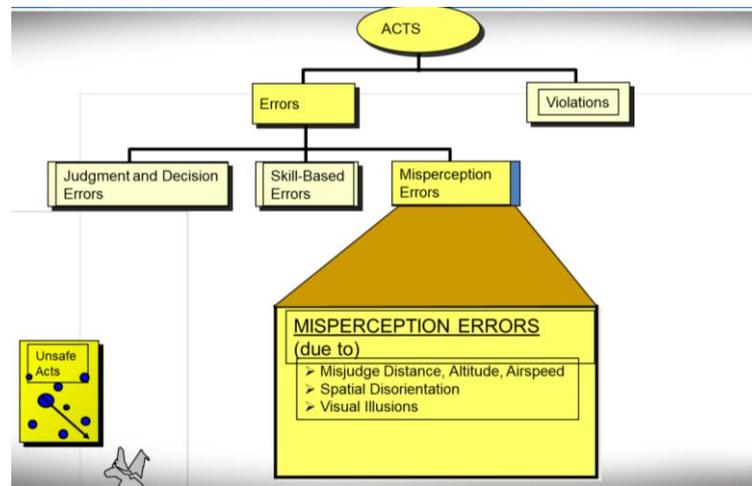
**Gambar 3 Decision Errors**

Kesalahan berikutnya yang sering terjadi di lingkungan kerja berkaitan dengan unsafe act (gambar 4) adalah kesalahan berdasarkan keterampilan yang dimiliki oleh pekerja. Contohnya yaitu melakukan operasi tanpa sengaja, melakukan kesalahan yang berkaitan dengan daftar pemeriksaan, overcontrol atau undercontrol, terjadi kesalahan dalam pemindaian visual, dan kesalahan lain.



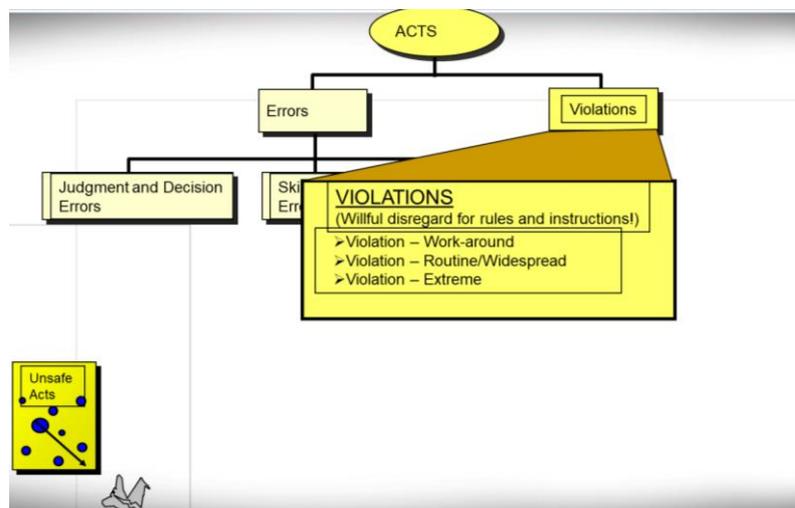
**Gambar 4 Skill Based Errors**

Kesalahan dalam memahami situasi di tempat kerja terkadang juga berdampak pada terjadinya unsafe act (Gambar 5). Dalam konteks ini contoh unsafe act yang terjadi antara lain kesalahan dalam menilai jarak, kesalahan dalam bersikap, disorientasi spasial, dan ilusi visual.



**Gambar 5 Misperception Errors**

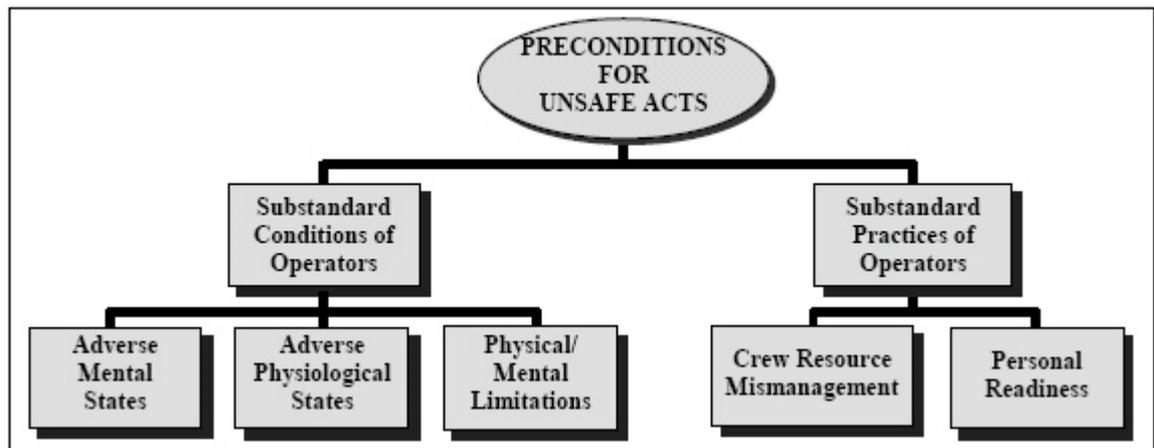
Salah satu bentuk Unsafe act yang terjadi di tempat kerja adalah *Violations* (Gambar 6) yaitu kelalaian yang dilandasi oleh "kesengajaan" untuk melanggar. *Violations* dibagi menjadi dua jenis, yaitu rutin dan khusus. Violation pada skill-based level merupakan pelanggaran rutin yaitu pelanggaran yang otomatis telah menjadi bagian dari rutinitas seseorang bekerja. Violation pada rule-based level merupakan pelanggaran situasi yaitu pelanggaran dengan meakai berbagai cara untuk mendapatkan suatu pekerjaan atau penerapan aturan yang salah. Selanjutnya Exceptional violation merupakan pelanggaran yang kadang-kadang dirasa cukup serius secara alami.



**Gambar 6 Violations**

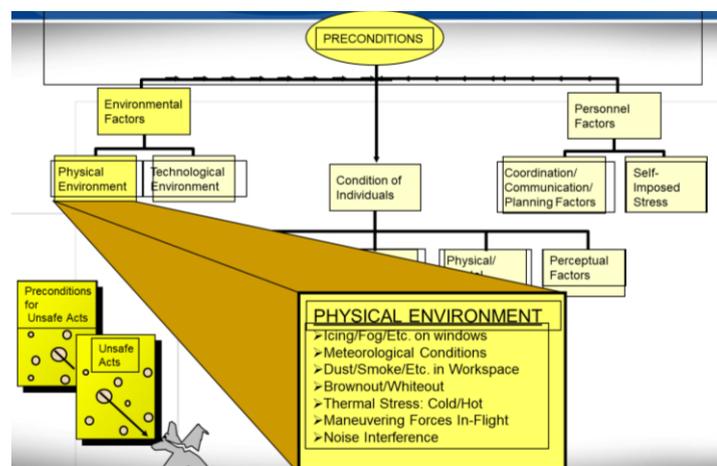
## 2. Preconditions of unsafe acts

*Unsafe acts* merupakan penyebab utama terjadinya kecelakaan. Dalam penyelidikan kecelakaan, perlu dicari dasar atau penyebab terjadinya *unsafe acts* tersebut ataupun dapat dikatakan *preconditions of unsafe acts*. *Precondition of unsafe acts* dikategorikan menjadi dua, yaitu kondisi dari operator yang tidak memenuhi standar dan pekerjaan yang dilakukan oleh operator yang tidak memenuhi standar. Kondisi dari operator dibagi lagi menjadi tiga, yaitu keadaan mental dan fisiologis yang merugikan serta keterbatasan fisik dan mental. Sedangkan pekerjaan yang tidak memenuhi standar dapat terjadi karena terjadinya pengelolaan SDM yang tidak baik serta kesiapan personal yang kurang.



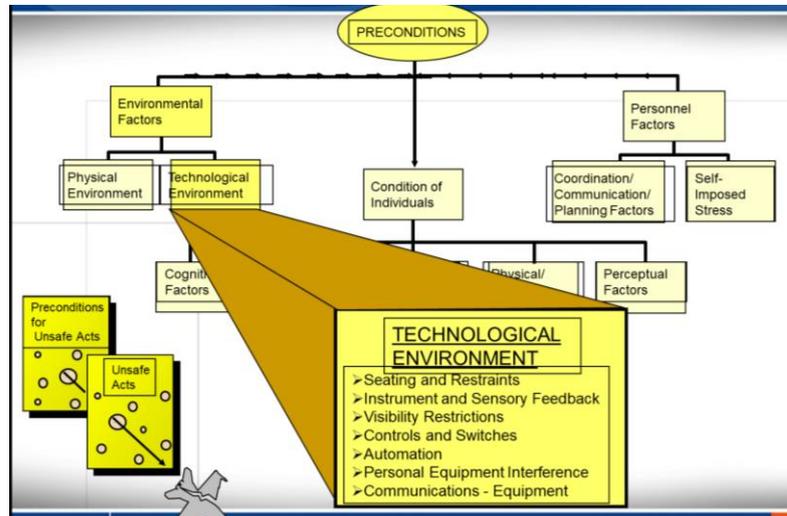
**Gambar 7 Precondition of Unsafe Act**

Dalam sumber lain disebutkan bahwa precondition factor dapat dikelompokkan menjadi Faktor lingkungan kerja dan faktor personal pekerja, serta kondisi dari individu (Gambar 8). Faktor lingkungan terdiri dari Lingkungan fisik dan teknis. Dalam menjelaskan mengenai dasar atau penyebab terjadinya unsafe act dari sisi faktor lingkungan fisik contohnya adalah kebisingan, Debu, asap di ruangan kerja, termal stress seperti temperatur panas atau dingin, dan kondisi lingkungan fisik yang lainnya.



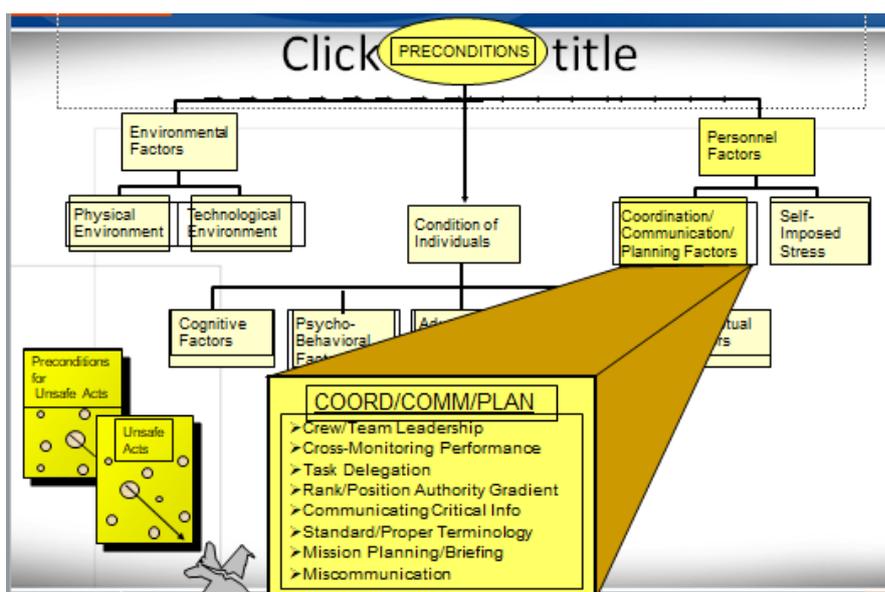
**Gambar 8 Physical Environment**

Selanjutnya, lingkungan teknologi terdiri dari: Tempat Duduk dan Pengekangan, Masukan Instrumen dan Sensorik, Batasan Visibilitas, Kontrol dan Switch, Otomatisasi, Interferensi Peralatan Pribadi, Komunikasi – Peralatan.



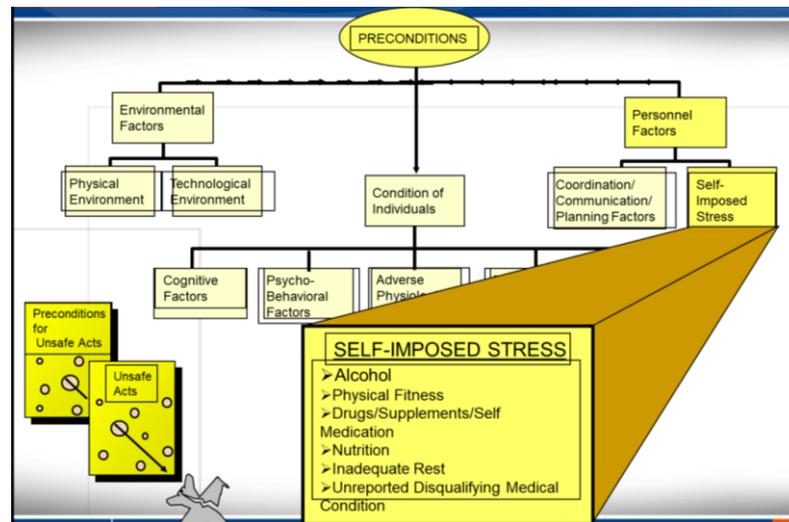
**Gambar 9 Technological Environment**

Selanjutnya hal yang termasuk ke dalam penyebab dasar terjadinya unsafe act adalah factor personal pekerja. Factor koordinasi, komunikasi, dan perencanaan menjadi sangat penting dalam lingkungan kerja. Apabila ke tiga aspek ini tidak berjalan dengan baik, tidak menutup kemungkinan terjadi kesalahan persepsi pekerja dalam menterjemahkan aspek yang disampaikan dan direncanakan.



**Gambar 10 Coordination Factor**

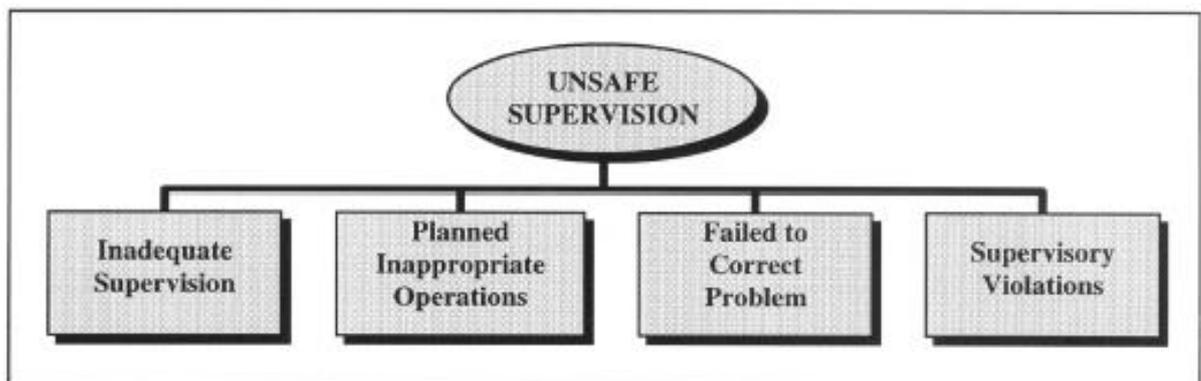
Personal factor lain adalah tekanan diri pekerja seperti perilaku minum alcohol, factor kebugaran, obat-obatan yang biasa dikonsumsi, nutrisi pekerja, kurang waktu istirahat, dan kondisi kesehatan pekerja. Hal-hal tersebut dapat menjadi penyebab dasar seorang pekerja melakukan unsafe act (gambar 11).



**Gambar 11 Self-imposed Stress**

### 3. *Unsafe supervision*

Reason (1990) melihat bahwa rantai urutan suatu peristiwa dilandasi oleh urutan perintah yang dikeluarkan oleh pengawas. Ada empat komponen dari *Unsafe supervision*, yaitu pengawasan yang tidak cukup (*inadequate supervision*), perencanaan operasi yang tidak tepat (*planned inappropriate operations*), kegagalan untuk memperbaiki masalah yang dikenal (*failure to correct a known problem*), dan pelanggaran pengawasan (*supervisory violation*). Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada bagan dibawah ini.



**Gambar 12 Unsafe Supervision**

a. Pengawasan yang Tidak Sesuai (*Inadequate supervision*)

Pengawasan yang tidak sesuai dapat terjadi akibat kegagalan dalam memberikan bimbingan, kegagalan dalam menginformasikan prosedur operasional, kegagalan dalam memberikan pelatihan, kegagalan akibat kualifikasi yang keluar dari jalur, dan kegagalan dalam performa yang telah ditunjukkan.

b. Perencanaan Operasi yang Tidak Tepat (*Planned Inappropriate Operations*)

Perencanaan operasi yang tidak sesuai dapat terjadi akibat kegagalan dalam menyediakan data yang benar, kegagalan dalam memperhitungkan waktu, kepemimpinan yang tidak sesuai, tujuan yang tidak sesuai dengan peraturan, dan tidak memberikan kesempatan kepada pekerja untuk beristirahat.

c. Kegagalan untuk Memperbaiki Masalah yang Dikenal (*Failed to Correct a Known Problem*)

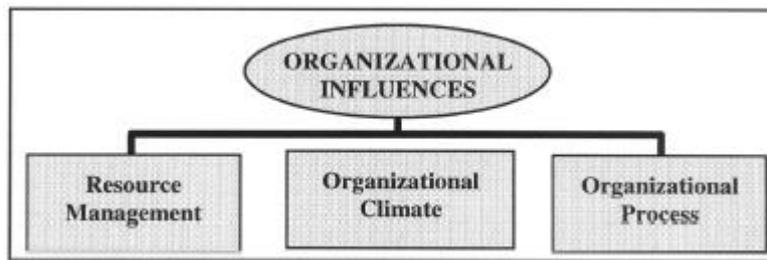
Hal ini dapat terjadi akibat kegagalan untuk memperbaiki kesalahan dalam dokumen, kegagalan untuk mengidentifikasi risiko, kegagalan untuk memulai tindakan membenarkan, dan kegagalan dalam melaporkan hal-hal yang bersifat *near miss*.

d. Pelanggaran Pengawasan (*Supervisory Violation*)

Pelanggaran pengawasan dapat terjadi akibat mengesahkan bahaya yang tidak diperlukan, kegagalan dalam menjalankan peraturan dan regulasi, dan mengesahkan pekerja yang sebenarnya tidak memenuhi syarat.

#### **4. Organizational Influence**

Pengaruh organisasi merupakan suatu hal yang sering tidak diperhatikan dalam kegagalan laten. Padahal, pengaruh organisasi yang berasal dari sumber manajemen, iklim kerja, dan proses organisasi merupakan akar dari kegagalan yang terjadi di tempat kerja. Hal tersebut menjadi penting karena keputusan yang dikeluarkan oleh tingkat manajemen yang lebih tinggi akan berpengaruh dalam melakukan praktek pengawasan. Di bawah ini akan dibahas mengenai beberapa hal yang memberikan efek pada organisasi, yaitu :



**Gambar 13 Organizational Influence**

a. Sumber Manajemen (*Resource Management*)

Sumber manajemen terdiri dari, sumber daya manusia, sumber keuangan, dan sumber peralatan atau aset perusahaan. Hal-hal yang biasa dilakukan dalam manajemen sumber daya manusia, yaitu seleksi pekerja, penempatan pekerja, dan pelatihan. Pada sumber keuangan, manajemennya meliputi pengurangan pengeluaran dan pemangkasan pengaturan biaya secara besar-besaran. Sedangkan pada sumber peralatan, dilakukan manajemen yang berkaitan dengan hal-hal yang dapat mencegah terjadinya disain yang buruk pada suatu peralatan kerja dan pembelian alat-alat yang tidak sesuai dengan pekerjaan di tempat kerja.

b. Iklim Organisasi (*Organizational Climate*)

Iklim organisasi dipengaruhi oleh struktur, kebijakan, dan budaya. Dalam hal struktur difokuskan dengan membahas hal-hal yang berhubungan dengan urutan komando dalam tugas tertentu, pendelegasian kekuasaan kepada bawahan, komunikasi, pelaporan pertanggungjawaban dalam bentuk yang formal. Kebijakan menjadi hal yang penting untuk diperhatikan karena ini menyangkut masa depan dari tujuan suatu organisasi. Contoh kebijakan yang ditetapkan dalam organisasi adalah kebijakan penyewaan, kebijakan dalam promosi pekerja dan kebijakan perusahaan pada pekerjanya untuk tidak mengonsumsi obat-obatan dan alkohol. Kebijakan ini penting untuk budaya kerja yang baik pada suatu organisasi. Hal-hal yang mencakup dalam budaya yaitu norma, peraturan, nilai-nilai dan kepercayaan serta keadilan dalam organisasi.

c. Proses organisasi (*Organizational Process*)

Proses organisasi meliputi operasi, prosedur, dan kegagalan. Hal-hal yang berpengaruh dalam operasi adalah kecepatan operasional, bekerja dibawah tekanan waktu (*deadline*), jatah produksi, insentif, dan kurangnya perencanaan dalam suatu program. Dalam prosedur diperlukan beberapa hal yang berhubungan dengan standar, dokumentasi, dan instruksi.

Sedangkan dalam kegagalan perlu memperhatikan manajemen risiko dan program keselamatan.

#### **A. Kelebihan dan Kekurangan Swiss Cheese Model**

##### **1. Kelebihan *swiss cheese model***

Kelebihan dari *swiss cheese model* adalah memudahkan para investigator untuk tidak terlalu terpaku pada faktor-faktor klasik yang selalu menjadi pusat perhatian.

##### **2. Kelemahan *swiss cheese model***

Teori tersebut tidak menguraikan secara jelas sifat dasar dari lubang-lubang tersebut dan hubungan timbal baliknya sehingga tidak mudah untuk mengaplikasikannya sebagai alat investigasi. Luxhoj dan Kauffeld (2003) menulis bahwa Reason tidak memberikan keterangan yang mendetail mengenai hubungan timbal balik antara masing-masing penyebab. Tanpa adanya hubungan yang jelas, maka hasil yang ada terlalu samar untuk digunakan dalam praktek yang signifikan. Dekker (2002) menambahkan bahwa *swiss cheese* tidak menjelaskan mengenai dimana letak dari lubang atau terdiri dari apa lubang tersebut, mengapa lubang-lubang tersebut selalu berpindah tempat dan ukuran, bagaimana lubang-lubang tersebut dapat membentuk garis lurus yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan.

### **CONTOH KASUS SWISS CHEESE MODEL**

Contoh kasus pada kecelakaan Adam Air DHI 574 dengan menggunakan Swiss Cheese Model.

#### **a. Kronologi Kecelakaan**

Pada 1 Januari 2007, pesawat Boing 737-4Q8 Adam Air nomor penerbangan DHI 574 dengan registrasi PK-KKW terbang dari Surabaya, Jawa Timur menuju Manado, Sulawesi Utara. Pesawat yang dibuat pada tahun 1989 ini lepas landas dari Bandar udara Juanda pada pukul 12:59 WIB pada siang hari dan diperkirakan akan sampai di Manado pada pukul 16.14 WITA dengan penerbangan pada ketinggian jelajah 35.000 kaki atau sekitar 10.600 meter di atas permukaan laut. Dengan kapasitas 170 penumpang, di dalam pesawat ini terdapat 102 orang yang terdiri dari 2 orang penerbang, 4 awak kabin, dan 96 orang penumpang yang terdiri dari 85 orang dewasa, 7 anak-anak, dan 4 bayi.

Selama penerbangan, autopilot menerbangkan pesawat dengan memberi koreksi kemiringan ke kiri karena ada angin dari sebelah kiri agar pesawat kembali datar. 9 detik setelah autopilot mati, penerbang mengoreksi kemiringan, tapi hanya dilakukan sebentar.

Sekitar satu menit kemudian, muncul peringatan BANK ANGEL (peringatan kemiringan melebihi normal atau lebih dari 35 derajat) hingga kemiringannya mencapai 60 derajat dan turun dari ketinggian jelajah dengan hidung pesawat 5 derajat ke bawah. Kemiringan terus bertambah hingga 100 derajat. Akibatnya, pesawat dari ketinggian 35.008 kaki turun ke 9.920 kaki hanya dalam waktu 75 detik (20.070 kaki per menit (fpm)). Padahal normalnya adalah 1.500 – 3.000 fpm.

Pada pukul 15.09 WITA, petugas ATC (Air Traffic Controller) mencoba memanggil DHI 574, tapi tidak ada jawaban dan pesawat hilang dari tampilan radar di sekitar Selat Makassar. Pada pukul 17.24 WITA, ATC akhirnya menyiratkan status DETRESFA, yaitu status dimana sudah diyakini bahwa pesawat dan penumpangnya berada dalam keadaan bahaya (Komite Nasional Keselamatan Transportasi, 2008)

## **b. Analisis**

Pada kecelakaan penerbangan ini, terdapat beberapa faktor yang berperan. Mulai dari faktor perilaku penerbang hingga masalah system penerbangan. Dalam hubungannya dengan *Swiss Cheese Model*, jatuhnya Adam Air DHI 574 dapat dijelaskan berdasarkan layer-layer sebagai berikut:

- 1) Layer 1: *Organizational Influences*
  - a) Perusahaan melakukan penghematan dengan meminimisasi penggantian suku cadang
  - b) Kurangnya kesadaran perusahaan tentang keselamatan penerbangan
- 2) Layer II: *Unsafe Supervervision*
  - a) Kurangnya pengawasan pada kerusakan IRS (*Inertial Reference System*) yang merupakan alat pengindikasi posisi pesawat
  - b) Kurangnya perhatian pada pemeliharaan perangkat pesawat
  - c) Penggantian suku cadang tidak diawasi dengan baik
  - d) Koreksi kemiringan pesawat akibat adanya angina hanya dilakukan sebentar.
  - e) Tidak ada satupun pilot atau co-pilot yang mengawasi arah pesawat selama 30 detik.
- 3) Layer III: *Precondition For Unsafe Act*
  - a) Pilot dan co-pilot dalam kondisi panic
  - b) Cuaca buruk
  - c) Kehilangan situational awareness saat kemiringan pesawat melebihi batas maksimum
  - d) Kerusakan salah satu IRS
  - e) Awak pesawat tidak mengetahui secara pasti IRS mana yang masih berfungsi dengan baik (*left IRS* atau *right IRS*)
- 4) Layer IV: *Unsafe Act*
  - a) Kurang menanggapi dengan serius peringatan bahaya dari petugas Air Traffic Controller (ATC)

- b) Pilot dan Co-Pilot lebih fokus pada kerusakan IRS daripada tingkat kemiringan pesawat yang bermasalah.
- c) Salah mengambil keputusan (*decision error*) saat kemiringan melebihi batas normal.

Pada setiap layer di atas, terdapat kesalahan-kesalahan yang digambarkan sebagai lubang pada potongan keju swiss. Kesalahan ini berasal dari manajemen keselamatan penerbangan dan/atau dari awak pesawat itu sendiri. Kecelakaan ini dapat terjadi karena lubang (kesalahan atau kegagalan) tersebut dapat menembus hingga mencapai layer *unsafe act* yang dilakukan pilot maupun co-pilot, padahal mereka memiliki peran penting dalam sebuah penerbangan. Perilaku-perilaku tidak aman inilah yang paling dekat dengan kecelakaan dan akibatnya langsung dapat dirasakan. Berdasarkan laporan yang ada, diketahui bahwa beberapa perangkat pesawat pada lebih dari satu pesawat berada dalam kondisi yang tidak layak untuk dioperasikan. Kerusakan-kerusakan yang tidak segera diperbaiki ini akan terus bertambah hingga dapat menimbulkan masalah selama penerbangan dan berkontribusi pada terjadinya kecelakaan.

## Daftar Pustaka

- Ahmad M., Pontiggia M., Demichela M., 2014, Human and organizational factor risk assessment in process industry and as risk assessment methodology (media) to incorporate human and organizational factors, *Chemical Engineering Transactions*, 36, 565-570 DOI: 10.3303/CET1436095.
- Al-shanini A., Ahmad A., Khan F., 2014, Accident modelling and analysis in process industries, *Journal of Loss Prevention in Process Industries*, 32, 319-334
- Colombo, S. , Demichela, M. 2008. The systematic integration of human factors into safety analyses: An integrated engineering approach. *Reliability Engineering and System Safety*, 93 (12), 1911-1921.
- CCPS (Centre of Chemical Process Safety), 2012, *Guidelines for Engineering Design for process safety*, Second Edition, John Wiley
- Demichela, M. , Pirani, R. , Leva, M.C. 2014. Human factor analysis embedded in risk assessment of industrial machines: Effects on the safety integrity level. *International Journal of Performability Engineering*, 10 (5), 487-496.
- EMARS (Major Accidental Reporting System), Major Accident Hazards Bureau, European commission, [https://emars.jrc.ec.europa.eu/fileadmin/eMARS\\_Site/PhpPages/ViewAccident/ViewAccidentPublic.php?accident\\_code=645](https://emars.jrc.ec.europa.eu/fileadmin/eMARS_Site/PhpPages/ViewAccident/ViewAccidentPublic.php?accident_code=645), accessed 20.11.2014.
- Lees' (2012), *Loss Prevention in the Process Industries: Hazard identification, Assessment and Control*, Volume 1, Fourth edition, Butterworth-Heinemann.
- Leva C., Bermudez Angel C., Plot, E., Gattuso, M., 2013, When the human factor is at the core of the safety barrier, *Chemical Engineering Transactions*, 33, 439-444 DOI: 10.3303/CET1333074.
- Monferini, A., Konstandinidou, M., Nivolianitou, Z., Weber, S. , Kontogiannis, T. , Kafka, P. , Kay, A.M, Leva, M.C. , Demichela, M., 2013, A compound methodology to assess the impact of human and organizational factors impact on the risk level of hazardous industrial plants. *Reliability Engineering and System Safety*, 119, 280-289.
- NORSOK Z-013, 2001, *Risk and emergency preparedness analysis*, Rev, 2, Norwegian Technology Centre, Oslo, Norway.

OGP (International Association of Oil and Gas Producers), 2010, Risk assessment data directory: human factors in QRA.. Report no. 434-5, March 2010.

Reason J., 2008, The human contribution: Unsafe acts , accidents and heroic recoveries, Ashgate: Farnham.

Reason, James. 1997. *Managing the Risk of Organizational Accidents*. USA: Ashgate Publishing Company.

Reason, James. 1990. *Human Error*. USA: Cambridge University Press.

Komite Nasional Keselamatan Transportasi, 2008.