

Standard di Industri Teknik Mesin

Indra Nurhadi

Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesa No. 10 Bandung
e-mail : indro.nurhadi@gmail.com

Abstrak

Makalah ini mengemukakan pentingnya mengenal standar yang berlaku di industri teknik mesin bagi sarjana teknik mesin terutama mereka yang akan terjun ke dunia industri,. Makalah ini bukan hasil dari suatu penelitian yang dapat diselesaikan dalam waktu beberapa tahun sebagaimana pola yang sering dilakukan oleh para peneliti, tetapi berdasar suatu pengalaman jangka panjang yang penulis alami sejak dari lulus sebagai sarjana teknik mesin dan kemudian purnabakti dari pegawai negeri sipil. Rekayasa teknik mesin pada umumnya dapat dikatakan hanya sebagian dari rekayasa yang terjadi di masyarakat, karena pada dasarnya pekerjaan rekayasa adalah pekerjaan multi disiplin. Rekayasa teknik sipil barangkali yang mudah terlihat seperti rekayasa infra struktur yang dapat di lihat di Jakarta, seperti kasus jalur tol, MRT dan LRT. Yang tidak terlihat adalah rekayasa teknik mesin yang dalam hal ini bagian pendukung utama dari rekayasa-rekayasa tersebut seperti: mesin bor tanah, rel, kereta MRT, sarana dan prasarana stasiun dan lain sebagainya.

Kata kunci: standard, industri, rekayasa

1. Pendahuluan

Rekayasa teknik mesin dapat dikatakan hanya sebagian dari rekayasa yang terlihat di masyarakat, karena pada dasarnya pekerjaan rekayasa adalah pekerjaan multi disiplin. Rekayasa-rekayasa yang mudah terlihat di masyarakat mungkin rekayasa teknik arsitektur dan teknik sipil. Rekayasa teknik sipil barangkali yang mudah terlihat seperti rekayasa infra struktur yang dapat di lihat di Jakarta, seperti kasus jalur tol, MRT (*Mass Rapid Transport*) dan LRT (Lintas Rel Terpadu). Yang tidak terlihat adalah rekayasa teknik mesin yang dalam hal ini bagian pendukung utama dari rekayasa-rekayasa tersebut seperti: mesin bor terowongan, rel, kereta MRT, kereta LRT, sarana dan prasarana stasiun dan lain sebagainya (lihat Gambar 1). Mesin bor seperti ini hanya dibuat beberapa biji saja dan dimiliki oleh beberapa perusahaan internasional. Jadwal penggunaannya untuk melayani sejumlah proyek internasional juga sangat ketat.

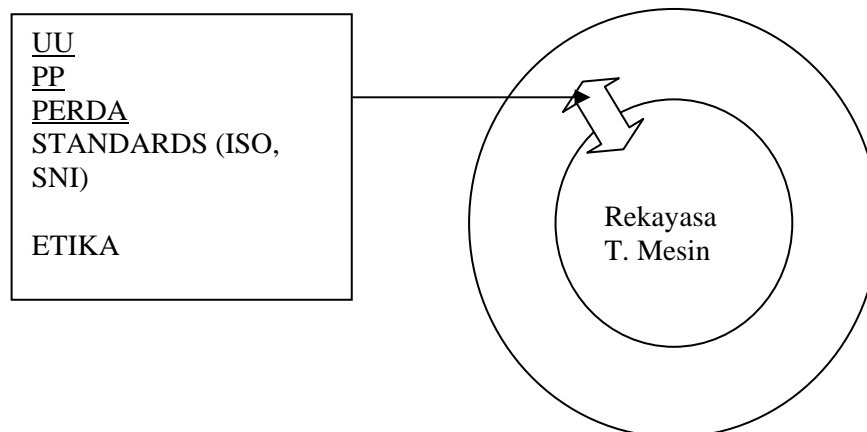
Di satu sisi, sistem bermasyarakat modern adalah berdasarkan hukum positif. Di sisi lain, rekayasa-rekayasa tersebut. apapun bentuknya, berdampak pada masyarakat, (dan juga terhadap rekayasa yang telah terselesaikan sebelumnya). Untuk melindungi dampaknya terhadap masyarakat dan supaya rekayasa tersebut dapat diaplikasikan, diperlukan suatu payung hukum yang misalnya dapat berupa UU, PP, PERMEN, PERDA, Standar (Standards) dan ETIKA (lihat Gambar 2). Untuk menghindari masalah hukum, suatu rekayasa harus tunduk pada semua peraturan yang sudah ditetapkan oleh pemerintah, terutama yang menyangkut keselamatan. Seorang ahli rekayasa akan selalu bertanya tentang regulasi yang berlaku yang terkait dengan produk rekayasanya sebelum mulai dengan konsep rancangannya.

Makalah ini mengemukakan pentingnya mengenal standar yang berlaku di industri teknik mesin, seperti halnya bangsa Indonesia tidak boleh melupakan sejarah bangsanya. Karena sangat luasnya dunia industri teknik mesin, hal-hal yang menjadi bahasan yang terkait dengan standar merupakan bunga rampai. Beberapa merupakan studi kasus yang dialami oleh penulis dalam menjalankan Tri Darma Perguruan Tinggi.

Standard adalah kesepakatan para ahli yang lebih berpengalaman dan berpengetahuan dari pada kita. Sebagai contoh, uji guling untuk karoseri bus dalam mengakses kemampuan menyerap energi, menurut standard yang sekarang (UN ECE R 66) cukup digulingkan dari ketinggian 1 meter. Menurut standard yang terdahulu karoseri bus harus mampu menyerap energi bila digulingkan dari ketinggian sampai mungkin 10 meter. Oleh karena itu tidak mudah mencari jawab atas suatu pertanyaan “mengapa” atas suatu angka yang ada dalam suatu standard.



Gambar 1 Mesin bor terowongan (*Tunnel boring machine*)
[foto koleksi penulis, 2006]



Gambar 2 Kedudukan Rekayasa di Masyarakat

Ada lagi contoh lain yaitu tentang *Green Building* yang sedang digodok oleh Pemda DKI. Beberapa ahli tentang Tata Udara dalam Gedung (TUG) sedang merumuskan “angka batas” tentang seberapa banyak transmisi kalor dari luar ke dalam ruang yang sedang ditinjau. Angka batas tersebut tidak boleh dilampaui supaya gedung yang dibangun “hemat” dalam mengkonsumsi energi. Tentu saja ada hal-hal lain yang harus dilakukan supaya suatu gedung nantinya hemat energi. Misalnya penggunaan air bersih. Air bersih yang tidak diminum, seperti air untuk menyiram taman dan tanaman serta air untuk menggelontor, cukup dicatu dari air bekas yang dibersihkan (daur ulang). Oleh karena itu pemipaan air untuk bangunan gedung umumnya harus ada dua jalur, yaitu pemipaan air bersih dan pemipaan air daur ulang. Air hujan ditampung dan diolah dan disalurkan ke saluran air daur ulang.

2. Kenyataan dan Prediksi

Prediksi dalam dunia rekayasa adalah hasil kalkulasi dengan rumus-rumus *closed form*, kalkulasi dengan perangkat lunak Excel, hasil pendekatan memakai metoda analisis yang canggih seperti FEM dan lain sebagainya menurut suatu standard, sedang kenyataan adalah hasil eksperimental dan

pengukuran. Prediksi memerlukan sarana yang disebut *design* (rancangan), sedang eksperimental memerlukan model.

Model, dapat berupa model dengan skala 1:1 atau yang lebih kecil atau lebih besar. Salah satu model dengan skala 1:1 ada yang dikenal dengan nama prototipe (*prototype*) walaupun tidak selalu demikian. Tidak semua rekayasa perlu dibuatkan prototipenya. Yang sering terdengar adalah prototipe pesawat terbang [3], prototipe mobil, prototype perangkat lunak, prototipe peraturan. Prototipe bangunan sipil seperti gedung dan jembatan sangat jarang terdengar. Penulis, menurut ingatannya, hanya satu kali mengalami pembuatan prototipe gedung, yaitu ketika terlibat dalam suatu proyek besar pada tahun 1975. Untuk jembatan, yang penulis lihat jembatan dengan skala kecil untuk menguji karakteristik aerodinamiknya supaya tidak terkopel antara karakteristik aerodinamiknya dengan elastisitasnya (Ingat kasus terkenal runtuhnya jembatan Tacoma, CA, USA).

Prototipe dibuat tentu saja dengan pertimbangan antara lain peraturan terkait, biaya dan resiko. Pesawat terbang adalah produk yang beresiko tinggi walaupun dapat diatasi. Jangan sampai, misalnya, pesawat terbang dengan 100 orang penumpang tinggal landas dan jatuh. Sebuah prototipe adalah contoh awal, model atau hasil rekayasa yang dibangun untuk membuktikan suatu konsep. Suatu prototipe secara umum digunakan untuk mengevaluasi rancangan baru dalam rangka meningkatkan kepresisiannya (oleh *analyst* dan pengguna).

Pengukuran menjadi hal yang esensial terkait dengan prototipe. Pengukuran, secara umum ada tekniknya Ada tata cara yang mengatur pelaku, instrument, standar dan lain sebagainya supaya hasilnya dapat diterima oleh masyarakat.

Parameter dasar pengukuran berikut adalah diperoleh melalui pengukuran dasar langsung

Tabel 1 Parameter Pengukuran Dasar

Kuantitas	Unit SI	Lambang
Panjang	meter	m
Massa	kilogram	kg
Waktu	detik	s
Arus listrik	ampere	A
Suhu (<i>temperature</i>)	Kelvin atau derajat Celcius	K atau °C
Kuat cahaya	candela	cd
Jumlah zat	mole	mol

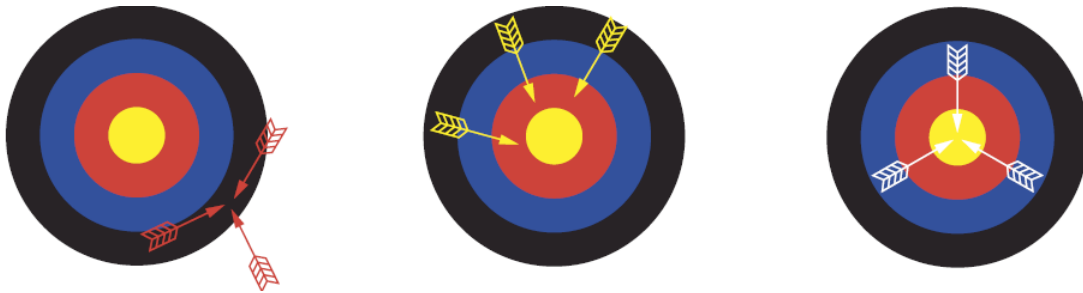
Parameter turunannya dapat dilihat pada Tabel 2 dimana kuantitas pengukuran didapat dari kuantitas dasar yang dimanipulasi, misalnya dengan perangkat elektronik yang disatukan (*integrated*) dalam *transducers*. Pengukuran kecepatan misalnya, didapat dari pengukuran jarak dan waktu, walaupun dalam praktek seringkali dilakukan dengan sebuah alat ukur saja.

Tabel 2 Parameter turunan (*derivative*)

Kuantitas	Unit SI	Lambang
luas	meter persegi	m ²
volume	meter kubik	m ³
kecepatan	meter per detik	m/det
percepatan	meter per detik ²	m/det ²
gaya	Newton	N
energi	Joule	J
daya	Watt	W

Dalam pengukuran dikenal istilah ketepatan (*precision*) dan kecermatan (*accuracy*) yang secara skematis dapat ditunjukkan dengan Gambar 3 dengan anak panah dan bidang sasaran. Dapat dilihat bahwa anak-anak panah dapat mengenai bidang sasaran dan dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: tiga anak panah mengenai lingkaran ke 4, dan berkumpul, artinya ke-presisi-an tinggi namun ke-akurat-annya rendah. (gambar paling kiri), tiga anak panah mengenai lingkaran ke 2 artinya ke-akurat-

an lebih baik, namun tidak berkumpul atimya kepresisiannya rendah (gambar tengah), yang paling kanan, ketiga anak panah berkumpul dan semuanya mengenai lingkaran nomor 1, sehingga keakuratannya dan kepresisiannya tinggi.



Gambar 3 Gambar kiri menunjukkan hasil tembakan dengan ke-presisi-an (*precision*) baik tetapi ke-akurat-annya (*accuracy*) rendah.
Gambar tengah, keakuratannya baik tetapi kepresisian rendah.
Gambar kanan, keakuratan dan kepresisian yang baik

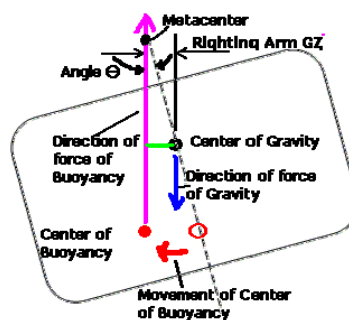
Seperti terlihat pada Gambar 3 tersebut kepresisian terkait dengan keterulangan (mampu ulang) yang baik dari suatu pengukuran. Bila keterulangannya baik berarti kepresisiannya juga baik.

3. Studi Kasus Kendaraan Amfibi

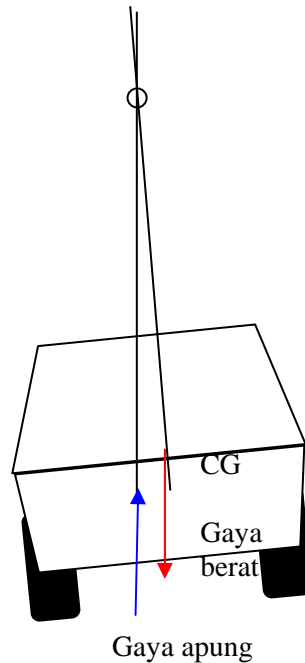
Kendaraan amfibi dalam kasus di masa perang diperlukan untuk mengangkut personel atau barang-barang dari kapal ke pantai misalnya, atau dalam masa damai untuk mengangkut penumpang yang sedang piknik (*sight seeing*), dan lain sebagainya.

Beberapa jenisnya antara lain:

1. *Fording (shallow, deep and snorkel fordings)* dimana roda/*track* masih menjejak di tanah. Dalam kasus ini propulsi dan gaya belok masih bisa dihasilkan oleh roda penggerak/*track*.
2. *Swimming* dimana kendaraan 100 % mengambang dimana propulsi tidak bisa lagi dihasilkan oleh roda/*track*. Oleh karena itu propulsi dan gaya belok harus dibangkitkan oleh peralatan lain seperti yang dipunyai oleh perahu. Ventilasi diperlukan untuk manusia dan mesin (*intake*, radiator dan *exhaust* dari motor penggerak). Jangan dilupakan perlunya pompa air untuk membuang air yang terlanjur bocor ke dalam kabin.



Gambar 4 Titik metacenter dari benda yang mengambang



Gambar 5 Metacenter pada kendaraan amfibi

Untuk kendaraan amfibi dengan kemampuan mengambang, kesetimbangan ketika mengambang menjadi pertimbangan yang sangat penting. Jangan sampai kendaraan terbalik karena ada terjangan ombak, baik dari samping dan dari depan/belakang. Karena defleksi yang sifatnya sementara, titik pusat gaya apung, CB, dapat bergeser ke samping.

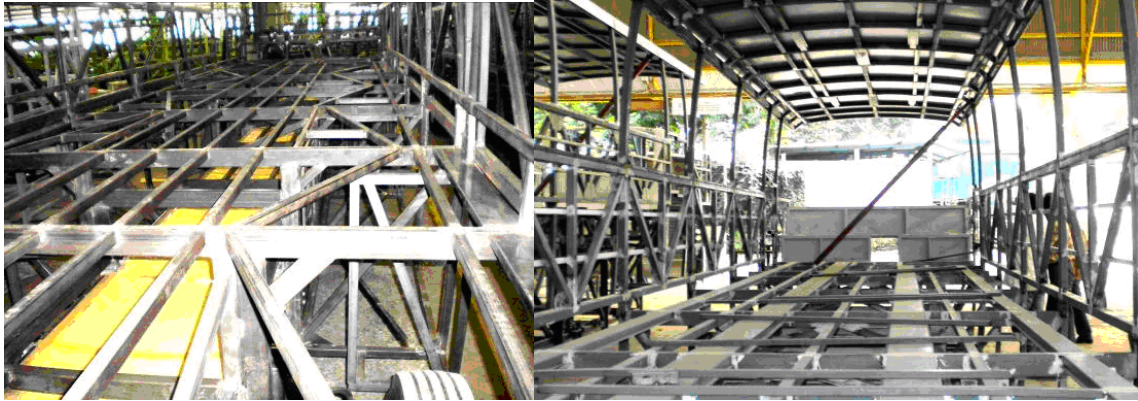
Titik berat, CG, (untuk kendaraan APV) umumnya lebih tinggi dari pada pusat gaya apung, CB.

4. Standar Kendaraan Bermotor

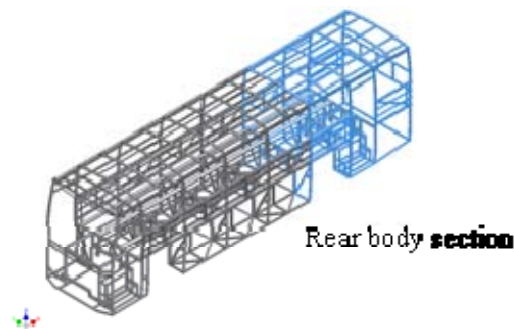
Penulis mengalami betapa standard kendaraan bermotor lebih rumit (bahasa Jawa: *njlimet*) dari pada teori yang penulis ketahui dari kuliah. Sebagai contoh: *SLEEPER BUSES*. *Sleeper bus* adalah bus malam yang tempat duduknya dimodifikasi menjadi tempat tidur. Pada saat ini sudah banyak bus jenis ini yang dioperasikan, tapi bolehkah? Atau tidak? Tidak ada pihak yang dapat menjawab karena ketiadaan peraturan lokal/standards. Di Czechoslovakia kendaraan tersebut dilarang beroperasi. Di India diijinkan dengan memenuhi suatu standard lokal India [AIS 119] India adalah contoh negara yang produktif dalam membuat standard untuk kendaraan bermotor.

Standard muncul karena kebutuhan. Dari sisi pemerintah/*regulator*, standard diperlukan untuk mengatur masyarakat/operator. Sebaliknya standards dapat muncul dari bawah karena adanya kebutuhan oleh masyarakat.

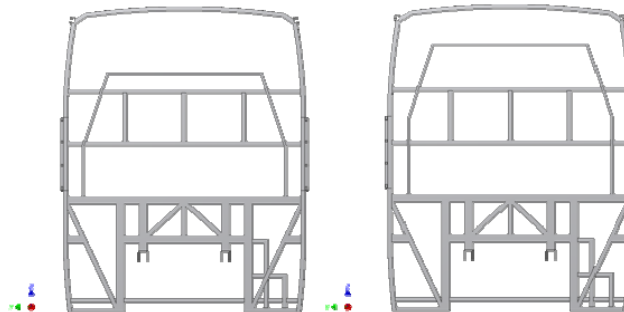
Contoh berikut adalah tentang standards uji guling bagi karoseri bus, yang dalam hal ini disimulasi dengan MEH [11]. Menurut standards UN ECE R66 yang belum diadopsi oleh pemerintah Indonesia, uji guling dapat dilakukan secara fisik yang harganya mahal atau simulasi. Simulasi dengan MEH cukup banyak dilakukan oleh para peneliti Internasional. Simulasi memang akan menekan biaya, tetapi siapa berwenang memberikan jaminan bahwa hasil simulasi tersebut dapat diterima? Sedikit lebih rinci tentang UN ECE R66 adalah bahwa standard tersebut memungkinkan simulasi uji guling pada sebagian badan karoseri saja seperti terlihat pada Gambar 7. Gambar 7 menunjukkan bagian belakang yang dipilih untuk disimulasikan. Kemudian pada Gambar 8 ditunjukkan persyaratan yang harus dipenuhi yaitu adanya “ruang sisa” ketika struktur karoseri bengkok ke dalam akibat uji guling tapi tidak melampaui batas dan menembus ruang sisa sehingga penumpang dianggap selamat. Uji ini penting kalau paberik hendak menjual karoserinya ke luar negeri ke negara-negara yang mengadopsi UN ECE R66.



Gambar 6 Detail sambungan side frame dengan floor frame dari dua paberiik yang berbeda



Gambar 7 Bagian belakang BUS yang ditinjau



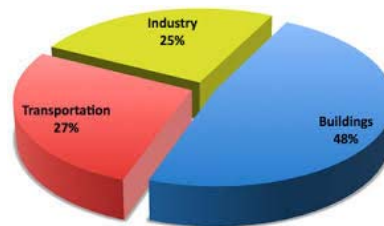
Gambar 8 Ruang sisa asli (kiri) dan yang dimodifikasi karena adanya rak bagasi di atas kepala (kanan)

Kendaraan bermotor jalan raya merupakan hajat hidup masyarakat. Kendaraan jalan raya memfasilitasi mobilitas bagi anggota masyarakat yang selanjutnya membuat masyarakat berkembang, Bahwa kendaraan bermotor yang beroperasi di jalan raya harus laik jalan diatur oleh Kemenhub dan kendaraan bermotor harus berdampingan secara baik dengan lingkungan hidup diatur oleh Kementerian lingkungan hidup. Dalam hal industri komponen seperti ban, pelek, *shock breaker*, lampu-lampu dan masih banyak lagi Kemenperin yang memegang peran untuk mengaturnya.

Peraturan menyangkut kendaraan bermotor banyak. Jumlah kendaraan bermotor yang sudah resmi menjadi milik masyarakat juga banyak. Sayangnya sebagian anggota masyarakat tidak patuh peraturan. Banyak kendaraan bermotor yang dimodifikasi dan dioperasikan di jalan raya tetapi tidak pernah diurus surat ijin modifikasinya. Sebagai contoh adalah batas lebar kendaraan bermotor beroda dua yang banyak menjadi tidak terpenuhi setelah kendaraan tersebut dimodifikasi. Oleh karena itu peraturan dan standard harus dibuat masuk akal supaya diikuti secara suka rela oleh anggota masyarakat.

5. Standar Bangunan Gedung

Energi dan air merupakan dua hal yang sering menjadi pertimbangan oleh pemerintah dalam mengelola proyek bangunan gedung dalam wilayah kekuasaannya. Secara statistik (lihat Gambar 9) konsumsi energi untuk bangunan gedung lebih besar dari pada konsumsi energi di sektor transportasi ataupun di sektor industri. Berangkat dari informasi tersebut, dibuatlah kebijakan oleh masyarakat tentang adanya gerakan hemat energi pada bangunan komersial, atau *Green Building*, yang dipelopori oleh UK dan AS, yang kemudian menular ke seluruh dunia.



Gambar 9 Konsumsi energi bangunan gedung vs transportasi, dan industri

Banyak gedung tinggi dibangun di kota-kota besar di Indonesia. Namun belum semua pemerintah daerah sadar akan pentingnya peran mereka untuk mengendalikannya. Walaupun kesadaran tersebut mulai muncul dengan meniru apa yang dilakukan oleh pemda DKI.

Kebakaran merupakan peristiwa yang sangat menakutkan. Frekuensi kejadiannya sangat rendah namun semua pihak terkait harus mengantisipasinya. Untuk bangunan tinggi, perlu difasilitasi dengan lantai *refuge* untuk menampung “pengungsi” dari kondisi darurat, misalnya kebakaran. Jalur evakuasi keluar gedung ketika terjadi kondisi darurat juga harus diberi tanda yang jelas.

Gambar 10 menunjukkan suatu instalasi pengujian yang penulis lihat di Burj Khalifa, Dubai pada tahun 2010. Pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sambungan kaca dengan rangkanya tidak bocor karena air dan angin. Tentu saja air menimbulkan masalah bagi penghuni. Tapi angin tidak terasa menimbulkan masalah. Angin menimbulkan masalah infiltrasi udara luar pada sistem tata udara dalam gedung dan sistem ventilasi.

Bagaimana menyelesaikan masalah jendela pada lantai atas yang kotor? Gambar 11 adalah salah satu caranya, yaitu dengan memasang gondola (*window cleaning device/building maintenance unit*) yang umumnya dipasang permanen pada gedung. Pada saat ini belum ada suatu peraturan oleh pemda yang mengharuskan suatu bangunan gedung difasilitasi dengan gondola.



Gambar 10 Instalasi pengujian kebocoran kaca di lantai atas



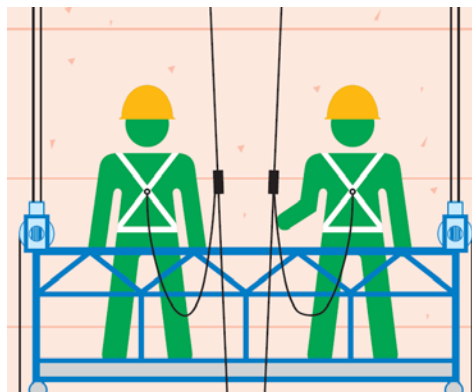
Gambar 11 Alat pembersih jendela lantai atas (gondola)

Pada beberapa gedung digunakan tenaga “pemanjat tebing” bersertifikat, seperti yang penulis lihat di Singapura dan Dubai (Gambar 12). Pengelola gedung hanya mau mempekerjakan SDM yang bersertifikat supaya memenuhi persyaratan hukum.



Gambar 12 “Pemanjat tebing” yang berprofesi sebagai pembersih kaca jendela atau sebaliknya [foto koleksi penulis, survei Burj Khalifa 2014].

Gambar 13 adalah sketsa platform gondola, pemandangan yang akan dijumpai ketika manajemen gedung sedang membersihkan kaca jendela lantai atas. Terlihat adanya tali keselamatan yang diikatkan pada tubuh teknisi. Platform boleh rusak dan jatuh, tetapi teknisi harus tetap selamat. Oleh karena itu ada kalanya tali keselamatan dibuat independent terhadap tali platform.

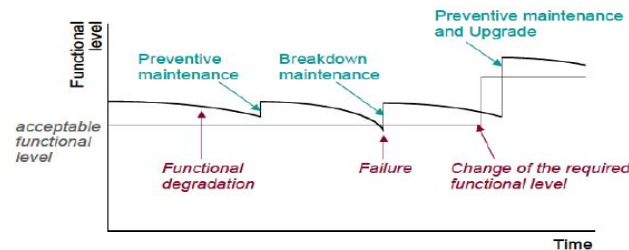


Gambar 13 Window cleaning platform dan teknisi pemakainya dan tali keselamatan

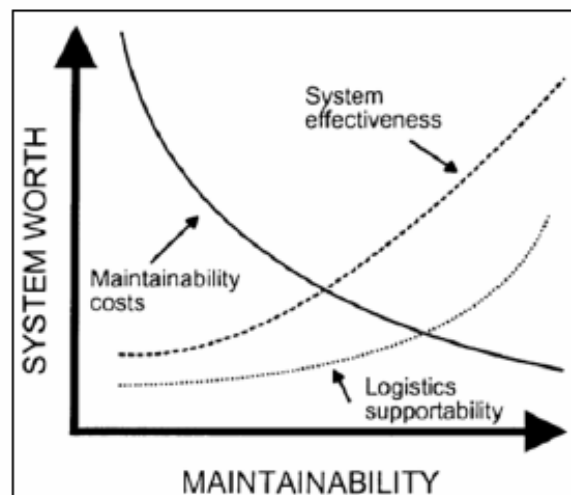
6. Standard Maintenance

Maintenance sering kali diterjemahkan menjadi perawatan. Namun jangan lupa ada orang yang menterjemahkannya menjadi pemeliharaan. Yang lebih menyedihkan adalah adanya pemero bahwa kita bisa membeli (barang modal, produk rekayasa apa saja), tapi tidak bisa memelihara/merawat. Yang lebih memprihatinkan, data dari APPLE (Asosiasi Pemborong dan Penyedia Lift dan Eskalator),

ketika isue kecelakaan lift merebak, beberapa tahun lalu, menyatakan bahwa kebanyakan teknisi pemelihara/perawat lift dan eskalator keberatan untuk menempuh ujian dalam rangka memperoleh lisensi. Seseorang yang sangat ahliipun, bila tidak mempunyai LISENSI, maka pekerjaannya akan cacat hukum. Ketika hasil karya seseorang berhubungan dengan keselamatan publik, maka seseorang itu harus memiliki legalitas untuk menempatkan hasil karyanya bagi kesejahteraan publik. *Maintenance* selalu diperlukan untuk mengatasi performance yang selalu turun dengan waktu operasi (Gambar 14) walaupun diperlukan biaya untuk menyelenggarakannya (Gambar 15).



Gambar 14 Perlunya maintenance pada pengoperasian peralatan produksi



Gambar 15 Maintainability vs. system worth

Ketika penumpang masuk ke dalam kereta lift untuk pindah secara vertikal, penumpang merasa aman saja karena interior kereta lift “menghalangi” pemandangan yang lebih menyeramkan. Tidak akan terlihat sumuran lift (bayangkan anda pindah 30 lantai @ 3.5 meter), kabel daya, kabel kendali, sling, puli, pintu lantai dan mekanismenya, pintu kereta, peralatan peringatan beban berlebih, rem darurat dan lain sebagainya.

Lift adalah peralatan canggih (mekanikal) beresiko yang berhasil mematahkan kekhawatiran manusia karena rem darurat yang diciptakan oleh tuan Otis, dengan syarat *maintenancenya* diselenggarakan dengan baik dan lift digunakan oleh pengguna sesuai dengan peruntukannya. Gedung pencakar langit tidak akan pernah ada tanpa kepercayaan masyarakat terhadap keselamatan lift.

Terkait dengan *maintenance*/perawatan/pemeliharaan adalah *maintainability* dari sistem yang harus difikirkan dan dicari solusinya sejak tahap perancangan seperti tertera pada Tabel 3.

7. Penutup

Dengan adanya standard, para pelaku rekayasa dipermudah dalam menyelesaikan tugasnya:

1. Perancang seyogyanya berterima kasih kepada pemerintah yang telah membuat hasil karyanya lebih terlindungi dari masalah hukum atas kewajiban menggunakan peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah.

2. Kadang-kadang rumus yang diperlukan diberikan oleh standards sehingga perhitungan dan analisis dapat dilakukan dengan cara yang lebih mudah.
3. Untuk rekayasa yang menyangkut bangunan gedung, lebih baik diperhatikan terlebih dulu efisiensi dalam penggunaan energi dan air serta bahan bangunan yang secara implisit memerlukan konsumsi energi tinggi.

Dalam hal pemerintah/regulator belum menyiapkan peraturan, sebaiknya pelaku rekayasa memberikan masukan kepada pemerintah/regulator melalui jalur komunikasi yang tersedia supaya peraturan tersebut diterbitkan.

Tabel 3 Beberapa cara pada tahap desain untuk meningkatkan kehandalan (*reliability*) dari sistem.

<i>Kategori</i>	<i>Deskripsi</i>
Umum	Identifikasi <i>reliability</i> , instalasi dan susunan komponen sedemikian rupa sehingga bagian yang sulit dirawat <i>reliability</i> nya meningkat Sederhanakan struktur dan arsitektur dari sistem Sedapat mungkin gunakan komponen standard dan mampu tukar Desainlah sistem dengan komponen yang tidak terlalu memerlukan penyetelan atau persyaratan degradasi/aus Buatlah lubang tangan atau tangkai pengangkat bagi komponen yang berat Gunakan sesedikit mungkin baut pada panil akses. Komponen yang secara berkala perlu diganti harus dipilih dari kapasitas dan <i>reliability</i> yang lebih tinggi dari pada persyaratan fungsi sistem

Daftar Pustaka

- [1] Badan Standardisasi Nasional, 2000, SNI 19-17025-2000 : Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi, Jakarta..
- [2] Kazuhiko M., Kunio T. 1983. *Legal System of Japan on Motor Vehicle*. Japan
- [3] C., Dym , P., Little, *Engineering Design – A Project Based Introduction*, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Egglar, 2013. *Military Vehicle Technology & Mobility (Advanced) Course*,
- [5] Baker, B. 2015. The Design and Construction of the World’s Tallest Building: The Burj Khalifa. IABSE. P.389-394The Making of Burj Khalifa, 2010.
- [6] Ministry of Road Transport. 2016. *AIS119 (Automobile Indian Standards 119)*. India
- [7] Nurhadi I. dkk, *Computer Modeling of Energy Absorbing Capability of Bus Superstructure for Rollover Safety*, Kones 2011, Krakow, Poland, Sept 2011
- [8] NPL, I Mech E, 2010. *Beginer’s Guide to Measurement in Mechanical Engineering*.NPL. London