

M2-017 Peluang Sarjana Teknik Mesin dalam Rancang Bangun

Instalasi Mekanikal untuk Bangunan Gedung

Indra Nurhadi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesa No.10 Bandung
Telp: 022-2504243, 2534099, Email: nurhadi@bdg.centrin.net.id

ABSTRAK

Makalah ini memberikan ilustrasi tentang salah satu dari sekian banyak bidang pilihan yang dapat ditawarkan kepada calon sarjana teknik mesin, yaitu bidang instalasi mekanikal untuk bangunan gedung, seperti tata udara (air conditioning and ventilation), penanggulangan kebakaran (fire fighting), plambing dan transportasi dalam gedung. Sarjana Teknik Mesin di Indonesia dididik berdasar suatu rancangan kurikulum untuk memenuhi kebutuhan industri dengan spektrum yang sangat lebar. Oleh karena itu profil lulusan yang dihasilkan bersifat sangat generalis, dengan konsentrasi pada bidang tertentu yang diperoleh melalui tugas akhir dan kuliah pilihan. Sebagai konsekuensinya, industri harus memberikan pelatihan lagi kepada lulusan baru sehingga dapat memberikan unjuk kerja yang diharapkan. Istilah lulusan "siap pakai" yang sering terdengar di berbagai diskusi, bagi lulusan program sarjana teknik mesin, lebih tepat kalau diartikan sebagai "siap latih".

Keterbatasan lahan di kota-kota besar seperti DKI Jakarta, Surabaya dlsb telah memaksa para pengembang (developer) membangun gedung bertingkat tinggi, baik untuk perkantoran, hotel, apartemen, rumah susun dan lain sebagainya. Sebagai konsekuensi dari kecenderungan ini adalah makin diperlukannya instalasi mekanikal dengan tingkat sofistikasi tinggi yang mampu memberikan keselamatan, keamanan dan kenyamanan bagi penghuni, kemudahan pengoperasian, perawatan dan perbaikan serta konservasi energi. Berbagai peraturan dan standard nasional telah diterbitkan untuk dipakai sebagai panduan yang "memudahkan" tugas perancang dan pengembang. Namun demikian penyiapan sumber daya manusia dirasa masih belum dapat mengimbangi kecepatan laju pembangunan gedung bertingkat dan teknologinya.

Program studi teknik mesin dari berbagai universitas di Indonesia diharapkan dapat memberikan kontribusinya sehingga lulusannya mempunyai peluang lebih baik untuk berkarir dalam bidang instalasi mekanikal bangunan gedung dan yang tidak kalah pentingnya adalah mengurangi kecenderungan penggunaan tenaga ahli asing.

Kata kunci: Instalasi mekanikal, gedung bertingkat tinggi, sistem tata udara, sistem plambing, sistem pemadam kebakaran, sistem transportasi dalam gedung

1. Pendahuluan

Keterbatasan lahan di kota-kota besar seperti DKI Jakarta, Surabaya, Semarang, Medan dll telah memaksa para pengembang (*developer*) membangun gedung bertingkat tinggi, baik untuk perkantoran, hotel, apartemen, mall dan super market. Bahkan beberapa tahun terakhir telah dilaksanakan program rumah susun secara intensif yang ditujukan bagi kalangan menengah dan bawah. Sebagai konsekuensi dari kecenderungan ini adalah makin diperlukannya instalasi mekanikal (dan elektrikal) dengan tingkat sofistikasi tinggi yang mampu memberikan keselamatan, keamanan, kenyamanan dan kehandalan yang tinggi bagi penghuni serta konservasi energi. Kehandalan, kemudahan dalam pengoperasian, perawatan dan perbaikan juga merupakan tuntutan yang tidak dapat diabaikan.

Keselamatan dalam hal ini merupakan pertimbangan utama. Keselamatan sering tidak mudah dirasakan esensinya bagi penghuni gedung tidak bertingkat. Ini sangat alamiah karena dalam keadaan bahaya penghuni gedung tidak bertingkat akan dengan mudah menyelamatkan diri ke halaman. Kebakaran yang terjadi di suatu blok tidak serta merta membuat kepanikan penghuni di blok berbeda.

Dilain pihak, penghuni gedung bertingkat akan sangat panik bila terjadi kebakaran pada lantai lain. Kebakaran yang terjadi pada gedung tidak bertingkat dapat dipadamkan dengan cara tradisional, misalnya sebelum regu pemadam kebakaran datang, dengan cara menyiramkan air dari ember yang dipindahkan secara estafet dari sumber air ke titik api. Munculnya asap sebagai awal kebakaran pada gedung tidak bertingkat dapat dengan mudah dilihat oleh tetangga, suatu hal yang tidak sulit diharapkan dalam kasus gedung bertingkat. Pertimbangan seperti inilah yang memicu diperlukannya suatu rancangan sistem mekanikal yang memungkinkan penghuni gedung bertingkat merasa keselamatannya terjamin.

Tuntutan akan keselamatan, keamanan, kenyamanan yang dapat bersifat relatif dan subyektif diatasi sebagian dengan diterbitkannya peraturan pemerintah dan standar internasional dan nasional sehingga tugas perancang, pelaksana dan pemerintah menjadi lebih ringan dan hasil rancang bangun menjadi lebih sempurna.

Tuntutan tersebut dapat terpenuhi secara maksimal bila SDM terkait mempunyai kompetensi yang baik. Namun demikian, fakta berdasar laporan dari berbagai pihak terkait menyatakan bahwa penyiapan SDM masih belum memadai untuk mengimbangi kecepatan laju pembangunan gedung bertingkat dan kemajuan teknologinya.

2. Instalasi Mekanikal untuk Bangunan Gedung

Instalasi mekanikal dan elektrikal merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung. Fungsi dari gedung hanya dapat dicapai dengan baik apabila instalasi mekanikal dan elektrikalnya berfungsi dengan baik.

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Instalasi mekanikal untuk bangunan gedung terdiri atas: (a) instalasi plambing, (b) instalasi pengolahan air baku, (c) instalasi pengolahan air limbah, (d) instalasi pemadam kebakaran, (e) instalasi tata udara, (f) instalasi transportasi dalam gedung.

Instalasi plambing terdiri atas sistem air bersih/minum, sistem air panas, sistem air kotor dan kotoran, sistem ven dan sistem air hujan. Pada dasarnya instalasi plambing dibangun dari rangkaian perpipaan, talang/saluran terbuka, tangki, pompa, pemanas air, katup, instrumentasi dan kontrol. Instalasi plambing berfungsi untuk menyediakan air bersih (dingin dan panas), mendistribusikan air bersih, menyalurkan air kotor dan kotoran. Dengan demikian penghuni gedung dapat difasilitasi dengan sanitasi yang sehat, dan dampak pencemaran akibat limbah yang dihasilkan oleh aktifitas penghuni terhadap lingkungan dapat diminimalisir.

Instalasi pemadam kebakaran terdiri atas instalasi hidran dan sprinkler yang dibangun dari jaringan perpipaan, tangki, pompa, katup, hidran, sprinkler, instrumentasi dan kontrol serta alat pemadam kebakaran kimia. Sistem ini akan bekerja secara otomatis berdasar sinyal dari *sprinkler head*, *fire alarm*, *smoke alarm* dan alarm manual. Sistem pemadam kebakaran bersama sistem pemantau kebakaran memfasilitasi perlindungan penghuni dan isi gedung terhadap bahaya kebakaran.

Sistem tata udara berfungsi untuk mengkondisikan udara dalam ruang sehingga dicapai suhu dan kelembaban tertentu, mensirkulasikan udara, memasukkan udara segar dan membuang udara tercemar. Sistem tata udara terdiri atas *water chiller (air cooled/water cooled)*, *air handling unit*, *split unit A/C*, perpipaan, *duct*, pompa, kipas udara, *cooling tower*, instrumentasi dan kontrol. Dalam keadaan kebakaran, sistem ini berfungsi memasukkan udara bertekanan ke dalam ruang-ruang tertentu supaya terbebas dari asap kebakaran.

Sistem transportasi dalam gedung terdiri atas lift (untuk penumpang, barang, kebakaran), eskalator dan travelator. Sistem ini memfasilitasi pergerakan manusia (dan barang) di dalam gedung secara vertikal (dan horisontal). Dalam keadaan kebakaran, hanya lift kebakaran yang dapat difungsikan oleh pasukan pemadam kebakaran untuk memfasilitasi aksi mereka.

Gedung-gedung modern memanfaatkan *Building Automation System (BAS)* untuk mengendalikan pengoperasian semua instalasi mekanikal dan elektrik secara terpadu, baik dalam keadaan normal maupun darurat. Dalam keadaan normal *BAS* memungkinkan pengoperasian sistem secara efisien energi selama 24 jam mengikuti irama aktifitas pengguna/penghuni gedung. *BAS* dihubungkan dengan sistem pemantau kebakaran sehingga sistem mekanikal dan elektrik gedung dapat memberikan *respons* terhadap keadaan darurat secara tepat dan cepat. Sebagai contoh, dalam keadaan darurat kebakaran kipas udara akan mencatu udara kedalam tangga darurat kebakaran sehingga terbebas dari asap kebakaran.

Efisien energi dan investasi awal merupakan pertimbangan yang menonjol pada waktu gedung dirancang dan dibangun. Dua hal tersebut sering kali merupakan obyektif perancangan yang bertentangan. Oleh karena itu perancang dituntu mencari solusi yang optimal berdasar pemilihan komponen sistem secara seksama dalam hal kapasitas, efisiensi dan harga.

3. Green Building

Seiring dengan makin terbatasnya persediaan energi/sumber daya alam dan daya tampung lingkungan terhadap pencemaran, beberapa tahun terakhir ini ada gerakan dalam pembangunan gedung yang ditengarai dengan Green Building. Green building terdefinisi sebagai gedung yang dirancang, dibangun dan dioperasikan sedemikian rupa sehingga: (a) dampak terhadap lingkungan minimum (b) mengkonsumsi energi, air dan sumber daya lainnya secara efisien. Untuk mencapai tujuan ini, arsitektur dari bangunan beserta instalasi mekanikal dan elektrikalnya. harus dirancang supaya mendukung konsep green building. Konsep green building tidak saja dapat diaplikasikan pada gedung baru tetapi juga gedung lama dengan cara *retrofitting*.

Untuk menerapkan konsep green building diperlukan pendekatan baru dalam merancang, yaitu (a) *integrated system approach* dalam desain, artinya bangunan didesain sebagai satu sistem, bukan kumpulan beberapa sistem yang berdiri sendiri (b) perancang sistem mekanikal dan elektrikal harus sudah terlibat sejak *conceptual design* dari gedung (c) sistem mekanikal dan elektrikal tidak sekedar “mengikuti” keputusan-keputusan desain yang sudah diambil pada tahap konsepsi.

Konsumsi energi terbesar pada gedung adalah untuk pengkondisian udara. Oleh karena itu perlu diusahakan rancangan arsitektur gedung yang meminimalisir *heat gain*. Tolok ukur efisiensi energi gedung dengan pengkondisian udara adalah EETT (*Envelope Energy Thermal Transfer*) < 50 Watt/m². Penghematan konsumsi energi pada green building dapat dicapai secara pasif melalui rancangan arsitektur beserta instalasinya dan secara aktif dengan memanfaatkan *BAS*.

4. Standar dan Peraturan Pemerintah

Dalam setiap kegiatan rancang bangun selalu diperlukan standar maupun peraturan pemerintah. Standar memungkinkan adanya kesamaan bahasa, acuan yang baku, keseragaman, dan kemudahan dalam perancangan dan pelaksanaan.

Dalam hal instalasi mekanikal bangunan gedung berbagai standar dan peraturan pemerintah telah diterbitkan, antara lain: (a) SNI 03-6481-2000 Sistem Plambing 2000 (b) SK Gub DKI-Jakarta No. 115 Tahun 2003 tentang Sumur Resapan (c) Peraturan Daerah DKI Jakarta No. 2 tahun 1994 tentang Pemboran dan Pemakaian Air Bawah Tanah di wilayah DKI – Jakarta (d) SK Menkes No. 16 Menkes/Per/IX/1990 tentang persyaratan air bersih (e) SNI 03-1745-2000 tentang Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Gedung (f) SNI 03-3989-200 tentang Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Sprinkler Otomatik untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Gedung (g) SNI 03-3989-200 tentang Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pompa Air untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Gedung (h) SNI 03-2190-1999 Konstruksi Lift Penumpang dengan Motor Traksi (i) SNI 03-2190, 1 – 2000 Konstruksi Lift Hidrolik (j) SNI 03-6247, 1 – 2000 Konstruksi Lift Pasien (k) SNI 03-6248, 1 – 2000 Konstruksi Eskalator (l) Standard 135 ANSI/ASHRAE tentang "A Data Communication Protocol for Building Automation and Control

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Network” (m) SK SNI T-14 1993 03 tentang Tata Cara Perancangan Teknis Konservasi Energi pada Bangunan Gedung, atau edisi terakhir (n) ASHRAE, *edisi terakhir*, yang tidak bertentangan dengan peraturan Indonesia

Standar dan peraturan pemerintah selalu di *”up date”* mengikuti perkembangan teknologi, perkembangan standar internasional dan perkembangan kebutuhan lokal maupun nasional.

SNI secara umum dibuat dengan mengadopsi standar internasional terkait dengan penyesuaian berdasar kondisi nasional. Keharusan memakai SNI untuk berbagai proyek dapat ditetapkan melalui peraturan pemerintah dengan tujuan utama seperti keselamatan, keamanan, kenyamanan dan yang tak kalah penting adalah melindungi tenaga ahli nasional terhadap globalisasi tenaga kerja. Konsultan asing yang tidak memahami SNI tentu saja tidak memenuhi syarat untuk dilibatkan dalam proyek nasional.

5. Kebutuhan Sumber Daya Manusia

SDM dalam rancang bangun instalasi mekanikal untuk bangunan gedung harus mempunyai wawasan *”multi disiplin”* dalam berkarir. Mereka harus mampu menjalin kerja sama yang harmonis antara arsitek, sarjana teknik sipil, teknik elektro, teknik mesin dan teknik lingkungan. Dalam hal rancang bangun gedung, arsitek adalah yang memimpin, sedang yang lain sebagai yang dipimpin/pendukung. Sebagai pendukung mereka harus mampu memberikan masukan-masukan detil kepada arsitek sepanjang siklus hidup bangunan, yaitu sejak suatu bangunan gedung dikonsepsi, dirancang, dibangun, dioperasikan dan diruntuhkan. Jenis pekerjaan yang dihadapi dapat berupa perancangan, pengawasan, pelaksanaan, pengoperasian, perawatan/perbaikan, *sales engineer*.

Fakta berdasar laporan dari berbagai pihak terkait menyatakan bahwa penyiapan SDM masih perlu ditingkatkan lagi, kuantitas maupun kualitasnya, untuk mengimbangi kecepatan laju pembangunan gedung bertingkat dan kemajuan teknologinya.

Pembangunan gedung bertingkat di kota-kota besar cenderung meningkat. Seiring dengan itu diperlukan SDM yang mempunyai kompetensi dalam bidang instalasi mekanikal, baik sebagai perancang, pelaksana, pengoperasi, pemberi jasa perbaikan/perawatan dan birokrat. Untuk proyek besar, terutama yang didanai oleh bantuan asing, seringkali peluang jasa konsultasi diambil oleh konsultan asing karena konsultan dalam negeri yang mempunyai pengalaman memadai masih sedikit. Dalam hal ini konsultan nasional diperlukan oleh konsultan asing sebagai pendamping.

Pemerintah sebagai regulator juga memerlukan SDM yang mempunyai kompetensi dalam bidang instalasi mekanikal, yang kemungkinan besar masih belum terpenuhi dengan baik. Untuk mengisi kekurangan ini pemerintah bekerja sama dengan akademisi, konsultan dan asosiasi profesi dalam bidang instalasi mekanikal untuk gedung. Sebagai regulator pemerintah sebelum menerbitkan ijin membangun akan memeriksa gambar rancangan dan akan melakukan

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

inspeksi selama pelaksanaan dan pengoperasian. Selain fungsi utama sebagai regulator, pemerintah juga harus memberikan pembinaan terhadap konsultan.

Yang tak kalah penting adalah SDM untuk pengoperasian dan perawatan. Bayangkan suatu properti besar di kawasan Segitiga Emas Sudirman yang terdiri atas sebuah hotel internasional bintang 5, 4 buah menara apartemen, mall yang harus dioperasikan terpusat. Properti ini memiliki sejumlah besar peralatan seperti 20 genset @ 2 MW disamping chiller, pompa, air handling unit dlsb. Setiap saat bagian teknik harus siap menerima keluhan dari tamu, penghuni maupun pengguna. SDM untuk keperluan ini sebetulnya dapat diambil dari lulusan program studi teknik mesin. Sebuah contoh aktual, SDM untuk pekerjaan ini diisi oleh lulusan akademi pelayaran. Korelasinya cukup logis karena lulusan akademi pelayaran tersebut mempunyai pengalaman menangani instalasi mekanikal untuk kapal penumpang, yang tidak jauh berbeda dengan instalasi mekanikal untuk gedung.

6. Peran Perguruan Tinggi

Sarjana Teknik Mesin di Indonesia pada umumnya dididik berdasar suatu rancangan kurikulum untuk memenuhi kebutuhan industri dengan spektrum yang sangat lebar. Oleh karena itu profil lulusan yang dihasilkan bersifat sangat generalis, dengan sedikit konsentrasi pada bidang tertentu yang diperoleh melalui tugas akhir dan kuliah pilihan seperti bidang teknik konversi energi, teknik perancangan (dan konstruksi), teknik manufaktur dan teknik material. Sebagai konsekuensinya, industri harus memberikan pelatihan/ pendidikan lagi kepada lulusan baru sehingga dapat memberikan unjuk kerja yang diharapkan. Pelatihan ini merupakan tata cara baku bagi industri yang sudah mapan, apa lagi industri yang mempunyai "induk" secara internasional. Perlu biaya dan waktu (beberapa tahun) untuk pelatihan ini sehingga lulusan baru itu "jadi".

Istilah lulusan "siap pakai" yang sering terdengar di berbagai diskusi, bagi lulusan program sarjana teknik mesin, lebih tepat kalau diartikan sebagai "siap latih". Supaya "siap latih" para lulusan perlu dibekali dengan kuliah-kuliah pilihan yang sesuai, yang akan memperlancar mereka dalam memasuki dunia kerja. Dalam kasus ini ada baiknya program studi teknik mesin menawarkan mata kuliah pilihan dalam bidang instalasi mekanikal untuk bangunan bagi calon sarjana teknik mesin. Kuliah pilihan tersebut mencakup antara lain: sistem plambing, sistem tata udara, sistem transportasi dalam gedung dan sistem pemadam kebakaran. Walaupun pengetahuan elementer seperti pompa, teknik refrijerasi, mekanika fluida, perpindahan panas, alat angkat dlsb sudah dicakup dalam kuliah wajib, pengetahuan elementer tersebut masih jauh dari memadai untuk dipakai dalam menghadapi berbagai persoalan instalasi mekanikal untuk gedung.

Pengetahuan tentang produk peralatan dan komponen yang digunakan seperti pompa, *sprinkler*, *chiller*, *air handling unit*, katup, secara geometri, *performance* dan cara memilihnya perlu diberikan. Konsep "faktor keamanan" yang sering dijumpai dalam mendesain struktur dan mesin perlu didefinisikan kembali dalam memilih pompa, chiller dlsb. Aplikasi yang tidak tepat dapat mengakibatkan pemborosan modal dan energi.

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Standar internasional, standar nasional, peraturan pemerintah yang terkait dengan instalasi mekanikal untuk gedung mutlak dimasukkan dalam silabus kuliah.

Tahap-tahap dalam merancang instalasi mekanikal juga perlu diilustrasikan dalam kuliah mengingat situasi kerja dalam bidang ini sangat multi disiplin. Hirarki dalam pengambilan keputusan rancangan perlu dikenalkan kepada mahasiswa. Hal ini juga akan bermanfaat untuk kasus lain seperti bangunan industri manufaktur, kimia, minyak dan gas. Arsitek membuat rancangan konsep bekerja sama dengan sarjana teknik mesin (dan bidang lainnya) sedangkan sarjana teknik mesin memberikan masukan berupa kebutuhan ruang untuk instalasi mekanikal. Mengingat "ruang" adalah "uang" dalam dunia properti, tawar menawar akan terjadi dalam menetapkan alokasi ruang tersebut, yang sering berakhir dengan terlalu minimnya ruang yang dialokasikan untuk instalasi mekanikal.

7. Penutup

Pembangunan gedung bertingkat tinggi merupakan keniscayaan karena makin terbatasnya ketersediaan lahan di kota besar. Hal ini akan diikuti dengan kebutuhan SDM dalam berbagai bidang terkait. Secara umum kebutuhan akan arsitek dan sarjana teknik sipil dari waktu ke waktu dapat terpenuhi dengan baik. Kebutuhan SDM yang mempunyai kompetensi dalam bidang instalasi, khususnya instalasi mekanikal yang makin mendesak perlu ditanggapi oleh program studi teknik mesin di Indonesia dengan memberikan bekal yang sesuai untuk para lulusannya.

Kebutuhan ini tidak saja untuk kebutuhan nasional, tetapi juga untuk kebutuhan internasional seperti di Uni Emirat Arab dan Libya. Libya khususnya, setelah terbebas dari embargo, akan memulai pembangunan besar-besaran dan merasa SDM dari Indonesia adalah "saudaranya".

Daftar Pustaka

1. Stein, B., Reynolds, John S., Grondzik, Walter T., Kwok, Alison G., *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*, John Wiley & Sons Inc., 10th Edition, 2006.
2. Tim Penasehat Instalasi dan Perlengkapan Bangunan (TPIB) – DKI – Jakarta, *Petunjuk Pengajuan Dokumen Rancangan Instalasi dan Perlengkapan Bangunan*, 2005.
3. *Peraturan Daerah DKI - Jakarta No. 7 Tahun 1991 tentang Bangunan Dalam Wilayah DKI – Jakarta*.