

## Masalah dalam Pembelajaran Gambar Teknik dan Gambar Mesin di Perguruan Tinggi Teknik Mesin di Indonesia serta Usulan Solusinya

Indra Djodikusumo<sup>1,a</sup>, Abdul Hakim Masyhur<sup>2,b</sup> dan Djoko Suharto<sup>3,c</sup>

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara (FTMD), Institut Teknologi Bandung (ITB), Jalan Ganesha 10, Bandung 40132, Jawa Barat, Indonesia

<sup>a</sup>djodikusumo.indra@gmail.com, <sup>b</sup>masyhur.hakim@yahoo.com, <sup>c</sup>djokosuharto@yahoo.com

### Abstrak

Gambar teknik dan mesin merupakan bahasa (komunikasi) profesi teknik mesin. Oleh sebab itu gambar teknik dan mesin selalu digunakan di sepanjang siklus umur produk, mulai dari ide hingga pengoperasian dan pemeliharaan, sampai dengan pendaur ulangan produk tersebut. ISO (*International Organization for Standardization*) dan ASME (*The American Society of Mechanical Engineers*) menyiapkan standar tentang gambar teknik. Standar gambar teknik ISO bersumber pada DIN 6 (*Deutsche Industrie Normung*). Saat ini pembelajaran tentang gambar teknik dan mesin di pendidikan tinggi teknik mesin, khususnya di Indonesia, menghadapi berbagai masalah. Salah satu sebab utamanya adalah perkembangan industri di Indonesia yang hanya berfungsi sebagai “operator” kepanjangan tangan dari industri yang sudah mapan di dunia. Akibatnya penggunaan ilmu gambar teknik dan mesin dalam praktek industri juga tidak mendalam sehingga tidak menggairahkan dosen maupun mahasiswa untuk belajar lebih lanjut. Dalam makalah ini dibahas strategi pembelajaran gambar teknik dan gambar mesin untuk menghasilkan lulusan yang persyaratan kompetensinya bervariasi, dari yang berfungsi sebagai operator untuk menjalankan industri yang merupakan kepanjangan tangan principal-nya hingga yang bisa menjadi perancang produk profesional. Strategi yang diusulkan tersebut dikaitkan dengan kurikulum yang hanya 144 SKS serta mata kuliah yang langsung ataupun tidak langsung berhubungan dengan gambar teknik dan mesin.

**Kata kunci** : Gambar Teknik, Gambar Mesin, Standar ISO, Standar ASME, Strategi Pembelajaran, Perencanaan dan Pelaksanaan Kurikulum dan Silabus.

### 1. Pendahuluan

Sekarang ini sudah lazim bagi perusahaan-perusahaan manufaktur beroperasi secara global di beberapa negara, dan bahkan di beberapa benua. Gambar teknik harus bisa dibuat dengan tidak tergantung pada bahasa perancangannya sehingga seorang perancang di suatu negara dapat merancang produk yang kemudian dibuat di negara lain, atau bahkan dirakit di benua lain. Hal itu dimungkinkan dengan adanya gambar mesin, yang dapat dianggap sebagai bahasa yang dapat meneruskan informasi dari perancang ke pembuat (*manufacturer*) dan selanjutnya ke perakit (*assembler*).

Aturan dalam suatu bahasa didefinisikan dalam **tata bahasa** dan **ejaan**, yang dituliskan dalam buku tata bahasa dan kamus. Sebagaimana bahasa, gambar teknik harus

diatur, yang diwujudkan dalam standar yang diterbitkan oleh organisasi untuk standardisasi. Setiap negara memiliki organisasi sendiri yang khusus untuk standardisasi. Misalnya **ASME** (*The American Society of Mechanical Engineers*) dan **ISO** (*International Organization for Standardization*).

Setiap produk melewati tahapan pengembangan produk sebagai berikut:

- a) tahapan peluncuran produk ke pasar,
- b) tahapan perjuangan di mana produk tersebut harus berkompetisi dengan produk sejenis di pasar dan bilamana berhasil maka produk tersebut dapat eksis di pasar, artinya produk tersebut ada di pasar dan dapat dibeli orang,

- c) tahapan pengoperasian dan pemeliharaan hingga akhirnya
- d) tahapan pendaurulangan (*recycle*).

Dalam masing-masing tahapan pada siklus hidup produk tersebut tersirat adanya pekerjaan yang harus diselesaikan, mulai dari pekerjaan pengembangan, pekerjaan peluncuran produk ke pasar (*product launching*), pekerjaan pengoperasian dan pemeliharaan serta pekerjaan pendaurulangan bila umur produk tersebut sudah berakhir. Alumni Teknik Mesin FTMD-ITB pada umumnya bekerja di bagian akhir siklus kehidupan produk tersebut, yaitu pada pekerjaan pengoperasian dan pemeliharaan. Pada umumnya mereka berupaya mencapai kualifikasi “*World Class Operator*” (WCO). Untuk menjadi WCO yang diperlukan adalah kemampuan dalam membaca gambar teknik atau gambar mesin, yang dibuat oleh pembuat mesin-mesin dan peralatan yang mereka operasikan dan pelihara (rawat). Sebagai operator, lulusan FTMD-ITB tidak dituntut untuk bisa membuat gambar seperti *principal* mereka, misalnya Toyota, Daihatsu, Honda, Mitsubishi, Nissan dan sebagainya. Lulusan FTMD-ITB yang bekerja di perusahaan-perusahaan yang memiliki *principal* biasanya dapat belajar di negara asal *principal* di tempat mereka bekerja bilamana diperlukan. Kesempatan semacam itu tidak dimiliki oleh lulusan FTMD-ITB yang bekerja di perusahaan-perusahaan berkelas kecil dan menengah yang bersifat lokal, yang tidak memiliki *principal*, apalagi yang berwirausaha.

Kebutuhan dalam penguasaan dan pemahaman gambar teknik dan mesin menjadi nyata bilamana bangsa Indonesia berkeinginan mengembangkan sendiri industri manufakturnya, apapun itu, apakah industri otomotif, kapal laut, kereta api, pesawat terbang, mesin dan peralatan pabrik, mesin dan peralatan pertanian, dan sebagainya. Dalam hal itu perlu dikembangkan penguasaan dan pemahaman terhadap Gambar Teknik dan Mesin yang berstandar industri, dan harus mengikuti perkembangan Standar Teknik dan Mesin yang kenyataannya juga terus berkembang.

## 2. Gambar teknik dan mesin sebagai bahasa

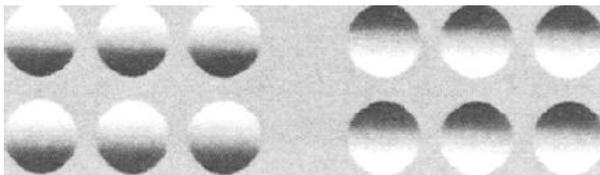
Bahasa harus didefinisikan oleh seperangkat aturan yang berhubungan dengan konstruksi (bangunan) kalimat yaitu tata bahasa dan ejaan. Aturan yang berlaku untuk satu bahasa tidak selalu harus berlaku untuk bahasa yang lain. Sebagai contoh, bangunan kalimat dalam bahasa Inggris dan bahasa Jerman. Dalam bahasa Inggris, urutan kata adalah penting. Subjek selalu hadir sebelum objek. Dengan demikian dua kalimat ‘*the dog bit the man*’ dan ‘*the man bit the dog*’ memiliki arti yang berbeda. Berbeda dengan bahasa Inggris, dalam bahasa Jerman subyek dan obyek tidak diatur urutan katanya, namun diatur oleh artikelnya. Kalimat ‘*the dog bit the man*’ diterjemahkan ke dalam Bahasa Jerman menjadi: ‘*der Hund bisst den Mann*’. Kata untuk *dog* (*Hund*) dan *man* (*Mann*) adalah maskulin sehingga artikelnya adalah ‘*der*’. Dalam kasus ini yang mana subyek dan yang mana obyek ditentukan oleh artikelnya, yaitu yang mana ‘*der*’ dan yang mana ‘*den*’. Dalam kasus kalimat ini, anjing adalah subyek (tampak dari artikelnya ‘*der*’) dan pria adalah obyek (tampak dari artikelnya ‘*den*’). Meskipun tampak aneh, urutan kata dalam Bahasa Jerman tidak penting, selama artikel yang menentukan mana subyek dan mana obyek dinyatakan dengan benar. Dengan demikian urutan kata yang dibalik dalam kasus ‘*den Mann bisst der Hund*’ masih memiliki makna yang sama dengan ‘*der Hund bisst den Mann*’[1].

Walaupun bahasa yang satu berbeda dengan bahasa yang lain, namun karena masing-masing memiliki aturan, maka bisa dipelajari dan dipahami. Prinsip tersebut berlaku juga untuk gambar teknik di mana ketelitian dalam berkomunikasi ditentukan oleh ketelitian dalam menampilkan (merepresentasikan) informasi mengenai obyek (3-D) ke kertas atau layar komputer yang hanya 2-D. Bagaimana obyek 3-D ditampilkan menjadi 2-D, misalnya melalui visualisasi berupa gambar (lukisan, sketsa dan model 3-D), verbal/tertulis (kalimat, cerita dan imajinasi), dan model (tanah liat/plastik, model dan *rapid prototype*), atau melalui spesifikasi (gambar pandangan pada proyeksi

ortografi berikut spesifikasi geometri pada gambar pandangan tersebut), itu semua diatur oleh standar nasional (di negara yang sudah maju) dan standar internasional [2].

### 3. Bahaya Ilusi Visual

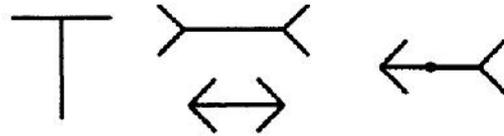
Gambar teknik dibuat berdasarkan obyek 3-D, yang ditampilkan di kertas atau layar komputer yang hanya 2-D saja. Potensi masalah dari upaya menampilkan obyek 3-D menjadi 2-D ditunjukkan pada **Gambar 1** (dua himpunan lingkaran di sebelah kiri dan kanan). Kedua himpunan lingkaran tersebut dibuat berdasarkan konsep Ramachandran (1988). Karena lingkaran diberi bayangan (*shading*), maka sebagian orang cenderung menginterpretasikan himpunan lingkaran yang sebelah kiri adalah berupa tonjolan, sementara himpunan lingkaran yang di sebelah kanan adalah ceruk (atau sebaliknya) [1,2].



**Gambar 1.** Himpunan lingkaran yang terlihat sebagai tonjolan dan ceruk.

Beberapa gambar dua dimensi yang juga memberikan ilusi 'geometris' telah dibuat pada pertengahan abad 19, di mana bentuk geometri dan tata letaknya dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan interpretasi (**Gambar 2**). Pada gambar 'T', garis vertikal dan garis horisontal sebenarnya sama panjang, namun diinterpretasikan orang tidak sama panjang. Masih dalam gambar yang sama, ditunjukkan suatu garis horizontal dengan arah anak panah ke bagian dalam dan ke bagian luar. Kedua garis horizontal tersebut terlihat berbeda panjangnya, padahal mereka sama panjang. Dalam gambar yang lainnya, titik seolah-olah tidak terlihat di pusat garis horizontal, namun agak condong ke arah kiri, padahal ia berada di pusat garis horizontal tersebut. Hal inilah yang menjadi alasan kenapa gambar teknik dinyatakan dalam proyeksi ortografi, di mana hanya pandangan dua dimensi suatu obyek geometri yang diproyeksikan dari berbagai pandangan

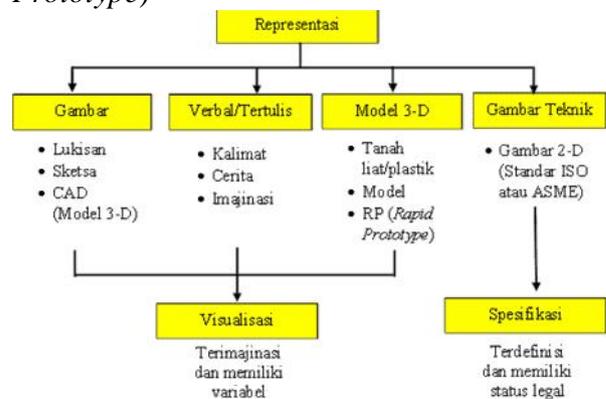
obyek geometri tersebut, dan hal-hal lainnya yang bersifat perspektif diabaikan. Dua jenis aturan yang digunakan dalam proyeksi orthographic pada gambar teknik adalah apa yang disebut dengan proyeksi sudut pertama dan ketiga. Kata 'orto' berarti benar



**Gambar 2.** Ilusi grafis pada gambar 2-D.

### 4. Menampilkan obyek dengan cara visual (visualisasi)

Produk atau sistem sebagai obyek dapat ditampilkan dengan menggunakan cara visual atau spesifik (**Gambar 3**). Cara visual dilakukan dengan menggunakan gambar (lukisan, sketsa, dan model CAD-3D), verbal/tertulis (kalimat, cerita, dan imajinasi), dan model (tanah liat, model, dan *Rapid Prototype*)



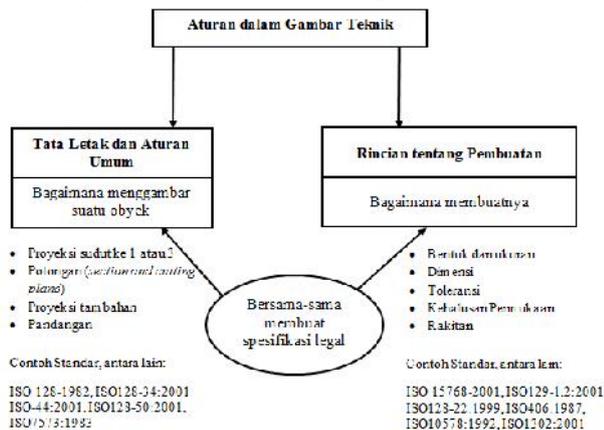
**Gambar 3.** Representasi gambar teknik harus berupa spesifikasi.

Cara visual berpotensi menimbulkan bahaya sebagaimana diuraikan sebelumnya menjadikan penampilan dengan cara visual tidak boleh digunakan secara mandiri. Masih diperlukan penampilan dengan cara lain, yaitu cara spesifik, yaitu berisi informasi mengenai ukuran, bentuk, orientasi dan posisi, kehalusan permukaan, suaian untuk fitur-fitur komponen fungsional yang berpasangan, dan sebagainya (**Gambar 4**). Spesifikasi produk merupakan tatanan yang lebih tinggi daripada visualisasi. Spesifikasi sangat dibutuhkan untuk rekayasa produk karena mengandung

instruksi untuk memproduksi sesuatu yang diberikan kepada subkontraktor, sehingga memiliki implikasi keuangan dan hukum.

### 5. Menampilkan obyek dengan cara spesifik (spesifikasi)

Dalam pembahasan di bagian 2, dinyatakan bahwa gambar teknik adalah setara dengan bahasa. Suatu bahasa harus memiliki seperangkat aturan untuk dapat digunakan dengan benar. Hal yang sama berlaku juga untuk gambar teknik. Dalam bahasa Inggris, ada dua aturan dasar. Yang pertama adalah 'urutan kata' yang memberikan informasi tentang subjek dan obyek. Yang kedua adalah ejaan dan informasi mengenai kata itu sendiri misalnya kata benda, kata kerja, dan lain- lain.



**Gambar 4.** Representasi, Visualisasi dan Spesifikasi

Dalam gambar teknik, ada pula dua kelompok aturan (**Gambar 4**). Kelompok aturan yang pertama adalah menyangkut ukuran kertas, garis tepi, kepala gambar, tata letak, metode proyeksi, susunan gambar pandangan dan aturan mengenai bagaimana gambar dibuat (misalnya jenis dan tebal garis yang digunakan, potongan, dan sebagainya). Kelompok aturan yang kedua adalah aturan bagaimana produk dibuat dan dirakit, yang menyangkut bentuk, ukuran, dimensi, toleransi dan kehalusan permukaan.

Kedua jenis aturan tersebut digunakan untuk membentuk spesifikasi legal dari suatu obyek dengan menggunakan gambar teknik. Kedua jenis aturan tersebut ada dalam standar tentang gambar teknik, misalnya ISO dan ASME.

### 6. Persyaratan terhadap gambar teknik

Gambar teknik perlu mengkomunikasikan informasi yang mengikat secara hukum dengan memberikan spesifikasi. Oleh karena itu gambar teknik harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut:

- 1) **Gambar teknik harus jelas.**
- 2) **Gambar teknik harus lengkap.**
- 3) **Gambar teknik harus bisa diduplikasi.**
- 4) **Gambar harus tidak boleh tergantung pada suatu bahasa tertentu.**
- 5) **Gambar teknik harus sesuai dengan standar.** Standar 'tertinggi' adalah standar ISO yang berlaku di seluruh dunia. Atau standar yang berlaku di masing-masing negara-negara dapat digunakan. Standar perusahaan sering diproduksi untuk industri sangat spesifik.

### 7. Standar Gambar Teknik ISO (International Organization for Standardization)

Standar gambar teknik yang diterbitkan oleh ISO digunakan oleh mayoritas negara-negara Eropa Barat. Standar gambar teknik ISO sebenarnya merupakan adopsi standar gambar teknik yang diterbitkan oleh DIN Jerman (DIN 6). DIN 6 diterbitkan oleh Jerman pada tahun 1922. DIN 6 kemudian direvisi oleh Jerman pada tahun 1950 dan 1968. DIN 6 yang diadopsi ISO kemudian dinamakan dengan ISO 128. Pada saat baru diadopsi ISO 128 hanya terdiri atas 15 halaman. Seperti halnya standar-standar yang lain, ISO 128 terus dikembangkan sehingga ISO 128 pada tahun 2013 memiliki 14 bagian, di mana bagian pertama adalah tentang pendahuluan dan indeks (ISO 128-1:2003), dan 13 bagian lainnya yang terpisah, yang mengatur tata letak dan urutan gambar teknik [3].

### 8. Standar Gambar Teknik ASME (American Society of Mechanical Engineers)

Standar ASME yang mengatur gambar teknik terdiri atas:

- 1) ASME Y14 Dasar:

- a) ASME Y14.1- *Drawing Sheet Size and Format*
- b) ASME Y14.1M- *Metric Sheet Size and Format*
- c) ASME Y14.100- *Engineering Drawing and Practices*
- d) ASME Y14.2- *Line Conventions and Lettering*
- e) ASME Y14.3- *Orthographic and Pictorial Views*
- f) ASME Y14.4- *Pictorial Drawings*
- g) ASME Y14.5- *Dimensioning and Tolerancing*
- h) ASME Y14.24- *Types and Applications of Engineering Drawings*
- i) ASME Y14.34- *Associated Lists*
- j) ASME Y14.35- *Drawing Revisions of Engineering Drawings and Associated Documents*
- k) ASME Y14.38- *Abbreviations and Acronyms on Drawings and Related Documents*
- l) ASME Y14.41- *Digital Product Definition Drawing Practices*

2) Di samping kelompok dasar masih terdapat kelompok khusus yang mencakup ulir, roda gigi, pengecoran dan tempa, dan sebagainya.

## 9. Penggunaan Standar Gambar Teknik dan Dinamika Perkembangannya

Standar Gambar Teknik yang diterbitkan oleh ISO dan ASME sudah cukup mengatur bagaimana suatu gambar teknik/mesin dibuat, sehingga memenuhi persyaratan yang dituntut terhadap suatu gambar teknik, yang sudah diulas pada bagian 4, 5 dan 6. Sebagai contoh, bagaimana beberapa jenis gambar sebagai berikut dapat dibuat dengan baik menggunakan standar ISO dan ASME tersebut:

- 1) **Gambar Mesin** berupa gambar susunan dan komponen
- 2) **Gambar Kerja** (*Working Drawing / Shop Drawing*)

Standar-standar gambar teknik dari ISO dan ASME kelihatannya sudah mencukupi untuk digunakan sebagai panduan dalam membuat gambar teknik. Namun sejarah

menunjukkan bahwa kemajuan teknologi di bidang-bidang tertentu yang berhubungan dengan gambar teknik mengakibatkan diperlukannya revisi terhadap standar gambar teknik yang sudah ada. Sebagai contoh:

- Teknik menggambar secara manual, dengan menggunakan mesin gambar di awal standar ISO 128 diadopsi dari DIN 6
- Penggunaan CAD (*Computer Aided Drafting*)
- CAD (*Computer Aided Design*) dengan kemampuan pemodelan 3-D, dan pembuatan gambar teknik secara otomatis dari model 3-D yang sudah dibuat terlebih dahulu
- Masih banyak contoh-contoh lainnya, misalnya dengan mulai digunakannya CNC (*Computerized Numerical Control*), CMM (*Coordinate Measuring Machine*), MRP (*Material Requirement Planning*), MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) dan ERP (*Enterprise Resource Planning*) yang berdampak pada tuntutan revisi terhadap standar gambar teknik.

## 10. Gambar Teknik dan Gambar Mesin dalam Kurikulum 2013 di FTMD – ITB dan Masalahnya

Kurikulum yang digunakan di FTMD pada saat ini adalah Kurikulum Tahun 2013, yang berlaku sampai dengan tahun 2018. Gambar Teknik (MS-1200) dan Gambar Mesin (MS-2101) secara spesifik terdapat dalam mata-mata kuliah Kurikulum Tahun 2013 tersebut. Setelah dilakukan evaluasi terhadap silabus kedua mata kuliah tersebut, dan mengacu kepada Standar tentang Gambar Teknik dari ASME Y14 Dasar (lihat bagian 8.1) dapat disimpulkan bahwa:

- 1) ASME Y14.5 (*Dimensioning and Tolerancing*) sama sekali tidak diberikan, namun sebagian kecil diberikan di mata kuliah Proses Manufaktur I (MS-2260).
- 2) ASME Y14.24 hanya sebagian yang disinggung.
- 3) ASME Y14.35 hanya sebagian yang disinggung.
- 4) ASME Y14.38 hanya sebagian yang disinggung.

5) ASME Y14.41 sama sekali tidak dibahas.

Apabila mengacu ke AMSE Y14 khusus (lihat bagian 8.2), maka sebagian besar justru belum diberikan di mata kuliah Gambar Teknik (MS-1200) dan Gambar Mesin + Praktikum CAD (MS-2101). Akibatnya, mahasiswa hingga lulus tidak dapat membuat Gambar Ulir, Roda Gigi, Cor & Tempa dan Pegas dengan jelas dan lengkap [4,5,6,7].

Hasil rekapitulasi masalah utama tentang Gambar Teknik dan Gambar Mesin adalah sebagai berikut:

- 1) Mata Kuliah Gambar Teknik dan Gambar Mesin + Praktikum CAD kurang menggairahkan mahasiswa dan mungkin bahkan dosennya.
- 2) Jumlah SKS terlalu sedikit (hanya 4 SKS saja).
- 3) Sumber daya Asisten kurang dimanfaatkan dalam sistem pembelajaran Gambar Teknik dan Gambar Mesin + Praktikum CAD.
- 4) Untuk alumni yang bekerja di Perusahaan yang memiliki principal, mereka bisa belajar ke principal mereka di luar negeri, namun untuk mereka yang bekerja di perusahaan yang tergolong Industri Kecil & bahkan mungkin Industri Menengah, apalagi mereka berwirausaha, maka pengetahuan tentang Gambar Teknik dan Gambar Mesin & Praktikum CAD mereka praktis berhenti sampai dengan yang diperoleh dari kuliah saja, yang tidak mencukupi, apabila mereka ingin menjadi Perancang Profesional.
- 5) Tempat pembelajaran Gambar Teknik & Gambar Mesin paska kuliah tidak ada di Indonesia, berbeda dengan di Singapore yang memiliki banyak *provider* yang memberikan kursus bersertifikat tentang Gambar Teknik dan Gambar Mesin yang mengacu ke ASME, khususnya ASME Y14.5.

## 11. Usulan Penyelesaian Masalah

Belajar gambar teknik dan mesin memiliki keserupaan dengan belajar suatu bahasa. Dalam mempelajari suatu bahasa, diajarkan bagaimana membaca, menulis dan mengarang. Berdasarkan informasi yang

berhasil dikumpulkan dari berbagai sumber, pemahaman terhadap ketiga istilah tersebut bisa diuraikan sebagai berikut:

- 1) Menurut Kamus Bahasa Indonesia [8], membaca yaitu melihat suatu tulisan atau karangan dan paham isinya, bisa dengan melisankan atau dalam hati saja. Pada dasarnya, membaca merupakan suatu kegiatan untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi. Kepandaian membaca pada biasanya diperoleh dari belajar (misalnya di sekolah). Kepandaian membaca ini merupakan suatu keterampilan yang sangat unik serta berperan penting bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan untuk alat komunikasi bagi kehidupan setiap manusia. Seseorang akan memperoleh informasi dan ilmu pengetahuan yang baru dengan membaca. Setelah membaca, Seseorang akan mendapat peningkatan daya pikiran dan mempertajam pandangan, serta menambah wawasan. Sehingga kegiatan membaca sangat diperlukan oleh siapapun yang menginginkan kemajuan dan peningkatan diri.
- 2) Menulis adalah suatu kegiatan menyampaikan suatu ide atau gagasan baik itu tulisan huruf, angka, menggunakan tangan dengan pensil, pulpen, spidol melalui media berupa batu, kertas, buku, ataupun yang paling populer saat ini melalui jejaring sosial. Mungkin kita mengenal atau mempelajari sejak kita mulai hendak mau masuk ke sekolah, dari situ kita sudah belajar untuk menulis. Menulis banyak macam dan jenisnya misalnya kita menuliskan suatu yang diberikan oleh guru kita baik secara tulisan ataupun lisan, mengarang cerita, membuat puisi, menuliskan konsep, menuangkan suatu ide atau gagasan yang biasanya di cetak menjadi sebuah buku. Dalam menulis mungkin kita perlu mengenal terlebih dahulu jenis-jenis huruf misalnya kita hendak menulis kata buku maka penulisannya terdiri dari huruf b, u, k dan u ataupun angka misalnya kita hendak menulis dengan angka 19 dalam angka terdiri dari angka 1 dan 9 ataupun bila kita

hendak menuliskan 19 dengan huruf menjadi sembilan belas.

- 3) Mengarang adalah aktivitas menuangkan ide/ gagasan ke dalam sebuah karya tulis dengan tujuan tertentu. Proses mengarang diawali dengan mencari ide. Selanjutnya yang harus anda lakukan adalah membuat kerangka karangan, ialah suatu rencana kerja yang berisi garis besar dari suatu karangan yang akan ditulis.

Berdasarkan pemahaman tentang membaca, menulis dan mengarang dalam mempelajari suatu bahasa, akan diuraikan kesepadannya dalam mempelajari gambar teknik dan gambar mesin, sebagai berikut:

- 1) Pada dasarnya, membaca gambar teknik dan/atau gambar mesin merupakan suatu kegiatan untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi tentang obyek yang ada di gambar teknik dan/atau gambar mesin tersebut. Kepandaian membaca gambar teknik dan/atau gambar mesin biasanya diperoleh dari belajar (misalnya di sekolah). Kepandaian membaca ini merupakan suatu keterampilan yang sangat unik serta berperan penting bagi perkembangan ilmu pengetahuan tentang mesin dan komponennya dan untuk alat komunikasi bagi para ahli di bidang teknik mesin. Seseorang akan memperoleh informasi dan ilmu pengetahuan yang baru dengan membaca gambar teknik dan/atau gambar mesin. Setelah membaca gambar teknik dan/atau gambar mesin, seorang ahli di bidang teknik mesin akan mendapat peningkatan daya pikiran dan mempertajam pandangan, serta menambah wawasan tentang teknik mesin. Sehingga kegiatan membaca gambar teknik dan/atau gambar mesin sangat diperlukan oleh siapapun yang menginginkan kemajuan dan peningkatan diri di bidang teknik mesin.
- 2) Dalam gambar teknik dan/atau gambar mesin, menulis dapat disepadankan dengan menggambar. Menggambar adalah membuat gambar. Dengan demikian menggambar teknik dan/atau mesin adalah membuat gambar teknik dan/atau gambar

mesin. Membuat gambar teknik dan/atau gambar mesin adalah suatu kegiatan menyampaikan suatu ide atau gagasan tentang suatu mesin dan/atau komponen mesin dengan gambar susunan (assembly) dan gambar komponen. Mahasiswa FTMD-ITB mempelajari gambar teknik (MS-1200) pada Semester 2 dan gambar mesin (MS-2101) pada Semester 3. Membuat gambar teknik dan/atau gambar mesin bisa dilakukan dengan memberikan obyek gambar-nya (misalnya Katup, Pompa dan sebagainya). Dalam membuat gambar mesin mereka harus memahami terlebih dahulu: a) aturan-aturan dalam membuat gambar teknik, misalnya ukuran kertas, garis tepi, kepala gambar, proyeksi ortografi, gambar pandangan, jenis garis, ukuran garis, potongan, arsiran pada potongan dan b) spesifikasi geometri (ukuran, bentuk, orientasi dan posisi), datum, kotak kendali fitur serta kehalusan permukaan dan suaian.

- 3) Dalam gambar teknik dan/atau gambar mesin, mengarang adalah aktivitas merancang, yaitu menuangkan ide/gagasan mengenai obyek 3-D ke dalam lembar kertas/layar monitor. Proses mengarang diawali dengan mencari ide yang hanya 2-D saja. Selanjutnya yang harus adalah membuat gambar proyeksi ortografi, gambar pandangan dan menentukan spesifikasi geometrik-nya, datum, kotak kendali fitur serta kehalusan permukaan dan suaian.

Jadi membuat gambar teknik bisa dilakukan oleh seorang *drafter* (juru gambar) dan merancang mesin dan/atau komponen mesin dilakukan oleh perancang. Dalam beberapa hal sekarang ini perancang dapat merangkap menjadi juru gambar (tidak sebaliknya).

Untuk memecahkan permasalahan yang dijumpai di FTMD-ITB dalam hal perencanaan dan pelaksanaan perkuliahan yang berisikan gambar teknik dan/atau gambar mesin, dapat dilakukan dengan:

- 1) Membuat agar mata kuliah gambar teknik dan/atau gambar mesin menjadi menggairahkan.

- 2) Memberikan materi gambar teknik dan/atau gambar mesin tidak hanya di mata kuliah gambar teknik (MS-1200) dan mata kuliah gambar mesin (MS-2101) saja, namun di mata-mata kuliah lainnya yang berhubungan dengan gambar (lihat **Tabel 1**), dengan penekanan yang beragam mulai dari membaca gambar (1), membuat gambar (2) dan merancang (3). Pada mata kuliah yang tidak berhubungan secara langsung, misalnya: a) Pada mata kuliah Pengantar Teknik Mesin, Material dan Dirgantara (MS-1100) bisa mulai diisi dengan pengantar Gambar Teknik, b) Pada mata kuliah Material Teknik (MS-2150), diberikan waktu satu hingga dua hari kuliah untuk membahas simbol-simbol perlakuan permukaan (*surface treatment*) di gambar mesin, c) Pada mata kuliah Proses Manufaktur II (MS-3160) bisa diberikan simbol-simbol pengelasan pada satu atau dua hari kuliahnya. Selama ini pada Proses Manufaktur I (MS-2260) sudah diberikan tentang Spesifikasi Geometri dengan dua kali pertemuan. Kuliah harus jelas keterkaitannya, misalnya suatu obyek pernah dibahas di mata kuliah Gambar Mesin (MS-2101), digunakan sebagai praktikum di Proses Manufaktur I dan II (MS-2260 dan MS-3160), dan digunakan sebagai benda ukur di Metrologi Industri (MS-3161). Dengan demikian mahasiswa bisa menelusuri (melacak) keterkaitannya. Pada mata kuliah Perancangan I dan II (MS-3205 dan MS-4105), mahasiswa di Teknik Mesin diajar bagaimana merancang, kalau di bahasa mengarang.
- 3) Memberdayakan asisten gambar, yang dipilih dari mahasiswa yang berprestasi khususnya di bidang gambar, untuk memberikan asistensi di luar jam kuliah, dan bagi mereka diberi *reward* yang manusiawi.
- 4) Pada tingkatan makro (nasional) harus ada lembaga yang memberikan pelatihan tentang gambar teknik/mesin, sehingga lulusan FTMD-ITB dan lainnya dapat tetap belajar gambar setelah mereka lulus. Hal seperti ini banyak ditemukan di Singapore.

**Tabel 1.** Mata Kuliah Wajib yang memiliki hubungan dengan Gambar Teknik dan Gambar Mesin & Praktikum CAD di FTMD-ITB.

Semester 1
• Pengantar Teknik Mesin, Material dan Dirgantara (MS 1100 – 1 SKS) .... (1)
Semester 2
• Gambar Teknik (MS 1200 - 2 SKS) .... (1)
Semester 3
• Gambar Mesin + Praktikum CAD (MS – 2101 – 2 SKS) .... (1)
• Material Teknik (MS 2150 – 2 SKS) ..... (2)
Semester 4
• Elemen Mesin I (MS 2211 – 3 SKS) ..... (2)
• Proses Manufaktur I (MS 2260 – 3 SKS) ..... (2)
Semester 5
• Elemen Mesin II (MS 3111 – 3 SKS) ..... (2)
• Metrologi Industri (MS3161 – 4 SKS) .... (2)
• Proses Manufaktur II (MS 3160 – 3 SKS) ..... (2)
Semester 6
• Perancangan I (MS 3205 – 3 SKS) ..... (3)
Semester 7
• Perancangan II (MS 4105 – 2 SKS) ..... (3)
Semester 8

**Catatan:**

- (1) Membaca
- (2) Menulis
- (3) Mengarang

**Referensi**

- 1 Brian Griffiths, Engineering Drawing for Manufacture, Elsevier Science & Technology Books, 2003.
- 2 [https://en.wikipedia.org/wiki/Waterfall\\_\(M. C. Escher\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Waterfall_(M._C._Escher)), diakses pada 15 Agustus 2015 Jam 15:00.
- 3 Y14 Policy Number One, Ground Rules for Placement of New or Revised ASME Data, Approved May 4, 2007.
- 4 K.L. Narayana, P. Kannaiah, K. Venkata Reddy, Machine Drawing, New Age International (P) Limited, Publishers, 1994.
- 5 G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto Hartanto, Menggambar Mesin Menurut Standar ISO, PT Pradnya Paramita, Edisi 1 (1981).
- 6 ASME Y14.5 – 2009, ASME, 2009.
- 7 ISO Standards Handbook 33, Applied Metrology – Limits, fits and surface properties, ISO, 198.
- 8 Kamus Bahasa Indonesia, Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta 28 Oktober 2008.