



BUKU AJAR
**MENGGAMBAR
REKAYASA**

H. Palippui | Taufiqur Rachman

BAB 1.

KONSEP UMUM

GAMBAR REKAYASA

Informasi Bab 1.

Sasaran pembelajaran dari Bab Konsep Umum Gambar Rekayasa yaitu mahasiswa yang memprogramkan mata kuliah Menggambar Rekayasa. Mengikuti Bab 1 ini tidak ada ketentuan yang menjadi prasyarat kemampuan mahasiswa. Materi dalam bab ini menjadi dasar dalam menggambar desain dengan menggunakan peraturan ISO. Setelah mempelajari materi konsep umum gambar rekayasa mahasiswa mampu menjelaskan fungsi dari gambar teknik dan persyaratan membuat suatu gambar sesuai standar ISO. Materi dalam bab ini terdiri dari definisi, kegunaan gambar teknik dan kriteria gambar yang baik, fungsi peralatan dan perlengkapan gambar dan cara menggunakan peralatan gambar sesuai dengan standar ISO. Bentuk pembelajaran kuliah disajikan dengan metode diskusi secara luring. Kriteria, bentuk dan bobot penilaian diuraikan di RPS (Rancangan Pembelajaran Semester Mata Kuliah Gambar Rekayasa).

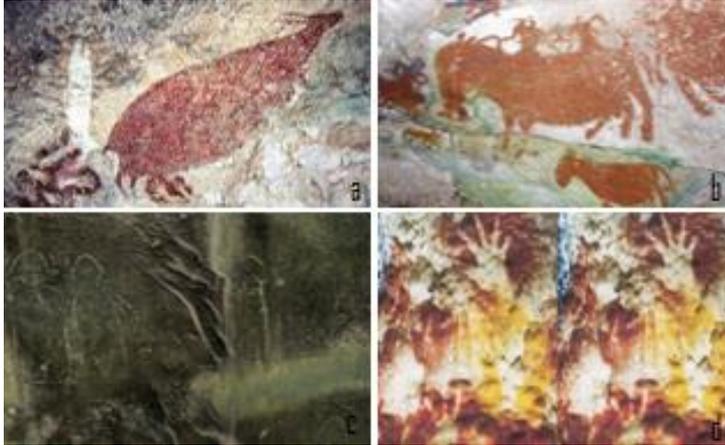
1.1. Sejarah Gambar Rekayasa

Proses pembuatan gambar rekayasa sering disebut dengan gambar teknik atau *drafting* (penggambaran). Gambar biasanya berisi beberapa tampilan komponen, namun dapat ditambahkan detail untuk penjelasan lebih lanjut. Hanya informasi yang merupakan persyaratan yang biasanya ditentukan. Informasi kunci seperti dimensi ditentukan di satu tempat pada gambar, menghindari redundansi dan kemungkinan inkonsistensi. Toleransi diberikan untuk dimensi kritis agar komponen

dapat diproduksi dan berfungsi. Gambar produksi yang lebih rinci dapat dibuat berdasarkan informasi yang diberikan dalam gambar teknik. Gambar memiliki kotak informasi atau *block* judul yang berisi siapa yang menggambar, siapa yang menyetujuinya, satuan dimensi, arti pandangan, judul gambar, dan nomor gambar.

Sepanjang sejarah manusia, gambar digunakan untuk menyampaikan ide, mengekspresikan diri, menyajikan informasi, dan sebagainya. Pada dasarnya gambar digunakan untuk berkomunikasi. Sejalan dengan hal tersebut manusia dan budaya yang berbeda menggunakan jenis gambar yang berbeda untuk mengkomunikasikan konsep ide-ide mereka. Gambar rekayasa muncul karena permasalahan yang dihadapi oleh insinyur, desainer, pembangun, arsitek, dll sepanjang sejarah. Mereka tidak memiliki satu cara untuk mengkomunikasikan ide-ide yang bisa dipahami semua orang.

Jika kita menoleh sejarah, maka diperoleh informasi bahwa sebelum adanya gambar rekayasa, peradaban manusia sudah mengerti gambar seni. Hal tersebut dibuktikan dengan terdapatnya bukti penemuan dari para ahli benda purbakala yaitu berbentuk gambar seni yang tersedia terhadap batu-batu dan dinding-dinding goa purbakala. Gambar seni yang ditemukan itu tunjukkan bahwa gambar seni merupakan sebuah alat yang digunakan untuk tunjukkan buah pikiran, kehendak, perasaan dan juga momen yang berlangsung terhadap masa itu. Gambar seni prasejarah yang dimaksud, dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. a. Gambar di goa maros, b. Gua Pettae, c. Gua Liang Kobori, d. Gua Kontilola [1].

Gambar rekayasa awalnya dipraktikkan oleh Leonardo Da Vinci pada abad 15 sampai abad 16 dan beliau dijuluki sebagai Bapak Gambar Teknik. Pada akhir abad 16, Gaspard Monge seorang ahli matematika dari Perancis membuat sebuah sistem penggambaran bersama dengan memfungsikan dua bidang proyeksi yang saling tegak lurus. Sistem ini disebut dengan proyeksi siku-siku atau proyeksi ortogonal.

Gaspard Monge (1746-1818) seorang matematikawan menghadapi masalah ini ketika ia mulai sebagai Insinyur di Militer Prancis. Dia merancang sebuah sistem yang dapat digunakan untuk mengkomunikasikan suatu objek kepada siapa pun di seluruh dunia. Sistem ini disebut Proyeksi Ortografis dan dengan cepat diadopsi oleh para insinyur militer. Tak lama kemudian sistem ini menyebar dan merevolusi industri dunia. Berkat jasanya, Gaspard Monge disebut sebagai bapak geometri deskriptif. Pada tersebut tahun tersebut, proyeksi ini sangat populer dan sering digunakan dalam menggambar rancangan bangunan kapal maupun peralatan perang [2].

Pada abad ke-18 setelah didirikannya sekolah teknik dengan kurikulum yang menekankan pada ilmu desain yaitu mata pelajaran gambar mewarnai. Hal itu berlangsung dikarenakan terhadap masa itu

James Watt seorang ilmuwan dari Inggris merancang mesin uap, yang mengakibatkan terjadinya pergantian sistem besar-besaran yang awalnya menggunakan tenaga manusia dan hewan menjadi mesin uap. Karena alasan tersebut, maka diperlukanlah bahasa komunikasi untuk merencanakan desainnya. Dari situlah cikal bakal didirikannya sekolah teknik [3].

Di Indonesia, gambar rekayasa mulai dikenal pada zaman penjajahan Belanda melalui pelajaran di sekolah menengah dan pendidikan tinggi teknik. Dalam perkembangannya, gambar teknik di Indonesia merupakan perpaduan antara metode Eropa dan Amerika. Jika dirangkum maka sejarah perkembangan gambar rekayasa dimulai dari Teknik menggambar perspektif ditemukan selama periode Renaissance (1300-1500) selanjutnya, geometri deskriptif ditemukan oleh Gaspard Monge pada tahun 1765. Dilanjutkan dengan teknik proyeksi ortografi ditemukan selama periode revolusi industri (1770-1850). Puncak pengembangan Sistem CAD 2-D dikembangkan pada 1980-an dan Sistem CAD 3D dikembangkan pada 1990-an. Tentunya, dengan meningkatnya kebutuhan industri maka banyak pula perusahaan yang mempergunakan gambar sebagai alat komunikasi, oleh karenanya standar gambar yang digunakan harus berkembang dan berubah sesuai dengan skala industri, proses produksi dan reproduksi, mesin gambar, instrumentasi dan sebagainya. Secara singkat standar gambar akan berubah sesuai dengan perkembangan keteknikan.

1.2. Gambar Rekayasa

Gambar adalah representasi grafis dari suatu objek dan merupakan hasil pemikiran kreatif oleh seorang insinyur (*drafter*) atau teknisi. Komunikasi grafis dapat ditunjukkan saat *drafter* membuat sketsa dan menunjukkan ke *owner*. Komunikasi ini melibatkan penggunaan bahan visual untuk menunjukkan ide tersebut ide-ide. Gambar, foto, slide, transparansi, dan sketsa adalah bentuk komunikasi grafis [3].

Gambar rekayasa disebut juga teknik grafik adalah seni manipulasi desain dari berbagai komponen, terutama yang terkait dengan teknik atau komponen aslinya, misalnya komponen mesin, dengan dimensi dan ukuran yang tepat. Skala dimensi disesuaikan dengan tepat agar sesuai dengan kontur pada lembar gambar. Gambar rekayasa juga digunakan digunakan untuk menyampaikan informasi tentang suatu objek. Penggunaannya secara umum adalah menentukan geometri komponen konstruksi atau disebut gambar detail. Biasanya, sejumlah gambar dibutuhkan untuk menjelaskan suatu komponen sederhana. Sebagian besar gambar tersebut terdiri dari representasi piktografik, singkatan dan simbol, namun mampu menjelaskan secara tekstual sehingga menyampaikan informasi yang diperlukan.

Proses pembuatan gambar teknik sering disebut dengan gambar teknik atau drafting (penggambaran) [1] Gambar biasanya berisi beberapa tampilan komponen, meskipun tampilan awal tambahan dapat ditambahkan detail untuk penjelasan lebih lanjut. Hanya informasi yang merupakan persyaratan yang biasanya ditentukan. Informasi kunci seperti dimensi biasanya hanya ditentukan di satu tempat pada gambar, menghindari redudansi dan kemungkinan inkonsistensi. Toleransi yang sesuai diberikan untuk dimensi kritis agar komponen dapat diproduksi dan berfungsi. Gambar produksi yang lebih rinci dapat dibuat berdasarkan informasi yang diberikan dalam gambar teknik. Gambar memiliki kotak informasi atau blok judul yang berisi siapa yang menggambar, siapa yang menyetujuinya, satuan dimensi, arti pandangan, judul gambar, dan nomor gambar [4].

1.3. ISO (*International Standard Organization*)

ISO melakukan tugasnya dengan menetapkan standar-standar di bidang industrial dan komersial dunia. Standar yang sudah dikeluarkan ISO saat ini antara lain standar jenis film fotografi, ukuran kartu telepon, kartu ATM Bank, ukuran dan ketebalan kertas dan lainnya. ISO adalah organisasi nonpemerintah dan memiliki

kewenangan menetapkan standar yang menjadi acuan hukum melalui persetujuan atau standar nasional membuatnya lebih berpengaruh daripada kebanyakan organisasi non-pemerintah lainnya, dan dalam prakteknya ISO menjadi konsorsium dengan hubungan yang kuat dengan pihak-pihak pemerintah. Peserta ISO termasuk satu badan standar nasional dari setiap negara dan perusahaan-perusahaan besar.

Anggota organisasi ISO terdiri dari perwakilan dari badan standardisasi nasional setiap negara. Badan Standardisasi Nasional adalah suatu lembaga dibawah pemerintahan negara yang memiliki wewenang terkait bidang standardisasi di tingkat nasional. Contoh badan standardisasi nasional adalah:

1. BSN (Badan Standardisasi Nasional) adalah lembaga pemerintahan non kementerian di Indonesia
2. BSI (*British Standards Institution*) ditunjuk oleh Pemerintah Inggris sebagai badan standar nasional, yang memegang *Royal Charter* dan mewakili kepentingan Inggris di Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO).
3. ANSI (*American National Standards Institute*) adalah organisasi nirlaba swasta yang mengawasi pengembangan standar yang disetujui secara sukarela untuk produk, layanan, proses, sistem, dan personel di Amerika Serikat.

Pekerjaan yang menjadi tugas ISO adalah penyusunan Standar Internasional melalui anggota komite teknis (*technical committee*). Rancangan Standar Internasional yang diadopsi oleh komite teknis diedarkan ke badan-badan anggota untuk pemungutan suara. Aturan dan standar ISO yang banyak mengatur gambar rekayasa adalah Standar Internasional ISO 5457 berupa standar untuk gambar teknis, definisi produk dan yang terkait dokumentasi. Standar Internasional ini menetapkan ukuran dan tata letak lembaran pracetak untuk gambar terekayasa di semua bidang rekayasa industri, baik gambar manual maupun dicetak melalui komputer. Standar Internasional ini juga berlaku untuk dokumen teknis lainnya [5].

Selain ISO 5457, standar yang digunakan dalam menggambar rekayasa adalah ISO 128-20:1996 mengatur tentang dasar untuk garis. ISO 216: 1975 tentang Kertas gambar dan cetakan. ISO 3098-1: 1974 standar tentang huruf dan angka. ISO 7200:1984 standar tentang blok judul. ISO 9961:1992, standar tentang Media penggambaran kertas kalkir.

1.4. Syarat Gambar Rekayasa

Pekerjaan seorang *drafter* di lapangan berinteraksi dengan banyak *client* dengan tipe yang berbeda beda, bahkan ada yang yang tidak memiliki pemahaman tentang gambar rekayasa. Seorang *drafter* menggunakan gambar sebagai alat komunikasi untuk berinteraksi dengan berbagai *client*, sehingga gambar yang dibuat mudah dipahami. Oleh karena itu, sebagai *drafter* harus memiliki gambar yang bisa menjelaskan secara informasi detail kepada *client* yang memesan gambar tersebut. Informasi detail tersebut harus melaporkan seluruh komponen gambar yang ada di lapangan, baik ada tidaknya perubahan pada gambar.

Gambar rekayasa perlu mengkomunikasikan informasi yang mengikat secara hukum dengan spesifikasi yang lengkap. Oleh karena itu, gambar rekayasa harus memenuhi persyaratan seperti berikut [6]:

1. Gambar harus sesuai dengan standar. Standar 'tertinggi' adalah standar ISO yang berlaku di seluruh dunia. Atau standar yang berlaku di dalam negara dapat digunakan. Standar perusahaan bisa digunakan hanya untuk produksi komponen sangat spesifik.
2. Gambar harus jelas dan tidak ambigu. Setiap bagian dari suatu komponen hanya satu interpretasi. Jika ada lebih dari satu interpretasi maka gambar menimbulkan keraguan dan ketidakjelasan, gambar tersebut tidak lengkap karena tidak memiliki spesifikasi yang dibutuhkan.
3. Gambar harus lengkap. Isi gambar rekayasa harus menyediakan semua informasi mengenai tahap

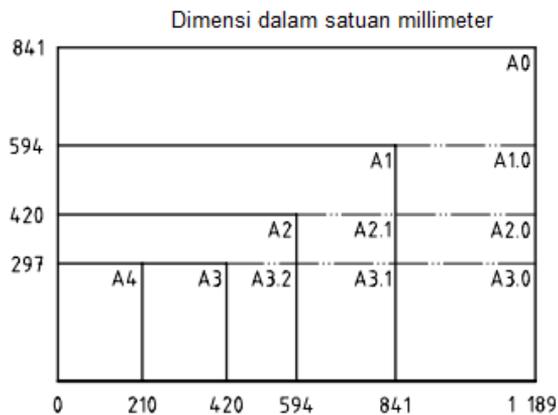
pembuatannya selama diperlukan. Jika gambar tersebut tidak membutuhkan informasi tahap pembuatan seperti bentuk bengkok dan perlakuan panas, gambar tersebut bergantung pada gambar lain untuk spesifikasi lengkap, misalnya gambar detail dan perakitan.

4. Gambar harus sesuai dengan lapangan (duplikat). Sebuah gambar menunjukkan spesifikasi yang perlu dikomunikasikan. Informasi dapat dikomunikasikan secara elektronik atau dalam format *hard copy*. Gambar harus memiliki skala yang sesuai sehingga jika cetak maka gambar tersebut bisa diperbesar tanpa kehilangan kualitas.
5. Gambar harus bebas bahasa (*language-independent*). Gambar rekayasa tidak boleh bergantung pada bahasa apa pun. Kata-kata pada gambar hanya boleh digunakan di dalam *block* judul atau di mana informasi dalam bentuk non-grafis. Jadi, ada tren dalam ISO untuk menggunakan simbol sebagai pengganti kata-kata.
6. Gambar harus memiliki gambar rekaman akhir (*As-Built Drawing*). Gambar yang dibuat oleh *drafter* sesuai dengan kondisi komponen di lapangan yang telah mengalami perbaikan dari semua perubahan yang terjadi selama proses pembangunan. Setiap perubahan yang terjadi dan berbeda dari desain aslinya harus dibuatkan *As-Built Drawing* dan diverifikasi oleh penyedia jasa konstruksi atau penyedia jasa konsultasi. *As-Built Drawing* adalah persyaratan kelengkapan yang harus dimiliki oleh sebuah gambar rekayasa yang juga menunjukkan komponen-komponen proyek seperti lokasi, dimensi, spesifikasi dinding, jendela, pipa ledeng, maupun komponen lain seperti kabel listrik.

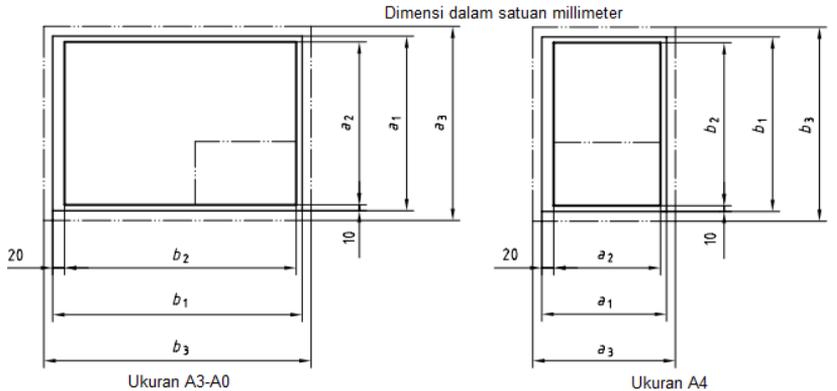
1.5. Peralatan dan Perlengkapan Gambar Rekayasa

1.5.1. Kertas gambar

Jika berbicara tentang ukuran dan tata letak gambar maka yang harus diketahui adalah standar yang digunakan. Standar yang mengatur tentang berurusan ukuran dan tata letak kertas gambar adalah ISO 5457:1999. Gambar yang di-*print out* salinan maka, ukuran standar pertama adalah kertas gambar ukuran 'A' konvensional. Ukuran ini diilustrasikan pada Gambar 2. Gambar bisa dibuat dalam bentuk/orientasi potret atau lanskap dengan rasio kedua sisinya adalah 1: 2, (1:1.414). Ukuran dasar 'A' adalah ukuran nol atau '0', yang dikenal sebagai 'A0' memiliki luas permukaan m². Hubungannya adalah A1 setengah A0, A2 setengah A1, dan seterusnya.



Gambar 2. Ukuran kertas menurut standar ISO [5].



Dimensions in millimetres

Designation	Figure	Trimmed sheet (T)		Drawing space		Untrimmed sheet (U)	
		a_1 1)	b_1 1)	a_2 $\pm 0,5$	b_2 $\pm 0,5$	a_3 ± 2	b_3 ± 2
A0	1	841	1 189	821	1 159	880	1 230
A1	1	594	841	574	811	625	880
A2	1	420	594	400	564	450	625
A3	1	297	420	277	390	330	450
A4	2	210	297	180	277	240	330

NOTE — For sizes > A0, see ISO 216.

1) For tolerances, see ISO 216.

Gambar 3. Perbandingan Ukuran kertas menurut ISO [5].

1.5.2. Meja gambar

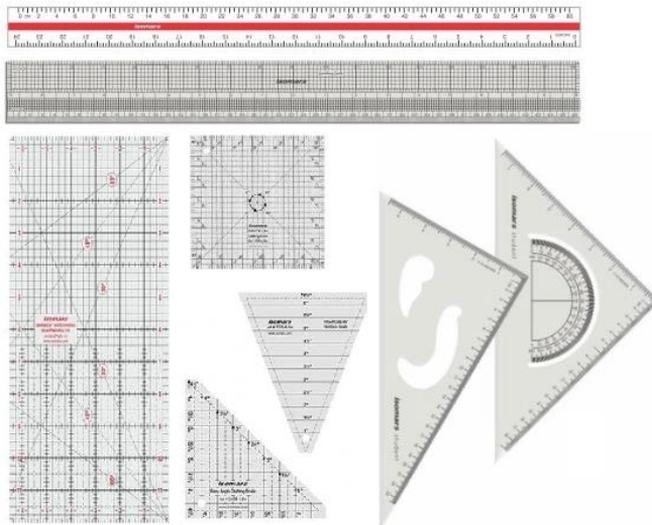
Meja merupakan peralatan gambar yang dibuat dari papan diberi kaki. Meja gambar termasuk perlengkapan utama dalam menggambar grafis dengan leluasa. Meja gambar dirancang khusus dengan papan datar yang sedikit miring ke arah *drafter*. Kemiringan papan meja tergantung kebutuhan *drafter* untuk memperoleh kenyamanan dalam pengerjaan gambar grafis. Model meja gambar dirancang untuk bisa bergerak secara gerak paralel dan segitiga untuk menggambar garis dan sudut vertikal dan horizontal yang ditunjukkan seperti pada gambar berikut.



Gambar 4. Meja gambar isomars [7].

1.5.2. Penggaris

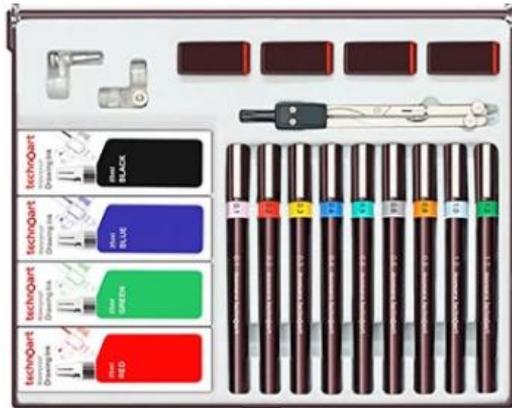
Penggaris disebut juga pengukur garis, adalah alat yang digunakan membuat gambar geometri dalam dan gambar rekayasa, serta industri teknik dan konstruksi. Memiliki fungsi utama untuk mengukur jarak atau menggambar garis lurus. Berbagai macam jenis penggaris yang banyak digunakan dan disesuaikan dengan kebutuhan pada saat menggambar seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 5. Berbagai bentuk penggaris [7].

1.5.3. Set pensil dan pen gambar

Pensil merupakan alat untuk menulis dan menggambar berupa kayu kecil berisi arang keras. Pensil berkualitas standard dibuat sesuai dengan ukuran keluanakan atau kekerasan sesuai dengan kebutuhan dan penggunaannya.



Gambar 6. Set pensil [7]

Set pensil ini biasanya dilengkapi dengan penghapus pensil dan penghapus pen. Ukuran standard tertulis dalam pensil yang dinyatakan dengan huruf, mulai dari 9H (paling keras), F (sedang), hingga 6B (paling lunak). Selain itu ukuran pensil dan pen dilihat dari diameter garis yang dihasilkan seperti 0,1 sd. 1,3 dalam satuan milimeter yang ditunjukkan seperti Gambar 6.

1.5.4. Mal

Mal adalah salah satu peralatan gambar digunakan dalam membantu proses menggambar agar menghasilkan gambar yang rapi dan jelas. Fungsi Mal adalah untuk mempermudah dan mengefisienkan waktu dalam pekerjaan gambar rekayasa berbentuk huruf, angka, lingkaran-lingkaran kecil dan garis lengkung. Jenis mal

digunakan berdasarkan fungsi dan kegunaan seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Set Mal [7].

1.5.5. Software 2D dan 3D

Pekerjaan utama drafter adalah mendesain membutuhkan waktu yang lama. Gambar rekayasa biasanya diawali dengan membuat sketsa kemudian dianalisis dengan pendekatan fungsi, kekuatan elemen, bahan yang digunakan, dimensi, dan lain sebagainya. Selanjutnya, sketsa tersebut disempurnakan menjadi *draft drawing*. Pembuatan gambar kerja yang digambar secara manual menggunakan pensil selanjutnya digambar ulang dengan tinta agar permanen, tahan lama, dan mudah diperbanyak. Oleh karena proses pengerjaan lama, maka waktu yang dibutuhkan untuk rangkaian pekerjaan tersebut juga membutuhkan waktu yang tidak sedikit. Namun seiring dengan perkembangan teknologi, peralatan gambar rekayasa juga melakukan terobosan dengan tersedianya perangkat

lunak untuk para *drafter*. Sehingga, pekerjaan tersebut dapat diselesaikan dalam waktu singkat.

Oleh karena itu, para *drafter* saat ini tidak hanya dituntut untuk kuat dalam menghitung dan menganalisis, tetapi juga mengetahui dan menguasai perangkat lunak untuk pekerjaannya. Berikut daftar perangkat lunak yang sering digunakan seorang *drafter* dalam mengerjakan gambar rekayasanya [8].

1.5.5.1. AutoCAD

CAD (*computer-aided design*) adalah aplikasi menggambar untuk menggambar model 2D dan 3D yang dikembangkan oleh Autodesk. AutoCAD sudah menjadi software wajib bagi para *engineer* di semua profesi *engineering*, seperti mekanikal, arsitektural, sipil, elektrik, elektronik, dan aeronautika. AutoCAD digunakan untuk menyisipkan gambar yang berhubungan dengan detail perakitan berbagai jenis produk, termasuk jig, perlengkapan, dan alat lain yang diperlukan untuk mendukung proses produksi. Adapun tampilan menyenya dilihat pada gambar berikut.

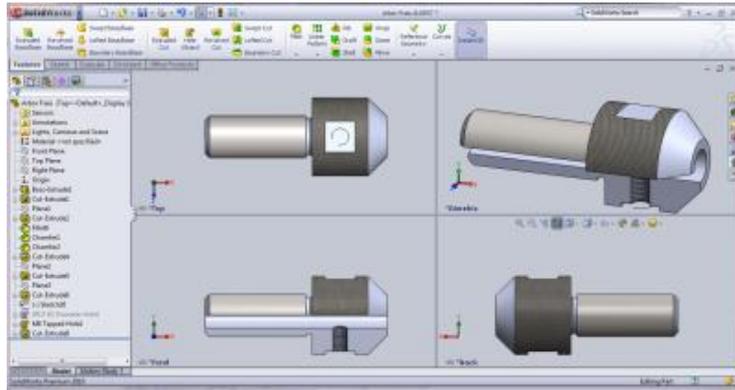


Gambar 8. Tampilan menu software AutoCad

1.5.5.2. SolidWorks

SolidWorks adalah software 3D CAD untuk desain mekanik yang dikembangkan oleh SolidWorks Corporation yang sekarang telah diakuisisi oleh Dassault Systèmes, pengoperasian *user friendly* karena

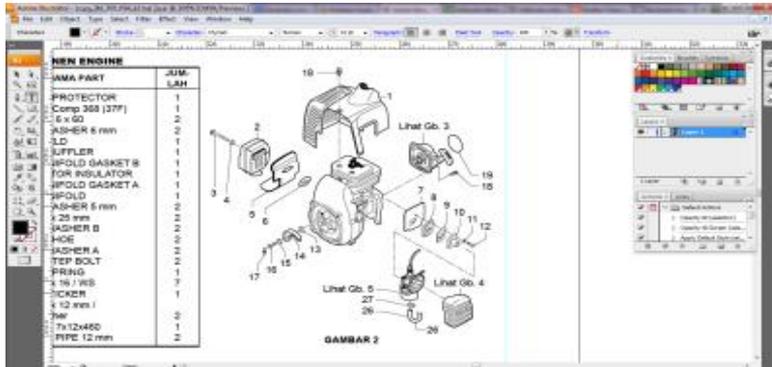
memiliki fitur yang mudah dipahami. SolidWorks biasanya digunakan untuk menggambar bagian yang sulit dikomunikasikan dengan *client* jika digambarkan dalam 2D. Terkadang ada komponen lebih mudah dan cepat untuk digambarkan dalam model 3D, kemudian dari model 3D dapat langsung dibuat gambar proyeksi ortogonal proyeksi kuadran III / proyeksi Amerika. Berikut tampilan menunya.



Gambar 8. Tampilan menu software SolidWorks [8].

1.5.5.3. Adobe Illustrator

Adobe Illustrator adalah perangkat lunak grafis berbasis vektor yang dikembangkan oleh Adobe Systems. Perangkat lunak serupa lainnya yang mungkin Anda gunakan adalah CorelDRAW, Xara Designer Pro, dan Macromedia FreeHand. Adobe Illustrator untuk tujuan mendesain label (*stiker*), plat nama mesin, kotak kemasan produk, desain industri, dan manual penggunaan (panduan instruksi pemilik & daftar bagian yang diilustrasikan). Berikut tampilan user menunya.



Gambar 8. Tampilan menu software Adobe Illustrator [8].

1.6. Soal Ulangan Bab 1

BAB 2

HURUF DAN ANGKA

Informasi Bab 2.

Sasaran pembelajaran dari Bab Huruf dan Angka yaitu mahasiswa yang memprogramkan mata kuliah Menggambar Rekayasa. Mengikuti Bab 2 ini tidak ada ketentuan yang menjadi prasyarat kemampuan mahasiswa. Materi dalam bab ini menjadi dasar dalam menggambar huruf dan angka dengan menggunakan peraturan ISO. Setelah mempelajari materi huruf dan angka mahasiswa mampu menjelaskan dan menggambar huruf dan angka sesuai dengan standar ISO. Materi dalam bab ini adalah memberikan penjelasan tentang cara menggambar huruf dan angka sesuai dengan standar ISO. Bentuk pembelajaran kuliah disajikan dengan metode diskusi secara luring dan praktek menggambar di studio. Kriteria, bentuk dan bobot penilaian diuraikan di RPS (Rancangan Pembelajaran Semester Mata Kuliah Gambar Rekayasa).