

**PENGUATAN KOMPETENSI PERANCANGAN MESIN MELALUI PELATIHAN
COMPUTER-AIDED DESIGN BAGI MAHASISWA DAN ALUMNI TEKNIK MESIN**

*STRENGTHENING OF MACHINE DESIGN SKILLS THROUGH THE COMPUTER-AIDED
DESIGN TRAINING FOR MECHANICAL ENGINEERING STUDENTS AND ALUMNI*

Irwansyah^{1*}, Asbar¹, Amir Zaki Mubarak¹

¹*Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia*

**Penulis korespondensi: irwansyah@unsyiah.ac.id*

(Diterima 04-03-2021; Direvisi 13-04-2021; Disetujui 21-04-2021)

ABSTRAK

Tujuan dilaksanakan pengabdian ini untuk memperkenalkan dan memberikan pelatihan penggunaan perangkat lunak *Autodesk Inventor* untuk memproduksi gambar teknik berbasis *Computer-aided Design (CAD)* menurut International Organization for Standardization (ISO). Metode yang dilaksanakan melalui teori, praktik dan diskusi serta penyelesaian tugas perancangan mesin secara mandiri dan berkelompok. Materi pelatihan meliputi gambar kerja, pengenalan dasar CAD, pemodelan gambar *two-dimensional (2D)* dan *three-dimensional (3D)*, perakitan dan presentasi model 3D. Evaluasi kegiatan dinilai mengacu pada kesiapan penyelesaian tugas perancangan dan kesesuaian hasil gambar menurut standar ISO. Berdasarkan hasil pelatihan CAD tingkat dasar diperoleh capaian dimana peserta telah menyelesaikan materi pembekalan menggambar teknik dan berhasil menyelesaikan tugas perancangan yang diberikan. Tugas proyek perancangan yang diberikan menuntut penguasaan dalam hal membuat model 3D dari gambar sketsa 2D, membuat gambar susunan, membuat gambar kerja dan menyajikannya dalam format presentasi model bergerak. Keberhasilan menyelesaikan tugas tersebut mengindikasikan bahwa para peserta paham dan mampu mengoperasikan perangkat lunak *Autodesk Inventor*. Kesimpulan, kemampuan dasar ini dapat dijadikan bekal untuk pengembangan diri peserta dalam pengembangan dan penguasaan CAD tingkat lanjut. Kegiatan ini memberikan kontribusi berdasarkan tingginya animo untuk mengikuti pelatihan hingga akhir dan menyelesaikan tugas, dan juga memberikan dampak secara tidak langsung kepada persiapan tenaga terampil CAD pada industri di Aceh.

Kata kunci: perancangan berbantuan komputer; gambar teknik 2D/3D; *Autodesk Inventor*

ABSTRACT

The purpose of this service is to introduce and provide training on the use of Autodesk Inventor software to produce Computer-aided Design (CAD) based technical drawings according to the International Organization for Standardization (ISO). The method is carried out through theory, practice, and discussion, as well as completing machine design tasks independently and in groups. The training materials include working drawings, basic introduction to CAD, two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) drawing modeling, assembly, and presentation of 3D models. Evaluation of activities assessed refers to the readiness to complete the design task and the suitability of the drawings according to ISO standards. Based on the results of the basic level CAD training, there were achievements where participants had completed the technical drawing briefing material and completed the given design task. The design project task given requires mastery in terms of making 3D models from 2D sketch images, making layout drawings, making working drawings, and presenting them in a moving model presentation format. Successful completion of the task indicates that the participants understand and can operate the Autodesk Inventor software. In conclusion, this basic ability can be used as a provision for participants' self-development in the development and mastery of advanced CAD. This activity contributes based on the high interest in participating in training to the end and completing assignments and also has an indirect impact on the preparation of skilled CAD workers in the industry in Aceh.

Keywords: computer-aided design; 2D/3D engineering drawing; Autodesk Inventor

PENDAHULUAN

Penerapan revolusi industri 4.0 dan automasi di berbagai lini industri menghendaki penerapan teknologi informasi dan komputer menjadi penggerak utama dalam berbagai bidang aplikasi rekayasa (Bertoline dan Weibe 2003). Penguasaan aplikasi-aplikasi komputer menjadi syarat utama lulusan lembaga pendidikan untuk berkompetisi dan memenuhi terbatasnya tenaga

terampil di industri. Program Studi Teknik Mesin, yang memiliki salah satu bidang peminatan konstruksi dan perancangan mesin dituntut untuk mampu mendidik dan melahirkan tenaga terampil yang menguasai teknologi komputer. Dewasa ini telah terjadi pergeseran yang sangat krusial dalam penyelesaian kasus rekayasa industri, yang awalnya menggunakan metode konvensional beralih ke sistem

komputer. *Computer-aided Design* atau yang lebih populer dikenal dengan perangkat lunak CAD sudah lama dan luas penerapannya di berbagai bidang. Perusahaan berskala nasional dan internasional telah lebih awal mengandalkan teknologi CAD dalam pengembangan produk. Hal ini menjadi penting dilakukan dengan harapan untuk memangkas waktu produksi dan memangkas biaya perancangan dan produksi yang dikeluarkan (Giesecke 2001).

Penguasaan terhadap perangkat lunak CAD ini akan sangat membantu para mahasiswa dan lulusan dalam merancang, mensimulasi dan mendokumentasi hasil rekayasa mesin serta mengejawantahkan materi perkuliahan yang diperoleh. Di samping itu, penguasaan aplikasi perangkat lunak CAD menjadi bekal berharga untuk berkompetisi secara global. Persiapan tenaga terampil harus disiasati dengan penguatan teknologi (*hardskill*) atau pemberdayaan sumberdaya manusia (*softskill*). Sehingga, upaya mempersiapkan mutu lulusan yang mampu bersaing dibutuhkan dan dilakukan secara tepat sasaran, berkesinambungan dan berkelanjutan.

Dalam menghadapi persaingan global, masih ditemukan mahasiswa dan lulusan Teknik Mesin yang berdomisili di Kota Banda Aceh dan Aceh Besar yang belum terampil dan menguasai pengoperasian teknologi CAD. Hal ini disebabkan terbatasnya jumlah jam pada jadwal belajar reguler untuk materi CAD yang ditetapkan. Sehingga mengakibatkan tidak optimalnya pemahaman dan penguasaan materi yang diperoleh. Fungsi dan tindakan civitas akademika diperlukan dalam mendukung pelatihan CAD tingkat dasar dalam upaya penguatan kecakapan dan kompetensi perancangan (*drawing and design*) gambar mesin *three-dimensional* (2D) maupun *three-dimensional* (3D) menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor* bagi mahasiswa dan alumni Teknik Mesin. Pelatihan ini diharapkan meningkatkan penguasaan dan pengoperasian perangkat lunak CAD dalam penyelesaian perancangan mesin. Di samping itu juga membantu penyebaran alih teknologi dan kecakapan di bidang CAD serta memenuhi kebutuhan tenaga terampil yang siap berkompetisi di industri.

Sejalan dengan tujuan institusi perguruan tinggi, kegiatan pelatihan ini dilaksanakan dengan menggandeng mitra lokal, yaitu lembaga non-pemerintah teknologi dan *engineering* untuk masyarakat Aceh. Lembaga ini diinisiasi oleh Alumni Program Studi Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala pada tahun 2008,

dengan orientasi kegiatan utama pada kepedulian dan sasaran alih teknologi dan rekayasa untuk masyarakat Aceh. Beragam kegiatan pendidikan dan pemberdayaan masyarakat telah dilaksanakan oleh lembaga ini, sehingga dipertimbangkan menjadi mitra sinergis dalam upaya peningkatan dan penguasaan kecakapan menggambar mesin berbantuan komputer.

Tujuan kegiatan ini adalah untuk memberikan pembekalan dan penguatan kecakapan melalui pelatihan CAD pada proses perancangan mesin kepada mahasiswa dan alumni Teknik Mesin yang berdomisili di Kota Banda Aceh dan Kabupaten Aceh Besar. Sehingga dapat memenuhi kebutuhan industri mengenai terbatasnya tenaga terampil dibidang CAD dan mempercepat alih teknologi dalam tahapan perancangan yang selama ini masih menggunakan metode konvensional ke sistem komputerisasi.

Saat ini, industri dituntut untuk melakukan efisiensi dengan otomatisasi di seluruh unit proses produksinya agar tetap dapat mempertahankan dan mengembangkan unit usahanya. Gambar teknik merupakan salah satu bagian penting dalam tahapan *engineering design*. Proses menggambar teknik yang pada awalnya dilakukan secara manual tetapi saat ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CAD. Penguasaan teknologi CAD untuk memproduksi gambar teknik dipercaya dapat mendukung efisiensi perusahaan. Perangkat lunak CAD yang tersedia secara komersial beragam jenis dan dapat dibedakan mengacu pada spesifikasi teknik, harga, dan kebutuhan industri yang akan memanfaatkan. *Autodesk Inventor* sebagai salah satu merek dagang hasil pengembangan dari perangkat lunak AutoCAD kerap digunakan untuk membantu kebutuhan industri (Sato dan Hartanto 2003).

Program pengabdian pada masyarakat ini dilakukan dengan memperkenalkan dan memberikan pelatihan penggunaan perangkat lunak *Autodesk Inventor* untuk memproduksi gambar teknik berbasis CAD menurut standar ISO. Penguasaan CAD ini diharapkan berdampak secara umum dan menyeluruh dalam meningkatkan kualitas sumberdaya manusia di Aceh dalam menghadapi persaingan global.

METODE PELAKSANAAN

Berdasarkan uraian di atas metode pelatihan yang diterapkan mengikuti tahapan seperti pada Gambar 1. Pelaksanaan pelatihan CAD tingkat dasar dalam rangka pengabdian pada masyarakat

ini dilakukan dengan urutan, pertama pelaksana tugas melakukan pada studi pendahuluan dan pendekatan informasi dari peserta sasaran pelatihan serta diskusi dengan mitra lembaga lokal untuk merumuskan permasalahan dan mengidentifikasi kebutuhan yang diperlukan. Hipotesis awal bahwa tambahan pengetahuan menggambar mesin menurut International Organization for Standardization (ISO) dan latihan atau praktik mandiri dalam format penyelesaian kasus rancangan (*project based learning*) menggunakan perangkat lunak CAD menjadi prioritas utama (Shih 2018). Urutan kedua yaitu penentuan materi kurikulum pelatihan yang mengacu kepada kurikulum inti Teknik Mesin dan penentuan perangkat lunak yang digunakan. *Autodesk Inventor* merupakan mitra Badan Kerjasama Teknik Mesin (BKS-TM) menjadi rujukan untuk pembelajaran menggambar teknik berbasis CAD. Materi pelatihan mencakup penjelasan umum proyeksi, toleransi linier dan geometrik, gambar kerja, pengenalan dasar CAD, geometris dan profil 2D (*mode sketch*), pemodelan 3D (*mode part*), gambar bersusun 3D (*mode assembly*), gambar kerja (*mode drawing*), dan pemodelan presentasi 3D (*mode presentation*) (Madsen et al. 2002; Puspito et al. 2018). Evaluasi kegiatan dinilai mengacu pada kesiapan dan ketepatan tugas perancangan serta kesesuaian hasil gambar menurut standar ISO.

Urutan ketiga, pengkajian dan penilaian materi pelatihan. Hal ini dilakukan untuk menjamin mutu materi pelatihan, sehingga memudahkan peserta memahami dan cepat menguasai materi. Materi yang telah disusun selanjutnya diuji oleh rekan kerja, asisten laboratorium dan mahasiswa akhir. Urutan keempat adalah pelaksanaan pelatihan CAD tingkat dasar yang dilaksanakan di Laboratorium Konstruksi dan Perancangan Mesin Universitas Syiah Kuala.

Materi terbagi atas dua sesi utama yaitu pertama menggambar 2D dan 3D menggunakan perangkat lunak CAD secara mandiri. Pada sesi ini peserta yang telah dibekali materi menggambar teknik, diminta untuk membaca tugas gambar kerja yang disediakan, menggambar kembali menjadi model 3D dan merangkai setiap komponen model 3D menjadi gambar bersusun. Selanjutnya menampilkan hasil gambar ke format gambar kerja (*layout drawing*) dan pencetakan. Pada sesi kedua, peserta dituntut menyelesaikan tugas proyek rancangan yang lebih kompleks secara berkelompok. Hasil akhir yang diperoleh

ditampilkan dalam bentuk gambar kerja, dipaparkan dengan menampilkan simulasi gerak dan didiskusikan bersama kelompok lain. Setelah pelatihan berakhir pelaksana tugas melakukan evaluasi secara menyeluruh terhadap proses pelaksanaan pelatihan sebagai bagian dari pengabdian kepada masyarakat, untuk perbaikan di masa mendatang.

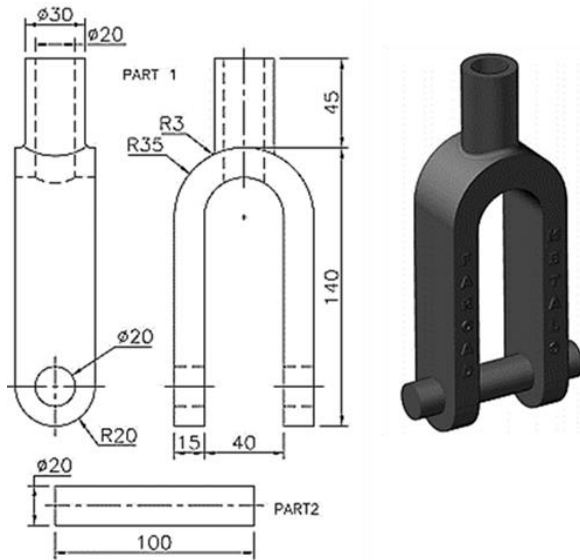


Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan pelatihan

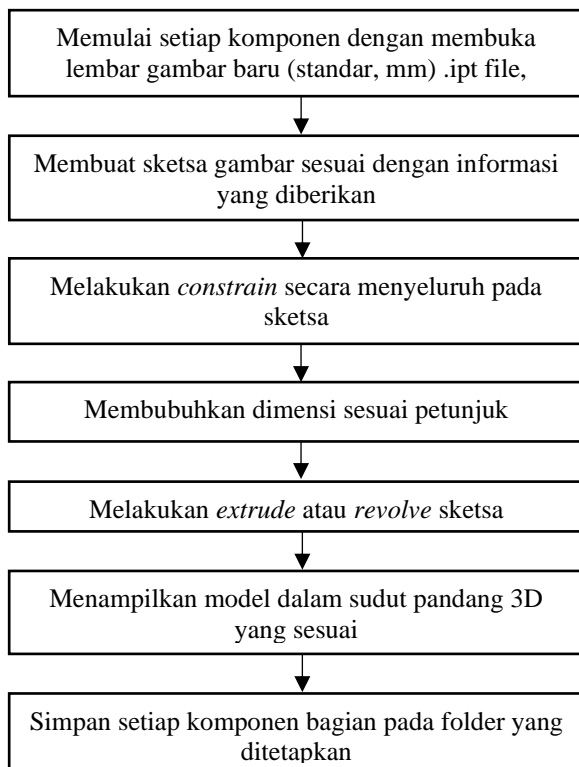
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pelatihan CAD tingkat dasar diperoleh capaian dimana peserta telah menyelesaikan materi pembekalan menggambar teknik dan berhasil menyelesaikan tugas perancangan yang diberikan. Tugas proyek perancangan yang diberikan menuntut penguasaan dalam hal membuat model 3D dari gambar sketsa 2D, membuat gambar susunan, membuat gambar kerja dan menyajikannya dalam format presentasi model bergerak. Keberhasilan menyelesaikan tugas tersebut mengindikasikan bahwa para peserta paham dan mampu mengoperasikan perangkat lunak *Autodesk Inventor*. Kemampuan dasar ini dapat dijadikan bekal untuk pengembangan diri peserta dalam pengembangan dan penguasaan CAD tingkat lanjut. Salah satu hasil tugas yang dikerjakan secara mandiri adalah membuat

model 3D dan gambar kerja model pelana penghubung (*fork connector*). Pembuatan model tersebut dilakukan dengan menggunakan menu profil 2D (*mode sketch*), model 3D (*mode part*), gambar bersusun (*mode assembly*), dan gambar kerja (*mode drawing*) yang tersedia pada menu *Autodesk Inventor*, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Tugas mandiri membuat model 3D (McFarlane 2017).



Gambar 3. Tahapan pada pengerjaan model tersebut berdasarkan menu *mode sketch* dan *mode part*

Gambar bersusun (*assembly drawing*) didefinisikan menempatkan, memposisikan, merangkai, merakit atau menyusun komponen-komponen dari satu konstruksi yang sebelumnya sudah di bangun secara terpisah dengan mengaitkannya kembali menggunakan fitur *constraints* yang sesuai diantara komponen-komponen tersebut. Terdapat beberapa metode untuk merakit komponen. *Bottom-up*, semua komponen digambar secara tersendiri (file .ipt) dan dijadikan rujukan dalam perakitan. *Top-down*, komponen-komponen digambar dan digabungkan di file *assembly* (file.iam). Di antara kedua metode tidak dapat dibandingkan yang satu unggul terhadap lainnya, pemilihan penggunaannya dipengaruhi kebiasaan. Namun pada pelatihan ini pengerjaan tugas mengikuti cara *bottom-up*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar kerja (*shop drawing, layout drawing*) dapat didefinisikan sebagai gambar teknis lapangan yang digunakan sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan. Gambar-gambar ini bersifat detail dan menjadi pedoman pelaksana dalam melaksanakan pekerjaan suatu proyek (Gambar 5).

Selain tugas mandiri yang diberikan kepada peserta pelatihan, tugas perancangan tambahan yang dikerjakan secara berkelompok juga diberikan sebagai upaya evaluasi penguasaan materi dan pendelegasian pembagian tugas dalam penyelesaian tugas sebagai sebuah tim yang terorganisir. Terdapat lima kelompok yang terdiri dari tiga peserta dengan setiap kelompok diberikan tugas gambar rancangan yang berbeda. Tugas gambar perancangan yang diberikan adalah set bidak dan papan catur (*chess set*), kereta dorong (*push and go trike*), ayunan Newton (*Newton's cradle*), jam dinding (*wall clock*), dan katrol tangan (*hand winch*). Hasil tugas rancangan yang telah selesai dikerjakan oleh para peserta pelatihan ditunjukkan pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.

Berdasarkan hasil penyelesaian tugas, baik yang dikerjakan secara mandiri maupun berkelompok oleh peserta pelatihan, secara umum materi, penguasaan maupun kecakapan para peserta telah meningkat secara signifikan. Kompetensi dasar yang diharapkan telah dapat dicapai oleh peserta, ditunjukkan dengan mampu menyelesaikan tugas rancangan yang diberikan. Penguasaan dasar gambar menggunakan *Autodesk Inventor* juga telah mampu ditunjukkan oleh peserta, meliputi menggambar komponen, merangkai komponen, membuat gambar kerja dan peyajian hasil dalam bentuk presentasi, gambar gerak. Penyelesaian gambar

komponen-komponen, gambar susun dan penyajian model 3D sudah baik. Namun, masih ditemukan sedikit kekurangan karena gambar kerja yang dihasilkan masih belum sesuai dengan standar ISO.

Terutama dalam hal penempatan dimensi yang masih ditemukan redundansi, penempatan urutan komponen tidak sesuai fungsi, penampang potong yang keliru, tanda toleransi dan tanda pengerjaan yang belum lengkap. Hal ini dapat dimaklumi, mengingat waktu yang singkat dalam

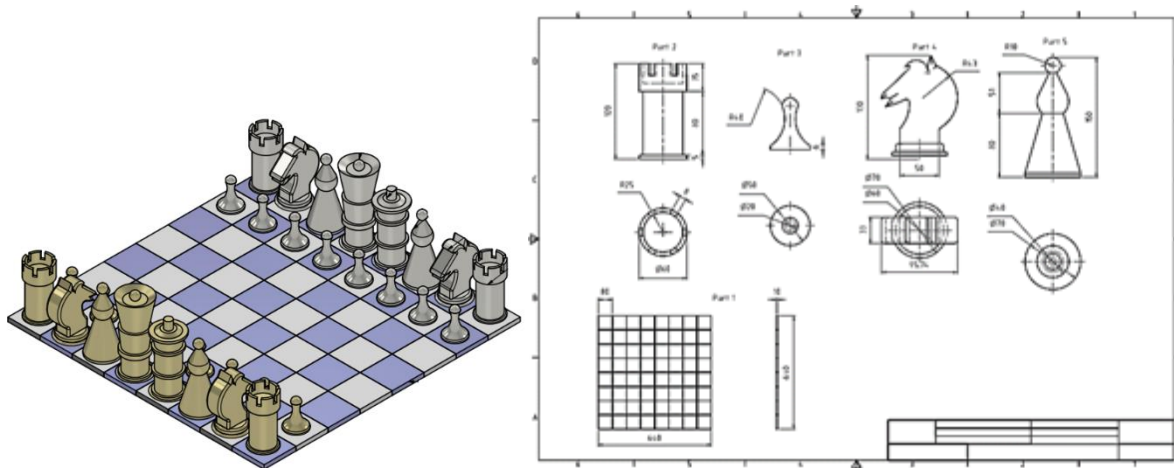
penyampaian materi dan kemampuan para peserta yang berbeda, sehingga menuntut latihan secara kontinu selepas mengikuti pelatihan. Pengukuran hasil evaluasi ini masih dilakukan secara deskriptif kualitatif yang bertujuan memahami sejauh mana perubahan peserta pelatihan sebelum dan sesudah mengikuti pelatihan. Pada waktu yang akan datang evaluasi terukur menggunakan skor penilaian untuk setiap peserta akan dilakukan untuk melihat seberapa besar tingkat keberhasilan yang dicapai dalam pelaksanaan pelatihan.

- Membuat komponen-komponen sebagai bagian terpisah menggunakan (standar, mm) .ipt file,
- simpan setiap model komponen dengan nama yang sesuai,
- buka kembali file komponen melalui lembar kerja *Assembly* (file .iam),
- posisikan komponen pertama di area gambar sebagai komponen tetap (*GROUND component*),
- masukkan komponen yang lain dan susun sesuai posisinya,
- menautkan setiap komponen dengan *constraints* yang sesuai, dan perhatikan komponen yang memerlukan kaitan *constraint* lebih dari satu,
- menampilkan model gambar bersusun dalam sudut pandang 3D yang sesuai,
- tambahkan keterangan yang diperlukan (material, warna atau logo),
- simpan setiap komponen bagian pada folder yang ditetapkan

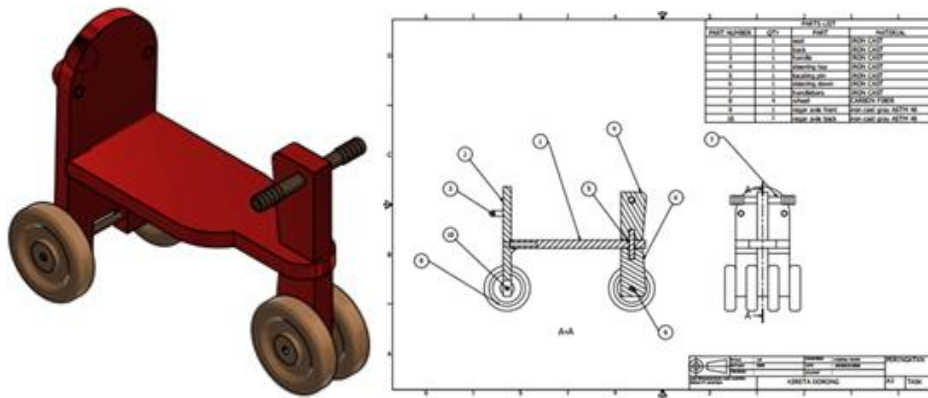
Gambar 4. Pengerjaan tugas mengikuti cara *bottom-up*

- Memulai tugas dengan membuka gambar komponen model (.ipt file) atau gambar susun (.iam file),
- membuat lembar gambar kerja baru berdasarkan *template standar* (.idw file), *template ISO*.idw atau *template kreasi sendiri*,
- gunakan informasi yang diberikan untuk membuat gambar kerja (*layout drawing*), menambah komponen (*parts*),
- bubuhkan keterangan yang diperlukan,
- simpan gambar *layout* yang telah selesai

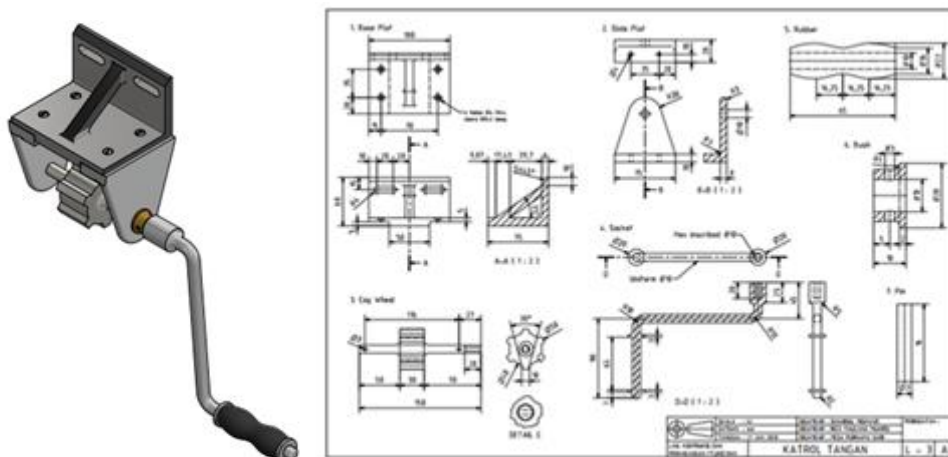
Gambar 5. Cara kerja (*shop drawing, layout drawing*)



Gambar 6. Hasil tugas rancangan set bidak dan papan catur



Gambar 7. Hasil tugas rancangan kereta dorong



Gambar 8. Hasil tugas rancangan katrol tangan

KESIMPULAN

Mengacu pada hasil pelatihan ini, dapat disimpulkan beberapa hal yang berkaitan, yaitu:

1. Peserta pelatihan telah dibekali pengetahuan menggambar teknik menurut standar ISO dan keterampilan dasar merancang produk dengan menggunakan *Autodesk Inventor*.
2. Empat kompetensi dasar dalam penguasaan *Autodesk Inventor* telah dilatih dan diuji kepada para peserta meliputi menggambar komponen, merangkai komponen, membuat gambar kerja dan penyajian hasil dalam bentuk presentasi, dan gambar kerja.
3. Pendampingan berkelanjutan dengan pelatihan secara berkala dan evaluasi kompetensi peserta secara terukur menjadi pertimbangan pada pelatihan berikutnya.
4. Kegiatan ini bagi Program Studi Teknik Mesin dan mitra merupakan wadah dalam mendidik dan mempersiapkan tenaga terampil di bidang CAD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat

(LPPM) Universitas Syiah Kuala yang memberi dukungan secara langsung terlaksananya kegiatan pelatihan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bertoline GR, Weibe EN. 2003. *Technical Graphics Communication*. McGraw-Hill Publishers. 3rd Edition. Boston (US).
- Giesecke FE. 2001. *Gambar Teknik*. Erlangga, Jakarta (ID).
- Madsen DA. 2002. *Engineering Drawing and Design*. 3rd Edition. Delmar Thomson Learning. Florence (US).
- McFarlane B. 2017. *Autodesk Inventor Exercises*. Routledge. Taylor dan Francis. London (UK).
- Puspito J, Ngadiyono Y, Nuryanto A, Ristadi FA. 2018. *Pendalaman Materi Teknik Gambar Mesin*. Pendidikan Profesi Guru dalam Jabatan. Direktorat Pendidikan Profesi dan Pembinaan Guru dan Tenaga Kependidikan. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta (ID).
- Sato GT, Hartanto NS. 2003. *Menggambar Mesin Menurut Standard ISO*. Edisi ke 10. Pradnya Paramita, Jakarta (ID).
- Shih RH. 2018. *Parametric Modeling with Autodesk Inventor*. SDC Publications. Mission (CA).