

Peningkatan Kualitas Hasil Tugas Akhir Mahasiswa Berupa Rancang Bangun atau Rekayasa Peniruan Melalui Upaya Perbaikan Kualitas Gambar Teknik

Duddy Arisandia^a, Ruswandi^b

^a*Jurusan Teknik Mesin , Akademi Teknik Soroako, Soroako- Sulawesi Selatan, 92984*

E-mail : duddy.arisandi@yahoo.com.

^b*Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Bandung 40132*

E-mail : ruswandi@gmail.com

ABSTRAK

Tugas akhir mahasiswa untuk jalur profesi keteknikan, umumnya dituangkan dalam bentuk rancang bangun atau rekayasa peniruan produk (alat atau mesin) untuk kebutuhan aplikasi industri ataupun tujuan penelitian. Seringkali dijumpai kondisi bahwa produk yang dihasilkan tidak dapat dilanjutkan menjadi produk masal yang memiliki nilai ekonomis bahkan tidak dapat dipatentkan. Umumnya, pembuatan produk hanya untuk keperluan penilaian tugas akhir saja (mata kuliah), dan produk hanya dibuat untuk memenuhi fungsinya saja tanpa mempertimbangkan kelanjutan nilai ekonomisnya. Untuk mengatasi kondisi tersebut, maka produk yang dibuat haruslah memiliki sifat kehandalan, keterbuatan, keterukuran, keterakitan, dan ketertukaran. Semua sifat tersebut diintegrasikan melalui dokumen gambar teknik mulai dari fase perancangan sampai dengan umur siklus produk. Dengan demikian, kualitas produk yang dihasilkan akan bergantung kepada kualitas gambar tekniknya. Makalah ini membahas kesalahan umum yang terjadi pada gambar teknik, identifikasi penyebab masalah melalui peninjauan dokumen terkait, rekomendasi perbaikanyang perlu dilakukan, dan urutan langkah pembuatan gambar teknik yang benar. Upaya peningkatan kualitas gambar teknik dilakukan dengan jalan mengenalkan standardisasi ASME Y14.5-2009 sebagai pelengkap standardisasi yang ada (ISO 110-2004) agar hasil tugas akhir mahasiswa dapat dijamin kualitasnya, dapat diproduksi masal (memiliki nilai ekonomis), berpeluang untuk dipatentkan, dan tidak menyimpang dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan oleh kurikulum.

Kata Kunci

Tugas akhir, produk, gambar teknik, kurikulum

1. PENDAHULUAN

Umumnya, produk hasil rancang bangun atau rekayasa peniruan hasil tugas akhir mahasiswa hanya untuk memenuhi fungsi penggunaannya saja. Setelah produk selesai dibuat dan berfungsi, maka selesailah pencapaian tujuannya. Padahal perlu ada pemastian bahwa kualitas produk tersebut dapat menjamin sifat-sifat berupa kehandalan, keterbuatan, keterukuran, keterakitan, dan ketertukuran.

Kualitas dan sifat-sifat produk tersebut tercermin melalui kualitas dokumen gambar tekniknya. Gambar teknik yang benar akan memenuhi dua persyaratan penting, yaitu:

- Pertama adalah tata letak dan aturan umum yang berkaitan dengan bagaimana menggambar suatu obyek (proyeksi, potongan, garis, kepala gambar).
- Kedua adalah rincian tentang pembuatan yang berkaitan dengan bagaimana cara membuatnya (bentuk dan ukuran, dimensi, toleransi, kehalusan permukaan, rakitan)

Kedua persyaratan tersebut secara bersamaan akan membentuk spesifikasi legal suatu produk [1].

Salah satu penyebab bahwa hasil tugas akhir mahasiswa tidak dapat diproduksi massal bahkan tidak dapat dipatenkan karena kualitas gambar teknik yang mengandung kesalahan dan tidak memenuhi kaidah bakuyang telah distandarkan.

Hasil evaluasi terhadap kualitas gambar teknik hasil tugas semester akhir menunjukkan hasil berikut :

Tabel 1 : Evaluasi kualitas gambar teknik

NO	GAMBAR TEKNIK PRODUK RANCANG BANGUN MAHASISWA	PENGENDALIAN						
		A	B	C	D	E	F	G
1	Mesin Rolling Manual Mini	√	√	X	X	X	X	X
2	Mesin Pemutus Sagu-Pemeras Spiral	√	√	X	X	X	X	X
3	Mesin Perontok Padi	√	√	X	X	X	√	X
4	Alat Angkat Hidrolik	√	√	X	X	X	X	X
5	Mesin Cetak Batubata	√	√	X	X	X	X	X

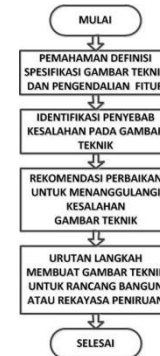
Keterangan :

- A Tata letak dan aturan umum
- B Bentuk dan ukuran
- C Datum
- D Toleransi suaian
- E Toleransi geometrik
- F Kehalusan permukaan
- G Rakitan
- X Tidak dikendalikan
- √ Dikendalikan

Berdasarkan Tabel-1 ditunjukkan bahwa pengendalian terhadap toleransi suaian, toleransi geometrik, kehalusan permukaan, dan rakitan belum dilakukan secara konsisten. Akibatnya akan berdampak terhadap kualitas produk hasil tugas

semester akhir yang tidak memenuhi sifat kualitas produk, bahkan tidak memiliki nilai ekonomis.

Untuk memperbaiki kondisi tersebut dilakukan penelitian menggunakan metodologi berikut:



Gambar 1 : Metodologi penelitian

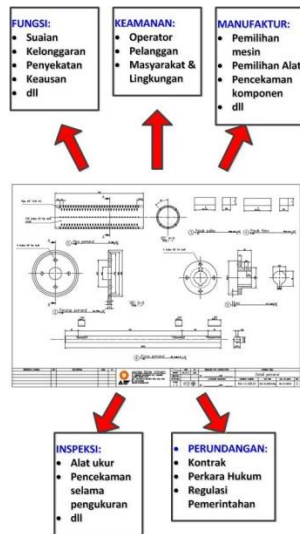
2. PEMAHAMAN DEFINISI SPESIFIKASI GAMBAR TEKNIK DAN PENGENDALIAN FITUR

2.1. Gambar Teknik

Gambar teknik merupakan suatu dokumen (atau file data digital) yang mengomunikasikan suatu komponen secara presisi. Gambar teknik mengandung gambar, kata, nomor, dan simbol yang diperlukan oleh suatu komponen yang berisi :geometri (bentuk dan ukuran komponen), hubungan fungsional yang penting, toleransi berdasarkan fungsinya, material, proses perlakuan panas, pelapisan permukaan, dan informasi dokumen (nomor komponen, tingkat revisi)[2]

Gambar teknik merupakan dokumen penting bagi suatu organisasi karena akan mempengaruhi kesuksesan bagi organisasi dan sekaligus bagi produk yang bersangkutan, dan komunikasi yang dibangun melalui gambar teknik tidak boleh menyebabkan keambiguan diantara bagian-bagian yang terkait di dalam suatu organisasi (Gambar-2).

Kesalahan yang terjadi pada suatu gambar teknik akan berdampak pada kerugian biaya yang besar bagi suatu organisasi. Kerugian akan semakin membesar jika gambar teknik tersebut digunakan untuk membuat prototype, terlebih digunakan untuk produksi massal, dan terlebih lagi jika produk sudah digunakan oleh pengguna.

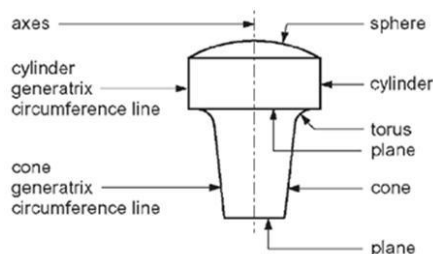


Gambar 2 : Peran gambar teknik pada suatu organisasi

2.2. Fitur dan Pengendaliannya

Suatu produk rakitan terdiri atas beberapa komponen, dan suatu komponen dibangun melalui beberapa fitur menggunakan teknik operasi *boolean*. Untuk memudahkan pembuatan gambar teknik maka perlu dipahami definisi tentang fitur :

- Berdasarkan ASME Y14.5-2009 : Fitur adalah bagian fisik suatu komponen atau permukaan, pena, lubang, atau alur, atau representasinya pada gambar, model, atau arsip data digital. [3]
- Berdasarkan ISO 14660-1 : Fitur merupakan bagian spesifik suatu benda kerja, seperti sebuah titik, sebuah garis atau sebuah permukaan, dan fitur-fitur tersebut dapat menjadi fitur integral (contoh : permukaan luar suatu silinder) atau fitur turunan (contoh suatu garis median atau permukaan median). [4]



Gambar 3 : Contoh kumpulan elemen geometrik [5]

Pendimensian dan pentoleransian geometrik / *Geometrical dimensioning and tolerancing* (GDT) merupakan sistem gambar teknik internasional yang menyarankan suatu metoda praktis untuk menentukan

dimensi dan toleransi 3D pada suatu gambar teknik berdasarkan bahasa universal yang telah distandarkan secara nasional maupun internasional.

Metoda tersebut akan memperbaiki komunikasi pada fase perancangan produk sampai dengan fase realisasi kualitas produk. Beberapa keuntungan penggunaan GDT pada gambar teknik dan lembar data produk adalah [6] :

- Menghilangkan kebingungan dalam menggunakan simbol atau kalimat yang digunakan secara universal.
- Penggunaan datum dan sistem datum untuk mendefinisikan keperluan dimensi yang berhubungan dengan komponen.
- Penentuan dimensi dan hubungannya terhadap toleransi berdasarkan hubungan fungsi.
- Mengekspresikan toleransi dimensi yang diperlukan menggunakan metoda yang akan mengurangi akumulasi toleransi.
- Menyediakan informasi yang dapat digunakan untuk mengendalikan hubungannya terhadap peralatan dan perakitan.

Suatu fitur pada komponen yang dihasilkan melalui gambar teknik dapat dikendalikan ukurannya, dan/atau bentuknya, dan/atau orientasinya, dan/atau posisinya. Pengendalian terhadap fitur tersebut dipengaruhi oleh fungsi komponen yang terkait dengan proses desain, proses pembuatan, proses pengukuran, dan proses perakitannya (Tabel-2)

Tabel 2 : Simbol karakteristik geometri [3]

APPLICATION	TYPE OF TOLERANCE	CHARACTERISTIC	SYMBOL	SEE:
INDIVIDUAL FEATURES	FORM	STRAIGHTNESS		5.4.1
		FLATNESS		5.4.2
		CIRCULARITY		5.4.3
		CYLINDRICITY		5.4.4
INDIVIDUAL OR RELATED FEATURES	PROFILE	PROFILE OF A LINE		8.2.1.2
		PROFILE OF A SURFACE		8.2.1.1
RELATED FEATURES	ORIENTATION	ANGULARITY		6.3.1
		PERPENDICULARITY		6.3.3
		PARALLELISM		6.3.2
	LOCATION	POSITION **		7.2
		CONCENTRICITY		7.6.4
		SYMMETRY		7.7.2
	RUNOUT	CIRCULAR RUNOUT		9.4.1
		TOTAL RUNOUT		9.4.2

* Arrowheads may be filled or not filled

** May be related or unrelated

3.3.1

Untuk kebutuhan proses desain, manufaktur, pemeriksaan, dan perakitan, maka pada gambar teknik diperlukan datum sebagai referensi. Selain itu datum akan mengkomunikasikan tujuan berdasarkan fungsikomponen untuk teknik pemodelan (membuat fitur solid), pemilihan mesin, orientasi posisi pengekaman benda kerja, pemilihan alat potong dan orientasi pemotongan, pemilihan alat ukur, metoda, dan alat bantu yang diperlukan selama proses

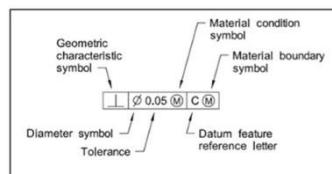
pengukuran. Dengan demikian maka perlu dipahamidefinisi datum sebagai berikut [3] :

- Datum adalah suatu yang nyata secara teoritis berkaitan dengan titik, sumbu, garis, bidang, atau kombinasi ketiganya yang diturunkan secara teoritis dari fitur datum simulator (datum merupakan awal dimana lokasi atau karakteristik geometrik fitur atau karakteristik geometrik berada).
- Fitur datum adalah suatu fitur yang diidentifikasi sebagai simbol fitur datum atau suatu simbol target datum (fitur aktual suatu komponen yang digunakan untuk menghadirkan datum)

Datum fitur yang baik dapat merupakan suatu permukaan yang berpengaruh kuat terhadap orientasi dan/atau lokasi komponen dalam perakitan (fitur datum fungsional). Pada kondisi lainnya, fitur datum dapat menumpu berat komponen yang akan memberikan kestabilan, dan memungkinkan dijangkau alat pengecam selama proses manufaktur, atau selama semua tahapan pengukuran kualitas.

Pada saat pemilihan datum fitur, perancang harus mempertimbangkan karakteristik berupa : permukaan fungsi, permukaan yang berpasangan, permukaan yang mudah dijangkau, ukuran permukaan yang memungkinkan pengukuran dilakukan secara berulang [7].

Datum merupakan entitas geometrik dengan bentuk sempurna yang diturunkan dari fitur datum dan ditentukan pada gambar teknik. Konfigurasi dari satu atau lebih datum ditentukan di dalam *feature control frame* (kotak pengendali fitur) pada *datum reference frame*. *Datum reference frame* merupakan sistem kordinat yang ditempatkan dan diorientasikan pada fitur datum sehingga lokasi dan orientasi komponen lainnya dapat dikendalikan terhadapnya.



Gambar 4 :Kotak pengendali fitur [3]

3. IDENTIFIKASI PENYEBAB KESALAHAN PADA GAMBAR TEKNIK

Identifikasi penyebab terjadinya kesalahan pada gambar teknik ditujukan terhadap faktor yang mempengaruhi kompetensi mahasiswa selama mengikuti program perkuliahan, seperti :

- Proses pelaksanaan tugas semester akhir

- Kurikulum dan silabusterkait gambar teknik
- Proses pembelajaran terkait gambar teknik
- Penilaian proses pembelajaran

3.1. Proses Pelaksanaan Tugas Semester Akhir

Tugas semester akhir merupakan suatu mata kuliah yang bertujuan untuk memberikan pemahaman terhadap mahasiswa agar dapat berpikir secara logis dan ilmiah dalam menguraikan dan membahas suatu permasalahan serta dapat menuangkannya secara sistematis dan terstruktur, menjaga penelitian yang dilakukan sesuai dengan kaidah etis dalam penulisan karya ilmiah [8].

Melalui tugas akhir ini mahasiswa dituntut untuk dapat mengintegrasikan seluruh mata kuliah yang telah ditempuh sebelumnya dalam bentuk hasil rancang bangun / rekayasa peniruan (Gambar-6).Faktor penilaian terhadap kualitas produk di Akademi Teknik Soroako dilakukan melalui kriteria berikut :



Gambar 5 : Kriteria penilaian hasil akhir produk tugas semester akhir

Melalui kriteria tersebut ditunjukkan bahwa penilaian tidak dilakukan terhadap kualitas gambar teknik dan originalitas dari produk yang dihasilkan, akibatnya sejauh mana ketercapaian sifat produk dan kelayakan untuk dipatenkan menjadi pekerjaan rumah yang perlu diperbaiki.

3.2. Kurikulum dan Silabus Gambar Teknik

Pada kurikulum ATS-2012, proses pembelajaran yang berhubungan dengan mata kuliah gambar teknik adalah :

Tabel 3 : Distribusi mata kuliah gambar teknik [9]

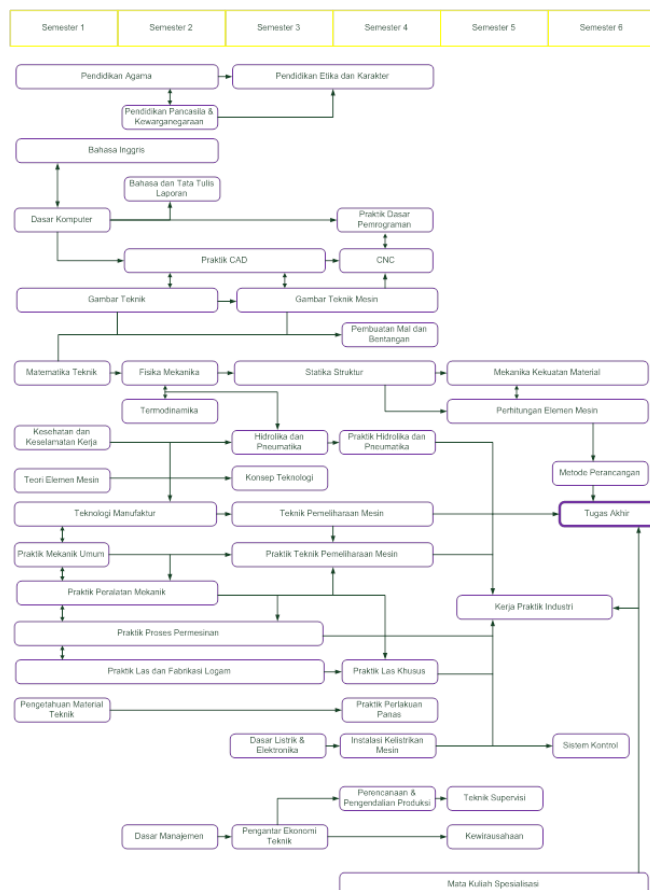
NO	MATA KULIAH	DISTRIBUSI		
		Jumlah [SKS]	Jumlah [jam]	Semester
1	Praktik Gambar Teknik-1	1	40	1
2	Praktik Gambar Teknik-2	1	40	2
3	Praktik CAD-1	1	40	2
4	Praktik CAD-2	1	40	3
5	Praktik Gambar Teknik Mesin-1	2	80	3
6	Praktik Gambar Teknik Mesin-2	2	80	4
7	Teori dan praktik Pembuatan Mal dan Bentangan	2	59	4
8	Teori dan Praktik Metode Perancangan	3	78	6
TOTAL		13	457	-

Berdasarkan kurikulum dan silabus 2012, ditunjukkan bahwa pengenalan terhadap pendimensian dan pentoleransian geometrik hanya dilakukan pada mata kuliah Gambar Teknik Mesin-2, sedangkan pada mata kuliah lainnya tidak disinggung. Dan berdasarkan referensi yang digunakan pada silabus pembelajaran ditunjukkan bahwa standar ASME Y14.5 belum digunakan. Referensi yang dijadikan acuan terkait gambar teknik adalah modul dan buku referensi berdasarkan standardisasi ISO (*technical drawing*, *mechanical transmission*, dan *machine tools*).

3.3. Proses Pembelajaran Terkait Gambar Teknik

Pembuatan gambar teknik tidak hanya dilakukan pada saat mahasiswa menjalankan program pembelajaran gambar teknik saja, namun dilakukan juga pada saat mahasiswa melakukan pembelajaran teori ataupun praktikum terkait dengan mata kuliah prosesmanufaktur, praktik industri, perencanaan dan pengendalian produksi, pemeliharaan dan perbaikan mesin (Tabel-4).

Gambar yang dibuat akan dijadikan acuan untuk membuat *operation plan* pembuatan produk. *Operation plan* berisi : urutan pengoperasian yang dilakukan, alat potong dan metoda pemotongan yang dilakukan, alat pengecam dan metoda pengecaman yang dilakukan, alat ukur dan metoda pengukuran yang dilakukan, alat bantu dan perakitan yang dilakukan, dan perhitungan variabel proses (penghitungan putaran mesin, kecepatan potong, kecepatan pemakanan, arus pada proses pengelasan, dan lain-lain).



Gambar 6 : Jejaring mata kuliah [9]

Tabel 4 : Mata kuliah terkait gambar teknik [9]

NO	MATA KULIAH	DISTRIBUSI		
		Jumlah [SKS]	Jumlah [jam]	Semester
1	Teori Teknologi Manufaktur-1	2	36	1
2	Praktik Mekanik Umum	2	120	1
3	Praktik Peralatan Mekanik-1	1	80	1
4	Praktik Proses Pemesinan-1	2	160	1
5	Praktik Las dan Fabrikasi Logam-1	2	120	1
6	Teori Teknologi Manufaktur-2	2	38	2
7	Praktik Las dan Fabrikasi Logam-2	2	120	2
8	Praktik Peralatan Mekanik-2	1	80	2
9	Praktik Proses Pemesinan-2	3	240	2
10	Teori & Praktik Teknik Pemeliharaan-1	4	198	3
12	Praktik Las dan Fabrikasi Logam-3	1	40	3
13	Praktik Proses Pemesinan-3	3	240	3
14	Teori & Praktik Teknik Pemeliharaan-2	5	238	4
15	Teori dan Praktik PPC	3	49	4
16	Praktik Las Khusus	1	40	4
17	CNC-1	1	40	4
18	Kerja Praktik Industri	4	440	5
TOTAL		39	2279	-

Proses praktikum di Akademi Teknik Soroako diatur menggunakan prosedur berikut (Gambar-7) :

Kualitas akhir produk praktikum mahasiswa dinilai menggunakan suatu format tertentu sesuai dengan mata kuliah praktikum yang dilakukan. Melalui salah satu dokumen tersebut ditunjukkan bahwa pengukuran hanya ditujukan untuk menilai kualitas dimensi, fungsi, dan estetika saja, sedangkan kualitas geometrik produk tidak sepenuhnya dinilai (Tabel-7).

AKADEMI TEKNIK SOROKAO

Jl. Soemardi (Djojonegoro) no.1 Sorokao,
Telp. (021) 5249000 pes. 3801 - 3804, Fax (021) 5249589,
E-mail: ats_school@inco.com

F-024-IP/AT/007/0024 IP/ST/007

0024 IP/ST/007

FORM PENILAIAN PRAKTIK TURNING

Subj :	ATS-07-0623.01	Date :						Used time	No. :
WP :		Start :							Note :
Tol. :	Sedang	Finish :							
Est. :		Used :							
Measuring Table (Point 10 atau 0)			Work Score					Point	
Ø26 H7									
Measuring Table (Point 10 atau 1)			Work Score						
Ø39 f7 ^{+0.02}									
Measuring Table (Point 10, 4 atau 1)			Work Score						
Ø51									
14									
43									
Execution Table (Point 8, 6, 4)			Work Score					Point	
Fungsi									
Estetika									
Final Point = 0.7 MP + 0.3 EP			= + =						

Sorokao, _____
Instruktur

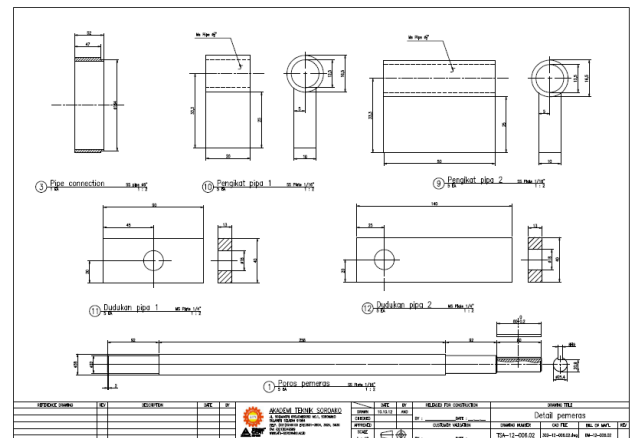
Mahasiswa _____

NIM : _____

Untuk menjamin hasil tugas semester akhir mahasiswa berupa rancang bangun / rekayasa peniruan yang memiliki sifat kehandalan, keterbuatan, keterukuran, keterakitan, dan ketertukaran, maka berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan, diusulkan beberapa rekomendasi berikut :

3. Prosedur pelaksanaan praktikum memuat hal berkaitan dengan pemeriksaan dan validasi kualitas gambar teknik. Gambar latihan ataupun gambar produk yang dibuat oleh mahasiswa harus dijamin kebenarannya melalui pengendalian pendimensian dan pentoleransian geometrik. Selain itu dapat juga dipertimbangkan bahwa gambar teknik yang dibuat oleh mahasiswa sebelum membuat *operation plan*, dinilai secara kuantitatif, dan menjadi persyaratan bahwa produk dapat dibuat setelah gambar tekniknya diperiksa dan divalidasi.
4. Pengukuran kualitas produk dilakukan sesuai dengan spesifikasi yang tertera pada gambar teknik, yang meliputi toleransi dimensi dan toleransi geometrik.

Berdasarkan rekomendasi yang diberikan, perlu ditetapkan pedoman pembuatan gambar teknik sehingga produk yang dihasilkan dapat dijamin keterbacaannya, keterukurannya, keterakitannya, dan ketertukarannya. Format gambar teknik yang dibuat dapat mengacu kepada standar yang berlaku seperti ISO atau ASME, dan dibuatkan panduan cara membuat gambar teknik (Gambar-8) :



1. Melakukan analisis fungsi terhadap komponen atau mesin yang dibuat
2. Menentukan kebutuhan pengendalian fitur (GDT)
3. Menentukan fitur yang akan dijadikan sebagai fitur datum
4. Menentukan *datum reference frame* (sistem koordinat)
5. Membangun model 3D dengan teknik operasi Boolean / Membuat gambar teknik 2D
6. Menerapkan GDT pada gambar teknik (toleransi dan kotak pengendali fitur)
7. Membuat gambar susunan untuk produk rakitan
8. Membuat daftar struktur rakitan
9. Memeriksa dan Memvalidasi gambar teknik

94

6. DISKUSI

Pelaksanaan tugas semester akhir berupa rancang bangun atau rekayasa peniruan harus dilaksanakan sesuai dengan kaidah-kaidah yang berlaku di industri. Supaya produk tersebut dapat memiliki nilai ekonomis atau bahkan dapat dipatenkan, maka produk tersebut harus memenuhi persyaratan berupa sifat kehandalan, keterbuatan, keterukuran, keterakitan, dan ketertukuran.

Untuk mengintegrasikan sifat dan kebutuhan tersebut maka diperlukan suatu gambar teknik yang dapat dikomunikasikan oleh seluruh pihak atau aktivitas terkait mulai dari tahap perancangan, pembuatan, inspeksi, dan perakitan (bahkan sampai dengan siklus umur produk). Gambar teknik yang dibuat tidak boleh mengandung keambiguan dan tidak hanya ditujukan untuk memenuhi fungsi dari alat yang dibuat.

Pengendalian terhadap fitur dimensi dan geometrik akan mengintegrasikan komunikasi diantara beberapa pihak tersebut. Sayangnya berdasarkan identifikasi yang dilakukan, pengetahuan tentang pendimensian dan pentoleransian geometrik belum dikenalkan dan diterapkan secara konsisten. Konsekwensinya perlu mengahdirkannya di dalam kurikulum dan silabus pembelajarannya, terlebih mempraktikannya di lapangan untuk semua aktivitas mata kuliah yang terkait dengan gambar teknik. Pemahaman yang seragam terhadap gambar teknik yang benar berikut pengendalian fitur merupakan persyaratan mutlak yang harus dipenuhi.

Melalui suatu upaya perbaikan terhadap pemahaman gambar teknik yang utuh dan terintegrasi (berdasarkan pendimensian dan pentoleransian geometri), dan mengisemenasikannya di dalam kegiatan pembelajaran mulai dari mata kuliah semester awal sampai dengan mata kuliah tugas semester akhir, maka kualitas produk hasil tugas akhir tersebut akan sesuai dengan kaidah-kaidah yang berlaku di industri. Akhirnya, akan lahir produk-produk buatan dalam negeri yang mampu bersaing di pasar internasional dan tidak melanggar hak atas kekayaan intelektual, yang tidak hanya sebatas untuk memenuhi persyaratan akademis saja (nilai kelulusan).

7. KESIMPULAN

Kualitas produk hasil tugas akhir mahasiswa berupa rancang bangun atau rekayasa peniruan harus dapat

menjamin sifat kehandalan, keterbuatan, keterukuran, keterakitan, dan keterukuran, agar dapat memiliki nilai lebih (dapat dijadikan produk unggulan yang dapat diproduksi masalatau bahkan dipatentkan). Sifat tersebut dapat dijamin oleh kualitas gambar teknik yang dibuat berdasarkan standar pendimensian dan pentoleransian geometrik berdasarkan ASME Y14.5-2009.

Untuk membuat kualitas gambar teknik yang benar di dalam institusi pendidikan harus tercermin pada kurikulum dan silabus pembelajarannya. Integrasi untuk meningkatkan kompetensi membuat gambar teknik tidak hanya dilakukan pada mata kuliah yang berkaitan dengan gambar teknik saja, namun perlu diintegrasikan juga terhadap beberapa mata kuliah lainnya terkait dengan sistem manufaktur, dimana gambar teknik yang benar menjadi persyaratan untuk melakukan kegiatan selanjutnya.

Sebagai saran, maka peneliti menganjurkan agar lembaga pendidikan terkait dan industri manufaktur mulai menginseminasikan GDT di dalam pembuatan gambar teknik. Khususnya di Indonesia, GDT belum banyak dikenal dan belum banyak diterapkan (ditunjukkan pada saat identifikasi penyebab kesalahan pada gambar teknik). Dan pada pelaksanaannya perlu dibuatkan suatu aturan baku di institusi terkait yang mengatur pembuatan gambar teknik dengan mempertimbangkan pendimensian dan pentoleransian geometrik, serta untuk menjamin konsistensi di dalam pembuatan gambar teknik (Gambar-8).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami haturkan kepada Bapak Dr. Ing. Indra Djodikusumo selaku dosen Teknik Produksi (FTMD-ITB) yang telah memberikan nuansa baru di dalam perkembangan materi ajar Pendimensian dan Pentoleransian Geometrik di Indonesia untuk meningkatkan peluang produk dalam negeri berkiprah di ajang internasional.

REFERENSI

- [1] Indrakusumo, Djodi, Mashur, A. Hakim, Suharto. Djoko, Masalah Dalam Pembelajaran Gambar Teknik dan Gambar Mesin di Perguruan Tinggi Teknik Mesin di Indonesia serta Usulan

- Solusinya, Proceeding seminar nasional tahunan teknik mesin XIV, Banjarmasin, 07-08 Oktober 2015.
- [2] Krulikowski. Alex, Fundamentals of Geometric Dimensioning and Tolerancing, Third Edition, USA, 1991
 - [3] The American Society of Mechanical Engineers, ASME Y14.5-2009, Dimensioning and Tolerancing, New York, 2009.
 - [4] International Standard Organization, ISO 110-2004, Geometrical Product Specifications (GPS) - Geometrical Tolerance of form, orientation, location, and run-out, Switzerland, 2004.
 - [5] G. Henzold, Geometrical Dimensioning and Tolerancing for Design, Manufacturing, and Inspection, Second Edition, Elsevier, United Kingdom, 2006.
 - [6] P.J. Drake Jr., Dimensioning and Tolerancing Handbook, McGraw Hill, New York, 1999.
 - [7] Gene R. Cogorno, Geometric Dimensioning and Tolerancing for Mechanical Design, McGraw Hill, New York, 2006
 - [8] Dokumen IK.2.01.009(R02/170210), Instruksi Kerja Pelaksanaan Tugas Semester Akhir, Akademi Teknik Soroako, 2010.
 - [9] Buku Kurikulum 2012, Akademi Teknik Soroako, 2012.
 - [10] Dokumen IK.1.02.102(R04/250313), Instruksi Kerja Pelaksanaan Mata Kuliah Praktik, 2013.