

KESESUAIAN KOMPETENSI DAN MATERI AJAR PROSES PEMESINAN JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN FT UNY DENGAN MATERI STANDAR KOMPETENSI PEMESINAN NIMS (NATIONAL INSTITUTE FOR METALWORKING SKILLS)

Oleh : Bernardus Sentot Wijanarka

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah : Mengidentifikasi kesesuaian kompetensi proses pemesinan pada Jurusan Pendidikan Teknik Mesin terhadap kompetensi pemesinan menurut NIMS, dan mengidentifikasi kesesuaian materi ajar praktek proses pemesinan pada Jurusan Pendidikan Teknik Mesin terhadap materi kompetensi pemesinan menurut NIMS.

Penelitian ini adalah penelitian analisis isi (*content analysis*). Subyek penelitian adalah bahan ajar proses pemesinan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNY. Langkah penelitian dilaksanakan dengan cara mengidentifikasi kompetensi yang diajarkan di Jurusan Pendidikan Teknik , kemudian dibandingkan dengan kompetensi NIMS. Data dikumpulkan dengan mengumpulkan dokumen pelaksanaan praktik pemesinan (job sheet, langkah kerja, penilaian), inventaris alat dan mesin. Kompetensi dari NIMS diperoleh dari web (NIMS.org). Analisis data menggunakan teknik analisis kuantitatif (perbandingan), dan kualitatif.

Hasil penelitian menunjukkan : (1) Kompetensi proses pemesinan yang diajarkan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin belum memenuhi semua standar kompetensi NIMS. Pada kompetensi Level I memenuhi 8 kompetensi dari 9 kompetensi yang ditetapkan. Pada Level II memenuhi 3 kompetensi dari 8. Sedangkan pada Level III belum ada kompetensi yang diajarkan ; (2) Materi ajar yang diajarkan di jurusan Pendidikan Teknik Mesin untuk mencapai kompetensi yang telah dipenuhi ada kekurangan pada ketersediaan mesin (mesin freis vertikal, mesin gerinda, mesin bubut CNC tipe produksi, mesin freis CNC tipe produksi dan mesin gurdi) , asesoris mesin, alat ukur presisi (dial indikator, komparator kekasaran, mikrometer luar, mikrometer dalam, penyiku presisi, dan busur bilah), perkakas potong, bahan praktik, dan alat evaluasi.

Kata Kunci : kompetensi, pemesinan, standar

Pendahuluan

Kompetensi lulusan sesuai dengan yang diperlukan lapangan pekerjaan adalah hal yang sangat diharapkan oleh lembaga pendidikan. Akan tetapi karena perubahan kebutuhan tenaga kerja yang berjalan dengan sangat cepat, maka keinginan tersebut sulit tercapai. Hal tersebut terutama terlihat jelas pada lembaga pendidikan yang menyelenggarakan program studi kejuruan (vokasi). Masalah timbul apabila lulusan yang dihasilkan tidak sesuai lagi dengan kebutuhan di lapangan kerja.

Pada program studi teknik mesin atau pendidikan teknik mesin juga mengalami permasalahan kesesuaian kompetensi lulusan dengan kompetensi yang diperlukan oleh dunia kerja khususnya pada industri pemessinan pada saat ini. Hal itu terjadi karena beragamnya kompetensi yang diperlukan oleh industri, sementara lembaga pendidikan hanya mampu menyelenggarakan sebagian saja dari seluruh kompetensi yang dibutuhkan. Untuk kompetensi pemessinan (*machining*) sampai saat ini belum ada standar kompetensi nasional yang bisa dipakai sebagai acuan dalam menyusun kurikulum maupun uji kompetensinya. Sebagian SMK mempercayakan uji kompetensi siswanya pada lembaga pendidikan yang lebih tinggi, misalnya ATMI Surakarta, sedangkan untuk politeknik dan LPTK mengadakan ujian kompetensi sendiri atau belum mengadakan uji kompetensi.

Bertolak dari permasalahan di atas, maka penelitian ini akan membandingkan kesesuaian kompetensi kelompok mata kuliah mesin perkakas pada jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY dengan materi uji kompetensi menurut NIMS (*National Institute for Metalworking Skills*). Hal tersebut sangat perlu diteliti untuk bahan evaluasi pelaksanaan proses belajar mengajar praktek proses pemessinan pada kurikulum FT UNY 2002, serta rencana pengembangan kurikulum pada Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY.

Kajian Teori

1. Mata Kuliah Proses Pemessinan

Mata kuliah Proses Pemessinan pada Kurikulum 2002 UNY (UNY, 2004) untuk program studi Pendidikan T. Mesin adalah :

- a. Teori Pemessinan 1
- b. Teori Pemessinan 2
- c. Proses Pemessinan 1
- d. Proses Pemessinan 2
- e. Proses Pemessinan 3

- f. Proses Pemesinan 4
- g. Proses Pemesinan 5
- h. Pemesinan CNC
- i. CNC
- j. CadCam

The National Institute for Metalworking Skills (NIMS) dibentuk pada tahun 1995 oleh asosiasi perusahaan pemesinan logam untuk mengembangkan dan menjaga kemampuan kompetitif global bagi tenaga kerja Amerika. NIMS membuat standar ketrampilan untuk industri, membuat sertifikat individual yang memenuhi standar dan mengadakan program pelatihan sesuai dengan kualitas yang diperlukan oleh pihak NIMS. NIMS bekerja dengan proses disiplin yang ketat yang diakreditasi oleh *American National Standards Institute (ANSI)* .

Pengguna (*stakeholders*) dari NIMS adalah 6000 perusahaan pengerjaan logam. Mereka yang telah berinvestasi relatif besar (telah menyumbang \$7.5 million) adalah - *the Association for Manufacturing Technology, the American Machine Tool Builder Association, the National Tooling & Machining Association, the Precision Machine Products Association, the Precision Metalforming Association, and the Tooling and Manufacturing Association*. Dana tersebut digunakan untuk pengelolaan dan pengembangan standar NIMS.

Standar ketrampilan NIMS meliputi 24 area pekerjaan pengerjaan logam termasuk pembentukan logam (*Stamping, Press Brake, Roll Forming, Laser Cutting*) dan Teknik Pemesinan (*Machining, Tool and Die Making, Mold Making, Screw Machining, Machine Building and Machine Maintenance, Service and Repair*). Standar tersebut terdiri dari Level 1 sampai Level 3. Semua standar NIMS divalidasi dan ditulis oleh industri, serta dievaluasi secara periodik menurut prosedur akreditasi oleh ANSI. Daftar standar NIMS tersebut dipaparkan dan Tabel 1 di bawah.

Selain kompetensi praktek NIMS juga mengadakan ujian teori untuk pengetahuan proses pemesinan yaitu meliputi : *Job planning, benchwork, & layout, Milling level 1, Drill press level 1, Turning level 1, Grinding level 1*. Kisi-kisi soal teori tersebut dapat diperoleh pada <http://www.nims-skills.org/standards/>.

Tabel 1. Daftar Kompetensi/Ketrampilan Pemesinan yang diujikan di NIMS

Machining Level I Performance Guide	Machining Level II Performance Guide
Level 1	Level 2
Benchwork	Turning - Between Centers
Layout	Turning - Chucking
Milling	Milling - Precision Locations
Drill Press	Grinding - Flats and Angles
Surface Grinding	Cylindrical Grinding
Turning - Between Centers	EDM - Plunge EDM
Turning - Chucking	EDM - 2-Axis Wire EDM
CNC Milling	CNC Turning
CNC Turning	CNC Mill
Sample Tests / Study Guides	
Job Planning, Benchwork, & Layout Level I	Measurement, Materials, & Safety Level I
Milling Level I	Metforming Level I
Drill Press Level I	Grinding Level I
Turning Level I	Stamping Level II
Stamping Level III - Part Inspection & Quality Control	Stamping Level III

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Kompetensi yang diajarkan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY

Pada kurikulum FT UNY 2002 Jurusan Pendidikan Teknik Mesin melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan SKS. Tiap mata kuliah memiliki bobot sks tertentu sesuai dengan yang telah ditetapkan dalam Kurikulum. Untuk kompetensi yang diajarkan serta jumlah sks masing-masing mata kuliah pemesinan dapat dilihat pada Tabel 2. Dari tabel tersebut terlihat bahwa kompetensi pemesinan berjumlah 28 sks, dengan jam pelaksanaan 576 jam. Total keseluruhan jumlah sks untuk Program Studi Teknik Mesin D3 adalah 110 sks, dan untuk Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1 adalah 144 sks.

Tabel 2. Nama Mata Kuliah, Kompetensi yang diajarkan serta bobot sks

Mata Kuliah	Kompetensi	sks	Jam/semes ter*)
Teori Proses Pemesinan I	Mahasiswa memahami konsep dasar proses pemesinan, meliputi : 1. bentuk geometris alat manual dan fungsinya, 2. jenis konstruksi 3. fungsi mesin perkakas, 4. bentuk geometris dan fungsi alat sayat.	2	32 jam
Proses Pemesinan I	1. kerja bangku (mengikir rata, sejajar, siku, sudut, radius, menggergaji lurus) 2. mengasah alat-alat potong dengan bentuk sederhana 3. mengoperasikan mesin-mesin perkakas (mesin bubut, frais, sekrup, bor) untuk membuat komponen sederhana dengan toleransi 0,2.	3	64 jam

Proses Pemesinan II	1. kerja mesin bubut yang mencakup membubut dalam, radius, kartel, ulir, 2. kerja mesin frais yang mencakup pengaturan kepala pembagi, mengefrais alur, bertingkat, 3. kerja mesin sekrup yang mencakup menyekrap bertingkat, miring, alur dan menggerinda rata.	3	64 jam
Proses Pemesinan III	1. mengefrais berbagai macam roda gigi (roda gigi lurus, helix, payung, cacing), 2. kerja gerinda silindris	3	64 jam
Proses Pemesinan NC	1. pembuatan program mesin bubut dan frais NC, 2. pengoperasian mesin bubut dan frais NC dalam pembuatan produk yang teliti dan kompleks.	3	64 jam
Teori Proses Pemesinan II	1. perencanaan optimalisasi penggunaan mesin perkakas dan alat sayat, 2. estimasi efisiensi proses pemesinan melalui penyayatan dan tanpa sayat.	2	32 jam
CNC	1. pembuatan program CNC (Bubut dan Frais) untuk memperoleh produk yang efisien dan memenuhi standard, 2. optimalisasi penggunaan mesin CNC dan alat sayat.	3	64 jam
Proses Pemesinan 4	1. membuat roda gigi helik, cacing, kerucut, gerinda dan perakitanannya.	3	64 jam
Proses Pemesinan 5	1. membuat roda gigi helik, cacing, kerucut, gerinda dan perakitanannya.		64 jam
CAD/CAM	1. Membuat program CNC (Bubut dan Frais) berkaitan dengan citra gambar teknik, dan lintas akses data.	3	64 jam

*) Untuk kuliah praktik dihitung dari jam kuliah yang terlaksana dikalikan jumlah tatap muka tiap semester (16 kali).

Jika dibandingkan dengan kompetensi NIMS, maka sebagian besar kompetensi dan sub kompetensi Level I sudah diajarkan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin UNY. Perbandingan kompetensi tersebut dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Kompetensi yang diajarkan di Jurusan Pendidikan T. Mesin dan NIMS Level I, Level II, dan Level III

No	Kompetensi NIMS Level I	Kompetensi diajarkan Pada Mata Kuliah
1	<i>Benchmark</i>	PP1
2	<i>Layout</i>	PP1 (Mulai TA 2007)
3	<i>Vertical Milling</i>	PP2, PP3, PP4, PP5
4	<i>Drill Press</i>	PP1 (Mulai TA 2007)
5	<i>Surface Grinding</i>	PP4
6	<i>Turning Between Center</i>	-
7	<i>Turning Chucking</i>	PP2, PP3, PP4, PP5
8	<i>CNC Milling</i>	Pemesinan NC, CNC, dan CadCam
9	<i>CNC Turning</i>	Pemesinan NC, CNC, dan CadCam
Kompetensi NIMS Level II		
10	<i>Turning – Chucking</i>	PP2, PP3, PP4, PP5
11	<i>Milling – Precision Locations</i>	-
12	<i>Grinding – Flats and Angles</i>	-
13	<i>Cylindrical Grinding</i>	-
14	<i>EDM – Plunge EDM</i>	-

15	<i>EDM – 2-Axis Wire EDM</i>	-
16	<i>CNC Milling</i>	Pemesinan NC, CNC, dan CadCam
17	<i>CNC Turning</i>	Pemesinan NC, CNC, dan CadCam
Kompetensi NIMS Level III		
18	<i>Bench Operations: Hand Lapping</i>	-
19	<i>Angle Contour Bandsawing</i>	-
20	<i>Turning Operations: Manual Contour Turning</i>	-
21	<i>Turning Operations: Steady Rest Turning & Boring</i>	-
22	<i>Turning Operations: Follower Rest Turning</i>	-
23	<i>Turning Operations: Difficult Materials</i>	-
24	<i>Milling: Mill Compound Angles</i>	-
25	<i>Milling: Manual Contour Milling</i>	-
26	<i>Horizontal Boring Mill: Line Boring</i>	-
27	<i>Grinding: Select, Inspect, Set up, & Balance Wheels</i>	-
28	<i>Grinding: Tapered Cylindrical Grinding</i>	-
29	<i>Grinding: Grind I.D. and O.D. Surfaces</i>	-
30	<i>Grinding: Grind Tapers on an Universal Grinder</i>	-
31	<i>Grinding: Contour Grinding</i>	-
32	<i>EDM: Operate a 4 Axis Wire EDM</i>	-
33	<i>CNC: Advanced Manual RS-274-D Programming</i>	-
34	<i>CNC: Use Manufacturing Modeling Software to Create RS-274-D Programs</i>	-
35	<i>CNC: Milling Centers</i>	-
36	<i>CNC: Turning Centers</i>	-
37	<i>CNC: Turning Centers with Secondary Milling</i>	-

Mata kuliah proses pemesinan yang diselenggarakan di jurusan Pendidikan Teknik Mesin, beberapa kompetensi dan sub kompetensi level I memang telah diajarkan, akan tetapi praktik khusus untuk membentuk kompetensi proses freis, proses gurdi, gerinda rata, dan membubut diantara dua senter tidak tergambar secara jelas dalam job sheet (*job sheet* PP2, PP3, PP4, PP5). Pada job sheet memang terdapat proses mengerjakan suatu benda kerja dengan mesin freis, tetapi tidak secara khusus diperuntukkan untuk membentuk kompetensi mengoperasikan mesin freis untuk membuat benda kerja secara teliti. Hal tersebut karena memang sulit dilaksanakan untuk jumlah mesin freis vertikal yang terbatas (ada 3 buah mesin freis vertikal dengan dua versi yaitu HMT dan Bridgeport) seperti terlihat pada Tabel 4.3. Jumlah mahasiswa

yang praktik menggunakan mesin yang ada di bengkel mesin berjumlah 13 kelas, dengan rata-rata jumlah mahasiswa 36 mahasiswa/kelas, sehingga semuanya berjumlah 468 mahasiswa. Apabila satu mesin digunakan untuk praktek selama 10 jam/hari, maka tiga buah mesin 30 jam/hari. Dalam satu minggu (6 hari kerja) jam praktek mesin adalah 180 jam. Dengan demikian jatah praktek untuk menggunakan mesin freis vertikal adalah $180 \text{ jam}/468 = 23 \text{ menit/mahasiswa}$. Mata kuliah praktek dilaksanakan 16 kali pertemuan, maka jatah untuk tiap mahasiswa dalam satu semester adalah $23 \text{ menit} \times 16 = 6,13 \text{ jam}$. Hal ini sangat tidak memenuhi syarat pembentukan kompetensi. Pembentukan kompetensi proses freis bahkan di SMK menurut Kurikulum 2004 sesuai SKKNI, pembentukan kompetensi mengefreis adalah 200 jam, membubut 340 jam, menggerinda 80 jam. Hal yang hampir sama terjadi juga dalam penggunaan mesin gerinda rata yang hanya berjumlah 3 buah (pada saat ini dalam keadaan rusak semua). Sedang menurut NIMS yang direkomendasikan oleh *Office of Vocational and Technical Education Mississippi*, untuk Ketrampilan pemesinan sebaiknya untuk membubut 215 jam, mengefreis 60 jam, menggerinda 35 jam, CNC 35 jam, dan kerja bangku +pengukuran 25 jam.

Untuk pelaksanaan praktik mesin bubut CNC dan mesin freis CNC (tipe produksi) dilaksanakan untuk mahasiswa semester 5 dan semester 6, dengan jumlah mahasiswa 60 orang. Dengan jumlah mesin bubut CNC hanya satu buah maka, setiap mahasiswa hanya memiliki jatah mengoperasikan mesin bubut CNC 2,7 jam/semester. Untuk mesin freis CNC juga 2,7 jam/semester. Sedangkan pada Kurikulum SMK untuk tuntutan kurikulum harus dilaksanakan 140 jam.

Hal tersebut di atas tidak terjadi pada pelaksanaan praktek mesin bubut (berjumlah 21 buah), maupun praktek kerja bangku (20 meja kerja). Kekurangan yang terjadi adalah pada ketersediaan asesoris mesin yang sudah tidak bagus/rusak kondisinya, misalnya kurangnya kunci pas, kunci cekam, alat ukur presisi, alat ukur pembanding (komparator kekasaran), paralel, ragam, steady rest, dan kolet.

Untuk kompetensi NIMS Level II dan Level III, belum ada yang diajarkan di jurusan pendidikan teknik mesin FT UNY, kecuali Turning CNC dan Milling CNC yang telah diajarkan sejak tahun 1992, walaupun pelaksanaannya kurang efektif. Peralatan dan asesoris sebenarnya ada, misalnya *steady rest* mesin bubut, *follower rest turning*, dan mesin gergaji pita (bandsawing), mesin EDM, mesin bubut copy, dan mesin gerinda silinder, akan tetapi peralatan tersebut tidak pernah digunakan. Di lain pihak mahasiswa juga tidak dituntut menggunakan peralatan tersebut, karena di *job sheet* tidak ada.

Dilihat dari jam pelaksanaan praktek dan teori pemesinan di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin yang berjumlah 576 jam (dengan asumsi kuliah terlaksana 16 kali/semester), maka sebenarnya dari jam yang tersedia mampu untuk memenuhi tuntutan jam praktik menurut SKKNI (berjumlah 620 jam) atau menurut NIMS (untuk Level I 330 jam). Dari pelaksanaan kuliah praktek, job sheet sebagai panduan tugas praktek mahasiswa dalam praktek tidak mengisi seluruh jam praktek, dengan pertimbangan jumlah mesin yang kurang (freis dan gerinda), bahan yang terbatas, dan keterbatasan alat potong (pahat).

2. Perbandingan unjuk kerja, peralatan, dan evaluasi antara NIMS dan Pelaksanaan PBM Praktek pemesinan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin

a. Kerja Bangku

Kompetensi kerja bangku diajarkan di jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY. Perbandingan unjuk kerja, peralatan yang disediakan, dan evaluasi yang dilakukan antara NIMS dan PBM yang dilaksanakan di Jurusan P T. Mesin ada pada Tabel 4.

Kompetensi NIMS adalah : Disediakan langkah kerja, gambar kerja, perkakas tangan, untuk membuat benda kerja dengan dua lubang yang harus ditap, sebuah lubang direamer untuk memasang bushing dengan suaian tekan (*press fit*), dan memasang baut pada satu lubang yang telah ditap. Menumpulkan ujung/pojok hasil proses gurdi dan membuat champer.

Tabel 4. Perbandingan Unjuk kerja, peralatan, dan evaluasi Kerja Bangku

No.	NIMS A. Unjuk Kerja	Jurusan Pendidikan T. Mesin FT UNY		
		Diajarkan	Tidak diajarkan	Keterangan
1	Mengikir rata	v		
2	Membuat lubang dengan mesin bor/gurdi	v		
3	Mengoperasikan Tap/membuat ulir dalam	v		
4	Menggunakan reamer sampai suaian teliti		v	Alat ada
5	Membuat champher	v		
6	Menggunakan alat pres manual		v	Alat ada
	B. Peralatan, alat ukur, dan kelengkapan kerja yang lain			
		Ada	Tidak ada	

1	Gambar Kerja	v		Di Job Sheet
2	Langkah kerja	v		Di Job Sheet
3	Ragum	v		
4	Alat pres manual	v		1 buah
5	Pelumas	v		
6	Tap dan pemegangnya	v		
7	Kikir	v		
8	Scraper	v		Tidak digunakan dalam PBM
9	Reamer	v		Tidak digunakan dalam PBM
10	Bilah gergaji dan pemegangnya	v		
11	Height gauge	v		
12	Mikrometer kedalaman	v		Tidak digunakan dalam PBM
13	Combination set	v		Tidak digunakan dalam PBM
14	Plug gage	v		Tidak digunakan dalam PBM
15	Pin gage	v		Tidak digunakan dalam PBM
16	Benda kerja	v		
17	Buku referensi/ Buku Pemesinan	v		Tidak digunakan dalam PBM
	C. Kriteria Evaluasi Hasil Praktek			
		Diterapkan	Tidak diterapkan	Keterangan
1	Bebas dari pojok runcing/ <i>burrs</i>		v	Tidak tertulis jelas pada lembar penilaian
2	Go/ No Go untuk ulir		v	Tidak tertulis jelas pada lembar penilaian
3	Go/ No Go untuk dimensi benda kerja		v	Toleransi tertulis di job sheet
4	GO/ No Go untuk sudut		v	Toleransi sudut tidak tertulis di Job Sheet

b. Membuat Gambar rencana di benda kerja (*Layout*)

Kompetensi membuat *layout* tidak diajarkan secara khusus di jurusan pendidikan teknik mesin, akan tetapi pada beberapa job sheet (kerja bangku dan praktik pemesinan) dilaksanakan proses ini. Dengan demikian dapat dikatakan ada ketidak sesuaian materi ajar dan kompetensi yang dibutuhkan.

Kompetensi dari NIMS : Disediakan meja rata, *surface gage*, *height gage*, *combination set*, penggores, tinta layout, penitik, palu konde, langkah kerja, dan gambar kerja, untuk menggambar lokasi lubang, radius, dan permukaan sesuai dengan spesifikasi pada gambar kerja. Ketelitian $\pm 0,015''$ (0,4 mm)

c. Freis Vertikal Level 1

Ketrampilan pengoperasian mesin freis diajarkan di jurusan pendidikan teknik mesin menggunakan mesin freis horisontal dan vertikal.

Kompetensi dari NIMS : Disediakan benda kerja, gambar kerja, perkakas tangan presisi dan alat potong, serta mesin freis vertikal dan kelengkapannya, untuk membuat benda kerja sesuai dengan spesifikasi di gambar kerja (*blue print*) dengan menggunakan langkah kerja, gerak makan, dan kecepatan potong yang tepat.

Tabel 5. Perbandingan Unjuk kerja, peralatan, dan evaluasi Freis vertikal Level 1

NIMS		Jurusan Pendidikan T. Mesin FT UNY		
No.	A. Unjuk Kerja			
		Diajarkan	Tidak Diajarkan	Keterangan
1	Setting mesin freis	v		Tidak dilaksanakan secara detail dalam PBM
2	Mengoperasikan mesin freis	v		
3	Membuat benda kerja siku dari bahan yang disediakan	v		
4	Membuat alur/ slot	v		
5	Membuat lubang dengan mata bor	v		
6	Mereamer/meluaskan da lubang dengan toleransi +/- 0,014 "		v	
7	Membuat bentuk tangga dengan toleransi +/- 0,005"		v	
	B. Peralatan, alat ukur, dan kelengkapan kerja yang lain			
		Ada	Tidak ada	
1	Langkah Kerja	v		Di Job sheet
2	Gambar Kerja	v		Di Job sheet
3	Benda kerja	v		
4	Perkakas tangan presisi		v	
5	Alat potong/ pahat	v		Jmlah dan jenis terbatas
6	Mesin freis vertikal	v		3 mesin
7	Asesoris mesin freis	v		Jarang digunakan
8	Ragum	v		
9	Baut	v		
10	Mur	v		
11	Ring baut	v		
12	Kelem	v		
13	Paralell	v		Sebagian besar sudah tidak presisi
14	Palu konde	v		
15	Palu plastik	v		
16	Pahat yang sesuai	v		
17	Adapter pahat / Arbor, colet	v		
18	Kikir	v		

19	Landasan magnet untuk jam ukur	v		
20	Rahang lunak/pegganti untuk ragum	v		
21	Cekam bor	v		
22	Mata bor	v		
23	Reamer	v		
24	Mata bor kombinasi mata bor dan countersink atau spotting drilling		v	
25	countersink	v		
26	Edge finder		v	
27	Cairan pendingin	v		
29	Minyak Pelumas untuk pahat		v	
30	Mikrometer 0 – 75 mm	v		Jarang digunakan dalam PBM
31	Combination set	v		Jarang digunakan dalam PBM
32	Dial indicator	v		Jarang digunakan dalam PBM
33	Penggaris baja	v		
34	Jangka sorong	v		
35	Parralel yang dapat di atur		v	
36	Mikrometer kedalaman	v		Jarang digunakan dalam PBM
37	Komparator kekasaran permukaan		v	
38	Pin gage (beberapa ukuran)		v	
39	Penyiku solid	v		
40	Plug gage		v	
41	Telescopic gage		v	
42	Hole gage	v		Tidak digunakan dalam PBM
43	Buku pemesinan	v		Tidak digunakan dalam PBM
	C. Kriteria Evaluasi Hasil Praktek			
		Diterapkan	Tidak diterapkan	Keterangan
1	Ketepatan ukuran sesuai dengan toleransi (Go/ No Go) di gambar kerja		v	
2	Kekasaran permukaan sesuai gambar kerja (Go / No Go)		v	Tidak diukur
3	Penumpulan pojok benda kerja		v	Tidak tercantum dalam gambar kerja
4	Kesikuan sesuai dengan toleransi bentuk pada gambar kerja (Go / No Go)		v	Tidak tercantum dalam gambar kerja

d. Drill Press (Gurdi)

Kompetensi mengoperasikan mesin gurdi diajarkan di jurusan Pendidikan Teknik Mesin, akan tetapi tidak secara spesifik tertulis di gambar kerja di job sheet. Pelaksanaan PBM adalah mengatur dan mengoperasikan mesin gurdi (*drill press*) dan mengerjakan proses gurdi secara berulang.

Kompetensi menurut NIMS adalah : Diberikan gambar kerja, peralatan perkakas tangan presisi, dan pahat/alat potong, akses ke mesin gurdi dan asesorisnya, untuk membuat benda kerja sesuai dengan langkah kerja dan spesifikasi pada gambar kerja. Tiap lubang harus dikerjakan minimal dengan dua buah pengerjaan lanjutan. Pengerjaan lanjutan tersebut meliputi meluaskan (reamer), spot facing, countersinking, counterboring, and counterdrilling. Setidaknya satu lubang tidak tembus dan satu lubang tembus. Seidaknya satu lubang ditap dengan mesin.

Tabel 6. Perbandingan Unjuk kerja, peralatan, dan evaluasi Proses Gurdi (Drill press)

No.	A. Unjuk Kerja	Diajarkan	Tidak Diajarkan	
1	Seting mesin gurdi	v		
2	Mengoperasikan mesin gurdi	v		
3	Meluaskan lubang (reamer)	v		
4	Spot facing			
5	countersinking	v		
6	counterboring	v		
7	Membuat lubang tidak tembus		v	
8	Membuat lubang tembus	v		
9	Mengetap dengan mesin		v	
	B. Peralatan, alat ukur, dan kelengkapan kerja yang lain	Ada	Tidak ada	
1	Gambar kerja	v		
2	Langkah kerja	v		
3	Bahan praktek (MS)	v		
4	Meja kerja	v		
5	Mesin gurdi (drill press) yang bisa melakukan pengetapan dan asesorisnya		v	
6	Spindel dengan kapasitas MT 3 atau lebih besar	v		
7	Pelumas untuk proses penyayatan (cutting fluids)	v		
8	Ragum	v		
9	Baut, mur, ring, stud		v	Tidak disediakan di PBM
10	Kelem yang sesuai untuk ragum	v		Jarang digunakan dlm PBM
11	parallel	v		
12	palu	v		
13	Sarung tirus yang sesuai dengan MT mesin	v		
14	Cekam bor	v		
15	Mata bor	v		
16	reamer	v		
17	contersink	v		

18	Counter bor	v		
19	Spot facer		v	
20	Senter bor	v		
21	Tap (bervariasi)	v		
22	penggores	v		
23	Tinta layout	v		
24	Palu plastik	v		
25	Palu konde	v		
26	Penyiku/ angle plate	v		
27	Jangka kaki (devider)	v		
28	Surface gage		v	
29	Mikrometer	v		Tidak digunakan dlm PBM
30	Combination set/ busur bilah	v		Tidak digunakan dlm PBM
31	Mistar baja	v		
32	Jangka sorong	v		
33	Dial indikator	v		Tidak digunakan dlm PBM
34	Kaliber ulir Go/No Go		v	
35	Plug gage		v	
36	Telescopic gage		v	
37	Height gage	v		
38	Komparator kekasaran		v	
39	Buku pemesinan		v	
	C. Kriteria Evaluasi Hasil Praktek			
		Diterapkan	Tidak diterapkan	Keterangan
1	Ketepatan ukuran sesuai dengan toleransi (Go/ No Go) di gambar kerja		v	
2	Kekasaran permukaan setidaknya 250 Ra microinches		v	
3	Penumpulan pojok benda kerja		v	Tidak ditulis secara jelas di job sheet
4	Kesikuan sesuai dengan toleransi bentuk/posisi sesuai dengan gambar kerja (Go / No Go)		v	
5	Ujung lubang harus sudah dicountersink		v	
6	Toleransi kesikuan lubang harus sesuai gambar kerja(Go/ No Go)		v	
7	Toleransi diameter lubang harus sesuai gambar kerja (Go/ No Go)		v	
8	Toleransi hasil reamer harus sesuai gambar kerja(Go/ No Go)		v	

e. Gerinda Rata

Tugas : Seting dan mengoperasikan mesin gerinda rata manual yang memiliki diameter roda gerinda 8" atau kurang. Melakukan proses gerinda rata secara berulang,

penentuan lokasi permukaan, dan membuat siku bidang permukaan benda kerja. Melaksanakan penajaman batu gerinda (dressing).

Tabel 8. Perbandingan Unjuk kerja, peralatan, dan evaluasi Gerinda Rata

No.	A. Unjuk Kerja			
		Diajarkan	Tidak Diajarkan	
1	Seting mesin gerinda rata	v		
2	Mengoperasikan mesin gerinda rata	v		
3	Menggerinda bidang rata	v		
4	Menggerinda 6 sisi sebuah balok MS sesuai dengan toleransi kesikuan, ukuran, dan kehalusan permukaan sesuai gambar kerja		v	
5	Menajamkan batu gerinda/ dressing	v		
	B. Peralatan, alat ukur, dan kelengkapan kerja yang lain			
		Ada	Tidak ada	
1	Gambar kerja	v		
2	Langkah kerja	v		
3	Meja kerja	v		
4	Meja rata	v		
5	Mesin gerinda rata dengan meja magnetik	v		
6	Bahan (MS)	v		
7	Ragum magnetik		v	
8	Paralel	v		Semua sudah tidak presisi/rusak
9	Angle plate atau ragum gerinda presisi		v	
10	Kelem	v		
11	palu	v		
12	Batu gerinda	v		
13	Kikir	v		
14	Pemegang dial indikator magnet	v		
15	Surface gage		v	
16	Dresser diamond	v		
17	Mikrometer	v		Tidak digunakan secara intensif
18	Combination set	v		Tidak digunakan secara intensif
19	Mistar baja	v		
20	Jangka sorong	v		
21	Dial indikator	v		
22	Mikrometer kedalaman	v		Tidak digunakan secara intensif
23	Master siku		v	
24	Komparator kekasaran		v	
25	Blok ukur		v	
26	Blok V	v		
27	Ragum sinus	v		
28	Batang sinus		v	

29	Buku pemesinan		v	
C. Kriteria Evaluasi Hasil Praktek				
		Diterapkan	Tidak diterapkan	Keterangan
1	Kekasaran 32 Ra microinches atau lebih halus		v	
2	Ukuran sesuai dengan toleransi pada gambar kerja (Go / No Go)		v	
3	Pojok benda kerja ditumpulkan		v	
4	Toleransi kesikuan harus sesuai dengan gambar kerja (Go / No Go)		v	

f. Membubut dengan dua senter

Tugas : Mengatur mesin bubut dan melaksanakan proses bubut lurus dengan menggunakan dua senter.

Kompetensi : Disediakan benda kerja, langkah kerja, gambar kerja, perkakas presisi manual dan pahat, serta akses ke mesin bubut dan asesorisnya, untuk membuat benda kerja sesuai dengan langkah kerja dan gambar kerja menggunakan standar pengerjaan, kecepatan, dan gerak makan yang sesuai dengan teknik pengerjaan industri . Benda kerja memiliki tiga macam diameter , satu buah ulir luar UNC, satu buah ulir luar UNF, dan benda kerja dikerjakan dengan dua senter sampai selesai.

Tabel 9. Perbandingan Unjuk kerja, peralatan, dan evaluasi Membubut dengan dua senter

No.	A. Unjuk Kerja			
		Diajarkan	Tidak Diajarkan	
1	Seting mesin bubut untuk pengerjaan dua senter		v	Tidak tertulis secara jelas di job sheet
2	Membuat lubang senter		v	Tidak tertulis secara jelas di job sheet
3	Menentukan kecepatan potong		v	Tidak tertulis secara jelas di job sheet
4	Menentukan gerak makan		v	Tidak tertulis secara jelas di job sheet
5	Menggunakan kartel		v	Alat sudah rusak
6	Membuat ulir luar	v		
B. Peralatan, alat ukur, dan kelengkapan kerja yang lain				
		Ada	Tidak ada	
1	Langkah kerja		v	
2	Gambar kerja		v	
3	Meja kerja	v		
4	Mesin bubut dengan kapasitas minimal 14"X 30"	v		
5	Cekam rahang tiga	v		

6	Cekam rahang empat	v		
7	Mesin ada Quick change gear box pada pengaturan pembuatan ulir		v	
8	Bahan (MS)	v		
9	Tempat pahat	v		
10	Pahat kanan dan pahat kiri untuk pembubutan <i>shoulder</i> siku		v	
11	Pahat ulir luar (sesuai dengan kisar pada gambar kerja)		v	
12	Cekam mata bor	v		
13	Pahat kombinasi bor dan countersink		v	
14	Pembawa (drive dog)		v	Semua rusak
15	Pahat alur/pahat potong/ulir luar		v	
16	Pahat chamfer 45°		v	
17	Senter jalan	v		
18	Senter mati	v		
19	Pemegang dial indikator magnetik	v		
20	Kunci pas (sesuai kebutuhan)	v		
21	Mikrometer	v		
22	Kaliber ulir		v	
23	Combination set	v		
24	center gage		v	
25	thread ring gages		v	
26	Jam ukur	v		
27	Mistar baja	v		
28	Jangka sorong	v		
29	Komparator kekasaran permukaan		v	
30	Kartel		v	
31	Buku pemesinan		v	
C. Kriteria Evaluasi Hasil Praktek				
		Diterapkan	Tidak diterapkan	Keterangan
1	Kekasaran 125 Ra microinches atau lebih halus		v	
2	Ukuran sesuai dengan toleransi pada gambar kerja (Go / No Go)		v	
3	Pojok benda kerja ditumpulkan		v	
4	Toleransi Total run out harus dicapai sesuai toleransi (Go / No Go)		v	

g. Membubut menggunakan cekam

Tabel 10. Perbandingan Unjuk kerja, peralatan, dan evaluasi membubut dengan cekam

No.	A. Unjuk Kerja	Diajarkan	Tidak Diajarkan	
1	Seting mesin bubut dengan membalik benda kerja	v		
2	Membubut bertingkat 3 tingkatan	v		

	diameter			
3	Membuat lubang	v		
4	Membubut dalam dengan dua tingkatan diameter		v	
5	Membuat alur	v		
6	Membuat ulir luar	v		
7	Membuat ulir dalam		v	
8	Menentukan kecepatan potong		v	
9	Menentukan gerak makan		v	
	B. Peralatan, alat ukur, dan kelengkapan kerja yang lain			
		Ada	Tidak ada	
1-29	Sama dengan membubut dengan dua senter			
30	Boring bar		v	
31	Pahat ulir dalam		v	
	C. Kriteria Evaluasi Hasil Praktek			
		Diterapkan	Tidak diterapkan	Keterangan
1	Kekasaran 125 Ra microinches atau lebih halus		v	
2	Ukuran sesuai dengan toleransi pada gambar kerja (Go / No Go)		v	
3	Pojok benda kerja ditumpulkan		v	
4	Toleransi Total run out harus dicapai sesuai toleransi (Go / No Go)		v	

h. Freis CNC

Tabel 11. Perbandingan Unjuk kerja, peralatan, dan evaluasi freis CNC

No.	A. Unjuk Kerja			
		Diajarkan	Tidak Diajarkan	
1	Set up mesin freis CNC	v		
2	Membuat program CNC linier dan circular	v		
3	Mengoperasikan mesin CNC sehingga menghasilkan benda kerja sesuai toleransi pada gambar kerja		v	Mengoperasikan mesin tapi toleransi tidak terlalu diperhatikan
4	Memahami sistem koordinat kartesian sumbu x,y,z	v		
5	Membuat lembar set up pahat	v		Diajarkan pada mata kuliah CadCam
6	Memahami dasar-dasar proses pemesinan, kecepatan potong dan gerak makan	v		Diajarkan pada mata kuliah Teori pemesinan 1 dan 2

B. Peralatan, alat ukur, dan kelengkapan kerja yang lain				
		Ada	Tidak ada	
1	Gambar kerja	v		
2	Meja kerja	v		
3	Mesin CNC 2½ axes.	v		3 buah mesin (2 buah mesin rusak)
4	Benda kerja (Alluminium atau MS)	v		
5	Ragum 6"	v		
6	Baut	v		
7	Mur	v		
8	Ring	v		
9	Kelem	v		
10	Paralel	v		
11	Palu (konde, plastik)	v		
12	Pahat yang sesuai	v		
13	Kikir	v		
14	Dial indikator dan pemegang magnetik	v		
15	Pemegang pahat	v		
16	Mikrometer	v		
17	Combination set	v		
18	Mistar baja	v		
19	Jangka sorong	v		
20	Paralel	v		
21	Edge finder	v		
22	Penyiku/pengukur sudut	v		
23	Komparator kekasaran	v		
24	Buku Pemesinan/manual	v		
C. Kriteria Evaluasi Hasil Praktek				
		Diterapkan	Tidak diterapkan	Keterangan
1	Ukuran sesuai dengan gambar kerja		v	
2	Kehalusan permukaan 63 mikroinchi		v	

i. Bubut CNC

Tabel 12. Perbandingan Unjuk kerja, peralatan, dan evaluasi bubut CNC

No.	A. Unjuk Kerja	Diajarkan	Tidak Diajarkan	
1	Set up mesin bubut CNC	v		
2	Membuat program CNC dengan linier dan circular	v		
3	Mengoperasikan mesin CNC sehingga menghasilkan benda kerja sesuai toleransi pada gambar kerja		v	Mengoperasikan mesin tapi toleransi tidak terlalu diperhatikan
4	Memahami sisitem koordinat kartesian sumbu x, z	v		
5	Membuat lembar set up pahat	v		Diajarkan pada mata kuliah CadCam

6	Memahami dasar-dasar proses pemesinan, kecepatan potong dan gerak makan	v		Diajarkan pada mata kuliah Teori pemesinan 1 dan 2
	B. Peralatan, alat ukur, dan kelengkapan kerja yang lain			
		Ada	Tidak ada	
1	Gambar kerja	v		
2	Meja kerja	v		
3	Mesin bubut CNC	v		10 buah mesin (4 buah mesin rusak)
4	Komputer	v		
5	Benda kerja (Alluminium atau MS)	v		
6	Ragum 6"	v		
7	Baut	v		
8	Mur	v		
9	Ring	v		
10	Kelem	v		
11	Paralel	v		
12	Palu (konde, plastik)	v		
13	Pahat yang sesuai	v		
14	Kikir	v		
15	Dial indikator dan pemegang magnetik	v		
16	Pemegang pahat	v		
17	Mikrometer	v		
18	Combination set	v		
19	Mistar baja	v		
20	Jangka sorong	v		
21	Paralel	v		
22	Edge finder	v		
23	Penyiku/pengukur sudut	v		
24	Komparator kekasaran	v		
25	Buku Pemesinan/manual	v		
	C. Kriteria Evaluasi Hasil Praktek			
		Diterapkan	Tidak diterapkan	Keterangan
1	Ukuran sesuai dengan gambar kerja		v	
2	Kehalusan permukaan 63 mikroinchi		v	

B. Pembahasan Hasil penelitian

Dari data hasil dokumentasi dan observasi tersebut di atas, maka dapat ditabulasikan perbandingan antara kompetensi, peralatan, unjuk kerja/kompetensi, dan evaluasi pelaksanaan praktik pemesinan yang dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin dengan standar NIMS. Tabel perbandingan tersebut ada pada Tabel 13.

Tabel 13. Perbandingan Kompetensi, Peralatan, Evaluasi, Job sheet, dan Keterlaksanaan Praktik Pemesinan di Prodi Pendidikan T. Mesin dengan NIMS

No	Jenis Perbandingan	Keadaan di Jurusan PT Mesin	Keterangan
1	Kompetensi NIMS Level I	89% diajarkan	Sesuai dengan dokumen (silabus dan jobsheet)
2	Kompetensi NIMS Level II	25% diajarkan	Jam praktik/mahasiswa kurang karena mesin hanya 2 buah untuk 2 kelas
3	Kompetensi NIMS Level III	Belum diajarkan	
4	Mesin Perkakas	<ul style="list-style-type: none"> • Belum tersedia mesin yang memadai dari segi kualitas mesin (mesin bubut). • Jumlah mesin freis belum cukup • Jumlah mesin gerinda belum cukup 	Mesin yang ada sebagian besar berumur >20 tahun dan dalam kondisi sedang (rusak beberapa bagian mesin), sehingga mesin sudah tidak teliti lagi.
5	Evaluasi	Tidak menerapkan evaluasi berdasarkan kriteria Go/No Go	Kompetensi mahasiswa tidak diukur secara obyektif
6	Job Sheet	Tidak mencantumkan kualitas hasil secara detail (tidak mencantumkan toleransi ukuran, toleransi geometrik maupun kehalusan hasil)	
7	Keterlaksanaan jam praktik/mahasiswa/mesin	Tidak terpantau/ dipantau.	PBM praktik selesai kalau mahasiswa telah membuat benda kerja, tidak pernah ada umpan balik.

Kondisi mesin di jurusan pendidikan teknik mesin pada saat ini (kondisi mesin pada saat diobservasi). Dari segi kondisi, maka hanya 20% mesin yang dalam kondisi baik, yang lain dalam keadaan sedang (mesin masih bisa digunakan, tetapi ada beberapa bagian yang rusak), dan rusak. Mesin yang rusak (tidak bisa digunakan) sejumlah 11 mesin.

Pembentukan kompetensi mahasiswa berdasarkan mesin yang digunakan, sesuai dengan yang telah distandarkan yaitu proses bubut, proses freis vertikal, proses gurdi, proses gerinda, proses bubut CNC, proses freis CNC dan kerja bangku masih menghadapi kendala. Kendala tersebut adalah dari kondisi mesin yang ada tidak mungkin untuk

membentuk kompetensi yang dimaksud. Keadaan tersebut seperti yang terlihat di Tabel 4.15 berikut.

Tabel 4.15. Kondisi mesin perkakas berdasar jenis mesin

No	Jenis Mesin/peralatan	Kondisi mesin			Keterangan
		Baik	Sedang	Rusak	
1	Mesin bubut	2	18	1	Mesin yang baik jarang digunakan untuk PBM
2	Mesin Freis vertikal	1	3		Mesin yang baik jarang digunakan untuk PBM
4	Mesin Gurdi/Drilling	1	2		Ragum pencekam benda kerja rusak
5	Mesin gerinda silindris			1	
6	Mesin gerinda datar			3	
7	Mesin Bubut CNC TU	2	2	3*	<ul style="list-style-type: none"> Mesin digunakan 10 jam kuliah/hari Sistem operasi dan pemrograman sudah kuno (1990) Mesin Compact 5 tidak pernah digunakan untuk PBM*
8	Mesin Freis CNC TU	4	1		
9	Mesin Bubut PU/ET	1		2	<ul style="list-style-type: none"> Sistem operasi dan pemrograman sudah kuno (1990) Memori mesin terbatas (500 kB)
10	Mesin Freis PU/ VMC	1		2	
11	EDM	1			Jarang digunakan untuk PBM
12	Meja kerja/ ragum	10	10		Yang rusak sudah diganti Meja kerja buatan tahun 1979/80

Kesimpulan

Dari data dan pembahasan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan :

1. Kompetensi proses pemesinan yang diajarkan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin belum memenuhi semua standar kompetensi NIMS. Pada kompetensi Level I memenuhi 8 kompetensi dari 9 kompetensi yang ditetapkan. Pada Level II memenuhi 3 kompetensi dari 8. Sedangkan pada Level III belum ada kompetensi yang diajarkan .
2. Materi ajar yang diajarkan di jurusan Pendidikan Teknik Mesin untuk mencapai kompetensi yang telah dipenuhi ada kekurangan pada : materi ajar gerinda, freis vertikal, CNC, EDM, proses bubut kompleks dan freis kompleks, *hand lapping*, dan

bandsawing. ketersediaan mesin (mesin freis vertikal, mesin gerinda, mesin bubut CNC tipe produksi, mesin freis CNC tipe produksi dan mesin gurdi), asesoris mesin, alat ukur presisi (dial indikator, komparator kekasaran, mikrometer luar, mikrometer dalam, penyiku presisi, dan busur bilah), perkakas potong, bahan praktik, dan alat evaluasi.

B. Saran

1. Pada pelaksanaan PBM praktik pemesinan, hendaknya diusahakan untuk memenuhi standar kompetensi yang ada misalnya SKKNI, BSNP, atau NIMS.
2. Peralatan dan mesin yang ada hendaknya selalu dirawat/diperbaiki bila terjadi kerusakan, mesin yang sudah tua diganti mesin baru, ditambah jenis dan jumlah mesin, sehingga kompetensi praktik mahasiswa benar-benar tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

Depdiknas, 2004, Kurikulum SMK 2004, Depdiknas : Jakarta

FT UNY, 2001, Kurikulum 2002, FT UNY : Yogyakarta.

Office of Vocational and Technical Education Mississippi, 2005, *FRAMEWORKS FOR VOCATIONAL-TECHNICAL PROGRAMS*, Department of Education Jackson, Mississippi

NIMS, 2005, *Performance Guide NIMS Credentialing Program Machinimg Level I*, www.nims-skills.org

NIMS, 2005, *Performance Guide NIMS Credentialing Program Machinimg Level II*, www.nims-skills.org

NTMA Precision, 2001, *Duties and Standards for Machinimg Skills- Level III* NIMS/ANSI 101-2001, www.nims-skills.org

NIMS, 2001, *Competency-Based Apprenticeship System for the Metalworking Industry : Curriculum Guide*, www.nims-skills.org

UNY, 2004, *Kurikulum 2002 Fakultas Teknik*, UNY : Yogyakarta

UNY, 2004, *Peraturan Akademik UNY Tahun 2004*, UNY : Yogyakarta