

**RINGKASAN LAPORAN PENELITIAN  
PENGEMBANGAN MATERI DAN MEDIA PEMBELAJARAN  
TEKNIK PEMESINAN CNC UNTUK SMK**



**Oleh :**

**Bambang Setyo Hari Purwoko**

**Bernardus Sentot Wijanarka**

**Dwi Rahdiyanta**

**Faham**

**Fendi Tri Wibowo (09503244038)**

**Sigit Aprianto. P (08503241016)**

**Restu Wibowo (10503247005)**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2012**

## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi dan iptek di industri telah banyak mengubah kemampuan dan keterampilan calon tenaga kerja lulusan pendidikan guru bidang keahlian/program studi Teknik Pemesinan. Mesin perkakas konvensional yang pada awalnya digunakan oleh sebagian besar industri pada tahun tujuh puluhan, sekarang telah digantikan dengan mesin perkakas yang dikendalikan oleh komputer karena produktifitas dan keakuratannya tinggi. Mesin tersebut ialah mesin perkakas CNC (*Computer Numerically Controlled*), yaitu mesin perkakas yang dikendalikan dengan program komputer melalui sistem kontrol numerik. Pada saat ini teknologi di bidang manufaktur berkembang sangat pesat, sehingga mesin CNC banyak sekali digunakan dalam industri pemesinan untuk memproduksi komponen dengan tingkat kerumitan dan presisi tinggi (Subagio dan Atmaja, 2011:105). Menurut Mike Lynch (<http://www.cncci.com/resources/articles/CNC%20vs%20manual.htm>) pada saat ini lebih dari 80% perusahaan yang membuat berbagai macam produk memiliki setidaknya satu mesin CNC. Menyikapi kondisi tersebut, maka pihak perguruan tinggi penghasil guru SMK mendapat tantangan untuk menyiapkan mahasiswanya agar memiliki kompetensi yang memadai untuk mengajar teknik pemesinan CNC sesuai dengan kebutuhan SMK, dunia kerja dan industri.

Pada saat ini jumlah sekolah yang telah memiliki mesin CNC yang baru sangat terbatas, dengan jumlah mesin tiap sekolah yang terbatas juga. Sebagai gambaran pada pelaksanaan LKS tingkat propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, peserta bidang lomba CNC hanya diikuti oleh tiga orang peserta dari tiga SMK dari 19 sekolah yang menyelenggarakan bidang keahlian teknik mesin. Jumlah SMK di seluruh Indonesia yang terdaftar pada direktorat pembinaan SMK pada saat ini ialah 9375 sekolah, sedangkan SMK yang menyelenggarakan program

studi keahlian teknik mesin berjumlah 967 sekolah (<http://datapokok.ditpsmk.net/index.php>). Proses pembelajaran di seluruh SMK diharapkan menghasilkan lulusan yang kompeten dalam bidang keahliannya masing-masing. Hasil proses pembelajaran seluruh bidang keahlian SMK tersebut setiap tahun dilombakan pada Lomba Kompetensi Siswa (LKS) pada tingkat kabupaten, propinsi dan nasional. LKS terdiri dari 50 bidang lomba, bidang lomba untuk siswa program studi keahlian teknik mesin yaitu *mould making*, *patern making*, *refrigeration*, *welding*, *CNC Milling*, dan *production machine*. Hasil LKS pada saat ini menjadi salah satu indikator prestasi SMK dalam proses pembelajarannya.

Sarana dalam pembelajaran pemesinan CNC yang utama adalah mesin CNC yang terdiri dari mesin bubut CNC dan mesin frais CNC. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, beberapa SMK telah memiliki mesin CNC dengan sistem kontrol CNC yang relatif baru, yaitu Sinumerik, Fanuc, dan GSK. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY pada saat ini belum memiliki mesin-mesin CNC yang baru sesuai dengan mesin yang dimiliki oleh SMK. Oleh karena itu, agar mahasiswa siap mengajar teknik pemesinan CNC diperlukan pembaruan bahan ajar untuk bidang teknik pemesinan CNC. Pembaruan bahan ajar tersebut sangat mendesak, karena lulusan FT UNY diharapkan siap mengajar praktik pemesinan CNC di SMK.

Berkaitan dengan hal tersebut, maka sangat perlu diadakan penelitian tentang pengembangan bahan ajar berupa modul pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC bagi mahasiswa calon guru SMK untuk sistem kontrol CNC sesuai dengan sistem kontrol CNC yang ada di SMK pada saat ini (Sinumerik 802, GSK, Emco, CNC Simulator), sehingga mereka nantinya siap mengajar teknik pemesinan CNC di SMK.

## **B. Identifikasi Masalah**

Pembentukan kompetensi siswa SMK untuk mata pelajaran teknik pemesinan CNC memerlukan kesiapan pengajar, siswa, sarana dan prasarana pembelajaran. Standar kompetensi yang dijabarkan menjadi kompetensi dasar harus dapat dicapai dalam proses pembelajaran baik melalui pembelajaran praktik dan teori di laboratorium CNC serta kegiatan belajar siswa di rumah. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut di atas dapat diidentifikasi beberapa masalah yang diduga menyebabkan ketidak siapan lulusan SMK, yaitu:

- (1) SMK belum memiliki sarana pembelajaran teknik pemesinan CNC yang memadai. Hal tersebut berdasarkan studi lapangan bahwa belum semua SMK memiliki laboratorium CNC.
- (2) Materi ajar teknik pemesinan CNC (buku manual, buku referensi, modul pembelajaran, dan *job sheet*) untuk sistem kontrol CNC yang digunakan belum dimiliki oleh SMK. Pada saat ini bahan ajar yang dimiliki masih menggunakan bahan ajar yang dikembangkan oleh perusahaan EMCO pada tahun 1990 an, padahal siswa setelah lulus dituntut untuk menjadi operator mesin CNC dengan sistem kontrol yang terbaru, misalnya Fanuc, Sinumerik, dan Mitsubishi..

## **C. Pembatasan Masalah dan Fokus Penelitian**

Berdasarkan beberapa permasalahan yang dihadapi di atas, maka pada penelitian ini dibatasi pada masalah pembelajaran pemesinan CNC yang perlu segera diatasi yaitu pengembangan bahan ajar/materi ajar berupa modul pembelajaran teknik pemesinan CNC untuk sistem kontrol yang baru (Sinumerik, Fanuc, atau GSK) dan media untuk pembelajaran pemesinan CNC di SMK. Modul yang dikembangkan adalah berupa: (1) modul pembelajaran untuk perangkat simulator mesin CNC (bagi SMK yang belum memiliki mesin CNC), (2) modul pengoperasian perangkat lunak *CadCam Emcodraft* (bagi SMK yang memiliki mesin CNC Emco), dan (3) modul pembelajaran untuk mesin CNC

dengan sistem kontrol GSK 928 TE (bagi SMK yang memiliki mesin CNC dengan sistem kontrol GSK).

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah tersebut di atas, maka masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagaimanakah karakteristik materi dan media untuk pembelajaran pemesinan CNC di SMK ?
- b. Apakah materi dan media dapat diterapkan untuk proses pembelajaran teknik pemesinan CNC di SMK?
- c. Apakah materi dan media pembelajaran dapat meningkatkan kompetensi siswa di SMK?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

- a. Menghasilkan materi pembelajaran untuk mata pelajaran teknik pemesinan CNC bagi SMK
- b. Mengevaluasi penerapan materi dan media pembelajaran yang dikembangkan
- c. Menganalisis fisibilitas dan efektifitas media pembelajaran untuk proses pembelajaran teknik pemesinan bagi siswa SMK.

## **BAB II. LANDASAN TEORI**

### **A. Kajian Teori**

Finch dan Crunkilton (1999: 208-232) mengemukakan bahwa, bahan ajar yaitu sumber-sumber yang dapat membantu pengajar dalam membawa perubahan perilaku yang diinginkan dalam individu para siswa. Ada beberapa jenis bahan ajar sebagai materi kurikulum, yaitu: bahan yang dicetak, materi audio visual, dan alat bantu yang bersifat manipulasi. Sumber-sumber bahan ajar dapat diperoleh dari:

penerbit komersial, jurnal, majalah, pusat kurikulum, sistem ERIC, pelayanan militer, perusahaan, jaringan kurikulum, dinas pendidikan, kantor penerbitan pemerintah, dan *world wide web*. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengembangan bahan ajar meliputi: ketersediaan dan kebutuhan waktu, pengalaman, ketersediaan dana, keputusan untuk mengembangkan materi (apa, siapa, kapan, dan dimana), target pengguna, dukungan peralatan yang diperlukan, dan deseminasi. Menurut Permendiknas RI No 41 Tahun 2007 tentang Standar Proses untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah definisi bahan ajar adalah: “Bahan ajar memuat fakta, konsep, prinsip, dan prosedur yang relevan, dan ditulis dalam bentuk butir-butir sesuai dengan rumusan indikator pencapaian kompetensi” .

Bahan ajar dalam rangka proses pembelajaran harus diadakan oleh pengajar, untuk mengadakan bahan ajar Orlich, dkk (2007: 108) mengemukakan bahwa:

*Providing content is the essence of most lessons. Textbook are content rich, sometimes maybe too rich, and require you to be selective about what you will stress. Consider text material carefully. The only content you need is what relevant to the theme or concept you are developing. You probably have endured classes that were overloaded with content; they had more facts and details than anyone could ever remember. Don't let yours be one of those classes. Delete content that is irrelevant to your major idea. But work hard to find and include activities and examples that make clear to your students the main idea of your focus topic.*

Menurut Forsyth, dkk (2004: 35) penyiapan bahan ajar yang akan kita kembangkan dalam membantu tugas-tugas mengajar dapat berbentuk bahan cetak, materi audio visual, dan bahan yang berbasis atau berhubungan dengan komputer. Selanjutnya dikemukakan bahwa apabila guru membuat bahan ajar untuk dirinya, harus juga diingat untuk menyiapkan bahan ajar untuk para siswa.

Setiap sumber bahan ajar yang ada juga harus dievaluasi, atau dinilai. Penilaian sumber-sumber bahan ajar ini menurut Forsyth, dkk (2004: 61-65) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: (1) mengidentifikasi sumber-sumber atau bahan awal bahan ajar, (2) menghubungkan isi dari sumber-sumber tersebut dengan kebutuhan pembelajaran, (3) menetapkan kesesuaian urutan-urutan

dan langkah-langkah untuk bahan ajar, (4) menguji kemutakhiran isinya, (5) menilai kekomprehensipannya, dan (6) menyaring kebaikan, keburukan dan kesalahan yang membahayakan. Menurut Bargeson (2008: 1) proses dan seleksi bahan ajar adalah sebagai berikut:

*The process of selection and adoption of appropriate instructional materials for all content areas must be well planned and implemented in every district to assure access to such quality materials for every student. It is not uncommon for many people to consider instructional materials or textbooks to be the Curriculum in a standards based system refers to the written documents that define what students are expected to know and be able to do. Instructional materials in this document refer to the tools used to support the defined, written curriculum.*

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut di atas dapat diambil pengertian mengenai proses dan maksud pengembangan bahan ajar untuk proses pembelajaran kepada para siswa. Sebaiknya bahan ajar disusun oleh pengajar melalui banyak sumber yang mutakhir, sehingga dapat membantu ketercapaian tujuan belajar. Bahan ajar juga hendaknya disiapkan bagi guru dan bagi siswa, sehingga ada buku guru dan buku siswa (bahan ajar untuk belajar siswa). Bahan ajar disusun disesuaikan dengan apa yang akan dicapai oleh siswa dan apa yang akan dapat dilakukan oleh siswa dalam proses belajarnya. Bahan ajar yang dibuat juga hendaknya dinilai kekomprehensipan dan kemutakhirannya, serta dihindarkan dari hal-hal yang jelek dan membahayakan. Bahan ajar perlu selalu dievaluasi kesesuaiannya dengan perkembangan yang terjadi di luar sekolah.

Menurut Dick, Carey dan Carey (2005:242-243) untuk mengevaluasi bahan ajar yang sudah ada ada tiga kriteria kategori, yaitu: (1) *goal-centered*, (2) *learner-centered*, *context-centered criteria*, dan (3) *learning-centered criteria*. Selanjutnya dijelaskan bahwa untuk kriteria *goal-centered* terdiri dari: (1) kesesuaian antara isi bahan ajar dengan tujuan, (2) kecukupan jangkauan dan kelengkapannya, (3) *authority*, (4) *accuracy*, (5) *currency*, dan (6) *objectivity*. Kategori *learner-centered* terdiri dari: (1) level bahasa dan perbendaharaan kata, (2) level

perkembangan, motivasi dan minat, (3) latar belakang dan pengalaman, dan (4) bahasa khusus atau kebutuhan yang lain. *Context-centered* harus dilihat dari kemasan, desain gambar dan grafik, keawetan, *legibility*, kualitas audio dan video, dan jika ada desain antar muka, navigasi, dan fungsionalitasnya. Kategori *learning-centered* terdiri dari 8 hal yang harus dievaluasi, yaitu: (1) urutan isi benar, (2) ada perhatian untuk memotivasi, (3) ada soal-soal latihan dan partisipasi siswa, (4) ada balikan yang memadai, (5) asesmen mencukupi, (6) petunjuk penggunaan dalam belajar ada untuk meningkatkan memori dan transfer, (7) sistem penyampaian dan format media belajar sesuai untuk tujuan dan konteks belajar, dan (8) ada petunjuk bagi pelajar yang mengarahkannya untuk bergeser dari satu komponen ke aktifitas selanjutnya. Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut, maka bahan ajar yang sudah ada dan digunakan dapat dievaluasi secara menyeluruh sebagai pertimbangan untuk memperbaiki keterlaksanaan pembelajaran pada waktu yang akan datang.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas dapat diketahui bahwa bahan ajar merupakan bagian yang sangat esensial dari proses belajar mengajar, sehingga pengembangan bahan ajar harus dilaksanakan oleh guru yang bersangkutan. Bahan ajar bukan hanya dari buku teks yang sudah ada, tetapi dari banyak sumber dan harus diolah sehingga tidak terlalu berlebihan. Pemilihan bahan ajar juga harus selalu mengacu pada tujuan belajar siswa. Sumber bahan ajar dapat diperoleh dari banyak pihak: internet, buku teks yang telah dicetak, prosedur standar, manual alat/mesin, jurnal, majalah, pusat kurikulum, atau perusahaan publik.

Pembelajaran berbasis kompetensi dan konsep belajar individual memungkinkan pelaksanaan pembelajaran menggunakan modul (*modularized instruction*), hal ini terjadi karena dapat langsung memenuhi keinginan siswa untuk mencapai kompetensi tertentu sesuai dengan tuntutan dunia kerja. Penggunaan modul ini banyak ditemui pada program STW (*School to Work*) atau pendidikan teknik dan kejuruan (Finch dan Crunkilton, 1999: 255). Pembelajaran dengan modul bisa



sebagai alternatif pembelajaran konvensional. Hal tersebut karena memungkinkan siswa dapat belajar lebih baik dengan kecepatannya masing-masing dan mempelajari materi ajar tertentu yang fokus pada penguasaan satu tujuan pembelajaran atau kelompok tujuan pembelajaran tertentu. Unsur- unsur sebuah modul adalah: (1) merupakan seperangkat pengalaman belajar yang berdiri sendiri, (2) dimaksudkan untuk mempermudah siswa mencapai seperangkat tujuan yang telah ditetapkan, dan (3) merupakan unit-unit yang berhubungan satu dengan yang lain secara hierarkis (Wena, 2009: 230).

### **B. Penelitian yang relevan**

Penelitian mengenai pembelajaran teknik pemesinan CNC telah dilakukan oleh beberapa peneliti dari Indonesia. Sebagian besar penelitian tersebut berusaha menemukan model, strategi, dan metode yang tepat untuk pembelajaran teknik pemesinan CNC di SMK dan di perguruan tinggi. Penelitian- penelitian tersebut ialah:

- (1) Wibisono (2010), meneliti mengenai implementasi model pembelajaran kooperatif *jigsaw* dan pemberdayaan berpikir melalui pertanyaan (PBMP) dalam meningkatkan motivasi berprestasi dan prestasi belajar mata pelajaran mesin CNC bagi siswa SMK. Hasil penelitiannya adalah: siswa merasa senang dan termotivasi belajar dengan menggunakan strategi kooperatif *jigsaw* dan PBMP, prestasi belajar siswa mengalami peningkatan sekor dari 35,28 menjadi 67,14 pada siklus I, dan prestasi belajar siswa meningkat dari sekor 45 menjadi 82,42 pada siklus II.
- (2) Bambang (2006), meneliti tentang model pengajaran berdeferensiasi berbasis materi pembelajaran individual dalam rangka meningkatkan efektivitas pembelajaran CNC berbasis kompetensi. Hasil penelitian menunjukkan: model pembelajaran berdeferensiasi mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam latihan membuat program CNC, dalam

sekor tes pembuatan program terjadi peningkatan peserta didik yang bisa membuat program dari 15,38% menjadi 30,69%.

- (3) Muhammad Taufik (2010), meneliti tentang pengaruh pembelajaran berbantuan komputer menggunakan software CAD/CAM dan motivasi berprestasi terhadap hasil belajar memprogram mesin frais CNC. Hasil penelitian menunjukkan: (1) rata-rata hasil belajar kelompok pembelajaran berbantuan komputer menggunakan MasterCam dan EDV 754 lebih tinggi dari pada kelompok pembelajaran konvensional baik untuk siswa yang memiliki motivasi tinggi maupun rendah, dan (2) siswa yang memiliki motivasi berprestasi tinggi pada kelompok pembelajaran berbantuan komputer memiliki peningkatan sekor yang lebih tinggi dari pada kelompok yang memiliki motivasi berprestasi rendah.
- (4) Yayat (2010) meneliti implementasi RPP berbasis kompetensi pada pembelajaran kompetensi dasar menulis program CNC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat penguasaan siswa terhadap kompetensi dasar menulis program CNC melalui implementasi RPP berbasis kompetensi tergolong kategori cukup, dan tingkat penguasaan siswa tersebut pada aspek kognitif, psikomotorik dan afektif tergolong pada kategori sedang.
- (5) Brury Triyono (2006) dalam penelitiannya menghasilkan temuan bahwa penggunaan strategi simulasi berbasis komputer pada pembelajaran mesin perkakas CNC dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik lebih tinggi dari pada strategi pembelajaran konvensional dengan menggunakan mesin CNC yang sebenarnya.

### **C. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan kajian teori, kajian penelitian yang relevan, sub bab diatas, dikemukakan pertanyaan penelitian sebagai berikut :

- (1) Bagaimanakah karakteristik materi ajar yang digunakan untuk pembelajaran teknik pemesinan freis CNC?

- (2) Bagaimanakah karakteristik media yang digunakan untuk pembelajaran teknik pemesinan freis CNC?
- (3) Apakah materi pembelajaran yang dikembangkan merupakan modul pembelajaran yang dapat diterapkan?
- (4) Apakah media pembelajaran yang dikembangkan merupakan modul pembelajaran yang dapat diterapkan?
- (5) Apakah materi pembelajaran yang dikembangkan efisien dalam meningkatkan kompetensi siswa SMK?
- (6) Apakah materi pembelajaran yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa SMK?
- (7) Apakah media pembelajaran yang dikembangkan efisien dalam meningkatkan kompetensi siswa SMK?
- (8) Apakah media pembelajaran yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa SMK?

**D. Judul Skripsi sebagai bagian penelitian yang disusun oleh mahasiswa**

Penelitian ini merupakan penelitian kolaborasi 4 orang dosen dan 3 orang mahasiswa. Judul penelitian payung kemudian dibuat menjadi judul skripsi untuk dikerjakan oleh mahasiswa. Judul skripsi mahasiswa tersebut adalah :

- (1) Pengaruh Media *Simulator* CNC 2 Axis Terhadap Hasil Belajar CNC Dasar pada Siswa SMK Islam Yogyakarta
- (2) Peningkatan prestasi belajar CNC siswa kelas XII TP3 menggunakan perangkat lunak CadCam Emcodraft di SMK Muhammadiyah Yogyakarta.
- (3) Pengembangan Modul pembelajaran CNC Bubut GSK 928 TE II

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

Pada bagian metodologi penelitian ini akan diuraikan secara ringkas mengenai metode penelitian yang akan dilaksanakan. Uraian meliputi: metode penelitian, subyek penelitian, metode pengumpulan data, dan analisis data. Penelitian ini melibatkan tiga orang mahasiswa dengan dua macam metode penelitian.

#### **A. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dilaksanakan adalah: kuasi eksperimen dan penelitian tindakan kelas.

1. Metode penelitian kuasi eksperimen digunakan untuk menguji efektivitas materi ajar dan media pembelajaran judul skripsi 1. Desain penelitian kuasi eksperimen menggunakan *pretest-posttest non equivalent control group design*.
2. Metode penelitian tindakan kelas (PTK) digunakan untuk judul skripsi 2 dan judul skripsi 3.

#### **B. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian untuk penerapan materi dan media ajar yang dibuat adalah di ; (1) SMK Islam Yogyakarta, (2) SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta, dan (3) SMK Leonardo Klaten.

#### **C. Metode Pengumpulan Data**

Data dikumpulkan menggunakan instrumen tes, pencermatan dokumen hasil pembelajaran, wawancara dan observasi.

#### **D. Analisis Data**

Pada tahap pengembangan berupa validasi materi dan media pembelajaran, metode pengumpulan data digunakan analisis dokumen hasil review pakar. Pada tahap evaluasi materi dan media pembelajaran, metode pengumpulan data menggunakan observasi pelaksanaan pembelajaran, dokumentasi dan wawancara. Peneliti dalam hal ini sebagai observer dalam proses pembelajaran CNC menggunakan materi dan media pembelajaran pemesinan CNC.

Data yang diperoleh dari pelaksanaan uji coba sebagian besar merupakan data kualitatif berupa: catatan pelaksanaan pembelajaran, dokumen pelaksanaan pembelajaran, dokumen hasil pengerjaan siswa, pendapat pengajar, dan pendapat siswa . Data penelitian berupa data kuantitatif dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif.

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini adalah penelitian kolaboratif antara tim dosen pemesinan CNC dengan 3 orang mahasiswa program studi pendidikan teknik mesin FT UNY yang sedang menyelesaikan skripsi. Hasil penelitian di bawah adalah rangkuman hasil 3 penelitian skripsi tersebut.

### **A. Hasil dan pembahasan penelitian 1**

#### **1. Produk yang dihasilkan**

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah: (1) materi ajar untuk mesin CNC Emco TU-2A (21 halaman), (2) langkah pengoperasian perangkat lunak CNC simulator (produk yang dikembangkan ini disertakan dalam lampiran). Pembelajaran pemesinan CNC yang dilaksanakan dengan kedua buku tersebut didukung dengan sarana perangkat lunak CNC simulator, komputer, dan mesin CNC TU-2A.

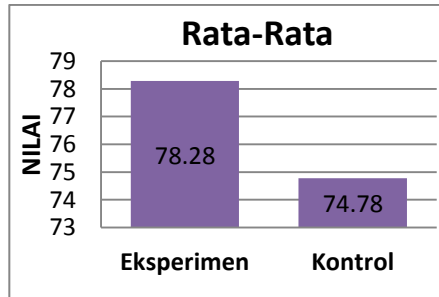
#### **2. Hasil pelaksanaan kuasi eksperimen**

Hasil belajar siswa selama mengikuti pembelajaran pemesinan CNC dengan menggunakan media simulator, dan materi ajar yang dikembangkan adalah seperti tabel Tabel 4.1. Perbandingan hasil belajar CNC Dasar pada siswa SMK Islam Yogyakarta yang diajarkan menggunakan *Simulator CNC 2 Axis* dan yang diajarkan secara konvensional dapat dilakukan dengan cara membandingkan rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

Tabel 4.1. Perbandingan Nilai Rata-Rata Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

<b>Kelas</b>	<b>Nilai Rata-Rata <i>Posttest</i></b>	<b>Keterangan</b>
Eksperimen	78,28	Baik
Kontrol	74,78	Baik

Perbedaan skor secara grafis untuk kedua kelompok dapat dilihat pada gambar 4.1. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa penggunaan media cnc simulator dapat meningkatkan kompetensi siswa lebih tinggi dari pada kelompok kontrol.



Gambar 4.1. Diagram Batang Perbandingan Nilai Rata-rata *Posttest* Kelas Berdasarkan Tabel 4.1 dan Gambar 4.1 di atas terlihat bahwa prestasi belajar siswa pada pelajaran CNC Dasar setelah mendapatkan pembelajaran menggunakan *Simulator CNC 2 Axis* nilai rata-ratanya 78,28 (baik), sedangkan yang diajarkan secara konvensional nilai rata-ratanya 74,78 (baik).

Selain itu, untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa setelah diajarkan menggunakan media *Simulator CNC 2 Axis* dengan siswa yang diajarkan secara konvensional yang sebelumnya digunakan di SMK Islam Yogyakarta dapat dilakukan dengan mengkomparasikan prestasi belajar kedua kelompok berdasarkan KKM seperti terlihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Persentase kelulusan siswa berdasarkan KKM

Kelas	Tes	Jumlah Peserta Tes	Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) 70		Persentase Kelulusan
			Lulus	Belum Lulus	
Eksperimen	<i>Pretest</i>	18 siswa	0	18 Siswa	0%
	<i>Posttest</i>	18 siswa	17 siswa	1 siswa	94,44%
Kontrol	<i>Pretest</i>	18 siswa	0	18 siswa	0%
	<i>Posttest</i>	18 siswa	16 siswa	2 siswa	88,89%

Berdasarkan Tabel 4.2, diketahui bahwa kelulusan siswa yang menggunakan media pembelajaran CNC simulator lebih tinggi dari pada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran pemesinan CNC diperoleh juga data kualitatif mengenai penerapan media tersebut dalam pembelajaran. Guru berpendapat bahwa penggunaan media *Simulator* CNC 2 Axis dalam pembelajaran memberi manfaat sebagai berikut:

- a. Mampu memberikan arti nyata kepada hal-hal yang sebelumnya hanya digambarkan secara abstrak yaitu dengan kata-kata atau hanya visual.
- b. Mempermudah pemahaman belajar CNC Dasar pada siswa sehingga memberi dampak yang baik untuk memahami pemrograman CNC secara teori maupun praktik.
- c. Membantu guru untuk bisa menerapkan pembelajaran berbasis keaktifan siswa yang lebih banyak praktik sedangkan teori dari guru yang hanya sebagai penunjang pemahaman pembelajaran.

Penggunaan media *Simulator* CNC 2 Axis dalam pembelajaran mampu membantu proses belajar siswa serta membantu siswa berkreasi untuk dapat memahami materi pemrograman CNC yang diajarkan. *Simulator* CNC 2 Axis dapat digunakan oleh siswa dengan cepat, karena pada waktu mengikuti pembelajaran dipandu dengan buku langkah pengoperasian simulator CNC tersebut. Siswa bisa belajar dengan kecepatan masing-masing dan mencoba membuat program CNC sebanyak-banyaknya tanpa takut terjadi kecelakaan, menghabiskan benda kerja, menyediakan pahat, dan mengantri untuk mengoperasikan mesin CNC.

## B. Hasil dan pembahasan penelitian 2

### 1. Produk yang dihasilkan

Penelitian ini menghasilkan produk berupa : (1) tiga buah buku lembar kerja siswa (18 halaman), (2) soal latihan/ 4 soal. Pembelajaran pemesinan CNC yang dilaksanakan dengan LKS tersebut serta soal-soal latihan didukung dengan sarana perangkat lunak Emcodraft CadCam, komputer, dan mesin CNC TU-2A.

### 2. Hasil Pelaksanaan Penelitian tindakan kelas

Berdasarkan keadaan sebelum dan sesudah dilakukan tindakan kelas terhadap pembelajaran CNC kelas XII TP3, telah terjadi peningkatan aktivitas dan prestasi belajar siswa berdasarkan indikator yang telah disusun. Sehingga hasil penelitian dapat dibahas sebagai berikut.

Dari indikator proses pembelajaran disebutkan bahwa pelaksanaan proses pembelajaran dikatakan optimal bila mana indikator dalam proses pembelajaran muncul. Indikator pembelajaran tersebut dapat dilihat dari perencanaan dan pelaksanaan (tindakan). Sehingga proses pembelajaran CNC menggunakan perangkat lunak CAD/CAM *Emco Draft* dapat diterangkan sebagai berikut.

#### a. Pelaksanaan Siklus penelitian

##### 1) Pelaksanan Siklus I

Tabel 4.3. Pelaksanaan siklus I

Perencanaan	Tindakan
<ol style="list-style-type: none"><li>1) Menyiapkan sarana dan media belajar meliputi komputer (PC), LCD dan bahan presentasi</li><li>2) Merancang RPP dengan pembelajaran berbasis demonstrasi dan latihan. RPP terlampir.</li><li>3) Merencanakan LKS yang berbasis langkah kerja secara berurutan.</li><li>4) Membuat soal latihan menggambar dengan perangkat lunak CAD/CAM <i>Emco Draft</i>.</li><li>5) Pengawasan dan pembimbingan</li><li>6) Menilai hasil latihan.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Pengesetan 10 PC dengan perangkat lunak dan LCD dan siap digunakan.</li><li>2) Guru melaksanakan RPP yang telah dibuat dengan membuat LKS dan soal latihan.</li><li>3) Guru mendemonstrasikan langkah pengerjaan dalam LKS dan siswa memperhatikan kemudian menirukan.</li><li>4) Guru menginstruksikan untuk mengerjakan soal latihan dengan mandiri.</li><li>5) Guru mengawasi jalannya pengerjaan soal-soal latihan.</li><li>6) Guru memberi balikan serta masukan kepada siswa.</li></ol>



## 2) Pelaksanaan Siklus II

Tabel 4.4. Pelaksanaan siklus II

Perencanaan	Tindakan
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Menyiapkan sarana dan media belajar komputer (PC), LCD.</li> <li>2) Menghilangkan <i>mouse</i></li> <li>3) Merancang RPP dengan pembelajaran berbasis demonstrasi dan latihan. RPP terlampir.</li> <li>4) Merencanakan LKS yang berbasis langkah kerja disertai langkah penyelesaian. LKS terlampir.</li> <li>5) Membuat soal latihan pemrograman dengan perangkat lunak CAD/CAM <i>Emco Draft</i>.</li> <li>6) Pengawasan dan pembimbingan</li> <li>7) Menilai hasil latihan.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mengeset 10 PC dengan perangkat lunak dan LCD siap digunakan.</li> <li>2) <i>Mouse</i> dilepas dari komputer</li> <li>3) Guru melaksanakan RPP yang telah dibuat dengan membuat LKS dan soal latihan.</li> <li>4) Guru mendemonstrasikan langkah pengerjaan berdasarkan LKS dan siswa memperhatikan kemudian menirukan.</li> <li>5) Guru menginstruksikan untuk mengerjakan soal latihan dengan mandiri.</li> <li>6) Guru mengawasi jalannya pengerjaan soal-soal latihan.</li> <li>7) Guru memberi balikan serta masukan kepada siswa.</li> </ol>

## 3) Pelaksanaan Siklus III

Tabel 4.5. Pelaksanaan siklus III

Perencanaan	Tindakan
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Menyiapkan sarana dan media belajar meliputi komputer (PC), LCD bahan presentasi, bahan benda kerja dan mesin CNC TU2A</li> <li>2) Merancang RPP dengan pembelajaran berbasis demonstrasi, latihan dan praktik. RPP terlampir.</li> <li>3) Merencanakan LKS yang berbasis langkah kerja disertai langkah penyelesaian. LKS terlampir.</li> <li>4) Membagi menjadi 2 kelompok pembelajaran</li> <li>5) Pengawasan dan bimbingan paraktik.</li> <li>6) Menilai hasil praktik</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mengeset 10 PC dengan perangkat lunak dan LCD, menyiapkan benda kerja dari aluminium dengan <math>\varnothing 23 \times 55</math> dan mesin CNC TU2A siap digunakan.</li> <li>2) Guru melaksanakan RPP yang telah dibuat dengan membuat LKS dan soal latihan.</li> <li>3) Guru mendemonstrasikan langkah pengerjaan dan siswa memperhatikan kemudian menirukan.</li> <li>4) Guru membagi kelompok 1 yaitu siswa yang langsung praktik pada mesin dan kelompok 2 yaitu siswa yang menyempurnakan program.</li> <li>5) Peneliti mengawasi jalannya praktik siswa.</li> <li>6) Guru memberi balikan serta masukan kepada siswa.</li> </ol>

### b. Upaya Peningkatan

Upaya peningkatan proses pembelajaran didapat dari kegiatan observasi dan refleksi pada setiap siklus. Dalam observasi dan refleksi setiap siklus telah

diuraikan kecenderungan positif dan negatif dalam proses pembelajaran. Beberapa data yang telah diuraikan kemudian akan dibahas sebagai berikut.

### 1) Upaya Peningkatan Siklus I

Tabel 4.6. Upaya peningkatan siklus I

Pengamatan	Refleksi
<p>(1) RPP dengan berbasis demonstrasi dan latihan efektif untuk pembelajaran semi praktikum (praktikum menggunakan PC perangkat lunak).</p> <p>(2) Dengan lembar kerja yang disertai langkah kerja dan latihan, guru dapat menyeragamkan persepsi siswa terhadap materi yang sedang diajarkan, namun masih banyak siswa yang bertanya dan meminta bantuan oleh guru dalam menyelesaikan soal latihan.</p> <p>(3) Dalam menyelesaikan soal latihan siswa belum serentak.</p> <p>(4) Banyak siswa terkecoh dengan <i>mouse</i> untuk memilih menu-menu pada program, sehingga banyak siswa tertinggal dalam demonstrasi dan latihan.</p>	<p>(1) Format RPP tetap digunakan untuk siklus II.</p> <p>(2) LKS tetap dibuat dengan menambah ilustrasi langkah kerja untuk memudahkan siswa mengikuti petunjuk pengerjaan soal latihan yang digunakan pada siklus II.</p> <p>(3) Soal latihan ditambah dengan ilustrasi langkah penyelesaian yang digunakan pada siklus II. Soal latihan terlampir.</p> <p>(4) Pada pembelajaran siklus II, <i>mouse</i> dihilangkan karena tidak berfungsi. Fungsi pemilihan menu sepenuhnya dilayani oleh <i>keyboard</i>.</p>

### 2) Upaya Peningkatan Siklus II

Tabel 4.7. Upaya Peningkatan Siklus II

Pengamatan	Refleksi
<p>(1) RPP dengan berbasis demonstrasi dan latihan efektif untuk pembelajaran semi praktikum, namun mulai menjenuhkan bagi siswa.</p> <p>(2) Dengan lembar kerja yang disertai langkah kerja dan latihan, dan menambah ilustrasi langkah kerja memudahkan siswa mengikuti petunjuk pengerjaan soal latihan, namun siswa kurang aktif dalam memperhatikan demonstrasi sehingga ketelitian cara menentukan koordinat pahat kurang diperhatikan.</p> <p>(3) Soal latihan ditambah dengan ilustrasi langkah penyelesaian dapat mempercepat dan menyeragamkan penyelesaian soal latihan. Namun beberapa program penyayatan kurang sempurna yaitu masih meninggalkan sisa penyayatan dan akan mengakibatkan penyayatan yang dalam bila diaplikasikan ke mesin yang sebenarnya.</p>	<p>(1) Format RPP tetap digunakan namun ditambah dengan kegiatan praktik <i>real</i> (nyata) pada mesin CNC TU 2A untuk siklus III.</p> <p>(2) LKS tetap dibuat untuk siklus III dengan mengosongi beberapa langkah-langkah kerja penting dengan tujuan agar siswa memperhatikan dan mengisi bagian langkah yang kosong dari kegiatan demonstrasi.</p> <p>(3) Memberikan benda kerja pada siklus III agar siswa lebih menyempurnakan program yang dibuat, karena hasil pemrograman akan diaplikasikan pada mesin CNC TU2A.</p>

### 3) Upaya Peningkatan Pada Siklus III

Tabel 4.8. Upaya Peningkatan Siklus III

Pengamatan	Refleksi
(1) RPP dengan berbasis demonstrasi latihan dan praktik efektif untuk pembelajaran CNC. (2) LKS dengan mengosongi beberapa langkah-langkah kerja penting terbukti efektif untuk merangsang keaktifan siswa dalam memperhatikan dan bertanya pada kegiatan demonstrasi. (3) Memberikan benda kerja pada siklus III dan mengaplikasikan program efektif dalam menyempurnakan program yang dibuat. Namun hasil pemrograman yang diaplikasikan pada mesin CNC TU 2A banyak memakan waktu praktik.	(1) Format RPP bisa diterapkan pada kelas lain untuk pembelajaran CNC. (2) LKS perlu ditindak lanjuti untuk pembelajaran dengan materi-materi ajar yang lain. (3) Menambah waktu/jam praktikum pada hari lain.

#### c. Aktivitas Pembelajaran

Dari hasil observasi selama proses pembelajaran, pembelajaran CNC menggunakan perangkat lunak CAD/CAM *Emco Draft* dapat meningkatkan keaktifan siswa selama proses pembelajaran. Peningkatan aktivitas siswa didasarkan pada indikator, kriteria penilaian dan kriteria keberhasilan yang telah disusun. Peningkatan aktivitas dari siklus pertama sampai siklus ketiga disajikan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Skor Aktivitas Setiap Siklus

Siklus	Skor rerata	Keterangan
I	2,50	Kurang
II	3,25	Cukup
III	3,75	Baik

Dari Tabel 4.9 pada siklus I pembelajaran CNC menggunakan perangkat lunak CAD/CAM *Emco Draft* didapat hasil aktivitas siswa dalam pembelajaran tergolong dalam kategori kurang. Pada siklus II pembelajaran CNC menggunakan perangkat lunak CAD/CAM *Emco Draft* dari hasil observasi didapat hasil aktivitas siswa dalam pembelajaran tergolong dalam kategori cukup. Pada siklus III pembelajaran CNC menggunakan perangkat lunak CAD/CAM *Emco Draft* dari hasil observasi didapat hasil aktivitas siswa dalam pembelajaran tergolong dalam kategori baik.

Peningkatan aktivitas siswa dalam pembelajaran CNC menggunakan perangkat lunak CAD/CAM *Emco Draft* yang terjadi tidak terlepas dari proses dan alur dalam penelitian. Alur penelitian meliputi perencanaan, tindakan, observasi dan refleksi. Proses pembelajaran terlebih dahulu direncanakan kemudian dilakukan tindakan dalam proses pembelajaran. Saat dilakukan tindakan peneliti melakukan observasi untuk menangkap fenomena aktivitas siswa dalam pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi tersebut maka dilakukan evaluasi dan refleksi sebagai bahan masukan pada perencanaan dan tindakan pada siklus selanjutnya. Observasi dihentikan apabila hasil aktivitas siswa sudah dalam kategori yang diharapkan yaitu kategori baik.

#### d. Hasil Belajar

Berdasarkan penilaian terhadap soal-soal *post test*, maka dapat disimpulkan bahwa hasil pembelajaran CNC menggunakan perangkat lunak CAD/CAM *Emco Draft* telah mendapatkan hasil yang baik. Hal ini dapat dilihat dari nilai yang diperoleh siswa selama tindakan berlangsung. Secara lebih jelas dapat dilihat dalam Tabel 4.10 di bawah ini.

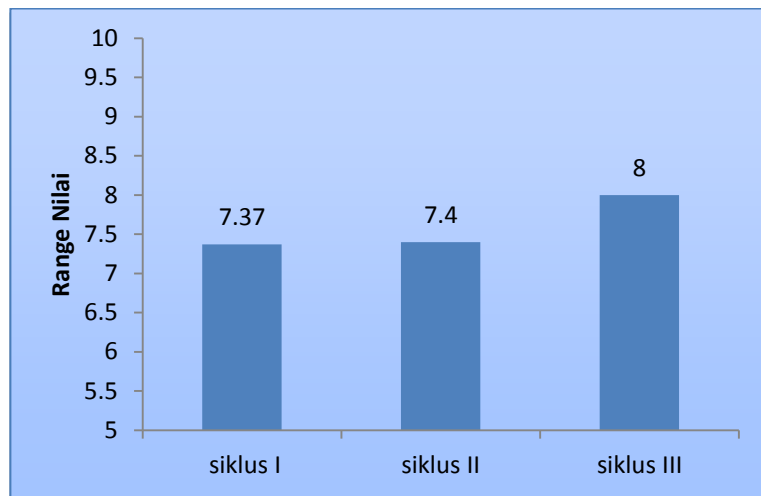
Tabel 4.10. Nilai *Post Test* Siklus I, II, dan III.

No	Nama	Nilai Post Test			keterangan
		Siklus 1	Siklus II	Siklus III	
1	xxxxxxx	8	8	9	Konstan - naik
2	xxxxxxx	7	7	8	Konstan - naik
3	xxxxxxx	7	7,5	8	Naik
4	xxxxxxx	7,5	8	8	Naik
5	xxxxxxx	7	7,5	8	Naik
6	xxxxxxx	7	7	7,5	Konstan- naik
7	xxxxxxx	9	7,5	9	Turun - naik
8	xxxxxxx	7	7,5	8	Naik
9	xxxxxxx	7,5	6,0	7	Turun - naik
10	xxxxxxx	7	7	7	Konstan
Rerata		7,3	7,74	8.0	Naik

Berdasarkan Tabel 4.10 juga dapat diketahui bahwa perolehan nilai dari siklus I ada 5 siswa yang mengalami peningkatan perolehan nilai pada siklus II. Sementara 4 siswa tidak mengalami kenaikan ataupun penurunan perolehan nilai (konstan) dari

siklus I ke siklus II. Namun ada 1 siswa yang mengalami penurunan nilai pada siklus II.

Perolehan nilai dari siklus II ke siklus III sebanyak 9 siswa mengalami kenaikan dan hanya 1 siswa tidak mengalami kenaikan ataupun penurunan perolehan nilai (konstan). Peningkatan nilai rata-rata hasil belajar siswa setiap siklus disajikan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Peningkatan Nilai Rata-rata Hasil Belajar Siswa Setiap Siklus

Peningkatan nilai siswa dari setiap siklus dapat dilihat pada tabel 4.11.

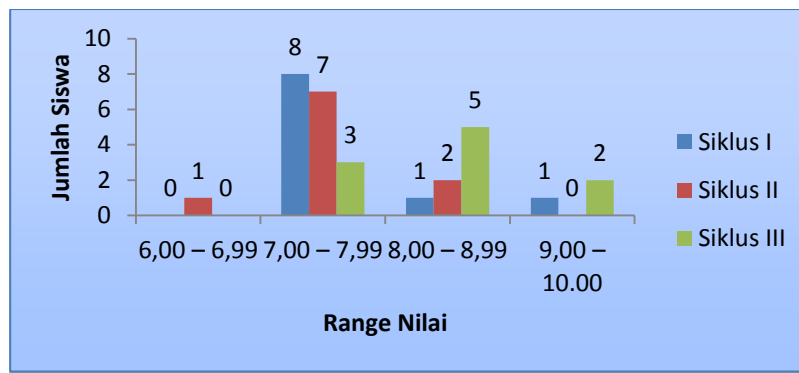
Tabel 4.11. Perolehan Nilai Siswa Setiap Siklus

No.	Nilai	Jumlah siswa		
		Siklus I	Siklus II	Siklus III
1	6,00 – 6,99	0	1	0
2	7,00 – 7,99	8	7	3
3	8,00 – 8,99	1	2	5
4	9,00 – 10,00	1	0	2

Dari Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa jumlah siswa yang memperoleh nilai 6,00 – 6,99 dari siklus I hingga siklus III hanya terdapat satu siswa yaitu pada siklus dua saja. Jumlah siswa yang memperoleh nilai 7,00 – 7,99 pada siklus I hingga siklus III mengalami penurunan yaitu 8

siswa pada siklus I menjadi 7 siswa pada siklus II dan 3 siswa pada siklus III. Jumlah siswa yang memperoleh nilai 8,00 – 8,99 pada siklus I hingga siklus III mengalami peningkatan yaitu 1 siswa pada siklus I menjadi 2 siswa pada siklus II dan menjadi 5 siswa pada siklus III. Jumlah siswa yang memperoleh nilai 9,00 – 10,00 pada siklus I hingga siklus II mengalami penurunan yaitu 1 siswa pada siklus I menjadi 0 siswa II, tetapi mengalami kenaikan pada siklus III yaitu menjadi 2 siswa.

Peningkatan jumlah siswa dalam setiap siklus dapat disajikan sebagai berikut:



Gambar 4.3. Peningkatan Nilai Siswa Dalam Setiap Siklus

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa dari hasil tindakan dari siklus I hingga siklus III pada pembelajaran menggunakan perangkat lunak CAD/CAM *Emco Draft* dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa. Dari hasil perlakuan siklus I hingga siklus III dapat dilihat peningkatan hasil belajar siklus III yang paling besar. Pada tindakan siklus III, Pembelajaran CNC menggunakan perangkat lunak CAD/CAM *Emco Draft* yang disambung dengan aplikasi pembuatan benda kerja pada mesin CNC terbukti dapat mendorong keaktifan siswa dalam menyempurnakan pemrograman yang dibuat.

### **C. Hasil dan pembahasan penelitian 3**

#### **1. Produk yang dihasilkan**

Produk yang dihasilkan pada penelitian ini adalah Modul Tutorial pemesinan bubut CNC GSK 928 TE (38 halaman). Produk berupa modul telah divalidasi oleh dua orang pakar. Modul digunakan sebagai bahan ajar pada pembelajaran pemesinan CNC bubut. Selain menggunakan modul, pembelajaran menggunakan sarana: 4 buah mesin bubut CNC, simulator mesin CNC Swansoft, dan komputer.

#### **2. Pelaksanaan penelitian Tindakan kelas**

Sampai dengan saat ini modul sedang diuji coba, sehingga data belum lengkap.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Kesimpulan**

1. Produk yang dihasilkan dari penelitian tiga buah skripsi mahasiswa adalah :
  - a. Materi ajar untuk mesin CNC Emco TU-2A (21 halaman),
  - b. Langkah pengoperasian perangkat lunak CNC simulator sebagai media pembelajaran mata pelajaran pemesinan CNC
  - c. Tiga buah buku lembar kerja siswa (18 halaman) dan soal latihan/ 4 soal.
  - d. Modul tutorial pengoperasian mesin bubut CNC dengan sistem kontrol GSK 928 TE.
2. Materi ajar, lembar kerja siswa, dan modul pembelajaran yang dikembangkan bersama dengan media pembelajaran simulator dan perangkat lunak CadCam dapat diterapkan untuk pembelajaran pemesinan CNC.
3. Pembelajaran menggunakan materi ajar, lembar kerja siswa, dan modul pembelajaran bersama dengan media pembelajaran simulator dan perangkat lunak CadCam dapat meningkatkan kompetensi dan keaktifan siswa.

## Daftar Pustaka

- Bambang, SHP.(2006). Pengembangan Model Pengajaran Berdeferensiasi Berbasis Materi Pembelajaran Individual dalam Rangka Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran CNC (*Computer Numerically Control*) Berbasis Kompetensi. *Inotek*, 13, 41-54.
- Berner, B. (2009). Learning Control: Sense-Making, CNC Machines, and Changes in Vocational Training for Industrial Work , *Journal Vocations and Learning*, 2,177-194
- Brady, L. (1992). *Curriculum Development* (4<sup>th</sup> ed). New York: Prentice Hall.
- Brury Triyono, M. (2006). *Pengaruh Strategi Pembelajaran dan Bakat Minat Mekanik terhadap Keterampilan Mesin Perkakas CNC: Eksperimen pada Mahasiswa DIII Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta*. Disertasi doktor, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- Bullen, G.N. (2000). *United States Patent Paten Number :6,033,226, date of patent : Mar.7,2000*. Diambil pada tanggal 20 Nopember 2009, dari <http://www.patentstorm.us> .
- Depdiknas. (2004). *Kurikulum SMK Edisi 2004*.
- Depdiknas. (2009). *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar (SKKD) SMK*
- Depdiknas. (2009). *Permendiknas No. 28, Tahun 2009, tentang Standar Kompetensi Kejuruan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)/Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK)*.
- Finch, C.R. , & Crunkilton, J. R. (1999), *Curriculum Development in Vocational and Technical Education : planning, content and implementation* (5<sup>th</sup> Ed.). Boston: Allyn and Bacon .
- GSK. (2006). *GSK 983M Milling CNC System Operation Manual User Manual (Volume I: Specifications and Programming)*. Guangdong China: GSK CNC Equipment ,Co., Ltd
- MasterTask Training System. (2009). *In-Plant Training for CNC Lathes: 3 Options*. Diambil pada tanggal 1 Desember 2009, dari <http://www.mastertask.com/manufacturing/lathe> .
- Muhammmad Taufik.(2010). *Pengaruh Pembelajaran Berbantuan Komputer Menggunakan Software CAD/CAM dan Motivasi Berprestasi Terhadap Hasil Belajar Memprogram Mesin Frais CNC*. Tesis Magister, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Malang, Malang.



- Subagio, DG, & Atmaja, T.D. (2011). Penggunaan Perangkat Lunak *Open Source* untuk Sistem *Open Architecture* pada Mesin *Milling CNC*. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, Vol. 02, No. 2, pp 105-112.
- Swansoft. (2007). *Swan NC Simulation Software*. Nanjing: Swan Software Technology Co.Ltd.
- Wena, M. (2009). *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Bumi Aksara: Jakarta.
- Wibisono,T.(2010). *Implementasi Kolaborasi Pembelajaran Kooperatif Jigsaw dan Pemberdayaan Berpikir Melalui Pertanyaan (PBMP) untuk Meningkatkan Motivasi dan Prestasi Mata Pelajaran Mesin CNC*. Tesis Magister, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Malang, Malang.
- Yayat .(2010). Implementasi Rencana Program Pembelajaran Berbasis Kompetensi pada Pembelajaran Kompetensi Dasar Menulis Program CNC. *Jurnal Penelitian Pendidikan* VI, 17.