

RINGKASAN DISERTASI

**PENGEMBANGAN MODUL DAN
PEMBELAJARAN KOMPETENSI KEJURUAN
TEKNIK PEMESINAN CNC SMK**



Oleh :
BERNARDUS SENTOT WIJANARKA
NIM. 08702261010

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2012**

RINGKASAN DISERTASI

**PENGEMBANGAN MODUL DAN PEMBELAJARAN
KOMPETENSI KEJURUAN TEKNIK PEMESINAN CNC SMK**



Oleh :
BERNARDUS SENTOT WIJANARKA
NIM. 08702261010

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2012**

ABSTRAK

Bernardus Sentot Wijanarka: Pengembangan Modul dan Pembelajaran Kompetensi Kejuruan Teknik Pemesinan CNC SMK. **Disertasi. Yogyakarta: Program Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta, 2012.**

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis pelaksanaan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC di SMK dalam meningkatkan kompetensi siswa, (2) menghasilkan modul pembelajaran teknik pemesinan CNC untuk proses pembelajaran di SMK yang sesuai dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar, dan (3) menganalisis fisibilitas dan keefektivan modul dan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC hasil pengembangan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan. Prosedur penelitian yang digunakan ialah *design and development research* menurut Richey and Klein yang meliputi dua tahap pengembangan yaitu: (1) pengembangan produk secara komprehensif, dan (2) proses pengembangan komponen produk. Proses validasi dilakukan dalam dua tahap yaitu validasi internal dan validasi eksternal. Validasi internal dilakukan terhadap komponen-komponen modul dengan menggunakan *peer review* dan *focus group discussion*, sedangkan validasi eksternal dilakukan dengan uji coba penggunaan modul. Proses validasi melibatkan 24 partisipan yang terdiri dari: pakar bidang studi pemesinan CNC, pakar pendidikan kejuruan, pakar manajemen bengkel, guru SMK, dan siswa SMK. Metode penelitian yang digunakan pada pelaksanaan uji coba ialah deskriptif kualitatif dan kuantitatif.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC di empat lokasi penyelenggara pembelajaran teknik pemesinan CNC menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan belum dapat meningkatkan kompetensi siswa sesuai SKKD; (2) telah dihasilkan modul pembelajaran teknik pemesinan CNC yang memiliki karakteristik: dapat digunakan sebagai bahan ajar mandiri maupun kelompok, terdiri dari lima materi yang diurutkan sesuai dengan pengoperasian mesin CNC, pada setiap materi diakhiri dengan soal latihan dan tugas sesuai dengan tujuan masing-masing materi; (3) modul dan pembelajaran hasil pengembangan fisibel dan efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa sesuai dengan tuntutan kurikulum berbasis kompetensi. Tiga buah standar kompetensi serta KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal) bisa dicapai oleh siswa setelah menerapkan modul dan pembelajaran hasil pengembangan.

Kata kunci: modul pembelajaran, kejuruan, CNC

ABSTRACT

Bernardus Sentot Wijanarka: *Developing A Module and Instruction for the Vocational Competence in CNC Machining for Vocational High School. Dissertation. Yogyakarta: Graduate School, Yogyakarta State University, 2012.*

This study aimed to: (1) analyze the implementation of vocational learning competencies in CNC machining in improving students' competencies, (2) produce a learning module and instruction for CNC machining subjects for vocational high schools (VHSs) in accordance with the standards of competence and basic competencies, and (3) analyze the feasibility and effectiveness of the module and instruction for the improvement of the vocational competence in CNC machining for VHS students.

This study employed the research and development approach. The research procedure was the design and development research by Richey and Klein consisting of two stages of development, i.e.: (1) a comprehensive product development, and (2) a process of developing product components. The validation process consisted of two stages, i.e. the internal validation and the external validation. The internal validation was carried out on the product components through peer reviews and a focus group discussion and the external validation was conducted through a pilot test. The validation process involved 24 participants consisting of: experts in the CNC machining subject, vocational education experts, a workshop management expert, VHS teachers, and VHS students. The research method employed in the pilot test was the qualitative and quantitative descriptive methods.

The results of the study are as follows. (1) Teaching and learning of CNC machining at four locations CNC machining providers showed that the applied learning model has not been able to establish the competence of students. (2) A module and instruction for CNC machining have been produced that have characteristics: being able to be used as individualized or group-based instruction, consisting of five materials that are arranged sequentially according to the operation of CNC machines, each material being followed by practice questions and tasks in accordance with the objectives of each material. (3) Modularized instruction is feasible and effective in improving students' competence in accordance with the demands of competency-based curriculum. Three standards of competence and minimum mastery criteria can be achieved by the students after applying the module and instruction.

Keywords: module, vocational, CNC

PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan karunia berupa keselamatan dan kesehatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini. Tujuan disertasi ini untuk mengembangkan modul dan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC SMK.

Berkaitan dengan selesainya penulisan disertasi ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor UNY, Dekan FT UNY, dan Direktur Program Pascasarjana UNY yang telah memberikan ijin belajar pada Program Studi S3 PTK. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Tim Promotor dan reviewer yaitu: Prof. Sukardi, Ph.D., Prof. Pardjono, Ph.D., dan Bapak FX. Sudarsono, Ph.D. yang telah banyak memberikan masukan untuk perbaikan disertasi ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Pinchak dan Dr. Paul Post dari *School of Teaching and Learning Ohio State University* yang telah banyak memberikan masukan pada disertasi ini. Terima kasih juga kepada teman-teman yang sudi memberi masukan untuk pembuatan modul dan rancangan pembelajaran ini, yaitu: Ir. Paryana. P, M.Eng, Dr. Lilih Dwi. P, MT, Prof. Dr. Thomas Sukardi, Drs. Pramuji, M.Pd, dan teman-teman pengajar teknik pemesinan CNC dari BLPT Surabaya dan Untag Surabaya.

Terima kasih kepada bapak Drs. Bambang Eko dari SMKN 2 Klaten, Bapak Bambang Mintartono, S.Pd dari SMK Leonardo Klaten, Kepala SMK Leonardo, Teman-teman dari program studi Teknik Pemesinan BLPT Yogyakarta dan SMKN 3 Yogyakarta, dan semua teman dari Jurusan pendidikan Teknik Mesin FT UNY yang telah memberikan bantuan dan dukungan. Kepada Theresia Achdiani, Kevin dan Eliza, Orang Tua, dan keluarga besar Bapak Daryoko yang telah memberikan dukungan sepenuhnya selama studi S3, terima kasih yang tak terhingga.

Semoga amal baik mereka yang telah membantu penulisan disertasi ini menerima balasannya dari Tuhan Yang Maha Esa. Mudah-mudahan disertasi ini bermanfaat bagi dunia pendidikan kejuruan di Indonesia.

Yogyakarta, Mei 2012

Bernardus Sentot Wijanarka

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang Masalah

Pendidikan diselenggarakan sebagai proses pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik yang berlangsung sepanjang hayat. Pelaksanaan proses tersebut memerlukan guru yang dapat memberikan keteladanan, membangun kemauan, dan mengembangkan potensi dan kreativitas peserta didik. Implikasi dari prinsip ini ialah pergeseran paradigma proses pendidikan, yaitu dari paradigma pengajaran ke paradigma pembelajaran. Pembelajaran merupakan proses interaksi peserta didik dengan guru dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Proses pembelajaran perlu direncanakan, dilaksanakan, dinilai, dan diawasi agar terlaksana secara efektif dan efisien.

Perkembangan teknologi yang ada di dunia industri belum bisa diikuti oleh pihak SMK, kesesuaian antara kompetensi yang diberikan di SMK dengan yang dibutuhkan dunia industri sekitar 60% sampai 80%, dengan kesenjangan terbesar pada industri besar dan kesenjangan terkecil pada kegiatan wirausaha. Pembelajaran untuk mata pelajaran baru yang tercantum dalam kurikulum berbasis kompetensi belum dapat dilaksanakan secara efektif karena masih berorientasi pada model pembelajaran konvensional dan menggunakan mesin- mesin CNC yang lama. Hal tersebut dapat dilihat dari data di Direktori Penyedia Pelatihan Teknik untuk bidang teknik pemesinan, yaitu 11 dari 14 lembaga pelatihan teknik pemesinan CNC yang terdiri dari Perguruan tinggi, BLPT dan SMK masih menggunakan mesin-mesin CNC lama dan hanya menyelenggarakan pelatihan CNC dasar dengan menggunakan model pembelajaran konvensional (Raksanagara, 2009:76-78).

Pembelajaran pemesinan CNC untuk siswa SMK di seluruh Indonesia belum dapat terlaksana sesuai dengan tujuan kurikulum berbasis kompetensi karena keterbatasan sarana dan prasarana. Berdasarkan jumlah peserta LKS nasional tahun 2010, hanya SMK di sepuluh propinsi yang siap mengikuti LKS bidang CNC *milling*. Indikator unjuk kerja sebagai tujuan belajar mata pelajaran pemesinan CNC di SMK belum terinci sesuai dengan kriteria unjuk kerja yang ada pada standar kompetensi dan kompetensi dasar yang diacu. Hal tersebut terlihat dari hasil LKS nasional yang menerapkan standar penilaian berbasis kompetensi hanya menghasilkan satu orang juara dari lima tempat juara yang disediakan karena terdapat kesenjangan indikator penilaian yang diterapkan di SMK dengan yang diterapkan oleh penyelenggara LKS

Materi ajar dan proses pembelajaran (metode pembelajaran, strategi pembelajaran, pendekatan pembelajaran, jadwal pembelajaran, serta model pembelajaran) untuk kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC bagi siswa SMK belum memadai untuk ketercapaian kompetensi siswa. Hal tersebut dikarenakan belum adanya standar proses serta standar sarana dan prasarana untuk pelaksanaan pembelajaran praktikum bagi SMK. Pelaksanaan pembelajaran khususnya penyampaian materi pemesinan CNC belum disesuaikan dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar (SKKD) untuk kompetensi keahlian teknik pemesinan. Hal

tersebut terlihat dari silabus dan RPP yang disusun pihak SMK yang lebih menitik beratkan pembelajaran pada ranah kognitif atau teori yaitu membuat program CNC.

Laboratorium pemesinan CNC yang ada di SMK belum dimanfaatkan secara optimal untuk pembentukan kompetensi siswa. Belum adanya standar sarana dan prasarana untuk laboratorium teknik pemesinan CNC menyebabkan perbedaan pelaksanaan pembelajaran teknik pemesinan CNC di tiap SMK. Selain dari itu, belum dikembangkan dan diterapkannya proses pembelajaran yang efektif dan efisien untuk proses pembelajaran teknik pemesinan CNC sesuai dengan kurikulum berbasis kompetensi. Hal tersebut terlihat dari data observasi lapangan yaitu bervariasinya pelaksanaan pembelajaran di beberapa SMK baik dari segi materi ajar, jadwal, pendekatan pembelajaran, jumlah dan jenis mesin CNC yang digunakan, dan sarana pembelajaran yang digunakan.

B. Pembatasan Masalah dan Fokus Penelitian

Berdasarkan beberapa permasalahan yang dihadapi pada penelitian ini dibatasi pada masalah pengembangan materi pembelajaran untuk proses pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC. Materi pembelajaran yang dikembangkan dibuat dalam bentuk modul pembelajaran. Pengembangan modul pembelajaran ini sangat penting karena permasalahan yang lainnya yang berhubungan dengan proses pembelajaran bisa terpecahkan juga.

C. Rumusan Masalah

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

- (1) Bagaimanakah pelaksanaan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC di SMK ?
- (2) Bagaimanakah karakteristik modul pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC yang sesuai dengan standar kompetensi dan teori-teori pembelajaran?
- (3) Apakah modul dan rancangan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC feasible dan efektif untuk meningkatkan kompetensi siswa dalam ranah kognitif dan psikomotorik?

D. Tujuan Penelitian

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

- (1) Menganalisis pelaksanaan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC yang saat ini diterapkan di SMK.
- (2) Menghasilkan modul pembelajaran kompetensi teknik pemesinan CNC untuk proses pembelajaran di SMK yang sesuai dengan standar kompetensi dan teori-teori belajar.
- (3) Menganalisis feasibility dan keefektifan modul teknik pemesinan CNC untuk pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC bagi siswa SMK.

E. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian di atas, maka penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Design and Development Research*), karena tujuan penelitian yang utama adalah menghasilkan modul pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC dan melakukan validasi produk yang dibuat. Pendekatan pembelajaran yang digunakan ialah *Student Center Learning*.

Strategi pembelajaran yang digunakan menggunakan kombinasi strategi pembelajaran kelompok, dan strategi pembelajaran individu sesuai dengan karakteristik kurikulum berbasis kompetensi.

Bahan ajar yang disusun untuk proses pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC isinya disesuaikan dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar (SKKD) kompetensi kejuruan teknik pemesinan untuk Sekolah Menengah Kejuruan. Standar kompetensi yang dipakai sebagai acuan dalam penyusunan materi ajar dan proses pembelajaran ialah kompetensi kejuruan teknik pemesinan berikut: mengeset mesin dan proses mesin CNC (dasar), memprogram mesin CNC (dasar), dan mengoperasikan mesin CNC (dasar).

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Dasar Filosofi Pembelajaran di Pendidikan Kejuruan

Sesuai dengan UU No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang dimaksud dengan pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara. Visi pendidikan nasional adalah terwujudnya sistem pendidikan sebagai pranata sosial yang kuat dan berwibawa untuk memberdayakan semua warga negara Indonesia berkembang menjadi manusia yang berkualitas sehingga mampu dan proaktif menjawab tantangan zaman yang selalu berubah (Permendiknas No. 41 tahun 2007).

Pendidikan menengah terdiri atas pendidikan menengah umum dan pendidikan menengah kejuruan. Pendidikan kejuruan ditujukan untuk membentuk tenaga kerja terampil tingkat menengah. Menurut Finch dan Crunkilton (1999: 14) tujuan akhir kurikulum pendidikan kejuruan tidak hanya diukur melalui pencapaian prestasi berupa nilai tetapi melalui hasil dari pencapaian tersebut, yaitu hasil dalam bentuk unjuk kerja di dunia kerja. Dengan demikian, kurikulum pendidikan kejuruan berorientasi pada proses (berupa pengalaman-pengalaman dan kegiatan-kegiatan dalam lingkungan sekolah) dan produk (efek dari pengalaman-pengalaman dan kegiatan-kegiatan tersebut pada lulusan).

Selaras dengan pendapat di atas pada landasan filosofi kurikulum SMK dikemukakan, bahwa kurikulum disusun untuk mengemban misi agar dapat turut mendukung perkembangan kebudayaan pada arah yang positif. Kurikulum SMK telah memperhatikan beberapa hal mendasar sebagai berikut: (1) pendidikan harus menanamkan tata nilai yang kuat dan jelas sebagai landasan pembentukan watak dan perkembangan kehidupan manusia; (2) pendidikan harus memberikan sesuatu yang bermakna, baik yang ideal maupun pragmatis, sesuai dengan kebutuhan peserta didik, dan (3) pendidikan harus memberikan arah yang terencana bagi kepentingan bersama peserta didik, keluarga, masyarakat, bangsa, dan negara (Depdiknas, 2004).

Sekolah Menengah Kejuruan terdiri dari berbagai macam bidang keahlian sesuai dengan bidang keahlian yang ada di dunia kerja. Semua bidang keahlian di SMK memiliki tujuan yang secara umum mengacu pada isi Undang Undang Sistem Pendidikan Nasional pasal 3 mengenai Tujuan Pendidikan Nasional dan penjelasan pasal 15 yang menyebutkan bahwa pendidikan kejuruan merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta didik terutama untuk bekerja dalam bidang tertentu. Secara khusus, tujuan Program Keahlian Teknik Pemesinan adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten: (1) bekerja baik secara mandiri atau mengisi lowongan pekerjaan yang ada di dunia usaha dan dunia industri sebagai tenaga kerja tingkat menengah dalam bidang teknik

pemesinan; dan (2) memilih karir, berkompetisi, dan mengembangkan sikap profesional dalam bidang teknik pemesinan. Pendidikan menjadi sangat berarti apabila secara pragmatis dapat mendidik manusia yang mampu hidup sesuai dengan kondisi pada masa kini atau zamannya. Pendidikan ialah sebagai wahana untuk membekali peserta didik dengan berbagai kemampuan guna menjalani dan mengatasi masalah kehidupan pada masa yang akan datang yang selalu mengalami perubahan.

Tujuan pendidikan kejuruan dan filosofi yang dipaparkan di atas sejalan dengan pendapat yang sudah sejak lama dikemukakan oleh Charles Prosser yang merupakan tokoh penting dalam pembentukan pendidikan kejuruan (*Vocational Education* atau *Career and Technical Education*) di Amerika Serikat. Prosser mengemukakan enam belas teorema tentang pendidikan kejuruan. Teorema yang pertama dan kedua berhubungan langsung dengan proses pembelajaran di pendidikan kejuruan, yaitu :

(1) *Vocational education will be efficient in proportion as the environment in which the learner is trained is replica of the environment in which he must subsequently work*, dan (2) *Effective vocational training can only be given where the training jobs are carried on in the same way, with the same operations, the same tools, and the same machines as in the occupation it self* (Camp dan Johnson, 2005: 37).

Pembelajaran berbasis kompetensi menganut prinsip pembelajaran tuntas untuk penguasaan dalam sikap, pengetahuan, dan keterampilan, sehingga siswa dapat bekerja sesuai dengan kompetensi profesi yang dituntut oleh dunia kerja. Agar siswa bisa belajar secara tuntas, mulai kurikulum SMK tahun 2004 ditegaskan bahwa dalam proses pembelajaran digunakan prinsip *learning by doing* dan *individualized learning*. *Learning by doing* dapat menjadikan pembelajaran bermakna dan dapat dikembangkan menjadi pembelajaran berbasis produksi. *Individualized learning* memungkinkan siswa belajar dengan kecepatan masing-masing dengan pembelajaran sistem modular. Kedua prinsip tersebut sesuai dengan filsafat konstruktivistik bahwa pengetahuan siswa dibangun secara aktif, individual, dan personal, dan didasarkan pada pengetahuan yang sudah ada (Pardjono, 2008: 6). Dalam proses belajar siswalah yang harus mendapatkan tekanan, dan mereka harus aktif mengembangkan pengetahuan mereka bukannya guru atau orang lain (Suparno, 1997: 81).

2. Pembelajaran pada Pendidikan Kejuruan

Pelaksanaan pembelajaran untuk mata pelajaran pemesinan CNC di SMK dilaksanakan di Laboratorium CNC. Pembelajaran praktik di laboratorium ini bertujuan agar keterlaksanaan pembelajaran sesuai dengan tujuan belajar dalam penguasaan kompetensi sesuai yang tertulis dalam standar kompetensi yang menjadi dasar penyusunan kurikulum. Pembelajaran di laboratorium adalah bagian yang sangat penting dari proses belajar. Siswa akan belajar dan selalu mengingat informasi lebih lama sesudah melaksanakan praktikum di laboratorium. Baillie dan Hazel (2003:4-8) mengemukakan bentuk-bentuk kegiatan pembelajaran di laboratorium, yaitu:

latihan terkontrol, investigasi, dan *project work*. Menurut Asirvatham (2002) di <http://www.colorado.edu/gtp/training/publications/>, tanggung jawab instruktur laboratorium adalah membantu para siswa dalam mencapai tujuan belajar, yaitu :

(1) Give the student the opportunity to carry out experiments, (2) Make careful observations and record information accurately, (3) Become proficient in laboratory techniques and the use of instruments, (4) Collect data, and analyze it in a scientific manner, (5) Learn to interpret results and draw valid conclusions, (6) Provide applications of concepts and principles discussed in lecture, (7) Learn to work independently and make decisions, (8) Develop the ability to plan and carry out lab tests, (9) Cultivate a team spirit when experiments call for students to work in pairs or groups, (10) Gain respect for the difficulties involved in performing some types of experiments, (11) Acquire skills in using the scientific method, (12) Stimulate interest, enthusiasm and appreciation for science and its impact on everyday life and living.

Menurut Dickman (2009) di <http://tep.uoregon.edu/resources/librarylinks/>, pembelajaran di laboratorium dapat memiliki manfaat dalam :

(1) Get to know your students and create a safe and friendly atmosphere, (2) Get students to work in small groups with other students, (3) Motivate students with hand-on examples, (4) Allow students to be creative, (5) Help students to understand the significance of the activity, (6) Challenge students to construct their own models and to investigate them, (7) Familiarize students with techniques and laboratory tools.

Menurut Wena (2009: 135) strategi pembelajaran pelatihan laboratorium meliputi: pembentukan kelompok, penyajian materi, latihan/praktik, dan latihan/praktik masalah nyata.

Menurut rekomendasi Unesco (2001), pendidikan teknik dan kejuruan bagi orientasi dan pendidikan siswa harus mencakup pembelajaran teori dan praktik yang seimbang. Selain itu pengelola program studi harus bekerja sama dengan para komunitas profesional di bidangnya. Proses pembelajaran di program studi hendaknya: (1) didasarkan pada pendekatan pemecahan masalah dan eksperimental dan melibatkan pengalaman dalam perencanaan metode dan pengambilan keputusan; (2) memperkenalkan pelajar untuk spektrum yang luas dari bidang teknologi dan situasi kerja yang produktif; (3) mengembangkan prosedur- prosedur khusus mengenai keterampilan praktis yang berharga seperti penggunaan alat, perbaikan dan prosedur pemeliharaan dan keselamatan, dan menghargai nilai kerja; (4) mengembangkan suatu apresiasi mengenai desain, pengerjaan dan kualitas yang baik; (5) mengembangkan kemampuan untuk berfungsi sebagai anggota tim dan berkomunikasi mengenai informasi teknis; (6) dekat dengan lingkungan setempat tanpa membatasi diri.

Pendidikan kejuruan ditandai dengan hubungan yang sangat dekat dengan tempat kerja. Pembelajaran teoritis dan praktis digabungkan

sedemikian rupa sehingga kesesuaiannya terjamin. Para siswa di pendidikan kejuruan belajar keterampilan yang sebenarnya di dunia praktis, dan mempelajari dan merefleksikannya dalam dunia teoritis. Pada pendidikan kejuruan baik teori maupun praktik memiliki nilai yang sama untuk pembelajaran di sekolah dan belajar di tempat kerja. Dengan demikian, baik pembelajaran teori maupun praktik tidak terbatas pada tempat belajar siswa (DG Education and Culture, 2005:6).

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dipahami bahwa pelaksanaan pembelajaran di pendidikan kejuruan meliputi pembelajaran teori dan praktik. Program studi bekerja sama dengan pihak komunitas profesional dalam bidangnya, sehingga pembelajaran dilaksanakan di sekolah dan di tempat kerja yang sesuai dengan program studi yang dipelajari. Dengan demikian pembelajaran pada pendidikan kejuruan mengarah pada pembelajaran sesuai dengan dunia kerja.

3. Model-model Pembelajaran untuk Pengembangan Modul dan Pembelajaran Kompetensi Kejuruan Teknik Pemesinan CNC SMK

Kompetensi yang dimiliki seseorang dalam bidang teknik pemesinan CNC adalah meliputi kompetensi dalam ranah kognitif, psikomotorik, dan afektif. Berdasarkan hal tersebut, dalam paparan berikut akan dikaji tentang model pembelajaran tuntas (*mastery learning model*), model pembelajaran berbasis kompetensi, model pembelajaran berbasis komputer, dan model pembelajaran *experiential learning* sebagai model-model pembelajaran yang bisa digunakan untuk penyusunan modul dan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC untuk siswa SMK.

a. Model pembelajaran tuntas (*Mastery Learning Model*)

Kurikulum SMK Edisi 2004 (Depdiknas, 2004) mengarahkan proses pembelajaran berbasis kompetensi. Pembelajaran berbasis kompetensi harus menganut prinsip pembelajaran tuntas (*mastery learning*) untuk dapat menguasai sikap (*attitude*), ilmu pengetahuan (*knowledge*), dan keterampilan (*skills*) agar dapat bekerja sesuai dengan profesinya seperti yang dituntut oleh suatu kompetensi. Agar dapat belajar secara tuntas, perlu dikembangkan prinsip pembelajaran sebagai berikut: (1) *Learning by doing* (belajar melalui aktivitas/kegiatan nyata, yang memberikan pengalaman belajar bermakna) yang dikembangkan menjadi pembelajaran berbasis produksi, dan (2) *Individualized learning* (pembelajaran dengan memperhatikan keunikan setiap individu) yang dilaksanakan dengan sistem modular.

Model pembelajaran tuntas (*Mastery Learning model*) dikembangkan oleh Carrol dan Bloom pada tahun 1971 (Joyce dkk, 2009: 409). Menurut pandangan Carrol waktu adalah variabel yang paling penting dalam pembelajaran di sekolah. Model pembelajaran digambarkan dengan persamaan sederhana (McIlrath dan Huitt, 1995:1), yaitu: $School Learning = f(time\ spent/time\ needed)$, yang berarti pembelajaran di sekolah adalah fungsi dari waktu yang digunakan dibagi waktu yang diperlukan). Semua siswa dapat menguasai

kompetensi yang diajarkan dengan waktu yang berbeda-beda untuk setiap individu siswa.

Menurut Bloom (McIlrath dan Huitt,1995:1), prinsip dasar pembelajaran tuntas sehingga semua siswa dapat mencapai tujuan pembelajaran adalah: (1) siswa diberikan waktu yang cukup untuk mempelajari bahan ajar yang diajarkan, dan (2) siswa diberi pembelajaran yang berkualitas. Maksud pembelajaran berkualitas adalah: (1) mengatur bahan ajar menjadi unit-unit belajar yang lebih kecil, (2) membuat tujuan pembelajaran khusus untuk setiap unit, (3) membuat asesmen formatif dan sumatif yang memadai, (4) merencanakan dan mengimplementasikan strategi pembelajaran kelompok, dengan alokasi waktu yang cukup, kesempatan untuk berlatih, pengulangan pembelajaran untuk perbaikan (*corrective reinstruction*) untuk semua siswa dalam mencapai level ketuntasan yang diharapkan. Tahap-tahap pembelajaran untuk model pembelajaran tuntas yaitu: orientasi, penyajian, latihan terstruktur, latihan terbimbing, dan latihan mandiri (Wena, 2009: 184-185).

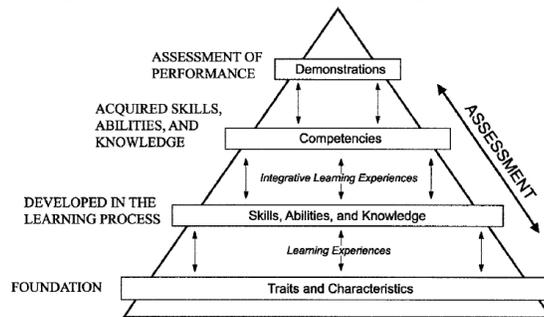
Berdasarkan paparan tersebut, maka model pembelajaran kompetensi teknik pemesinan CNC bisa menggunakan prinsip belajar tuntas dengan cara pelaksanaan pembelajaran dalam kelompok dan individual. Untuk mendukung proses belajar tersebut keseluruhan bahan ajar di buat menjadi unit-unit yang lebih kecil yang berisi tujuan pembelajaran khusus dengan cara membuat modul pembelajaran. Modul tersebut berisi beberapa unit materi yang masing-masing memiliki tujuan pembelajaran khusus. Dengan demikian, pelaksanaan pembelajaran dalam kelompok dan individual dapat dilaksanakan sesuai dengan sifat pembelajaran untuk mengajarkan keterampilan.

b. Model pembelajaran berbasis kompetensi

Kurikulum SMK yang saat ini diterapkan adalah kurikulum berbasis kompetensi. Standar kompetensi yang menjadi dasar untuk pembentukan kompetensi adalah SKKD yang mengacu pada SKKNI untuk bidang keahlian teknik pemesinan. Berdasarkan hal tersebut maka seharusnya SMK menerapkan model pembelajaran berbasis kompetensi.

Bahasan mengenai model pembelajaran berbasis kompetensi dikemukakan oleh Voorhees (2001:5-13). Model pembelajaran konseptual untuk pembelajaran berbasis kompetensi yang disusun oleh departemen pendidikan Amerika Serikat tahun 2001 adalah seperti pada Gambar 15. Model pembelajaran berbasis kompetensi digambarkan sebagai sebuah tangga dengan setiap anak tangga mempengaruhi anak tangga di atasnya atau di bawahnya. Anak tangga yang terbawah adalah *Foundation*, kedua keterampilan, yaitu kemampuan dan pengetahuan yang dikembangkan dalam proses belajar. Anak tangga ketiga adalah kompetensi yang diperoleh melalui pembelajaran dan pengalaman, dan yang terakhir adalah *demonstration* (unjuk kerja) sebagai hasil

menerapkan kompetensi-kompetensi yang diperoleh. Pada level teratas inilah pembelajaran berdasarkan unjuk kerja bisa dinilai (*assessed*).



Source: U.S. Department of Education, 2001.

Gambar 15.

Model Pembelajaran Berbasis Kompetensi (Voorhees, 2001:9)

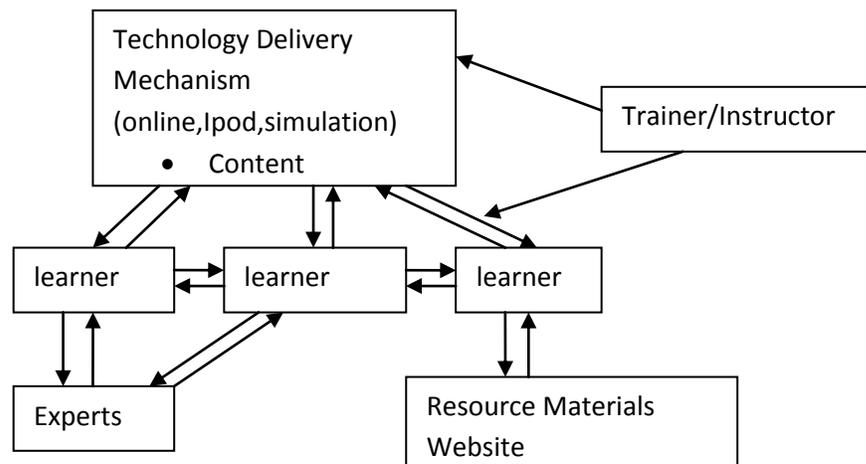
c. Model pembelajaran berbasis komputer

Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dapat membantu belajar siswa dalam: menyajikan informasi, menyelesaikan tugas-tugas rutin dengan cepat dan otomatis, mengakses dan menangani informasi, modeling dan kontrol, interaktivitas, dan memperluas sekolah ke rumah siswa (Muijs dan Reynolds, 2008: 346-351). Pemanfaatan TIK dalam pembelajaran dapat menjadi sistem pembelajaran mandiri atau digabungkan dengan proses pembelajaran langsung yang mengandalkan kehadiran guru (Wena, 2009:202). Ada tiga model penyampaian materi pembelajaran berbasis komputer, yaitu: latihan dan praktik, tutorial, dan simulasi (Wena, 2009:221). Dengan demikian dapat dikatakan penggunaan TIK sangat fleksibel di dalam proses pembelajaran. Guru dan siswa dapat memilih beberapa keuntungan dari tersedianya komputer sebagai sumber belajar atau media belajar baik di sekolah maupun di rumah.

Menurut Noe (2008:303-304) beberapa metode yang digunakan dalam pelatihan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi ialah: *computer based training*, CD-ROM, internet, intranet, *e-learning*, *distance learning*, *intelligent tutoring*, dan *simulations and virtual reality*. Diantara semua penggunaan teknologi tersebut yang terbaik dalam *learning outcome*, *learning environment*, *transfer of training*, *cost*, dan *effectiveness* adalah *simulations and virtual reality*. *Virtual reality* dan *intelligent tutoring systems* paling cocok untuk pembelajaran proses yang kompleks yang berhubungan dengan pengoperasian mesin perkakas, mesin industri dan peralatan. Mesin CNC adalah mesin yang sangat kompleks, karena merupakan gabungan antara mesin perkakas konvensional dan sistem kontrol numerik yang dikendalikan komputer, sehingga perangkat lunak mesin CNC virtual sangat sesuai untuk pembelajaran kompetensi teknik pemesinan CNC.

Model pembelajaran berbasis komputer ini bisa dipadukan dengan pembelajaran langsung dengan panduan guru. Fungsi guru pada

awalnya adalah mengajarkan cara mengoperasikan perangkat lunak simulator atau mesin virtual, menyampaikan teori dasar, memantau kegiatan belajar siswa, dan sebagai fasilitator dalam keseluruhan proses pembelajaran. Keuntungan pembelajaran dengan menggunakan komputer adalah: belajar dengan kecepatan masing-masing, interaktif, memiliki konsistensi isi, memiliki konsistensi penyampaian materi, dapat diakses dimana saja, memberikan umpan balik langsung, memiliki sistem panduan yang terintegrasi, menarik seluruh indera, dapat menguji dan menentukan ketuntasan, dan dapat menjaga privasi (Noe, 2008: 272-274). Lingkungan belajar untuk pembelajaran berbasis TIK adalah seperti Gambar 16.



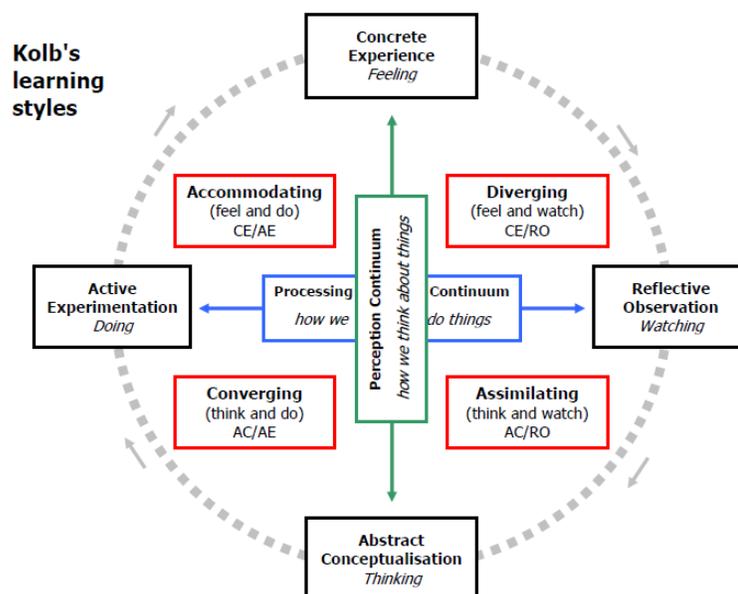
Gambar 16.

Lingkungan Pembelajaran Berbasis Teknologi (Noe,2008:272)

d. Model Pembelajaran *Experiential Learning*

Model pembelajaran ini berhubungan dengan gaya belajar siswa. Gambaran hubungan antara model dan gaya belajar adalah seperti Gambar 17 di bawah. Model pembelajaran *experiential learning* dikembangkan oleh Kolb berdasarkan hasil kerja keras Dewey, Kurt Lewin, dan Piaget (Kolb, 1984:4-15).

Teori belajar Kolb menetapkan empat gaya belajar yang berbeda, yang didasarkan pada siklus belajar empat tahap (bisa ditafsirkan sebagai *training cycle*). Model Kolb menawarkan dua cara untuk memahami berbagai gaya individu belajar, dan juga penjelasan tentang siklus pengalaman belajar (*experiential learning*) yang berlaku untuk semua. Model pembelajaran ini merupakan dasar dari pembelajaran *learning by doing* yang disarankan oleh kurikulum berbasis kompetensi di sekolah kejuruan (Depdiknas,2004). Hal tersebut terlihat dari awal siklus belajar yaitu pengalaman nyata (*concrete experience*), sesuai dengan proses pembelajaran pada pendidikan kejuruan yang menitik beratkan pada belajar praktik untuk memperoleh pengalaman nyata.



© concept david kolb, adaptation and design alan chapman 2005-06, based on Kolb's learning styles, 1984

Gambar 17.

Model Pembelajaran *Experiential Learning* pada *Kolb's Learning Styles* (Alan Chapman, 2005: <http://www.businessballs.com/kolblearningstyles.htm>)

Berdasarkan karakteristik pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC dalam SKKNI dan SKKD yang meliputi teori dan praktik, maka terlihat bahwa untuk keperluan pengembangan modul dan pembelajaran kompetensi tersebut tidak bisa menggunakan satu macam model pembelajaran. Perpaduan beberapa model yang sudah ada untuk dikembangkan menjadi rancangan proses pembelajaran yang baru sesuai dengan karakteristik kompetensi yang spesifik sangat diperlukan. Perpaduan antara model pembelajaran yang saat ini dilaksanakan, model pembelajaran belajar tuntas, model pembelajaran berbasis kompetensi, model pembelajaran berbasis komputer, dan model *experiential learning* diharapkan dapat dikembangkan proses pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC yang efektif.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Paparan berikut dikaji mengenai penelitian yang relevan sebagai bahan untuk pengembangan modul dan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC bagi siswa SMK. Beberapa penelitian telah dilakukan oleh beberapa peneliti mengenai karakteristik pelatihan pemesinan CNC dan model pembelajaran kompetensi pemesinan CNC.

Berdasarkan hasil beberapa penelitian belum nampak nyata apakah media pembelajaran, strategi pembelajaran dan model pembelajaran dapat meningkatkan kompetensi siswa secara utuh dalam ranah kognitif, psikomotorik, dan afektif untuk semua standar kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa. Sebagian besar hasil penelitian menitik beratkan hasilnya pada peningkatan kemampuan siswa/peserta didik dalam ranah kognitif yaitu memprogram mesin CNC. Penelitian-penelitian di atas dilaksanakan terbatas pada penggunaan

media, model pembelajaran, strategi pembelajaran, metode pembelajaran, dan media pembelajaran untuk satu standar kompetensi pemesinan CNC (memprogram mesin CNC), padahal yang diperlukan adalah peningkatan kompetensi siswa secara lengkap yang meliputi 3 standar kompetensi sesuai SKKD. Rekap komponen pembelajaran yang diteliti oleh beberapa peneliti seperti Tabel 6 di bawah.

Tabel 6.

Rekap Hasil Penelitian yang Relevan dan Komponen Pembelajaran yang Diteliti

No	Nama Peneliti	Komponen/variabel Pembelajaran yang diteliti			
		Model	Strategi/ Metode	Media	Materi Ajar/ Modul
1	Dewhurst, dkk (1994)			√	
2	Bullen (2000)			√	
3	Mohler (2007)		√		
4	Olwal, Gustafsson, dan Lindfors (2008)			√	
5	Berner (2009)		√		
6	Batista, dkk (2009)			√	
7	Brury Triyono (2006)		√		
8	Bambang (2006)	√			
9	Muhammad Taufik (2010)			√	
10	Wibisono (2010)	√			
11	Yayat (2010)		√		

Penelitian-penelitian yang telah dilaksanakan belum membahas tentang penyusunan materi ajar dan penerapannya. Penyusunan materi ajar berupa modul, *job sheet*, dan buku referensi yang sesuai untuk siswa SMK pada saat ini sangat mendesak untuk diadakan agar pembelajaran teknik pemesinan CNC bisa dilaksanakan dengan efektif. Dengan demikian diperlukan pengembangan materi pembelajaran yang dapat meningkatkan kompetensi siswa pada semua standar kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa, yaitu mengeset, memprogram, dan mengoperasikan mesin CNC. Selain itu pengembangan proses pembelajaran yang mengakomodasi model pembelajaran belajar tuntas, dan pembelajaran berpusat pada siswa sangat mendesak untuk dilaksanakan.

C. Kerangka Pikir Pengembangan Modul dan Pembelajaran Kompetensi Kejuruan Teknik Pemesinan CNC SMK

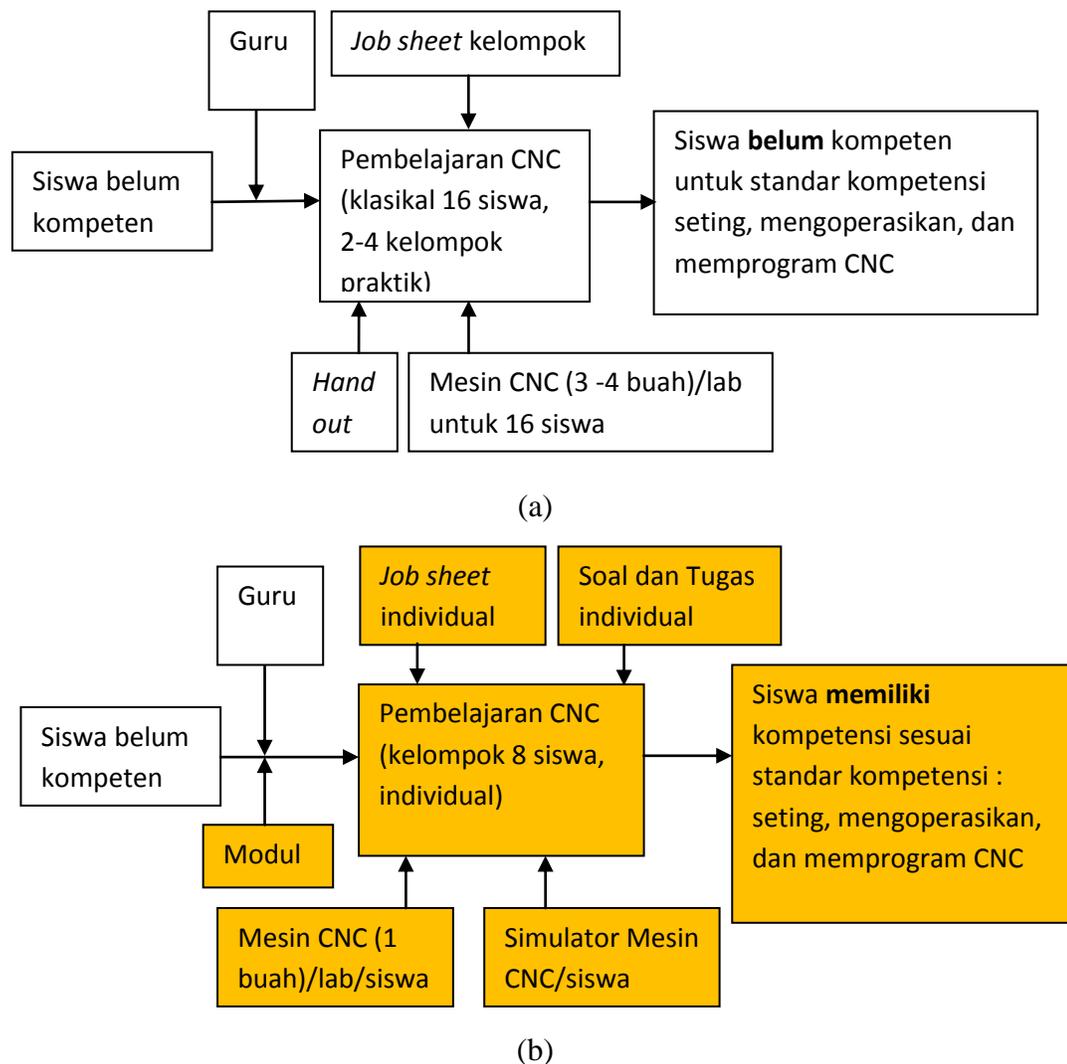
Sampai saat ini masih terjadi kesenjangan antara tuntutan kurikulum berbasis kompetensi dan kondisi pelaksanaan proses belajar mengajar di SMK, terutama pada mata ajar baru yang memanfaatkan teknologi baru. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil kajian yang diadakan oleh Direktorat Pembinaan SMK (2008:135), yaitu ada kesenjangan antara kompetensi yang diajarkan dan kompetensi yang kebutuhan riil pihak industri sekitar 60% - 80%. Selain itu data dari BPS (<http://www.bps.go.id>) menunjukkan bahwa pengangguran terbuka untuk tamatan SMTA sebesar 40%.

Pembelajaran kompetensi pemesinan CNC yang berisi tiga Standar Kompetensi dan empat belas Kompetensi Dasar pada saat ini belum dapat dilaksanakan karena kurangnya sarana dan prasarana, dan panduan pelaksanaan pembelajaran berupa modul dan tahap-tahap pembelajarannya. Hal tersebut terlihat dari hasil LKS bidang CNC *Milling* dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2011 yang belum memuaskan, yaitu juara lomba yang dinyatakan kompeten menurun jumlahnya ketika penilaian dengan standar kompetensi diterapkan (www.ditpsmk.org). Belum sesuainya sarana dan prasarana serta panduan pelaksanaan pembelajaran tersebut karena memang pada saat ini belum ada standar proses dan standar sarana dan prasarana yang bisa menjadi acuan untuk pelaksanaan pembelajaran teknik pemesinan CNC. Untuk memecahkan kesenjangan tersebut perlu diadakan penyempurnaan/ pengembangan materi ajar dan pembelajaran yang sudah ada untuk pembelajaran kompetensi kejuruan tersebut agar sesuai dengan kondisi di SMK, tercapai tujuan belajar siswa dan tujuan kurikulum berbasis kompetensi. Data empirik dari penelitian- penelitian yang telah dilaksanakan terlihat bahwa usaha yang dilakukan para peneliti untuk meningkatkan proses belajar dan hasil belajar siswa belum ada yang mampu meningkatkan kompetensi siswa sampai kompeten 100%.

Pengembangan modul dan pembelajaran pemesinan CNC sangat diperlukan, karena pada tahun 2009 telah ditetapkan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar untuk pendidikan menengah kejuruan sebagai standar kompetensi yang harus dicapai oleh para siswa. Sesuai dengan kurikulum berbasis kompetensi, maka proses pembelajaran yang dikembangkan hendaknya lebih ke arah pembelajaran berpusat pada siswa (*student centered learning*) seperti yang disarankan dalam filosofi konstruktivistik, serta memanfaatkan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang saat ini telah berkembang dengan sangat pesat. Pemanfaatan TIK dalam pendidikan ini diharuskan dalam Renstra Departemen Pendidikan Nasional 2010-2014 dalam program/kegiatan “Penyediaan dan Peningkatan Pendidikan SMK” dengan indikator pada tahun 2014 semua SMK telah menerapkan pembelajaran berpusat pada peserta didik yang kontekstual berbasis TIK (Depdiknas, 2010: L2.1). Terselenggaranya proses pembelajaran untuk semua kompetensi dengan bantuan komputer menjadi keharusan. Peralatan praktikum yang dulu hanya berada di sekolah, pada saat ini sudah dapat dibawa ke rumah atau ke luar sekolah dengan menggunakan *software* simulasi. Berdasarkan hal tersebut, proses pembelajaran yang memungkinkan siswa belajar sendiri dengan menggunakan modul dan media pembelajaran yang berbasis TIK akan lebih efektif dan efisien dalam rangka membentuk kompetensi siswa dari pada strategi pembelajaran konvensional yang sekarang ini digunakan.

Proses pembelajaran yang berisi kombinasi model-model pembelajaran yang sudah ada sebaiknya memungkinkan waktu belajar siswa dalam pembelajaran praktik teknik pemesinan CNC dapat ditambah di luar laboratorium sekolah dengan memanfaatkan perangkat lunak simulator mesin CNC. Simulator ini pada prinsipnya memiliki cara kerja yang identik dengan mesin CNC yang sesungguhnya (media *virtual reality*) yang ada di laboratorium sekolah atau di industri. Sebagai dampaknya adalah pada saat ini bukan hanya

SMK harus memiliki peralatan yang sama atau mirip dengan dunia kerja seperti yang disarankan oleh Teori Prosser, akan tetapi saat ini dapat diwujudkan siswa memiliki peralatan yang mirip atau miniatur dari peralatan yang dimiliki oleh industri yang sesuai dengan bidang keahliannya, sehingga dapat menjadi sarana belajar mandiri di manapun (di laboratorium sekolah, di rumah, di laboratorium komputer, di halaman sekolah). Proses belajar praktikum dapat terwujud bukan hanya di ruang laboratorium sekolah, akan tetapi dapat dilakukan dengan sangat memadai di luar laboratorium sekolah dengan menggunakan komputer yang pada saat ini telah tersedia secara luas dengan harga yang sangat terjangkau. Kerangka berpikir penggunaan modul pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC dan pembelajarannya yang saat ini dilaksanakan dan rancangan proses pembelajaran yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18.

Konsep Pengembangan Pembelajaran: (a) Pembelajaran Kompetensi Kejuruan Teknik Pemesinan CNC yang Saat Ini Dilaksanakan, (b) Pembelajaran Teknik Pemesinan CNC Menggunakan Modul serta Sarana Belajar yang Dikembangkan

Teori belajar yang mendasari pengembangan modul dan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC adalah **teori belajar konstruktivistik**. Suparno (1997:62) dan Atherton (2009) mengatakan bahwa pada konstruktivisme kegiatan belajar adalah kegiatan yang aktif. Pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC terdiri dari kegiatan belajar teori dan praktik yang dilaksanakan secara simultan. Pembelajaran harus memungkinkan siswa belajar dengan aktif sesuai kecepatan masing- masing dan mengakomodasi pembelajaran *learning by doing*. Pembelajaran dengan praktik sejalan dengan pendapat Kolb (1984) dalam model pembelajaran *experiential learning* dengan siklus belajar: *concrete experience (feeling)*, *reflective observation (watching)*, *abstract conseptualisation (thinking)*, dan *active experimentation (doing)*. Proses belajar aktif dan pembelajaran *learning by doing* bisa terlaksana dengan pembelajaran menggunakan modul. Modul pembelajaran sangat mendukung proses belajar aktif siswa untuk memperoleh pengalaman konkrit sesuai dengan teori belajar konstruktivistik.

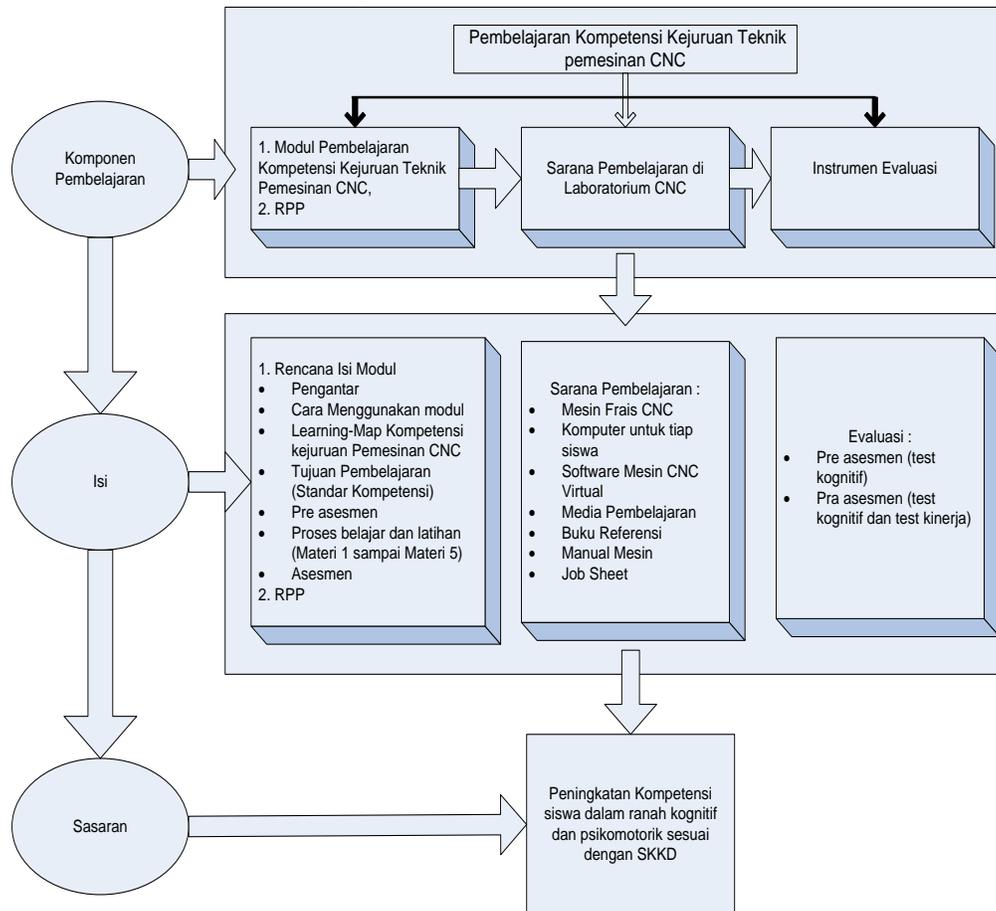
Siswa dapat melaksanakan pembelajaran praktik secara aktif, apabila sarana yang mendukung pelaksanaan pembelajaran tersedia. Kurikulum SMK (Depdiknas, 2004) menyarankan pembelajaran dilaksanakan dengan prinsip belajar tuntas sesuai dengan pendapat Carrol dan Bloom (Joyce dkk, 2009: 409) dan berbasis kompetensi (Depdiknas, 2004; Voorhees, 2001:5-13). Sarana yang diperlukan dalam peningkatan kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC bagi siswa SMK adalah mesin CNC dan perangkat lunak dan perangkat keras simulator mesin CNC. Mesin CNC digunakan sebagai sarana untuk memperoleh pengalaman nyata, sedangkan simulator komputer digunakan sebagai media untuk mempelajari mesin CNC sebelum mengoperasikan mesin CNC yang sesungguhnya. Perangkat lunak simulator mesin CNC merupakan media pembelajaran multimedia interaktif yang memungkinkan siswa belajar dengan menggunakan semua inderanya, yaitu dengan melihat, mendengar, dan mengoperasikan secara simultan, sehingga hasil belajar yang siswa bisa mencapai 80% (Suyanto, 2003:18).

Penggunaan perangkat lunak simulator mesin CNC merupakan perwujudan dari pembelajaran berbasis komputer yang disarankan dalam Renstra Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dalam program/kegiatan “Penyediaan dan Peningkatan Pendidikan SMK” dengan indikator pada tahun 2014 semua SMK telah menerapkan pembelajaran berpusat pada peserta didik yang kontekstual berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi (Depdiknas, 2010: L2.1). Penggunaan perangkat lunak simulator mesin CNC memungkinkan siswa belajar dengan kecepatan masing-masing, meningkatkan kompetensi dengan lebih cepat, dan belajar secara aktif sesuai dengan teori konstruktivistik.

Kegiatan evaluasi pembelajaran berisi penilaian terhadap hasil belajar siswa. Berdasarkan Permendiknas No. 41 tahun 2007 tentang Standar Proses untuk satuan pendidikan dasar dan menengah (BSNP, 2007), penilaian dilakukan oleh guru terhadap hasil pembelajaran untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi peserta didik, serta digunakan sebagai bahan penyusunan laporan kemajuan hasil belajar, dan memperbaiki proses pembelajaran. Penilaian dilakukan secara konsisten, sistematis, dan terprogram

dengan menggunakan tes dan nontes dalam bentuk tertulis atau lisan, pengamatan kinerja, pengukuran sikap, penilaian hasil karya berupa tugas, proyek dan/atau produk, portofolio, dan penilaian diri. Modul pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC berisi kompetensi, uraian materi, soal latihan, dan tugas. Evaluasi pembelajaran untuk pelaksanaan pembelajaran menggunakan modul adalah menggunakan penilaian terhadap hasil pengerjaan siswa dalam mengerjakan soal latihan dan tugas. Soal latihan dan tugas tersebut terdiri dari soal yang dijawab dengan menulis pada lembaran kertas, praktik pada simulator mesin CNC di komputer, dan uji kinerja siswa ketika mengoperasikan mesin CNC. Dokumen berupa jawaban siswa, kinerja siswa, dan produk hasil praktik digunakan sebagai penilaian diri siswa terhadap peningkatan kompetensinya.

Berdasarkan uraian di atas, maka disusun kerangka pikir/konseptual pengembangan modul dan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC untuk siswa SMK seperti Gambar 19 di bawah.



Gambar 19.
Kerangka Konseptual Penerapan Modul pada Proses Pembelajaran Kompetensi Kejuruan Teknik Pemesinan CNC

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kajian teori, kajian penelitian yang relevan, kerangka berpikir, kerangka konseptual pada beberapa sub bab di atas, dikemukakan pertanyaan penelitian sebagai berikut :

- (1) Bagaimanakah karakteristik modul yang digunakan untuk pembelajaran teknik pemesinan freis CNC?
- (2) Bagaimanakah sarana pembelajaran yang digunakan untuk pelaksanaan pembelajaran teknik pemesinan CNC?
- (3) Bagaimana alat evaluasi pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran kompetensi teknik pemesinan CNC?
- (4) Apakah modul dan rancangan proses pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC yang dikembangkan fisibel?
- (5) Apakah modul dan rancangan proses pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa?

BAB III METODE PENELITIAN

Pada BAB III ini diuraikan secara detail mengenai metode penelitian yang dilaksanakan. Uraian meliputi: model pengembangan, prosedur pengembangan, dan uji coba model. Subbab uji coba model meliputi desain uji coba, subyek coba, jenis data, metode pengumpulan data, instrumen penelitian, dan analisis data.

A. Model Pengembangan

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian terapan. Tahap-tahap penelitian menggunakan tahapan *design and development research* menurut Richey dan Klein (2007). Beberapa ahli memberi nama yang berbeda untuk metode penelitian ini, Akker (1999) serta Richey dan Klein (2004) menggunakan istilah *development research*. Gall, Gall dan Borg (2003:569) serta Postholm dan Moen (2010) menggunakan istilah *research and development* atau R&D. Menurut Gall, Gall dan Borg (2003: 569) penelitian dan pengembangan dalam bidang pendidikan yaitu:

An industry-based development model in which the finding of research are used to design new products and procedures, which then systematically field-tested, evaluated, and refined until they meet specified criteria of effectiveness, quality, or similar standards.

Richey dan Klein (2007: 1) mendefinisikan *design and development research* sebagai :

The systematic study of design, development and evaluation processes with the aim of establishing an empirical basis for the creation of instructional and non instructional products and tools and new or enhanced models that govern their development."

Penelitian pengembangan yang dilaksanakan ini dilakukan untuk mengembangkan produk berupa modul dan pembelajaran kompetensi teknik pemesinan CNC untuk siswa SMK. Komponen-komponen modul yang dikembangkan difokuskan pada strategi pembelajaran atau strategi penyampaian. Alasan diadakannya pengembangan modul ini karena pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC di SMK merupakan kompetensi kejuruan yang harus diajarkan di SMK dan merupakan mata pelajaran yang relatif baru, selalu berkembang, belum banyak materi dan strategi pembelajaran untuk mendukung pelaksanaannya, dan sudah diujikan sebagai materi uji kompetensi ujian negara.

B. Prosedur Pengembangan

Menurut Richey dan Klein (2007: 8) *design and development research* terdiri dari dua kategori utama yaitu: (1) *product and tool research*, dan (2) *model research*. Penelitian pada kategori pengembangan produk tahapannya ialah: analisis (*analysis*), perencanaan (*design*) , pengembangan (*development*), dan evaluasi (*evaluation*). Sedangkan pengembangan *tool* pada dasarnya sama dengan pengembangan produk akan tetapi lebih dititik beratkan pada: (1) pengembangan (*tool development*), dan (2) penggunaannya (*tool use*). Penelitian model meliputi tahap: (1) pengembangan, (2) validasi, atau (3) penggunaan model.

Proses yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian model menurut Richey dan Klein (2007: 65), karena penelitian yang dilaksanakan adalah pengembangan modul dan proses pembelajarannya yang memiliki struktur seperti model pembelajaran. Langkah-langkah penelitian pengembangan tersebut secara detail meliputi: (1) pengembangan, (2) validasi, dan atau (3) penelitian penggunaan. Prosedur pengembangan meliputi dua langkah pengembangan yaitu: (1) pengembangan secara komprehensif, dan (2) proses pengembangan komponen-komponennya. Sebelum melaksanakan pengembangan didahului dengan studi pendahuluan untuk mengidentifikasi model pembelajaran yang saat ini diterapkan oleh subyek penelitian sebagai bahan untuk mengembangkan modul dan rancangan pembelajaran kompetensi teknik pemesinan CNC. Proses validasi dilakukan dalam dua tahap, yaitu validasi internal dan validasi eksternal. Validasi internal dilakukan terhadap komponen-komponen proses pembelajaran, sedangkan validasi eksternal dilakukan penelitian dampak penerapan modul dalam pembelajaran. Validasi eksternal dilakukan dengan *pilot test* atau uji coba (*try out*) pada subyek uji coba. Uji coba dilakukan pada kelompok kecil siswa pada satu lokasi. Uji coba dilakukan untuk jumlah siswa sesuai dengan ketentuan pada rancangan proses pembelajaran, yaitu delapan orang siswa. Uji coba dilaksanakan di laboratorium CNC dengan sarana sesuai dengan ketentuan yang direncanakan pada modul pembelajaran dan rancangan proses pembelajarannya.

Pada langkah pengembangan produk pada tahap perencanaan digunakan metode penelitian deskriptif kualitatif dan kuantitatif yaitu pemaparan hasil studi pendahuluan. Data diperoleh melalui studi pustaka (dari buku teks dan internet), pencermatan dokumen, dan observasi lapangan (*field observation*). Studi pustaka dilakukan melalui penelusuran pelaksanaan pelatihan/ pembelajaran CNC di buku dan internet. Pustaka yang ditelusuri yaitu modul pemesinan CNC dan buku referensi yang dipublikasikan oleh Direktorat Pembinaan SMK, Buku referensi yang digunakan di SMK dan Perguruan tinggi, dan buku-buku mengenai pelatihan pemesinan CNC dari beberapa perusahaan pembuat mesin CNC. Penelusuran di internet dilakukan untuk mencari referensi, modul, dan model pelatihan yang digunakan di pusat pelatihan pemesinan CNC, antara lain dari Siemens (Sinumerik), EMCO, Amatrol, Master Task, dan MTS. Studi pustaka ini dimaksudkan juga untuk mengumpulkan jurnal ilmiah mengenai pembelajaran atau pelatihan CNC.

Selain penelusuran pustaka dilakukan juga observasi ke beberapa SMK yang melaksanakan pembelajaran pemesinan CNC. Observasi dilakukan ke beberapa sekolah yang sudah menyelenggarakan sendiri pembelajaran pemesinan CNC dan di pusat pelatihan yang menyelenggarakan pelatihan pemesinan CNC. Beberapa lembaga yang mengadakan proses pembelajaran pemesinan CNC antara lain: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNY, SMKN 2 Klaten, SMK Leonardo Klaten, dan BLPT Yogyakarta. Untuk memperoleh gambaran pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC tersebut dilakukan dengan wawancara dengan guru pengajar pemesinan CNC, observasi pelaksanaan pembelajaran, dan membuat gambar foto dengan kamera digital

untuk mendokumentasi pelaksanaan pembelajaran dan produknya (hasil praktik, *job sheet*, sarana laboratorium, dan laporan praktik siswa).

Berdasarkan hasil studi pustaka dan observasi diharapkan diperoleh juga dokumen- dokumen pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC baik dokumen tertulis (Silabus, RPP, hasil praktik, *job sheet*, laporan praktikum siswa, dokumen sarana laboratorium), dan foto pelaksanaan pembelajaran CNC. Hasil analisis studi pustaka dan dokumen berupa deskripsi sarana pembelajaran, standar kompetensi yang digunakan untuk pembelajaran, materi ajar dan strategi pembelajaran yang dilaksanakan untuk proses pembelajaran pemesinan CNC di SMK. Hasil yang diperoleh tersebut digunakan sebagai bahan untuk mendesain rancangan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC serta mengembangkan komponen-komponennya.

Proses pengembangan komponen pembelajaran berupa strategi pembelajaran menggunakan langkah pengembangan strategi pembelajaran menurut Dick dan Carey (2005: 182) seperti dipaparkan pada Gambar 22. Berdasarkan proses pengembangan strategi pembelajaran tersebut diperoleh produk berupa: (1) urutan-urutan materi untuk mata pelajaran pemesinan CNC, (2) komponen- komponen pembelajaran (kegiatan awal, penyampaian materi, asesmen dan kegiatan akhir), (3) rencana pengelompokan siswa untuk setiap komponen pembelajaran, (4) media pembelajaran yang dipilih, (5) tujuan pembelajaran untuk tiap sesi pembelajaran, dan (6) strategi penyampaian dengan media yang dipilih. Hasil yang diperoleh dari pengembangan strategi pembelajaran diwujudkan menjadi draft produk berupa: Modul pembelajaran teknik pemesinan frais CNC untuk SMK (yang dilengkapi dengan media dan alat evaluasinya), dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran. Modul pembelajaran yang telah dibuat tersebut digunakan untuk menyusun rancangan proses pembelajaran CNC. Komponen pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC berupa evaluasi pembelajaran dalam bentuk soal latihan dan tugas disusun berdasarkan standar kompetensi dan kisi-kisi Ujian Nasional SMK/MAK tahun 2010/2011.

Pengembangan komponen pembelajaran yang kedua berupa sarana pembelajaran pemesinan CNC disusun juga berdasarkan studi pustaka, pencermatan dokumen dan observasi lapangan. Perencanaan sarana pembelajaran mengacu pada Standar Sarana dan Prasarana SMK/MAK menurut Permendiknas No. 40 Tahun 2008 untuk laboratorium yang sejenis. Sarana pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran CNC yang paling pokok yaitu mesin frais CNC dan komputer yang berisi media pembelajaran simulator mesin CNC. Mesin frais CNC yang digunakan dalam pengembangan modul dan pembelajaran ini yaitu mesin frais CNC yang memiliki kemampuan setara dengan mesin frais di Industri pada saat ini. Sistem kontrol mesin diusahakan yang umum digunakan di Industri yaitu Sinumerik, Fanuc, atau Mitsubishi. Karena mesin dengan sistem kontrol *Sinumerik* relatif banyak digunakan di SMK dan mesinnya telah diproduksi oleh perusahaan dalam negeri, maka sarana mesin frais CNC yang digunakan adalah mesin frais CNC dengan sistem kontrol *Sinumerik* sebagai materi yang dibahas dalam modul pembelajaran.

Perangkat lunak simulator mesin frais CNC sebagai media pembelajaran ialah perangkat lunak buatan industri teknologi informasi dari China yaitu SSCNC. *Job sheet* sebagai bagian dari tugas yang harus dikerjakan siswa disatukan dengan modul pembelajaran. Deskripsi lengkap modul dan proses pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC disertakan dalam Lampiran 4.

Tahap validasi dilakukan dua tahap validasi yaitu validasi internal terhadap komponen proses pembelajaran dan validasi eksternal terhadap produk berupa modul dan pembelajarannya secara keseluruhan. Validasi internal komponen pembelajaran untuk modul pembelajaran dilakukan dengan revidi oleh pakar (*expert review/ peer review*). Pakar sebagai validator ialah pakar dalam bidang studi pemesinan CNC dari dua perguruan tinggi, dan pengajar dari BLPT Surabaya. Selain validasi oleh sejawat, modul pembelajaran pemesinan CNC juga diukur keterbacaannya dengan menggunakan *cloze procedure* (Finch dan Crunkilton, 1999: 213). Modul yang divalidasi pada tahap ini berisi: deskripsi materi, ringkasan, soal latihan, tugas, *job sheet*, alat evaluasi akhir, dan kunci jawaban.

Validasi/evaluasi perangkat lunak mesin frais CNC virtual dilakukan oleh pengajar dari perguruan tinggi/ pusat pelatihan yang telah menerapkan pembelajaran CNC. Instrumen untuk validasi perangkat lunak menggunakan instrumen yang dikembangkan oleh Finch, K.R dan Finch, C.R (Finch dan Crunkilton, 1999:308). Validator untuk komponen sarana pembelajaran ialah ahli dalam bidang manajemen bengkel yang juga pakar dalam pembelajaran teknik pemesinan. Validasi eksternal modul dan pembelajarannya dilakukan dengan melaksanakan pilot tes atau uji coba di satu SMK yang memiliki sarana dan prasarana sesuai dengan modul dan rancangan pembelajaran yang dikembangkan.

C. Uji Coba

Uji coba (*pilot testing*) berisi kegiatan mencoba bahan ajar di lingkungan sekolah dan dengan siswa-siswa yang setara dengan yang akan menggunakan bahan ajar tersebut. Karena *pilot test* berupa kegiatan uji coba awal, pelaksanaannya biasanya dilakukan di satu lokasi. Uji coba ini difokuskan pada aspek keterterimaan dan kepraktisan dari kualitas materi kurikulum. Karena *pilot test* dapat dikatakan sebagai prasyarat untuk uji lapangan (*field testing*), informasi yang diperoleh dari kegiatan *pilot test* ini lebih ke arah deskriptif murni (Finch dan Crunkilton, 1999: 297). Menurut Dick, Carey dan Carey (2005: 289-290) data untuk evaluasi kelompok kecil selain pre tes dan pos tes yaitu *attitude questionnaire* dan bila memungkinkan wawancara mendalam dengan siswa dalam kelompok. Pertanyaan-pertanyaan berikut biasanya memadai untuk hal tersebut: (1) apakah pembelajaran menarik?, (2) apakah siswa memahami yang seharusnya dipelajari?, (3) apakah materi ajar berhubungan langsung dengan tujuan-tujuan belajar?, (4) apakah soal-soal latihan yang ada sudah memadai?, (5) apakah soal-soal latihan sesuai?, (6) apakah tes benar-benar mengukur pengetahuan siswa sesuai dengan tujuan belajar, (7) apakah siswa menerima umpan balik yang memadai untuk soal latihan dan tugas-tugas?, dan (8) apakah siswa merasa percaya diri ketika menjawab pertanyaan-

pertanyaan tes?. Selain pertanyaan-pertanyaan tersebut instruktur atau evaluator dapat menanyakan mengenai kecepatan belajar siswa, ketertarikan, dan kesulitan dari bahan ajar atau prosedur yang dipelajari.

1. Desain Uji Coba

Metode penelitian yang digunakan yaitu penelitian deskriptif kualitatif. Data yang diperoleh dari pelaksanaan uji coba ini berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Tujuan pelaksanaan uji coba dengan menggunakan metode penelitian deskriptif yaitu penjabaran data yang difokuskan pada penggunaan modul pembelajaran CNC. Penjabaran data tersebut terutama untuk memperoleh salah satu tujuan utama validasi eksternal (Richey dan Klein, 2007: 72) yaitu informasi mengenai kondisi-kondisi yang terjadi karena penerapan produk yang dikembangkan. Penjabaran data lebih banyak pada penjabaran kualitatif dari pada kuantitatif, yang merupakan karakteristik penelitian dengan *pilot test*. Data kuantitatif disertakan juga untuk melengkapi deskripsi kualitatif.

Sebelum melakukan uji coba untuk pelaksanaan pembelajaran, maka terlebih dahulu para guru diberi pelatihan. Pelatihan tersebut berisi penjelasan mengenai prosedur pembelajaran pemesinan CNC yang akan digunakan, dan berlatih menggunakan modul/materi dan media pembelajaran yang telah disiapkan dan disusun. Modul pembelajaran yang disusun ada petunjuk untuk guru dalam melaksanakan pembelajaran, langkah-langkah tersebut secara ringkas dijelaskan pada *Learning Map* (dapat dilihat pada modul pembelajaran pemesinan CNC) dan dijabarkan untuk tiap pertemuan dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

Pada pelaksanaan uji coba ini, guru dan siswa melaksanakan pembelajaran menggunakan modul pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC. Selama kegiatan pembelajaran peneliti melakukan pengamatan terhadap tempat, orang-orang yang terlibat, dan aktivitas belajar yang dilakukan. Pengamatan terhadap tempat yaitu pencatatan kondisi prasarana dan sarana laboratorium tempat belajar siswa. Mencatat hal-hal penting yang dilakukan guru yaitu kesesuaian dan ketidaksesuaian dengan pedoman penggunaan modul pembelajaran. Selain kegiatan guru, pengamatan dan pencatatan dilakukan juga terhadap respon, aktivitas, dan kemajuan-kemajuan yang dicapai siswa. Setelah dilakukan dua atau tiga kali pertemuan pelajaran, peneliti mengadakan diskusi dengan guru membicarakan mengenai keterlaksanaan pembelajaran khususnya mengenai hambatan, kesulitan, dan kesalahan yang terjadi. Hasil yang diperoleh dari penelitian penggunaan modul ini berupa modul pembelajaran pemesinan CNC yang baru, dan deskripsi mengenai kondisi-kondisi yang mendukung penggunaannya.

2. Subyek Coba

Setting dalam penelitian ini ialah proses pembelajaran di sekolah, khususnya proses pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC di laboratorium CNC. Partisipan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa pihak menurut tahap-tahap penelitian. Pada tahap pengembangan modul dan validasi internal partisipan yang terlibat meliputi: peneliti,

evaluator/ ahli bidang studi/*peer reviewer*, dan guru mata pelajaran pemesinan CNC. Pada tahap validasi eksternal dan penelitian penggunaan modul, partisipan yang terlibat meliputi peneliti, pihak manajemen sekolah, guru, observer dan siswa.

Subyek coba pada tahap validasi eksternal dan penelitian penggunaan modul adalah guru dan siswa yang terlibat dalam pembelajaran teknik pemesinan CNC. Uji coba dalam kelompok kecil biasanya dilakukan untuk sekitar delapan sampai 20 orang siswa (Dick, Carey dan Carey, 2005: 288). Pembelajaran menggunakan modul dapat terlaksana apabila komponen-komponen proses pembelajaran yang dikembangkan bisa dipenuhi, terutama kelengkapan sarana pembelajaran di laboratorium CNC. Agar proses penelitian penggunaan modul dalam bentuk studi uji coba (*try out/pilot test*) bisa terlaksana, maka dipilih satu sekolah yang memiliki sarana yang memadai sesuai dengan spesifikasi modul yang diteliti, yaitu di laboratorium CNC SMK Leonardo Klaten. Subyek coba untuk pelaksanaan uji coba dilaksanakan dengan melibatkan 8 orang siswa, 1 orang guru, dan 1 orang observer.

3. Jenis Data

Data yang diperoleh dari pelaksanaan uji coba yaitu: dokumen pelaksanaan pembelajaran, dokumen sarana pembelajaran yang digunakan, foto-foto/video proses pembelajaran, hasil pengerjaan siswa mengerjakan soal dan tugas, dan benda kerja hasil praktik. Data tersebut sebagian besar merupakan data kualitatif dan sebagian kecil data kuantitatif. Kedua jenis data tersebut semuanya diperoleh melalui observasi pada waktu pelaksanaan uji coba dari awal sampai akhir. Data kuantitatif meliputi data faktual tentang penggunaan sarana laboratorium, jumlah tugas yang dikerjakan siswa, waktu yang dibutuhkan siswa untuk menyelesaikan pembelajaran, dan banyaknya indikator unjuk kerja yang diperoleh siswa selama pelaksanaan uji coba.

Data kualitatif dalam uji coba ini lebih banyak diperoleh karena untuk memperoleh gambaran penggunaan modul dalam pembelajaran. Data utama adalah dokumen pelaksanaan pembelajaran berupa: lembar hasil siswa mengerjakan cek kemampuan, lembar hasil siswa mengerjakan soal latihan atau tugas, catatan pelaksanaan pembelajaran sesuai dengan RPP, gambar foto proses pembelajaran dan hasil praktik siswa, video pelaksanaan pembelajaran, catatan mengenai komentar siswa dan komentar guru selama uji coba, dan gambaran proses belajar siswa dan proses mengajar guru.

4. Metode Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian

Pada tahap validasi internal komponen modul dan rancangan pembelajaran, metode pengumpulan data digunakan analisis dokumen hasil revidi pakar. Pada tahap validasi eksternal metode pengumpulan data menggunakan observasi pelaksanaan pembelajaran, dokumentasi dan wawancara. Peneliti dalam hal ini sebagai observer dalam proses pembelajaran CNC menggunakan modul pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC.

Pada tahap validasi eksternal produk pembelajaran metode pengumpulan data menggunakan observasi, dokumentasi pelaksanaan pembelajaran dan wawancara tidak terstruktur dengan siswa dan guru pada saat pembelajaran dilaksanakan. Hasil observasi berupa catatan atau dokumen pelaksanaan pembelajaran yang disusun oleh peneliti dan observer. Observasi dilaksanakan dengan mencatat peristiwa yang terjadi selama proses uji coba berlangsung. Peristiwa yang terjadi dicatat setiap 20 sampai 30 menit. Untuk mendukung catatan hasil observasi tersebut digunakan kamera untuk merekam peristiwa yang terjadi dalam bentuk gambar diam dan video. Dokumentasi sebagai data pendukung selain berupa gambar foto, juga dokumentasi hasil kerja siswa dalam mengerjakan soal latihan dan tugas selama mengikuti pembelajaran. Wawancara yang diadakan dengan siswa dan guru ialah wawancara yang tidak terstruktur, yaitu ke arah konfirmasi data hasil observasi dan dokumentasi yang terjadi pada waktu pelaksanaan pembelajaran.

5. Teknik Analisis Data

a. Analisis data kualitatif

Data yang diperoleh dari pelaksanaan uji coba sebagian besar merupakan data kualitatif berupa: catatan pelaksanaan pembelajaran, dokumen pelaksanaan pembelajaran, dokumen hasil pengerjaan siswa, pendapat guru, dan pendapat siswa. Data penelitian berupa data kuantitatif dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Data-data tersebut dikumpulkan, direduksi, dipaparkan, dan kemudian disimpulkan. Menurut Miles dan Huberman (1994: 12) analisis data kualitatif dilakukan terus menerus sampai tuntas, sehingga datanya jenuh.

Analisis data kualitatif menurut Seidel (1998) merupakan proses yang *iterative and progressive, recursive, and holographic*. Menurut Dey (1993: 32) analisis data kualitatif yaitu proses yang berputar, inti dari analisis kualitatif terletak pada hubungan proses dari mendeskripsikan fenomena, mengklasifikasikan, dan melihat bagaimana interkoneksi konsep-konsep.

Pertanyaan penelitian dan masalah penelitian dijawab melalui analisis data kualitatif menurut Miles dan Huberman. Pertanyaan-pertanyaan penelitian yang diajukan dijadikan dasar untuk pengelompokan data yang diperoleh kemudian data yang tidak perlu direduksi dan dideskripsikan. Deskripsi data tersebut dilakukan dengan melihat hubungan yang terjadi antara siswa, guru, tujuan belajar/kompetensi, bahan ajar, materi ajar, strategi pembelajaran, dan hasil proses pembelajaran. Data yang dikumpulkan dari hasil observasi dan dokumentasi pada langkah pengembangan modul dan pembelajarannya dideskripsikan untuk menjawab pertanyaan penelitian pertama. Sedangkan pertanyaan penelitian ke dua dan ke tiga dijawab dengan pengumpulan data pada waktu pelaksanaan uji coba. Data tersebut diperoleh melalui observasi, catatan lapangan, hasil wawancara/pendapat siswa dan guru, hasil pengerjaan siswa mengerjakan tugas, hasil praktik siswa, foto pelaksanaan pembelajaran, data penggunaan sarana, dan video

pelaksanaan pembelajaran. Pengumpulan data dan analisis data dilakukan secara terus menerus selama pelaksanaan penelitian dari pra observasi, observasi mengenai pembelajaran pemesinan CNC di SMK dan pelaksanaan uji coba penggunaan modul dalam pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC.

Hasil dari penelitian penerapan modul dalam bentuk uji coba berupa: (1) prosedur yang direkomendasi dalam penggunaan modul, (2) kondisi yang mendukung keberhasilan penggunaan modul, dan (3) penjelasan-penjelasan mengenai keberhasilan dan kegagalan dalam penggunaan modul dalam pembelajaran (Richey dan Klein, 2007: 138-140). Data yang diolah dari hasil validasi internal lebih banyak pada data kualitatif berupa saran-saran untuk memperbaiki komponen-komponen modul dan pembelajaran secara keseluruhan. Masukan-masukan tersebut digunakan untuk memperbaiki komponen modul dan pembelajaran secara keseluruhan.

Data hasil validasi eksternal atau uji coba penggunaan modul berupa: catatan lapangan hasil observasi penggunaan modul, dokumen pengerjaan siswa, dokumen tugas yang dikerjakan siswa, gambar foto pelaksanaan uji coba, catatan pendapat siswa dan guru, dokumen penggunaan sarana pembelajaran utama (mesin frais CNC, dan simulator mesin frais CNC), dan benda kerja hasil praktik siswa.

Data-data yang diperoleh tersebut kemudian dikelompokkan menjadi data pelaksanaan pembelajaran untuk tiap pertemuan, data penggunaan sarana, data pendapat siswa dan guru, peningkatan kompetensi siswa, data hasil pengerjaan siswa untuk soal latihan dan tugas. Masing-masing kelompok data kemudian dideskripsikan secara kualitatif dan kuantitatif berdasarkan sifat data.

b. Analisis data kuantitatif

Analisis data kuantitatif dilakukan untuk menjawab permasalahan penelitian nomer 2 dan nomer 3, serta menjawab pertanyaan penelitian nomer 4, dan 5 yaitu mengenai fisibilitas, dan efektifitas modul dan proses pembelajarannya. Analisis yang dilakukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian tersebut dilaksanakan dengan cara membandingkan komponen-komponen proses pembelajaran yang lama dengan komponen-komponen pembelajaran yang dikembangkan dengan menggunakan analisis deskriptif komparatif (Sukmadinata, 2008:79). Komponen-komponen pembelajaran dibandingkan dengan lebih dahulu melaksanakan analisis komponensial yang bertujuan untuk mencari perbedaan atau kontras, sesuai dengan pendapat Spradley (2007: 247). Domain dalam penelitian ini adalah pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC SMK. Taksonomi pembelajaran dikembangkan berdasarkan komponen-komponen proses pembelajaran meliputi: rombongan belajar, sarana yang digunakan, hasil proses pembelajaran tertulis, hasil proses pembelajaran berupa benda kerja, hasil proses pembelajaran berupa *file* di simulator mesin CNC (komputer), dan jumlah standar kompetensi yang dicapai.

Kriteria keberhasilan modul dan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC hasil pengembangan adalah fisibel dan efektif. Modul dan pembelajaran hasil pengembangan dikatakan fisibel apabila secara kuantitatif bisa diterapkan di SMK dilihat dari ketersediaan sarana, waktu dan tenaga pengajar. Modul untuk proses pembelajaran pemesinan CNC lebih efektif dari pada proses pembelajaran yang lama apabila: produk yang dihasilkan berupa program CNC yang dibuat, benda kerja yang dihasilkan, jumlah standar kompetensi yang dicapai secara kuantitatif lebih banyak.

Selain acuan di atas, efektifitas modul dalam pembelajaran dilakukan dengan kriteria ketercapaian jumlah IUK minimal. Pembelajaran menggunakan modul dikatakan efektif apabila dapat meningkatkan kompetensi siswa sampai dengan Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM). KKM dalam pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC tercapai apabila telah mencapai IUK nomer 85 yaitu siswa bisa mengoperasikan mesin CNC untuk membuat benda kerja. Kriteria tersebut telah menjamin bahwa siswa yang menguasai IUK sampai dengan nomer 85, maka telah menguasai tiga standar kompetensi.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian ini merupakan deskripsi dan analisis data yang diperoleh dari observasi, dokumentasi, dan catatan peneliti pada waktu melaksanakan observasi, pengembangan modul pembelajaran, dan uji coba modul pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC. Hasil penelitian meliputi: Studi pendahuluan berupa deskripsi dan analisis pelaksanaan pembelajaran teknik pemesinan CNC untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), hasil uji coba, analisis data, revisi produk, dan kajian produk akhir.

A. Studi Pendahuluan

1. Deskripsi Pelaksanaan Pembelajaran CNC di SMK

Hasil pra observasi dan observasi lapangan mengenai pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC yang dideskripsikan dalam uraian ini adalah pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC untuk siswa SMK di: Fakultas Teknik UNY, SMKN 2 Klaten, SMK Leonardo Klaten, dan BLPT Yogyakarta. Fokus dalam penelitian ini adalah pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC di laboratorium CNC di SMK. Hal-hal utama yang dideskripsikan ialah pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC di SMK yang diarahkan untuk menjawab masalah penelitian nomer 1 sebagai dasar untuk mengembangkan modul dan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC.

Paparan data meliputi: tujuan belajar/kompetensi, strategi dan metode pembelajaran, guru dan siswa yang terlibat, fasilitas atau sarana yang dimiliki, dan evaluasi pembelajaran. Empat lokasi untuk penelitian pendahuluan ini dipilih karena bisa mewakili sekolah yang menyelenggarakan pembelajaran CNC sejak tahun 1990 bagi siswa SMK dengan model pembelajaran Emco (BLPT Yogyakarta dan Fakultas Teknik UNY). Sedangkan SMKN 2 Klaten dan SMK Leonardo Klaten dipilih karena menyelenggarakan pembelajaran CNC dengan menggunakan model pembelajaran yang berbeda dengan mesin CNC yang relatif baru. Kedua SMK ini mulai melaksanakan pembelajaran teknik pemesinan CNC pada tahun pelajaran 2007/2008.

Analisis data adalah menganalisis komponen-komponen utama proses pembelajaran yang meliputi kompetensi, strategi, materi, sarana, waktu dan evaluasi. Komponen-komponen proses pembelajaran tersebut dibandingkan diantara ke empat lembaga tersebut di atas. Untuk mengetahui gambaran menyeluruh mengenai proses pembelajaran yang selama ini dilaksanakan. Analisis secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan hasil observasi pelaksanaan pembelajaran CNC di beberapa sekolah di atas dapat digambarkan bahwa: pelaksanaan pembelajaran CNC bertujuan untuk membekali siswa agar memiliki kompetensi dalam melakukan setting mesin CNC, membuat program CNC, dan mengoperasikan mesin CNC. Guru yang terlibat dalam pembelajaran CNC pada tiap sekolah belum banyak, bahkan ada yang hanya satu orang guru yang mengampu pembelajaran praktik. Mesin CNC yang dimiliki sebagian besar adalah mesin lama yang pada saat ini

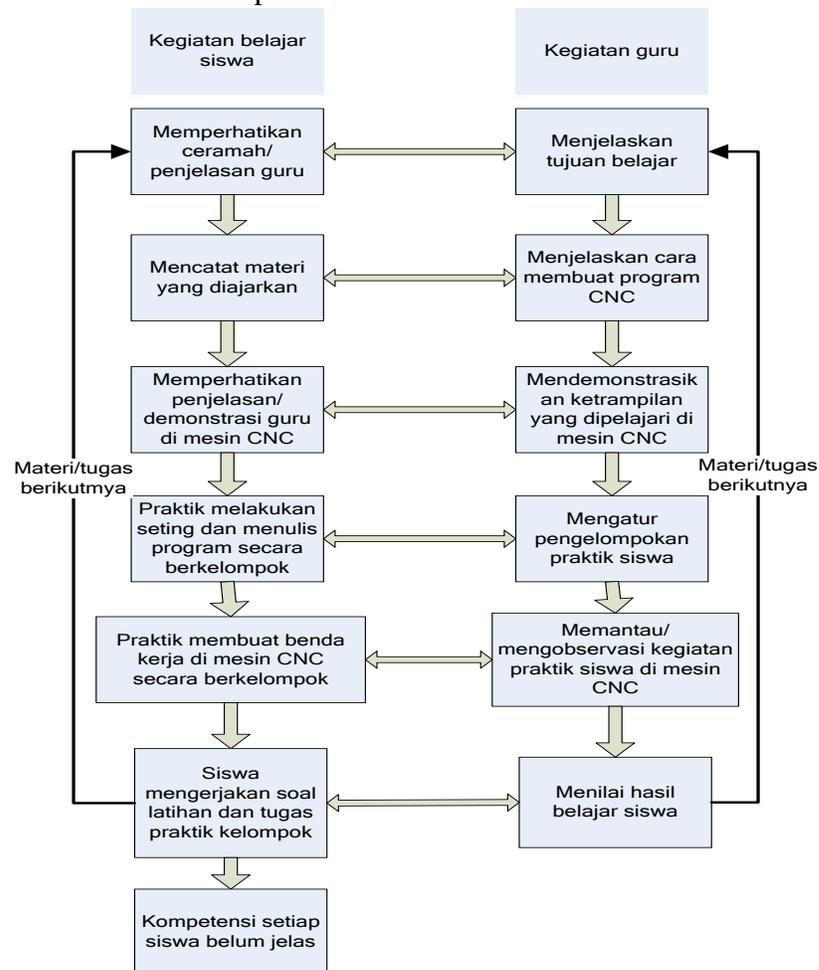
mesin tersebut sudah banyak yang rusak (BLPT dan FT UNY). SMK yang memiliki mesin CNC yang relatif baru hanya memiliki dua buah mesin CNC, yaitu mesin frais CNC satu buah dan mesin bubut CNC satu buah. Strategi serta metode belajar mengajar menggunakan pembelajaran klasikal, sebagian besar kegiatan adalah guru melakukan ceramah mengenai cara membuat program CNC, siswa mencatat, dan siswa melakukan praktik secara berkelompok.

Tabel 7.

Analisis Komponen Proses Pembelajaran Kompetensi Kejuruan Teknik Pemesinan CNC untuk Siswa SMK Hasil Studi Pendahuluan

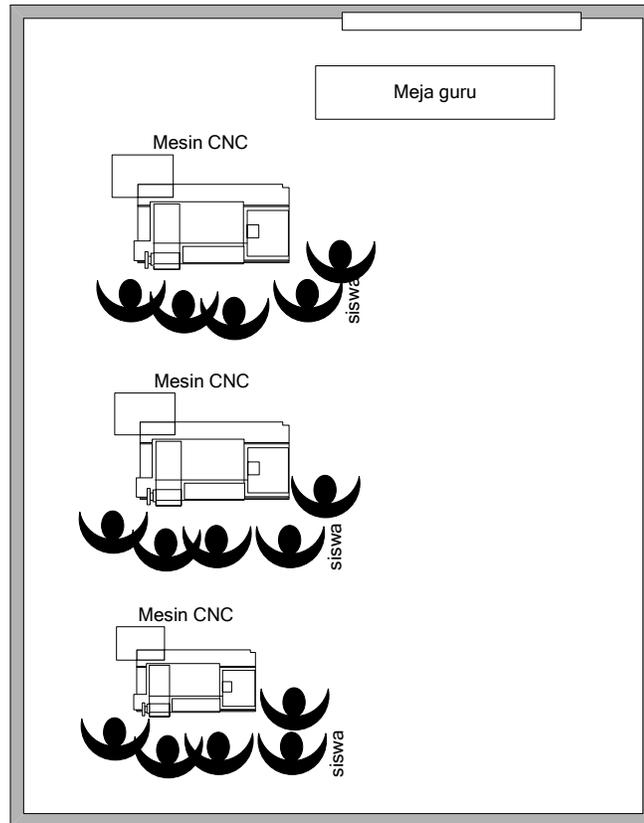
Lokasi	FT UNY	BLPT YK	SMKN 2 Klaten	SMK Leonardo
Komponen				
Tujuan/ Standar Kompetensi	Menseting, memprogram, mengoperasikan mesin CNC	Menseting, memprogram, mengoperasikan mesin CNC	Menseting, memprogram, mengoperasikan mesin CNC	Menseting, memprogram, mengoperasikan mesin CNC
Materi Ajar	<i>Hand out</i> Ringkasan Pemrograman mesin CNC	<i>Hand out</i> ringkasan pemrograman, Job sheet, lembar kerja siswa	<i>Hand out cara melakukan seting dan ringkasan pemrograman, Job sheet</i>	<i>Hand out</i> TopMill, Hand out ringkasan pemrograman, Job sheet
Strategi/Metode	Klasikal (16 siswa),kelompok (4 siswa) Ceramah, diskusi, tugas kelompok	Klasikal (16 siswa),kelompok (5 siswa) Ceramah, diskusi, tugas kelompok	Klasikal (32 siswa), kelompok (5 siswa). Ceramah, diskusi, tugas kelompok	Klasikal (16 siswa),kelompok (7 siswa). Ceramah, diskusi, tugas kelompok
Sarana				
• Mesin	Mesin CNC TU-2A 4 buah, TU-3A 4 buah	Mesin CNC TU-2A 3 buah, TU-3A 3 buah	Mesin CNC Sinumerik 802S/C Frais 1 buah Bubut 1 buah.	Mesin CNC Sinumerik 802S/C Frais 1 buah Bubut 1 buah.
• Komputer/simulator	-	-	Komputer Simulator TopMill 9 buah	Komputer Simulator TopMill 9 buah
Rasio				
• mesin:siswa	1:4	1:5	1:5	1:7
• Simulator:siswa	-	-	1:1	1:1 (tergantung jumlah siswa)
Waktu	Kelas XII 80 jam (T) di SMK masing-masing Kelas XII 40 jam (P) atau 60 jam/jenis mesin	Kelas XI 80 jam Kelas XII 72 jam (T+P) atau 76 jam/jenis mesin	Kelas XI 80 jam (T) Kelas XII 18 jam (P) atau 49 jam/jenis mesin	Kelas XII 120 jam (T+P) atau 60 jam/jenis mesin
Evaluasi	Tes Pembuatan program (kognitif)	Tes pembuatan program (kognitif) Praktik membuat benda kerja kelompok (diobservasi)	Kelas XI tes pembuatan program (kognitif), Kelas XII tes menseting titik nol benda kerja di mesin CNC (praktik individual)	Tes Pembuatan program (kognitif)

Materi ajar yang digunakan dalam pembelajaran menyesuaikan dengan sistem kontrol mesin CNC yang dimiliki. Evaluasi yang dilakukan dalam pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC adalah evaluasi tertulis, sedangkan evaluasi kinerja tidak mungkin dilaksanakan karena keterbatasan waktu dan alat. Penilaian kinerja dilakukan dengan cara mengobservasi kegiatan belajar siswa selama siswa mengikuti pembelajaran praktik. Berdasarkan kegiatan tersebut, guru belum bisa memastikan apakah masing-masing siswa sudah kompeten atau belum, karena pelaksanaan praktik dilakukan secara berkelompok, dan benda kerja hasil praktik merupakan hasil kelompok praktik. Kompetensi siswa secara sendiri-sendiri dalam pembelajaran pemesinan CNC dilakukan untuk teori pemrograman, yaitu siswa membuat program CNC untuk benda kerja yang ditulis pada soal tes. Gambaran pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC di SMK secara umum adalah seperti Gambar 26 di bawah.



Gambar 26.
Gambaran Pelaksanaan Pembelajaran Pemesinan CNC di SMK pada Saat Ini

Gambaran pelaksanaan praktik di mesin CNC secara berkelompok adalah seperti Gambar 27 di bawah. Pada pembelajaran praktik ini satu mesin digunakan untuk empat sampai lima orang siswa. Apabila sekolah memiliki tiga mesin CNC, dan satu mesin rusak, maka satu mesin digunakan untuk belajar sampai dengan tujuh orang siswa.



Gambar 27.
Siswa yang Mempelajari Pengoperasian Mesin CNC Secara Berkelompok

Berdasarkan analisis seperti yang dipaparkan pada Tabel 7 dan paparan di atas terlihat ada kesamaan dalam hal pendekatan pembelajaran yang digunakan, yaitu pembelajaran masih menggunakan pendekatan *Teacher Center Learning* (TCL). Hal tersebut terlihat dari pelaksanaan pembelajaran masih dilaksanakan secara klasikal dan kelompok. Selain itu tidak tersedianya modul pembelajaran yang bisa menjadi bahan ajar mandiri bagi siswa membuat proses pembelajaran sangat tergantung pada guru. Metode pembelajaran menggunakan ceramah pada awal pembelajaran untuk menjelaskan dasar teori. Diskusi yang dilaksanakan adalah diskusi kelas pada saat guru memberi pelajaran tentang pembuatan program CNC. Proses pembelajaran selanjutnya ialah siswa melaksanakan praktik di mesin CNC secara kelompok (lihat Gambar 26 dan 27). Keunggulan praktik kelompok

adalah siswa bisa berdiskusi tentang proses pengoperasian mesin CNC. Kelemahannya adalah interaksi siswa dengan mesin secara individual sangat terbatas, misalnya satu mesin CNC digunakan praktik oleh 5 orang siswa selama delapan jam, berarti tiap siswa hanya melaksanakan praktik mandiri selama sekitar 1 jam. Dengan demikian apabila dilihat dari waktu belajar individu dalam berinteraksi dengan mesin, tiap siswa hanya melaksanakan praktik selama 5 jam dalam satu semester.

Dari empat lokasi studi pendahuluan ada perbedaan dalam hal sarana, jam pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran yang digunakan. Semua lembaga mengadakan tes pembuatan program tertulis, dan hanya satu sekolah yang melaksanakan tes praktik menseting titik nol benda kerja (G54) mesin frais CNC dan mesin bubut CNC. Berdasarkan pelaksanaan pembelajaran dan evaluasi yang dilaksanakan, maka terlihat bahwa semua standar kompetensi belum bisa tercapai. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa hasil proses pembelajaran yang dilaksanakan belum efektif dalam membentuk kompetensi siswa sesuai dengan standar kompetensi yang diharapkan.

Bertolak dari pemaparan di atas, yaitu pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC untuk siswa SMK yang belum sama untuk SMK yang diobservasi dan belum efektif hasilnya, maka untuk pembelajaran pemesinan CNC di SMK sangat diperlukan pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kompetensi siswa. Pembelajaran yang dirancang diharapkan dapat mengakomodasi siswa melaksanakan belajar mandiri dengan memanfaatkan media pembelajaran perangkat lunak komputer (Teknologi Informasi dan Komunikasi), dan mesin CNC yang relatif sama dengan mesin yang ada di industri. Proses pembelajaran yang dikembangkan seperti yang dikemukakan pada Bab II pada subbab kerangka pikir pengembangan.

B. Hasil Uji Coba

1. Persiapan Uji Coba Modul dan Pembelajaran teknik pemesinan CNC

Sebelum melaksanakan uji coba ke lokasi, peneliti melakukan beberapa kali pembicaraan dengan Kepala Sekolah serta Ketua Program Kompetensi keahlian teknik pemesinan di SMK Leonardo Klaten. Kegiatan tersebut dimaksudkan untuk persiapan pelaksanaan uji coba modul pembelajaran CNC di SMK. Persiapan meliputi penyiapan ruang laboratorium dan sarana pembelajaran di laboratorium CNC yang meliputi: penyiapan mesin frais CNC dan asesorisnya, penyiapan komputer, pengadaan bahan praktik, pengadaan alat potong, penyiapan alat ukur, dan pengadaan alat kebersihan. Selain itu persiapan juga meliputi pemilihan siswa sebagai subyek uji coba, pemilihan guru yang mengajar, dan observer dari guru yang ikut memantau pelaksanaan uji coba. Perangkat pembelajaran yang akan digunakan untuk uji coba juga dipersiapkan yang meliputi: modul pembelajaran, *job sheet*, buku catatan siswa, buku milimeter blok, alat tulis, benda kerja untuk tiap siswa, dan buku referensi.

Uji coba dilakukan selama lima hari dengan sepuluh kali pertemuan. Tiap pertemuan dilaksanakan dalam waktu empat jam pelajaran (4x45 menit). Dalam satu hari dilaksanakan dua pertemuan, yaitu pertemuan ke

satu pukul 7.00- 10.00, dan pertemuan ke dua pukul 10.20- 13.00. Uji coba dilaksanakan tanggal 10 Juni 2011 sampai dengan 15 Juni 2011 bertempat di Laboratorium CNC SMK Leonardo Klaten. Tujuan uji coba adalah menguji fisibilitas/ keterterapan modul dan rancangan pembelajaran, dan keefektifannya dalam membentuk kompetensi siswa. Fisibilitas dimaksudkan bahwa modul yang dikembangkan bisa dilaksanakan untuk pembelajaran pemesinan CNC di SMK. Modul dikatakan efektif apabila diakhir pelaksanaan uji coba siswa telah memiliki kompetensi/ketrampilan: menghidupkan mesin CNC, memasang alat potong dan benda kerja, melakukan seting titik nol, menulis program CNC di mesin frais CNC, memeriksa kebenaran program CNC yang dibuat, mengoperasikan mesin CNC untuk membuat benda kerja, dan memeriksa hasil proses pemesinan.

Uji coba diikuti oleh delapan orang siswa kelas 11 yang dipilih dari dua kelas program kompetensi keahlian teknik pemesinan. Nama-nama siswa yang mengikuti uji coba ada pada presensi pelaksanaan uji coba di Lampiran 9. Guru yang terlibat dalam uji coba dua orang, satu orang sebagai pengajar dan satu orang sebagai observer. Guru pemesinan CNC yang terlibat telah mengikuti pelatihan pemesinan CNC di beberapa tempat, yaitu ATMI Surakarta, BLPT Semarang, FT UNY, dan pelatihan pengoperasian perangkat lunak simulator mesin CNC SSCNC yang diadakan oleh peneliti. Guru telah mempelajari penggunaan draft modul pembelajaran, yaitu telah menggunakan draft modul dan perangkat lunak simulator mesin CNC pada tahun ajaran 2010/2011.

2. Peningkatan kompetensi yang diperoleh siswa selama pembelajaran menggunakan modul

Analisis peningkatan kompetensi siswa selama mengikuti pembelajaran pemesinan frais CNC selama uji coba disusun berdasarkan data: (1) hasil observasi atau pengamatan selama siswa mengikuti pembelajaran berupa catatan observer, gambar foto dan video, (2) hasil pekerjaan siswa mengerjakan soal latihan dan tugas, (3) hasil praktik siswa berupa catatan siswa dan benda kerja hasil praktik. Data-data tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan Indikator Unjuk Kerja (IUK) yang tertulis di modul pembelajaran maupun RPP untuk setiap pertemuan pembelajaran.

Standar kompetensi yang akan dicapai dalam pembelajaran pemesinan CNC sesuai dengan SKKD adalah tiga, yaitu: (1) mengeset mesin dan program mesin CNC (dasar), (2) memprogram mesin CNC (dasar), dan (3) mengoperasikan mesin CNC (dasar). Dari standar kompetensi tersebut belum terlihat mesin apa yang digunakan untuk pembelajaran, untuk itu dalam modul dan pembelajaran CNC ini digunakan mesin frais CNC sebagai salah satu mesin yang dipelajari, sehingga IUK dijabarkan berdasarkan pengoperasian mesin frais CNC. IUK tersebut tertulis pada deskripsi modul dan pada modul pembelajaran pemesinan CNC berjumlah 90 buah.

IUK tersebut disusun berdasarkan urutan-urutan pengoperasian mesin frais CNC dengan sistem kontrol Sinumerik 802 S/C. Urut-urutan untuk mempelajari pengoperasian mesin frais CNC berbeda dengan urutan pada standar kompetensi, karena urutan pada standar kompetensi sebenarnya

digunakan untuk uji kompetensi pemesinan CNC secara umum sesuai dengan SKKNI (Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia) yang dikeluarkan oleh BNSP. Dengan demikian untuk proses pembelajaran harus dianalisis lagi urut-urutannya sesuai dengan urutan pembelajaran, yaitu: dari mudah ke sulit, dari sederhana ke kompleks, dan diusahakan siswa bisa belajar secara mandiri. Rincian IUK yang dicapai untuk setiap pertemuan adalah seperti Tabel 10.

Tabel 10.
Kompetensi yang dikuasai Siswa Berdasarkan IUK

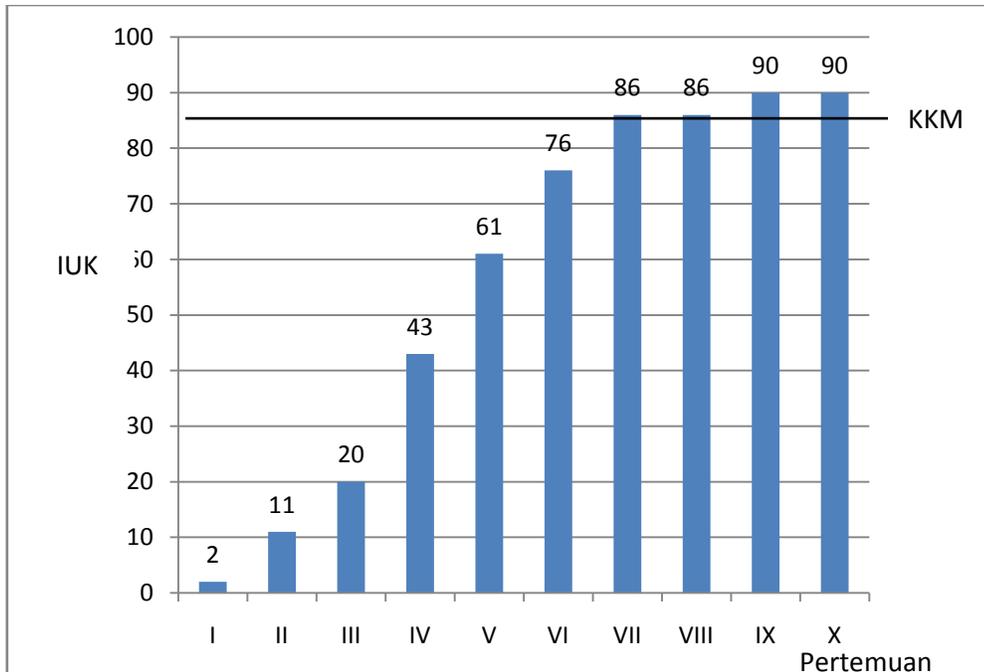
No	Pertemuan ke	IUK yang dikuasai siswa	Jumlah IUK	Jumlah IUK Kumulatif
1	I	1,2	2	2
2	II	3,4,5,6,7,8,9,10,11	9	11
3	III	12,13,14,15,16,17,18,19,20	9	20
4	IV	22-43	23	43
5	V	44-61	17	61
6	VI	62-76	14	76
7	VII	77-86	10	86**
8	VIII	77-86	(10)*	86
9	IX	77-90	3	90
10	X	77-90	(3)*	90

Catatan:

*= berarti masih berlatih untuk memperdalam IUK yang sama, sehingga jumlah kumulatif tidak bertambah

**= KKM telah tercapai.

IUK yang dikuasai siswa pada awalnya hanya sedikit, yaitu pada pertemuan pertama dan ke dua. Peningkatan kompetensi siswa sangat terlihat ketika materi membuat program dan mengoperasikan mesin frais CNC, yaitu pertemuan ke tiga sampai ke lima. Pada pertemuan ke enam sampai pertemuan ke tujuh siswa banyak berlatih baik secara sendiri-sendiri di perangkat lunak simulator mesin frais CNC dan bersama-sama berlatih mengoperasikan mesin frais CNC secara berkelompok maupun secara mandiri. Grafik peningkatan kompetensi siswa tersebut adalah seperti Gambar 31.



Gambar 31.
Grafik Peningkatan Kompetensi Siswa Selama Mengikuti Pembelajaran Teknik Pemesinan Frais CNC Menggunakan Modul Pembelajaran

Berdasarkan Gambar 31 di atas terlihat bahwa kompetensi siswa dalam pembelajaran pemesinan frais CNC meningkat secara cepat mulai pertemuan pertama sampai pertemuan ke enam. Sampai dengan pertemuan ke tujuh KKM telah tercapai, siswa telah menguasai IUK sampai dengan 85, yaitu siswa telah dapat: melakukan seting mesin CNC, menulis program CNC, dan mengoperasikan mesin CNC. Pertemuan ke delapan sampai dengan ke sepuluh dimaksudkan untuk membentuk ketrampilan siswa dengan berlatih sebanyak-banyaknya penulisan program CNC secara mandiri dan berlatih mengoperasikan mesin frais CNC baik menggunakan mesin frais CNC yang sesungguhnya, maupun simulator mesin frais CNC.

3. Analisis Data Pendapat Siswa dan Guru

Semua siswa menyatakan bahwa pembelajaran menggunakan modul menarik, modul pembelajaran sangat membantu kelancaran pembelajaran, dan siswa telah yakin bisa mengoperasikan mesin frais CNC dan simulator mesin frais CNC. Tujuan modul dan pembelajaran yang dikembangkan adalah peningkatan kompetensi siswa, sehingga berdasarkan pendapat siswa pada paparan di atas dapat dikatakan bahwa tujuan pengembangan modul dan pembelajaran tersebut telah tercapai. Rekap pendapat siswa mengenai pembelajaran menggunakan modul pembelajaran teknik pemesinan CNC dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13.
Rekap Pendapat Siswa Mengenai Modul dan Pembelajaran CNC

Pendapat siswa	Persentase Pendapat siswa
1. Proses pembelajaran menarik	100%
2. Memahami materi pembelajaran	100% *
3. Soal dan tugas	
a. Sudah memadai untuk membentuk kompetensi	75%
b. Cukup memadai untuk membentuk kompetensi	25%
4. Soal dan tugas benar-benar mengukur pengetahuan dan keterampilan	100%
5. Mendapat umpan balik secara langsung	100%
6. Telah yakin dapat mengoperasikan mesin frais CNC	100%
7. Telah yakin dapat mengoperasikan simulator mesin frais CNC	100%

Catatan : *= berdasarkan pendapat siswa dan hasil pengerjaan siswa

Kompetensi siswa yaitu bisa mengoperasikan mesin CNC secara mandiri adalah tuntutan standar kompetensi sesuai dengan SKKD. Kompetensi pada dasarnya adalah kemampuan siswa yang meliputi kompetensi dalam ranah afektif, kognitif dan psikomotorik/ketrampilan. Proses pembelajaran ini dalam uji coba tidak mengukur kompetensi afektif siswa, akan tetapi dari pelaksanaan uji coba terlihat bahwa siswa melaksanakan proses belajar dengan sungguh-sungguh, menjaga keselamatan kerja, menjaga keselamatan mesin, menjaga keselamatan siswa yang lain, dan selalu berusaha mengikuti langkah-langkah yang tertulis dalam modul secara sungguh-sungguh. Dalam kemampuan kognitif terlihat siswa telah bisa mengerjakan soal-soal latihan dan tugas yang dapat meningkatkan kemampuan kognitif. Ketrampilan siswa terlihat meningkat, yaitu dari hasil cek kemampuan semua siswa menyatakan belum bisa mengoperasikan mesin CNC dan sesudah mengikuti pembelajaran menggunakan modul pembelajaran teknik pemesinan CNC semua siswa menyatakan sudah yakin bisa mengoperasikan mesin CNC. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa modul dan rancangan pembelajaran telah terbukti efektif dalam membentuk kompetensi siswa dalam pemesinan CNC.

Guru sebagai pengajar yang menerapkan modul dan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC merasa terbantu dengan adanya modul, perangkat lunak, dan langkah-langkah pembelajaran yang disarankan. Pada pelaksanaan pembelajaran untuk semester yang akan datang guru akan menggunakan modul dan pembelajaran teknik pemesinan CNC ini, hal tersebut karena: sarana pembelajaran berupa mesin CNC dan komputer, modul pembelajaran, bahan praktik, dan jadwal pembelajaran memungkinkan untuk pelaksanaannya.

Saran dari guru yaitu agar materi ajar pada modul ditambah dengan materi dengan sistem kontrol yang lain merupakan masukan yang berharga. Saran tersebut akan dipenuhi dengan menyusun modul pembelajaran dengan

sistem kontrol GSK atau Fanuc dan masih menggunakan rancangan pembelajaran dan kerangka modul yang sama. Perubahan akan dilakukan pada isi modul terutama mengenai penjelasan mengenai panel kontrol, kode pemrograman, seting titik nol, dan pengoperasian mesin CNC. Soal-latihan dan tugas, serta *job sheet* masih tetap digunakan.

4. Perbandingan Proses Pembelajaran CNC Lama dengan Pembelajaran CNC yang dikembangkan

Berdasarkan observasi dan analisis pada studi pendahuluan terlihat bahwa ada perbedaan dalam beberapa hal mengenai pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC. Apabila dikelompokkan berdasarkan sarana (mesin CNC) yang digunakan, maka dapat dikatakan ada dua macam, yaitu yang pertama menggunakan mesin CNC saja dengan jumlah mesin 3 sampai 4 buah untuk proses pembelajaran, dan yang ke dua menggunakan satu buah mesin CNC dengan simulator berjumlah 9 buah. Nama model pembelajaran yang dibandingkan adalah model pembelajaran Emco TU. Analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14.

Perbandingan Model Pembelajaran Emco TU (E) dengan Pembelajaran CNC Hasil Pengembangan (B)

Komponen	Model Pembelajaran Emco TU (E)	Pembelajaran CNC Hasil Pengembangan (B)	Keterangan
Jumlah siswa/ rombongan belajar	12- 16 siswa dibagi dalam 3- 4 kelompok	8 siswa	E>B
Mesin yang digunakan	3-4 buah	1 Buah	E>B
Komputer untuk: simulator mesin CNC	-	10 buah	E<B
Program CNC yang dibuat	4 – 5 buah (tertulis)	6- 8 buah (tertulis dan di simulator) dikerjakan berulang	E<B
Benda kerja yang dihasilkan (dikerjakan di mesin CNC)	3- 4 buah benda kerja/kelompok 1 benda kerja/siswa	1 buah benda kerja /siswa dikerjakan 2 – 3 kali atau 2-3 buah benda kerja/siswa	E<B
Waktu	40 – 60 jam	40 jam	E=B atau E>B
Standar Kompetensi yang dicapai tiap siswa	Menseting: ? Memprogram: Ya (teori) Mengoperasikan?	Menseting : Ya (teori dan Praktik) Memprogram: Ya (Teori dan Praktik) Mengoperasikan: Ya (Teori dan praktik)	E<B

Berdasarkan Tabel 14 tersebut diatas dapat diambil kesimpulan bahwa berdasarkan waktu dan sarana yang digunakan pembelajaran hasil

pengembangan lebih efisien dari pada model pembelajaran Emco. Dilihat dari segi benda kerja yang dihasilkan, program CNC yang dibuat dan standar kompetensi yang dicapai, pembelajaran hasil pengembangan lebih efektif dari pada model pembelajaran Emco.

Sekolah yang menggunakan simulator mesin CNC dan mesin CNC yang relatif baru dalam pembelajaran adalah SMKN 2 Klaten dan SMK Leonardo Klaten. Berdasarkan data pada studi pendahuluan (Tabel 7) pelaksanaan pembelajaran di kedua sekolah tersebut tidak sama dari segi waktu, evaluasi, rombongan belajar, dan jadwal pelaksanaannya, maka dapat dikatakan kedua sekolah tersebut menggunakan model pembelajaran yang berbeda. Bertolak dari hal tersebut maka kedua model pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah tersebut dibandingkan dengan pembelajaran hasil pengembangan secara terpisah pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15.

Perbandingan Proses Pembelajaran CNC SMKN 2 Klaten (N), SMK Leonardo Klaten (L) dengan Pembelajaran CNC Hasil Pengembangan (B)

Komponen	Pembelajaran CNC SMKN 2 (N)	Pembelajaran CNC SMK Leonardo (L)	Pembelajaran CNC Hasil Pengembangan (B)	Keterangan
Jumlah siswa/ rombongan belajar	9 siswa (2 kelompok praktik)	16 siswa (2 kelompok)	8 siswa	N>B L>B
Mesin yang digunakan	1 buah	1 buah	1 Buah	N=L=B
Komputer / simulator	9 buah	9 buah	10 buah	N=L=B
Ratio simulator:siswa	1:1	9:16	1:1	N=B, L<B
Program CNC yang dibuat	1 -2 buah di simulator	6-8 buah	6- 8 buah	N<B, L=B
Benda kerja yang dihasilkan (dikerjakan di mesin CNC)	1-2 buah/ rombongan belajar	2-3 buah/ rombongan belajar	1 buah benda kerja /siswa dikerjakan 2 – 3 kali atau 2-3 buah benda kerja/siswa	N<B L<B
Waktu	Teori 40 jam Praktik 18 jam	60 jam (Teori+praktik)	40 jam (Teori+Praktik)	N>B L>B
Standar Kompetensi yang dicapai tiap siswa	Memprogram: Ya Menseting: Ya Mengoperasikan : ?	Memprogram: Ya Menseting ? Mengoperasikan ?	Menseting : Ya Memprogram: Ya Mengoperasikan : Ya	N<B L<B

Berdasarkan Tabel 15 tersebut diatas dapat diambil kesimpulan bahwa berdasarkan waktu yang digunakan dengan sarana yang sama, pembelajaran hasil pengembangan lebih efisien dari pada model

pembelajaran yang digunakan di SMKN 2 Klaten dan SMK Leonardo Klaten. Dilihat dari segi benda kerja yang dihasilkan, program CNC yang dibuat dan standar kompetensi yang dicapai, pembelajaran hasil pengembangan lebih efektif dari pada pembelajaran yang digunakan di SMKN 2 Klaten dan SMK Leonardo Klaten

5. Revisi Produk

Setelah modul dan pembelajaran teknik pemesinan CNC yang dikembangkan diuji coba, maka ada beberapa revisi yang perlu dilakukan agar pembelajaran teknik pemesinan CNC bisa digunakan pada kondisi yang sesungguhnya di SMK. Revisi meliputi revisi komponen pembelajaran, yaitu revisi pada isi modul, RPP, sarana pembelajaran, dan evaluasi (soal latihan dan tugas).

Beberapa hal perlu direvisi terhadap isi modul pembelajaran sesuai dengan data observasi, masukan guru, masukan siswa, dan catatan selama pelaksanaan uji coba. Bagian yang direvisi adalah: penjelasan tentang cara memutar spindel pada mode operasi MDI kurang ditulis kode M3, penjelasan mengenai pelaksanaan seting alat potong perlu diberi penjelasan lanjut pada langkah *Calculate*. Pada pembuatan program CNC dan pengoperasian mesin CNC perlu diberi penjelasan langkah pengaturan kedalaman potong, penentuan gerak makan (F), dan penentuan jumlah putaran spindel (S). Hal tersebut dilakukan dengan pertimbangan kemampuan mesin frais CNC yang digunakan, dan keselamatan kerja.

RPP yang dirancang untuk pembelajaran pemesinan CNC sebanyak 12 kali tatap muka dengan dua kali latihan mandiri. Pada kenyataannya untuk pertemuan pembelajaran CNC biasanya bisa berlangsung antara 10 sampai 12 kali tatap muka. Dengan demikian saran pelaksanaan pembelajaran pada RPP direvisi menjadi sepuluh kali tatap muka, sedangkan latihan mandiri dilaksanakan untuk kegiatan pembelajaran tidak terstruktur atau pekerjaan rumah bagi siswa.

Sesuai dengan dokumen hasil uji coba, terlihat bahwa *job sheet* yang dikerjakan siswa antara delapan sampai sepuluh buah. Rata-rata siswa mampu mengerjakan delapan *job*, padahal pada modul ada 14 tugas *job sheet*. Dengan demikian, maka *job sheet* yang bisa dilaksanakan di kelas disarankan delapan *job*, dengan enam *job* berikutnya adalah *job* pengayaan atau untuk tugas di rumah.

Masukan-masukan yang diperoleh tersebut digunakan sebagai bahan untuk revisi produk berupa modul dan RPP, dan *job sheet*. Dengan demikian yang direvisi pada modul dan pembelajaran hasil pengembangan ialah pada isi komponennya, sedangkan rancangan modul dan pembelajarannya secara keseluruhan tetap sama.

6. Kajian Produk Akhir

Berdasarkan deskripsi data dan analisis data hasil uji coba, maka pada sub bab ini akan dipaparkan mengenai kajian produk akhir yaitu kajian modul dan pembelajaran hasil pengembangan yang telah divalidasi dan diuji coba. Kajian meliputi: deskripsi modul pembelajaran, keterterapan/fisibilitas modul dan pembelajaran, dan efektivitas pembelajaran teknik pemesinan CNC.

Deskripsi proses pembelajaran yang dikembangkan meliputi pemaparan komponen-komponen pembelajaran secara keseluruhan. Keterterapan modul dan pembelajaran meliputi hal-hal yang mendukung dan menghambat keterlaksanaannya sesuai dengan hasil uji coba. Efektivitas dilihat dari sudut pandang keberhasilan penerapan modul dan pembelajaran untuk peningkatan kompetensi siswa untuk mencapai KKM.

a. Deskripsi Modul dan Pembelajaran Kompetensi Kejuruan Teknik Pemesinan CNC

Pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC memiliki komponen-komponen: modul pembelajaran, RPP, sarana pembelajaran, dan instrumen evaluasi. Sasaran pembelajaran adalah peningkatan kompetensi siswa dalam ranah kognitif dan psikomotorik sesuai dengan SKKD dalam pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC. Pembelajaran teknik pemesinan CNC yang dikembangkan diharapkan menjadi yang terbaik dalam artian fisibel, dan efektif untuk pembelajaran teknik pemesinan CNC bagi siswa SMK. Hal tersebut dimungkinkan karena dalam pembelajaran menggunakan modul, perangkat lunak simulator mesin frais CNC, dan mesin frais CNC sebagai sarana pembelajaran yang utama. Selain itu di laboratorium CNC dilengkapi juga media visual berupa LCD proyektor yang dimaksudkan sebagai sarana demonstrasi dan menampilkan video yang terkait dengan modul. Modul sangat memperlancar proses pembelajaran karena semua materi ajar, latihan, soal latihan, dan tugas ada di dalamnya, sehingga pembelajaran yang dilaksanakan berpusat pada siswa. Media pembelajaran berupa simulator mesin frais CNC merupakan media pembelajaran yang paling efektif pada saat ini (Noe, 2008: 290). Mesin frais CNC dengan sistem kontrol yang sama dengan simulator mesin frais CNC digunakan sebagai media pembelajaran agar siswa bisa belajar mengoperasikan mesin secara langsung (*learning by doing*). Selain itu proses belajar siswa bisa tidak terikat dengan jadwal pelajaran maupun tempat dan waktu, karena modul dan simulator mesin frais CNC (apabila diinstal di *laptop*) bisa dibawa oleh siswa untuk belajar di rumah.

Modul pembelajaran yang digunakan terdiri dari 5 materi utama dan satu materi tambahan. Materi tersebut adalah:

- (1) Mengenal bagian-bagian utama mesin frais CNC, panel kontrol Sinumerik 802 S/C *base line*, dan tata nama sumbu koordinat
- (2) Menghidupkan mesin Frais CNC
- (3) Seting benda kerja, alat potong, dan *zero point offset*
- (4) Menulis program CNC (membuka, menulis, dan mengedit program CNC)
- (5) Mengoperasikan mesin frais CNC untuk membuat benda kerja
- (6) Materi tambahan berisi panduan instalasi program simulator mesin CNC/ mesin CNC virtual.

Modul disusun sebagai bahan ajar yang digunakan oleh siswa yang sama sekali belum pernah mempelajari teknik pemesinan CNC. Setiap materi modul disusun dengan urutan deskripsi materi, ringkasan materi, soal

latihan, dan tugas. Sebagai bahan latihan atau tugas siswa disusun *job sheet* dengan jumlah tugas 14 latihan. Pada akhir modul disertakan kunci jawaban untuk sebagian besar soal latihan dan tugas. Pembelajaran dengan modul ini memungkinkan siswa belajar dengan kecepatan masing-masing, sedangkan guru berfungsi sebagai mediator dan fasilitator keterlaksanaan proses belajar siswa.

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) disusun sebagai panduan bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan modul yang telah dikembangkan. RPP mengacu pada penggunaan modul pembelajaran, simulator mesin frais CNC, dan mesin frais CNC. Dengan demikian RPP sebagai petunjuk penggunaan pembelajaran hanya berfungsi ketika semua sarana pembelajaran yang disarankan pada modul pembelajaran ini telah terpenuhi.

Sarana pembelajaran yang digunakan dalam melaksanakan pembelajaran dengan modul ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Sarana yang diperlukan di dalam laboratorium CNC ialah: (1) komputer siswa dan guru berjumlah 8-10 buah, (2) mesin frais CNC satu buah, (3) perangkat lunak simulator mesin frais CNC, (4) arsip digital video sebagai visualisasi materi ajar dalam modul, dan (4) LCD proyektor. Dalam pelaksanaan pembelajaran satu siswa menggunakan satu komputer, sedangkan satu buah mesin frais CNC sebagai sarana berlatih mengoperasikan mesin frais CNC digunakan secara bergiliran selama pembelajaran berlangsung.

Arsip video, buku referensi, manual mesin, dan *job sheet* disediakan selama pelaksanaan pembelajaran. Walaupun modul pembelajaran sudah mencukupi sebagai panduan belajar siswa, akan tetapi untuk memperdalam materi yang dipelajari di laboratorium CNC disediakan arsip video yang berisi visualisasi materi yang ada di modul. Buku referensi dan manual mesin frais CNC digunakan sebagai sumber belajar apabila siswa ingin mendalami lebih lanjut. *Job sheet* disediakan sebagai tugas siswa dalam melaksanakan praktikum.

Evaluasi pembelajaran berupa evaluasi formatif siswa dalam pembelajaran. Alat evaluasi ini disatukan dengan modul pembelajaran yang meliputi soal latihan, tugas tertulis, dan tugas praktik. Selama mengikuti pembelajaran semua siswa mengerjakan semua soal latihan dan tugas baik dalam bentuk soal latihan tertulis maupun tugas praktik. Proses pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC hasil penelitian ini sesudah diadakan uji coba adalah seperti Gambar 32.

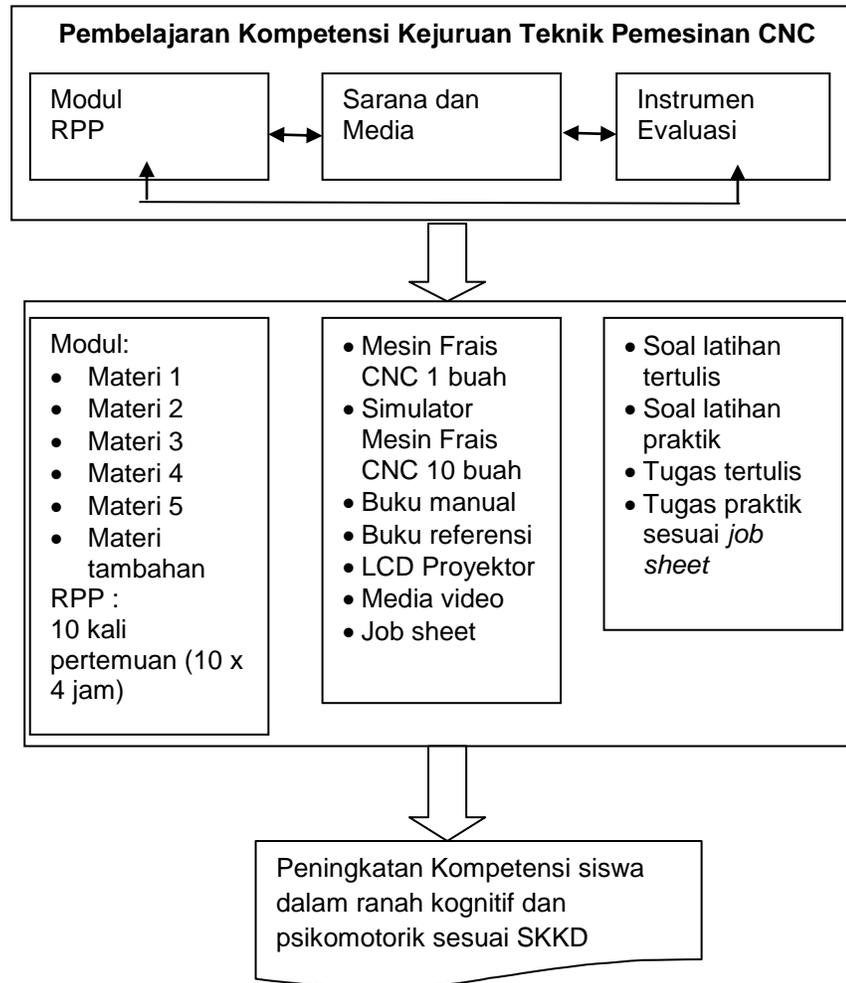
b. Fisibilitas/ Keterterapan Modul dan Pembelajaran Teknik Pemesinan CNC Hasil Pengembangan

Modul dan pembelajaran hasil pengembangan bisa terlaksana apabila sarana dan prasarana pembelajaran pemesinan CNC telah tersedia. Pada saat ini banyak SMK yang telah memiliki mesin frais CNC dan mesin bubut CNC akan tetapi belum bisa melaksanakan pembelajaran pemesinan CNC karena jumlah mesin CNC yang dimiliki hanya dua buah, yaitu satu buah mesin frais CNC dan satu buah mesin bubut CNC.

Pembelajaran ini menyarankan pengembangan laboratorium CNC dengan satu buah mesin CNC dan sepuluh buah komputer agar proses pembelajaran bisa terlaksana. Dengan demikian dua buah mesin CNC yang dimiliki sudah bisa membuat dua ruang laboratorium pemesinan CNC dengan *lay out* laboratorium secara rinci dipaparkan pada Deskripsi Modul Pembelajaran di bagian 2 disertasi ini.

Berdasarkan hasil observasi selama uji coba terlihat bahwa pelaksanaan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC bisa dilaksanakan oleh semua siswa dan guru. Siswa bisa belajar dengan mudah karena semua sarana yang dibutuhkan meliputi modul, simulator mesin frais CNC, dan mesin frais CNC telah tersedia selama proses pembelajaran. Penggunaan modul pembelajaran CNC yang bisa berfungsi untuk mempelajari proses seting, pembuatan program CNC dan pengoperasian mesin CNC baik untuk mesin frais CNC maupun simulator mesin frais CNC sangat memperlancar proses belajar. Semua siswa berpendapat bahwa pembelajaran menarik, sedangkan guru berpendapat bahwa modul bisa diterapkan untuk proses pembelajaran pemesinan CNC di waktu yang akan datang.

Selama pembelajaran siswa lebih banyak berhubungan dengan modul, dan simulator mesin frais CNC. Modul yang disusun dengan urutan sesuai dengan pengoperasian mesin yang sebenarnya sangat membantu siswa dalam memantau ketercapaian tujuan pembelajarannya atau peningkatan kompetensinya. Selain itu guru juga mudah dalam membimbing siswa atau mengobservasi kegiatan belajar siswa. Penggunaan mesin frais CNC untuk berlatih mengoperasikan mesin dilakukan oleh siswa secara bergiliran, sedangkan penggunaan simulator mesin frais CNC bisa dilakukan di seluruh waktu belajar siswa. Siswa yang sudah bisa mengoperasikan simulator mesin frais CNC di komputer dengan sedikit penyesuaian bisa mengoperasikan mesin frais CNC yang sesungguhnya dengan lancar, misalnya menghidupkan mesin CNC, mengaktifkan referensi mesin, memutar spindel utama, menggeser alat potong ke semua sumbu koordinat, melakukan seting/ mengedit titik nol, membuka program CNC, menulis program CNC, dan menjalankan program CNC.



Gambar 32.
Pembelajaran Kompetensi Kejuruan Teknik Pemesinan CNC
Hasil Pengembangan

Beberapa penelitian mengenai langkah-langkah mempelajari mesin CNC dan pemanfaatan media simulator mesin frais CNC telah dilakukan oleh beberapa ahli. Hasil-hasil penelitian tersebut sangat mendukung hasil penelitian modul dan pembelajaran teknik pemesinan CNC ini. Berner (2008) mempelajari bagaimana siswa pendidikan kejuruan mempelajari pengoperasian mesin CNC. Dari penelitian tersebut dikemukakan bahwa ada beberapa jalan untuk menguasai teknologi dan apa serta bagaimana siswa belajar yang sangat penting bagi siswa untuk saat ini dan waktu yang akan datang. Berkaitan dengan hal tersebut, maka teknologi harus dianalisis untuk pembelajaran di pendidikan kejuruan bukan hanya sebagai alat untuk belajar tetapi juga sebagai alat yang dipelajari. Sejalan dengan pendapat tersebut Sahin, dkk (2008) mengemukakan bahwa, pembelajaran dengan bantuan peralatan virtual (*Virtual Training Center*) dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas

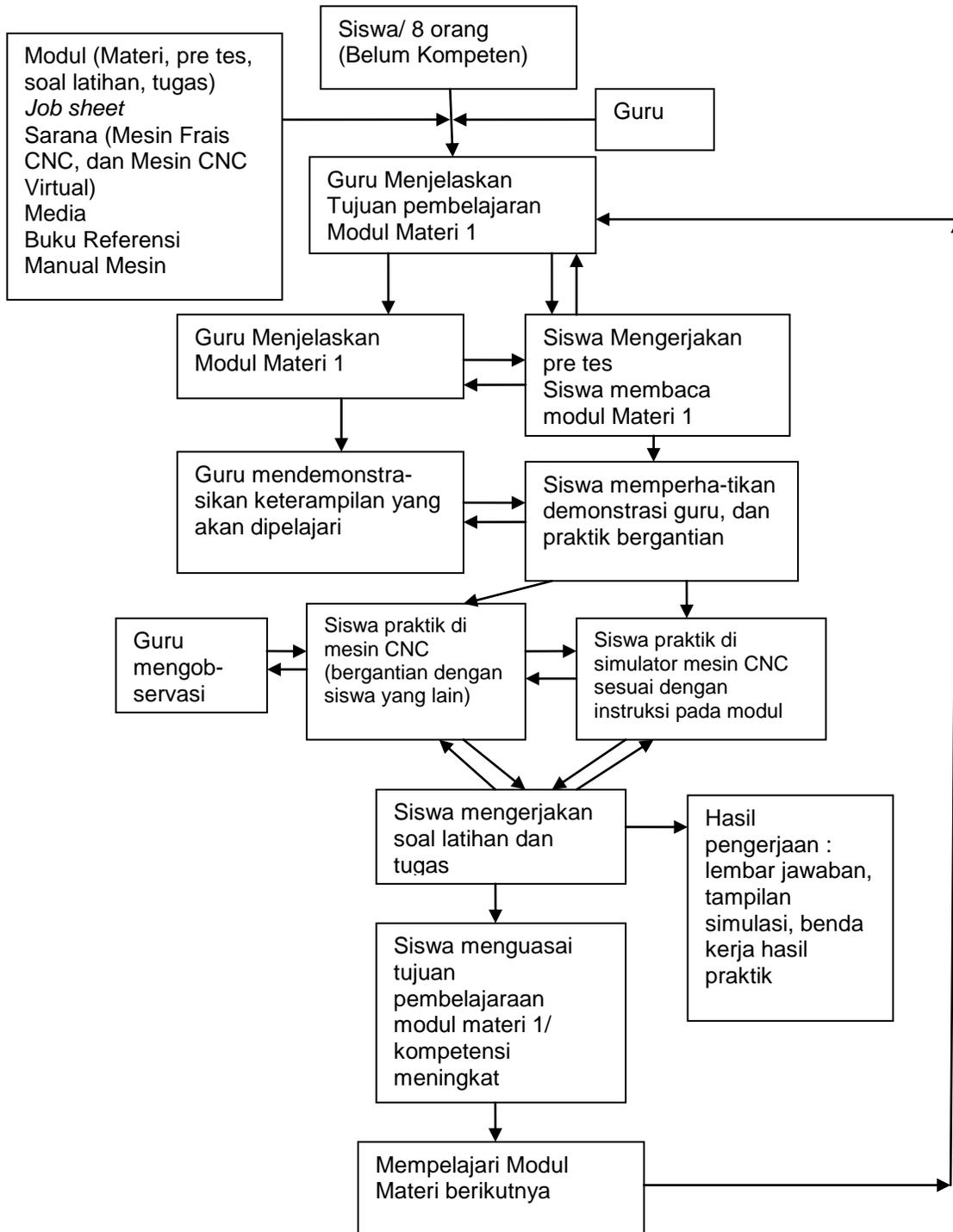
sistem pendidikan dan pelatihan di Uni Eropa. Selain dari itu juga dapat mengembangkan keterampilan dan pengetahuan masyarakat, menjamin akses TIK untuk semua orang, meningkatkan pelaksanaan studi ilmiah dan teknik, dan membuat sumber daya bisa dimanfaatkan dengan sangat baik.

Tentang pembelajaran berbantuan komputer menggunakan media simulator atau mesin virtual juga dihasilkan dari penelitian-penelitian. Olwal, dkk (2008), mengemukakan bahwa walaupun proses simulasi pada mesin CNC bisa dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak, tetapi simulasi untuk proses sebenarnya menggunakan kontrol mesin yang sebenarnya, yaitu menggunakan peralatan virtual dan benda kerja, sangat penting dalam merealisasikan dan mengembangkanketerampilan praktis. Keuntungan menggunakan media virtual dalam pembelajaran, menurut Wasfy, dkk (2005) ialah meringankan ongkos/biaya pelatihan, keselamatan kerja lebih terjamin, dan keleluasaan akses. Lebih jauh Batista, dkk (2009) mengemukakan bahwa pembelajaran berbantuan komputer dapat digunakan untuk meningkatkan metode pembelajaran dengan tujuan untuk mencapai tujuan belajar. Sejalan dengan hasil tersebut Petousis, dkk (2010) mengemukakan bahwa media mesin CNC virtual mampu mendeteksi kesalahan, bentuk dan parameter-parameternya secara rinci (misalnya parameter kekasaran permukaan). Dengan demikian orang yang mengoperasikannya bisa merancang parameter benda kerja dengan mudah yang tidak mungkin dilaksanakan dengan menggunakan metode konvensional.

Dari uraian hasil- hasil penelitian tersebut di atas dapat dikatakan bahwa hasil penelitian modul dan pembelajaran ini sejalan. Mempelajari mesin CNC dilaksanakan dengan tahap-tahap yang rinci seperti yang dituliskan pada modul, dan menggunakan media mesin CNC virtual/simulator yang merupakan media pembelajaran yang paling efektif (Noe, 2008:274). Tahap- tahap pembelajaran hasil penelitian pengembangan adalah seperti Gambar 33.

c. Efektifitas Modul dan Pembelajaran dalam Meningkatkan Kompetensi Siswa

Pembelajaran dikatakan efektif apabila tujuan pembelajaran untuk setiap peserta didik bisa tercapai. Tujuan pembelajaran pemesinan CNC adalah siswa bisa menguasai standar kompetensi: (1) melakukan setting mesin CNC, (2) mengoperasikan mesin CNC, dan (3) memprogram mesin CNC sesuai dengan SKKD atau SKKNI. Kompetensi kerja adalah kemampuan kerja setiap individu yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang sesuai dengan standar yang ditetapkan.



Gambar 33.
Tahap-tahap Pembelajaran Teknik Pemesinan CNC Menggunakan
Modul Pembelajaran Teknik Pemesinan CNC

Tiga standar kompetensi tersebut pada proses pembelajaran ini dipelajari secara simultan, dan bukan merupakan urutan-urutan kompetensi.

Nama mata pelajaran adalah Teknik Pemesinan CNC dengan mesin yang dipelajari mesin frais CNC dengan sistem kontrol Sinumerik 802 S/C. Pada awal pembelajaran semua siswa menyatakan belum menguasai kompetensi melakukan setting mesin CNC, memprogram mesin CNC, dan mengoperasikan mesin CNC. Selama mengikuti pembelajaran menggunakan modul yang dikembangkan, kompetensi siswa meningkat secara bertahap. Pada akhir pembelajaran setiap siswa menyatakan telah bisa mengoperasikan simulator mesin frais CNC dan mesin frais CNC yang ada di laboratorium CNC secara mandiri. Hal tersebut terlihat dari hasil observasi, tugas-tugas yang dikerjakan siswa, unjuk kerja siswa, dan pernyataan tertulis setiap siswa. Dengan demikian modul dan rancangan pembelajaran yang dikembangkan terbukti telah berhasil membantu siswa dan guru mencapai tujuan pembelajaran.

d. Kondisi yang Mendukung Keterlaksanaan Pembelajaran dengan Modul Teknik Pemesinan CNC

Pelaksanaan pembelajaran pemesinan CNC menggunakan modul CNC akan terlaksana dengan baik, apabila semua sarana yang disarankan oleh modul dan rancangan pembelajarannya dapat dipenuhi. Ketersediaan ruangan Laboratorium Pemesinan CNC yang berisi satu buah mesin CNC, 10 buah komputer untuk siswa, satu buah komputer untuk guru, buku referensi, modul pembelajaran, dan LCD proyektor dan layar merupakan perangkat dan sarana pembelajaran yang harus ada.

Selain sarana yang harus memenuhi, maka pengelompokan siswa untuk rombongan belajar pemesinan CNC yang berjumlah 8 orang (seperempat rombongan belajar teori) akan sangat mendukung keterlaksanaan pembelajaran teknik pemesinan CNC. Apabila jumlah siswa terlalu banyak, misalnya 16 orang siswa, maka pelaksanaan pembelajaran tidak akan efisien, karena terlalu banyak waktu siswa untuk mengantri praktik di mesin CNC, jumlah alat (komputer) di laboratorium terlalu banyak, ruangan laboratorium menjadi tidak nyaman untuk belajar, dan guru tidak bisa mengobservasi kompetensi siswa satu per satu secara cermat.

Pembelajaran teknik pemesinan CNC hasil pengembangan ini dapat dilaksanakan dengan baik apabila sekolah memiliki laboratorium CNC lebih dari satu. Sekolah yang telah memiliki mesin CNC lebih dari satu, disarankan untuk membuat laboratorium CNC sesuai dengan yang disarankan oleh penelitian ini, sehingga penjadwalan pembelajaran praktik siswa menjadi mudah karena bisa dilaksanakan kelas paralel. Dengan demikian apabila sekolah memiliki banyak laboratorium CNC, maka pembentukan kompetensi siswa akan berjalan dengan mudah, efisien dan efektif.

e. Keterbatasan Modul dan Pembelajaran Hasil Pengembangan

Materi pembelajaran untuk uji coba masih mengacu satu macam sistem kontrol dan satu macam mesin yaitu mesin frais CNC dengan sistem kontrol Sinumerik 802 S/C. Dengan demikian masih perlu dikembangkan lagi untuk materi ajar untuk jenis mesin yang lain (mesin

bubut atau EDM) dan sistem kontrol CNC yang lain misalnya Fanuc, Mitsubishi, dan GSK. Pengembangan lanjutan tersebut dapat dilakukan dengan kerangka proses pembelajaran yang sama dengan hasil penelitian ini. Pengembangan lebih lanjut materi ajar dengan sistem kontrol yang lain tersebut sangat penting karena mesin CNC dengan sistem kontrol Fanuc dan Mitsubishi pada saat ini banyak digunakan di Industri di Indonesia, sedang mesin CNC dengan sistem kontrol GSK pada saat ini banyak digunakan di SMK.

Produk berupa modul dan pembelajaran ini belum bisa diuji coba secara luas di banyak sekolah karena keterbatasan waktu, keterbatasan sarana pembelajaran pemesinan CNC di tiap sekolah, dan keterbatasan jumlah guru yang menguasai materi pemesinan CNC. Banyak SMK yang belum memiliki sarana untuk pembelajaran pemesinan CNC, sehingga tidak mungkin peneliti mengadakan uji coba produk dengan jalan mengadakan atau membelikan sarana pembelajaran yang diperlukan, sehingga dalam uji coba dilaksanakan di satu sekolah yang memiliki sarana yang sesuai dengan rancangan penelitian yang dilaksanakan. Selain itu guru yang menguasai pemesinan CNC di SMK yang menyelenggarakan program kompetensi teknik pemesinan masih sangat sedikit, bahkan di beberapa sekolah belum ada guru yang mampu mata pelajaran tersebut. Pembelajaran menggunakan modul hasil penelitian ini menuntut guru menguasai komputer, baik perangkat lunak maupun perangkat keras, sehingga keterlaksanaan pembelajaran juga sangat tergantung pada penguasaan para guru dalam pengetahuan komputer.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan Tentang Produk

Berdasarkan deskripsi data, dan analisis data yang dijabarkan pada Bab IV, maka dikemukakan simpulan:

1. Modul pembelajaran teknik pemesinan CNC memiliki karakteristik: dapat digunakan sebagai bahan ajar mandiri maupun kelompok, terdiri dari 5 materi yang diurutkan sesuai dengan pengoperasian mesin CNC, pada setiap materi diakhiri dengan soal latihan dan tugas sesuai dengan tujuan masing-masing materi.
2. Sarana pembelajaran yang digunakan dalam pelaksanaan pembelajaran CNC di laboratorium teknik pemesinan CNC adalah sarana utama 1 buah mesin CNC, dan 10 buah komputer yang berisi perangkat simulator lunak mesin CNC. Sebagai pendukung pembelajaran di laboratorium dilengkapi dengan buku referensi, buku manual mesin, *job sheet*, dan media pembelajaran berupa arsip video visualisasi materi modul pembelajaran.
3. Instrumen evaluasi yang digunakan dalam pembelajaran pemesinan CNC adalah berupa soal latihan dan tugas tertulis dan praktik yang disatukan dengan modul pembelajaran, sesuai dengan tujuan tiap materi pada modul yang dipelajari.
4. Modul dan pembelajaran yang dikembangkan fisibel dari segi waktu dan sarana, bisa diterapkan di SMK subyek coba dengan dalam waktu 10 kali pertemuan, dengan satu kali pertemuan 4 jam pelajaran.
5. Modul dan pembelajaran hasil pengembangan efektif dalam membentuk kompetensi siswa sesuai dengan tuntutan kurikulum berbasis kompetensi. Tiga buah standar kompetensi serta KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal) bisa dicapai oleh siswa setelah menerapkan modul dan pembelajaran hasil pengembangan.

B. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki keterbatasan-keterbatasan terutama dalam hal keterbatasan sarana, waktu, dan biaya. Pengembangan, uji coba dan pengenalan modul pembelajaran baru dilaksanakan untuk empat lembaga pendidikan, karena keterbatasan sarana yang dimiliki oleh sasaran penelitian. Uji coba secara luas belum mungkin dilaksanakan, karena memerlukan waktu yang sangat lama, pembiayaan yang mahal, dan keterbatasan waktu yang dimiliki oleh pihak SMK untuk mengadakan sarana dan prasarana pembelajaran teknik pemesinan CNC. Untuk mengurangi keterbatasan penelitian ini, peneliti telah mencoba menyebarkan materi ajar yang disusun dalam bentuk video dan modul ke situs internet. Situs yang digunakan untuk diseminasi tersebut adalah situs yang menyebarkan arsip video dan arsip presentasi.

Pelaksanaan uji coba dilaksanakan di sekolah yang telah memiliki sarana dan prasarana yang lengkap sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh modul pembelajaran yang dikembangkan, sehingga kelemahan dan kekurangan modul tidak terlihat nyata dari segi pengadaan peralatan, dan prasarana praktik. Selain itu peralatan yang ada di SMK diasumsikan merupakan peralatan yang memadai untuk peningkatan kompetensi siswa. Agar supaya dapat mengurangi

keterbatasan ini, peneliti mengadakan pelatihan bagi para guru pemesinan CNC mengenai penggunaan modul dan proses pembelajarannya bagi sekolah yang telah memiliki sarana pembelajaran yang memadai yaitu di BLPT Yogyakarta. Selain itu pelatihan bagi guru juga dilaksanakan di SMKN 3 Yogyakarta yang sedang mengembangkan sarana, prasarana, dan bahan ajar untuk pembelajaran teknik pemesinan CNC.

C. Saran Pemanfaatan, Diseminasi, dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

1. Saran Pemanfaatan

Pembelajaran dengan modul pembelajaran hasil pengembangan menuntut dipenuhinya semua komponen proses pembelajaran berupa modul pembelajaran, sarana pembelajaran, dan instrumen evaluasi. Bagi SMK yang telah memiliki mesin CNC beberapa buah, modul dapat dimanfaatkan dengan cara membuat laboratorium CNC sesuai dengan jumlah mesin yang dimiliki. Laboratorium tersebut kemudian dilengkapi dengan komputer berisi perangkat lunak simulator mesin CNC berjumlah 8 sampai 10 buah, LCD proyektor dan layar, modul pembelajaran sesuai dengan mesin yang dimiliki (dengan kerangka modul yang sama dengan modul yang digunakan dalam penelitian ini). Komputer yang ada di laboratorium tersebut diisi dengan perangkat lunak simulator mesin CNC sesuai dengan sistem kontrol yang digunakan. Pembelajaran teknik pemesinan CNC bisa dilaksanakan secara paralel di beberapa ruang laboratorium, sehingga dengan waktu pelajaran yang sama dapat diadakan pembelajaran untuk siswa dalam jumlah yang lebih banyak.

2. Diseminasi

Peneliti telah berusaha untuk menyebarluaskan modul pembelajaran yang dikembangkan ini dan produk yang dihasilkan. Penyebarluasan dilakukan dengan cara: mengadakan pelatihan penggunaan modul dan pembelajarannya bagi para guru teknik pemesinan CNC di SMK, dengan mengupload materi pembelajaran dalam format video di situs <http://www.youtube.com>, dan meng-*upload* modul pembelajaran melalui <http://www.slideshare.com>.

Pelatihan penggunaan modul dan pembelajarannya ditujukan kepada SMK yang belum mengadakan pembelajaran pemesinan CNC sendiri, dan di SMK yang memiliki mesin dengan sistem kontrol yang sama dengan modul pembelajaran yang telah dikembangkan. Usaha diseminasi dalam bentuk pelatihan telah diadakan di SMKN 3 Yogyakarta dengan sembilan peserta, dan di BLPT Yogyakarta dengan lima peserta.

Diseminasi yang kedua dilakukan dengan mengunggah materi modul yang dikemas dalam format video ke dalam situs video terbesar di dunia yaitu www.youtube.com. Video yang ditampilkan adalah visualisasi materi ajar dari modul pembelajaran yang dibuat dalam format video. Beberapa video tersebut diubah dengan menggunakan Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris agar bisa dimengerti oleh banyak orang dari berbagai negara. Selama video berada di situs tersebut telah dilihat oleh banyak orang yang berkepentingan dalam pemrograman maupun pengoperasian mesin CNC.

Data dari situs mengenai jumlah yang melihat materi video tersebut diurutkan dari yang terbanyak adalah seperti Tabel 16.

Tabel 16.
Rekap Hasil Penyebaran Modul Pembelajaran dalam Format Video Melalui Situs http://www.youtube.com/my_videos?feature=mhee

No	Materi	Dilihat sejumlah (kali)
1	Cara membuka program CNC yang ada di memori mesin (<i>How to open CNC program Sinumerik 802 SC</i>)	8613
2	Cara menginstal perangkat lunak SSCNC (<i>Instal SSCNC or CNC Simulator</i>)	5265
3	Menghidupkan mesin CNC Sinumerik 802 SC	3150
4	Cara menulis Program CNC (<i>How to write CNC program</i>)	2533
5	Cara melakukan seting titik nol untuk sumbu Z	968
6	Mengenal panel kontrol CNC Sinumerik 802 SC	609
7	Cara melakukan seting titik nol untuk sumbu Y	549
8	Cara melakukan seting titik nol untuk sumbu X	416
8	Penjelasan langkah pembuatan produk (<i>from drawing to product</i>)	431
10	Mengaktifkan referensi	322
11	Contoh pengerjaan program KTK1	178

Diseminasi yang ketiga dilakukan dengan mengunggah (meng-*upload*) modul pembelajaran teknik pemesinan frais CNC dan bubut CNC di situs http://www.slideshare.net/bsentot/edit_my_uploads. *Slideshare* adalah situs terbesar di dunia untuk menyebarkan presentasi dalam bentuk arsip presentasi (*power point*), pdf, maupun *word*. Modul yang diunggah ada dua yaitu modul pemesinan frais CNC dan modul pemesinan bubut CNC untuk mesin CNC dengan sistem kontrol Sinumerik 802 S/C yang merupakan modul pembelajaran hasil pengembangan. Sampai dengan laporan ini dibuat modul teknik pemesinan frais CNC tersebut telah dilihat (dibaca) 1559 kali, dan diunduh 316 kali. Modul teknik pemesinan bubut CNC telah dilihat sebanyak 3320 kali, dan diunduh 419 kali. Pada waktu yang akan datang modul akan selalu direvisi dan perbaikannya (*update*) akan diunggah di situs tersebut, sehingga lebih banyak orang yang membaca/mengunggahnya.

3. Pengembangan produk lebih lanjut

Produk berupa modul dan pembelajaran kompetensi kejuruan teknik pemesinan CNC SMK akan selalu dikembangkan sesuai dengan jenis sistem kontrol CNC yang digunakan di SMK dan di Industri. Perangkat lunak simulator mesin CNC buatan *Swansoft* CNC juga selalu berkembang versinya, sehingga peneliti akan selalu menyesuaikan perkembangan yang ada. Materi ajar dalam modul dan *job sheet* juga akan dikembangkan sesuai dengan perkembangan di dunia industri, dan masukan dari pengguna modul dan pembelajaran yang dihasilkan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akker, J.V. (1999). *Principles and Methods of Development Research*. Diambil pada tanggal 2 Agustus 2010, dari http://projects.edte.utwente.nl/smarternet/version2/cabinet/ico_design_principles.pdf
- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. (2001). *A Taxonomy for learning, Teaching, and Assessing : A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, New York: Addison Wesley Longman Inc.
- Asirvatham, M. (2002). *Conducting a Laboratory*. Diambil pada tanggal 27 September 2009, dari <http://www.colorado.edu/gtp/training/publications/tutor/index>
- Ari Mustofa. (2009). *Proses Pelaksanaan Praktik Mesin CNC (Milling) untuk Meningkatkan Mutu Lulusan SMK Colomadu Karanganyar*. Tesis Magister, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Surakarta, Surakarta.
- Atherton, J.S. (2009). *Learning and Teaching; Piaget's developmental theory*. Diambil pada tanggal 18 Desember 2009, dari <http://www.learningandteaching.info/learning/piaget.htm>
- Ausburn, L.J., & Brown, D. (2006). Learning Strategy Patterns and Instructional Preferences of Career and Technical Education Students, *Journal of Industrial Teacher Education*, Vol 43 Number 4,6-39.
- Baillie, C, & Hazel, E. (2003). *Teaching Materials Laboratory Classes*, UK: The UK Centre for Materials Education.
- 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.
- Bargeson, T. (2008). *Washington State Guidance for Selection of Instructional Materials To Meet District and State Standart*. Diambil pada tanggal 28 September 2009, dari <http://www.k12.wa.us/publications>
- Batista, M., Alvarez, M., Sanchez-Carrilero, M., et al. (31 Agustus 2009). CAL-CBT Based Virtual Learning and Training in Machining Engineering. A Case Study : CNC Lathe. *Material Science Forum*, 625,19-28.
- Berner, B. (2009). Learning Control: Sense-Making, CNC Machines, and Changes in Vocational Training for Industrial Work , *Journal Vocations and Learning*, 2,177-194.
- Bloom, B. S. ed. et al. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook 1, The Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- BNSP. (2006). *Pedoman Pelaksanaan Uji Kompetensi (Pedoman BNSP 301)*. Jakarta : BNSP.
- BSNP. (2006). *Permendiknas RI No 22, Tahun 2007, tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan dasar dan Menengah*.
- BSNP. (2007). *Permendiknas RI No 41, Tahun 2007, tentang Standar Proses untuk Satuan Pendidikan dasar dan Menengah*.

- BSNP. (2007). *Permendiknas RI No 20, Tahun 2007, tentang Standar Penilaian Pendidikan*.
- BSNP. (2008). *Permendiknas RI No 40, Tahun 2008, tentang Standar Sarana dan Prasarana SMK/MAK*.
- BSNP. (2012). *Pedoman Penyelenggaraan UN Kompetensi Keahlian SMK Tahun Pelajaran 2011/2012*.
- Borg, W.R., & Gall, M.D. (1989). *Educational Research An Introduction (5th Ed)*. New York: Longman.
- BPS. (2011). Pengangguran Terbuka Menurut Pendidikan Tinggi yang Ditamatkan 2004 sampai 2011. Diambil pada tanggal 1 Desember 2011), dari <http://www.bps.go.id> .
- Brady, L. (1992). *Curriculum Development (4th ed)*. New York: Prentice Hall.
- Braver, M.C.W, & Braver, S.L. (1988). Statistical Treatment of the Solomon Four – Group Design: A Meta-Analytic Approach, *Psychological Bulletin*, 104, 150-154.
- 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.
- Bureau of Labor Statistic. (2010). *Occupational Outlook Handbook 2010-11 Edition*. Diambil pada tanggal 28 Juli 2010, dari <http://www.bls.gov/oco/ocos286.htm>
- 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> .
- Bungin, B. (2003). *Data Penelitian Kualitatif, Pemahaman Filosofis dan Metodologis ke Arah Penguasaan Model Aplikasi*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Camp, W.G.,& Johnson, C.L. (2005). Evolution of a Theoretical Framework for Secondary Vocational Education and Career and Technical Education over the Past Century. Dalam Gregson, J.A, dan Allen, J.M.(Eds). *Leadership in Career and Technical Education: Beginning The 21st Century*, pp(29-62). Columbus Ohio: UCWHRE.
- Clark, R.C., & Mayer, R.E. (2007). Using Media Wisely. Dalam Reiser,R.A., & Dempsey,J.V. (Eds.), *Trends and Issues in Instructional Design and Technology (2nd ed)*. Ohio: Pearson Education Inc.
- Cohen, S.L.(2010). *What is a CNC Operator?* .Diambil pada tanggal 27 Juli 2010, dari http://www.ehow.com/about_4794598_cnc-operator_.html
- Crawford, M.L. (2001). *Teaching Contextually*. Waco Texas: CCI Publishing , Inc .
- DG Education and Culture. (2005). *The Use of ICT in iVET*. Diambil pada tanggal 20 Desember 2011, dari http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/doc/studies/ict_in_vocational_en.pdf
- Denzin, N.K., & Lincoln,Y.S. (Eds.). (1994). *Handbook of Qualitative Research*. California: Sage Publications,Inc.
- Depdiknas. (2003). Undang-Undang RI Nomor 20, Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional.
- 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).*
- Depdiknas. (2010). *Permendiknas No. 2, Tahun 2010, tentang Rencana Strategis Kementerian Pendidikan Nasional Tahun 2010-2014.*
- Depnakertrans. (2004). *Kep. 240/MEN/X/2004, tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Sektor Logam dan Mesin.*
- Dewhurst, D. G., Hardcastle, J., Hardcastle, P.T., et al. (1994). Comparison of a computer simulation program and a traditional laboratory practical class for teaching the principles of intestinal absorption. *Advances in Physiology Education*, 267, 95-104.
- Dey, I. (1993). *Qualitative Data Analysis: A User Friendly Guide for Social Sciences*. New York: Routledge.
- Dickman, A. (2009). *Teaching Laboratory Classes*. Diambil pada tanggal 28 september 2009, dari <http://tep.uoregon.edu/resources/librarylinks/onlinearticles/onlinearticles.html>.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J.O. (2005). *The Systematic Design of Instruction (6th ed)*. Boston: Pearson Education Inc.
- Direktorat Pembinaan SMK. (2006). *Penyelenggaraan SMK bertaraf International*. Jakarta : Direktorat Pembinaan SMK Depdiknas.
- Direktorat Pembinaan SMK. (2008). *Kajian Peranan SMK Kelompok Teknologi Terhadap Pertumbuhan Industri Manufaktur*. Jakarta : Direktorat Pembinaan SMK Depdiknas.
- Djaali, & Pudji Muljono. (2008). *Pengukuran dalam Bidang Pendidikan*. Jakarta: Grasindo.
- Doolittle, P.E., & Camp, W.G. (Oktober 1999). Constructivism : The Career and Technical Education Perspective. *Journal of Vocational and Technical Education*. Vol 16 Number 1. Diambil pada tanggal 5 Februari 2009, dari <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JVTE/jvte.html>
- Drake, S.M. (2007). *Creating Standards-Based Integrated Curriculum*. California: Corwin Press.
- Ekwensi, F., Moranski, J., and Townsend-Sweet, M. (2006). *E-Learning Concepts and Techniques*. Bloomsburg University of Pennsylvania's Department of Instructional Technology. Diambil pada tanggal 26 September 2009, dari http://iit.bloomu.edu/Spring2006_eBook_files/ebook_spring2006.pdf .
- Ennis, M.R. (2008). *Competency Models: A Review of the Literature and The Role of the Employment and Training Administration (ETA)*. Washington DC: US Department of Labor.
- EMCO MAIER & Co. (1988). *Petunjuk Pemrograman-Pelayanan EMCO TU-2A*. Austria: EMCO Maier & Co.
- EMCO MAIER & Co. (1988). *Petunjuk Pemrograman-Pelayanan EMCO TU-3A*. Austria: EMCO Maier & Co.
- EMCO MAIER Ges.m.b.H. (2009). *Easy Learning, Easy Machining, Emco Industrial Training Courseware*. Diambil pada tanggal 1 Desember 2009, dari www.emco-world.com .

- Finch, C.R. , & Crunkilton, J. R. (1999), *Curriculum Development in Vocational and Technical Education : planning, content and implementation* (5th Ed.). Boston: Allyn and Bacon .
- Forsyth, I., Jolliffe, A., & Stevens, D. (2004). *Practical Strategies for Teachers, Lectures and Trainers (set of 4 volumes) Planning (Vol. 1)*. New Delhi: Crest Publishing House
- Forsyth, I., Jolliffe, A., & Stevens, D. (2004). *Practical Strategies for Teachers, Lectures and Trainers (set of 4 volumes) Preparing (Vol. 2)*. New Delhi: Crest Publishing House.
- Forsyth, I., Jolliffe, A., & Stevens, D. (2004). *Practical Strategies for Teachers, Lectures and Trainers (set of 4 volumes) Delivering (Vol. 3)*. New Delhi: Crest Publishing House
- Forsyth, I., Jolliffe, A., & Stevens, D. (2004). *Practical Strategies for Teachers, Lectures and Trainers (set of 4 volumes) Evaluating (Vol. 4)*. New Delhi: Crest Publishing House.
- Gall, M.D., Gall, J.P., & Borg, W.R. (2003). *Educational Research An Introduction*. Seventh Edition. Boston: Pearson Education Inc.
- GSK. (2006). *GSK 983M Milling CNC System Operation Manual User Manual (Volume I: Specifications and Programming)*. Guangdong China: GSK CNC Equipment ,Co., Ltd
- Iron, I. (2008, October 16). *CNC Machinist- CNC Operator*. Diambil pada tanggal 27 Juli 2010, dari <http://ezinearticles.com/?CNC-Machinist---CNC-Operator&id=1589696>
- JobBank USA. (2010). *Job Descriptions, Definitions Roles, Responsibility: Computer-Control Programmers and Operators*. Diambil pada tanggal 28 Juli 2010, dari http://www.jobbankusa.com/career_employment/computer/computer
- Johnson, S., Benson, A., Duncan, J., et al. (2004). Internet-Based Learning in Postsecondary Career and Technical Education. *Journal of Vocational Education Research*, 29(2), 101-119.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2009). *Models of Teaching (8th ed.)*. (terjemahan oleh Achmad Fawaid dan Ateilla Mirza). New Jersey: Pearson Education Inc.(Buku asli diterbitkan tahun 2009).
- Joko Sutrisno. (2009). Cina Mitra Terdepan Kemajuan SMK, *Jurnal LKS 25 Mei 2009*. Diambil pada tanggal 15 Juli 2009, dari <http://lks.ditpsmk.net/?p=86>
- Kemp, J.E., Morrison, G.R., & Ross, S.M. (2003). *Designing effective instruction* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- King, Y .(2010). *Job Descriptions of a CNC Operator Machinist*. Diambil pada tanggal 27 Juli 2010, dari http://www.ehow.com/about_6403548_job-descriptions-cnc-operator .
- Kolb, D.A. (1984). *Experiential Learning*. New Jersey: Prentice Hall. Inc
- Krathwohl, D.R., Bloom, B.S., & Masia, B.B. (1973). *Taxonomy Of Educational Objectives, the Classification of Educational Goals. Handbook II: Affective Domain*. New York: David McKay Co.,Inc.

- LearnHaasCNC.com. (2009). *Virtual Training Environment CNC Machining*. Diambil pada tanggal 1 Desember 2009, dari www.learnHaasCNC.com.
- Lee, W.W., & Owens, D.L. (2004). *Multimedia-Based Instructional Design*. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Lopez, E. (2010). *Job Description of a CNC Engineer*. Diambil pada tanggal 27 Juli 2010, dari http://www.ehow.com/facts_5953724_job-description-cnc-engineer.html
- 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>.
- McIlrath, D., & Huitt, W. (1995 December). The Teaching Learning Process: A Discussion of Models. *Educational Psychology Interactive*. Valdosta, GA: Valdosta State University. Diambil pada tanggal 10 Nopember 2011, dari <http://teach.valdosta.edu/whuitt/papers/modeltch.html>.
- Michigan Jobs & Career Portal . (2010). *#211-Computer Controlled Machine programmer*. Diambil pada tanggal 27 Juli 2010, dari <http://www.michigan.gov/careers>
- Microsoft. (2006). *Encyclopaedia Encarta 2006*. Microsoft Corp.Inc.
- Miles, M.B., & Huberman. (1994). *Qualitative Data Analysis (second Edition)*. California: Sage Publications
- Mohler, J.L. (2007) . An Instructional Strategy for Pictorial Drawing. *Journal of Industrial Teacher Education*, 44 (3).
- Molenda, M. (2003). *In Search of the Elusive ADDIE Model*. Diambil pada tanggal 20 September 2009, dari <http://www.indiana.edu/~molpage/In%20Search%20of%20Elusive%20ADDIE.pdf>
- MTS GmbH. (2009). *CNC & CAD/CAM Initial and Continuing Vocational Training*, Diambil pada tanggal 30 September 2009, dari <http://www.mts-cnc.com>.
- Muchith, M. (2008). *Pembelajaran Kontekstual*. Semarang: Rasail Media Group.
- Muhammad 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.
- Mullen, C. (2010). *CNC Operator Duties*. Diambil pada tanggal 27 Juli 2010, dari http://www.ehow.com/about_5449067_cnc-operator-duties.html.
- Munthe, B. (2009). *Desain Pembelajaran*. Yogyakarta: PT. Pustaka Insan Madani.
- NIMS. (2004). *National Guidelines for Apprenticeship standards*. Virginia: The National Institute for Metalworking Skills.
- Noe, R.A. (2008). *Employee Training & Development*. Fourth edition. Boston: McGraw-Hill.
- Olwal, A., Gustafsson, J., & Lindfors, C. (2008). Spatial Augmented Reality on Industrial CNC-Machines. *Proceedings of SPIE 2008 Electronic Imaging, Vol. 6804 (The Engineering Reality of Virtual Reality 2008)*, San Jose, CA, January 27-31, 2008.
- Orlich, D.C., Harder, R.J., Callahan, R.C., et al. (2007). *Teaching Strategies A Guide to Effective Instruction*. Boston: Houghton Mifflin Company.

- Pardjono. (2008). *Urgensi Penerapan Konstruktivisme dalam Pendidikan Kejuruan*. Pidato Pengukuhan Guru Besar Universitas Negeri Yogyakarta.
- Personnel Decisions Research Institutes, Inc. (PDRI), & Aguirre International. (2005). *Technical Assistance Guide for Developing and Using Competency Models- One Solution for a Demand-Driven Workforce System*. Washington, DC: Employment and Training Administration.
- Petousis, M.A., Bilalis, M., Sapidis, N.S. (2010). A Virtual Reality System for the Determination of Critical Machining- process Parameters. *Intelligent Engineering Informatics, Vol. 1, No. 1, pp. 75-88*.
- Peytcheva, R. (2008). *The Role of Information and Communication Technologies for the Innovation of Teaching Strategies*. Diambil pada tanggal 10 Juli 2009, dari <http://soeap.udayton.edu/support/scholar/com-tech.htm>.
- Pribadi, B.A. (2009). *Model Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Postholm, M.B, & Moen, T. (2010). Communities of Development: A new model for R&D work. *J Educ Change* ,DOI 10.1007/s 10833-010-9150-x.
- Program Pascasarjana. (2008). *Pedoman Tesis dan Disertasi Program Pascasarjana UNY*. Yogyakarta: Pogram Pascasarjana.
- Raksanagara, A.J. (2009). *Direktori Penyedia Pelatihan Teknik*. Bandung: School of Bussiness and Management.
- Rehm, M.L. (2008). Career and Technical Education Teachers' Perceptions of Culturally Diverse Classes: Rewards, Difficulties, and Useful Teaching Strategies. *Career and Technical Education Research, 33(1), pp. 45-64* .
- Richey, R.C., & Klein, J.D. (2007). *Design and Development Research*. New York: Routledge.
- Sahin, M., Yaldiz, S., Unsacar, F., et al. (2008). Virtual Training Center for Computer Numerical Control. *Int. J. Of Computers, Communications & Control. Vol. III (2), pp. 196-203*.
- Santyasa, I.W. (Juni 2007). *Model-model Pembelajaran Inovatif*. Makalah disajikan dalam pelatihan tentang Penelitian Tindakan Kelas bagi Guru-Guru SMP dan SMA di Nusa Penida.
- Schneider, G.Jr. (2006). *Cutting Tool Applications*. Diambil pada tanggal 5 Juni 2006, dari <http://www.toolingandproduction.com> .
- Seidel, J.V. (1998). *Qualitative Data Analysis*. Diambil pada tanggal 18 Juli 2011, dari <ftp://ftp.qualisresearch.com/pub/qda.pdf>
- Shambaugh, N., & Magliaro, S.G. (2006). *Instructional Design A Systematic Approach for Reflective Practice*. Boston: Pearson Education Inc.
- Sherman, F. (2010). *Job Descriptions of a CNC Operator*. Diambil pada tanggal 27 Juli 2010, dari http://www.ehow.com/facts_6008730_job_description-cnc-operator_.html
- Siemens. (2003). *Operation and Programming 08/2003 Edition Sinumerik 802S base line, Sinumerik 802C base line Milling*. Federal Republic of Germany: Siemens AG .
- Siemens. (2003). *Operation and Programming 08/2003 Edition Sinumerik 802S base line, Sinumerik 802C base line Milling*. Federal Republic of Germany: Siemens AG .

- Siemens. (2009). *Sinutrain*. Diambil pada tanggal 1 Desember 2009, dari (www.cncdesign.com.au/product/training_sinutrain.html).
- Simpson, E.J. (1972). "The Classification of Educational Objectives in the Psychomotor Domain," in *The Psychomotor Domain*, Vol. 3, (Washington, DC: Gryphon House, 1972), pp. 43–56.
- Smaldino, S.E., Russell, J.D., Heinich, R., et al.(2005). *Instructional Technology and Media for Learning*. New Jersey: Pearson Merrill Prentice Hall Inc.
- Smith, P.L. & Ragan,T.J . (2005). *Instructional Design*,3rd ed. New York: John Wiley and Sons.
- Spadley, J.P. (2007). *Metode Etnografi*. (Terjemahan Elizabeth, M.Z). Yogyakarta: Tiara Wacana. (Buku asli diterbitkan tahun 1979).
- Straus, A. & Corbin, J. (2009). *Dasar-dasar Penelitian Kualitatif (Terjemahan Muhammad Shodiq dan Imam Muttaqien)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Storm, B.T. (1996). The Role of Philosophy in Education for Work. *Journal of Industrial Teacher Education*. Vol 33, no. 2.
- 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.
- Suyanto.(2003). *Multimedia: Alat untuk Meningkatkan Keunggulan Bersaing*. Yogyakarta: Percetakan Andi.
- Suparno, P. (1997). *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sukardi. (2008). *Metodologi Penelitian Pendidikan Kompetensi dan Praktiknya*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Sukmadinata, N.S. (2008). *Metode Penelitian Pendidikan* . Bandung: PPs UPI dan Remaja Rosdakarya.
- Swansoft. (2007). *Swan NC Simulation Software*. Nanjing: Swan Software Technology Co.Ltd.
- Unesco. (2001). *Technical and Vocational Education and Training for the Twenty-first Century Unesco Recommendations*.
- VTC FOR CNC. (2009). *The Virtual Training Center*. Diambil pada tanggal 1 Desember 2009, dari <http://www.vtcforcnc.com> .
- Voorhees, R.A.(2001). Competency-Based Learning Models: A Necessary Future. *New Directons for Institutional Research*, no. 10, Summer, John Wiley & Sons.
- Wasfy, A.M, dkk. (2005). Virtual Training Environment for 3 Axis CNC Milling. *Proceding of ASME 2005 IDETC/CIE* . September 24-28, 2005. Long Beach : California USA.
- Wena, M. (2009). *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Bumi Aksara: Jakarta.
- Wesselink, R., De Jong, C., & Biemans, H.J.A. (2009). Aspects of Competence-Based Education as Footholds to Improve the Connecivity Between Learning in School and in the Workplace. *Journal Vocations and Learning*, 3,19-38.

- 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.
- Wikiversity. (2009). *Strategies for Developing Instructional Materials for the Interpersonal Domain*. Diambil pada tanggal 23 september 2009, dari <http://en.wikiversity.org/wiki/>
- Wong, P. (2003). Teacher's Role in Technology Integration. Dalam Chee,T.S., & Wong, A.F.L. (Eds.). *Teaching and Learning with Technology an Asia-Pacific Perspective* (pp. 34-41). Singapore: Prentice Hall.
- Yayat .(2010). Implementasi Rencana Program Pembelajaran Berbasis Kompetensi pada Pembelajaran Kompetensi Dasar Menulis Program CNC. *Jurnal Penelitian Pendidikan VI*, 17.
- Zinser, R, & Lawrenz, F. (2004). New Roles to Meet Industry Needs: A Look at the Advanced Technological Education Program. *Journal of Vocational Education Research*, 29(2), 85-99.

CURICULUM VITAE

Nama Lengkap : Drs. Bernardus Sentot Wijanarka, MT
Nama Kecil : Sentot
Tempat/tanggal lahir : Malang, 6 Oktober 1965

PEKERJAAN

Jabatan : Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Mesin (sejak 1990)
NIP : 19651006 199002 1 001
Lembaga : Fakultas Teknik UNY

ALAMAT : Perumahan Purwomartani Baru Blok C 7 Kalasan
Sleman 55571

DATA AKADEMIK :

1. SD Tahun: 1977 di SD Kanisius Sidowayah 1 Klaten
2. SMP Tahun: 1981 di SMP Pangudi Luhur Klaten
3. SMA Tahun : 1984 di SMA Negeri I Klaten
4. S1 Tahun : 1989 di Prodi Pendidikan T. Mesin IKIP Yogyakarta
5. S2 Tahun: 2001 di Teknik Mesin FT UGM Yogyakarta.

DATA KELUARGA

Nama Ayah : Th. A. Daryoko
Ibu : M.Y. Suprapti

Nama Istri : Theresia Achdiani Sulistyawaningsih
Anak : 2 orang (Yulius Kevin Wijanarka dan Maria Eliza Adriana)

Jabatan yang pernah diemban

1. Tahun 2001- 2004 Jabatan : Kepala Lab. Metrologi Industri FT UNY
2. Tahun 2004-2007 Jabatan : Sekretaris Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY
3. Tahun 2009-2010 Jabatan : Sekretaris Tim Evaluasi Diri FT UNY.

Catatan Tambahan :

Kegiatan akademik selama menempuh S3 (2008- 2012):

1. Mengikuti *Sandwich-like* Program di Ohio State University (September 2010 – Januari 2011).
2. Seminar Nasional mengenai Pembelajaran Kejuruan (4 kali)
3. Seminar/konferensi International mengenai Pendidikan Kejuruan (4 kali)