

Pengaruh *Computer-Assisted Instruction* dan Pengetahuan Awal terhadap Hasil Belajar Teknik Pemesinan CNC

Hijrah Syahputra *

Abstract: *The study examined the effect of computer-assisted instruction and prior knowledge on SMK N 1 Bekasi students' CNC machine learning outcomes, Eleventh grade. This study adopted a treatment by level 2 x 2 design. There are two types of Computer-Assisted Instruction design; Branching and Linear were used as treatment instruments and a CNC machines learning outcomes-Test was used as test instrument. Analysis of Variance (ANOVA) Two Way was used in analyzing data collection. The study has revealed that, there were significant differences in the learning outcomes-test mean scores of CAI-Branching and CAI-Linear, and the Tukey's-test revealed a significant difference between CAI-Branching and CAI-Linear on high prior knowledge group. There was no significant difference in the learning outcomes-test mean scores of low prior knowledge groups taught using CAI-Branching and CAI-Linear.*

Keywords: *computer-assisted instruction, prior knowledge, CNC machine, learning outcomes, branching, linear.*

Abstrak: *Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh computer-assisted instruction dan pengetahuan awal terhadap hasil belajar Teknik Pemesinan CNC siswa SMK N 1 Bekasi, kelas XI. Penelitian ini menerapkan desain treatment by level 2 x 2. Desain computer-assisted instruction terdiri dari 2 jenis; Bercabang dan Linier digunakan sebagai perlakuan dan tes hasil belajar Teknik Pemesinan CNC digunakan sebagai instrumen penelitian. Analisis data menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) dua jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara CAI-Bercabang dengan CAI-Linier, dan uji Tukey menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara CAI-Bercabang dengan CAI-Linier pada kelompok siswa yang berpengetahuan awal tinggi, pada kelompok siswa berpengetahuan awal rendah tidak terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara CAI-Bercabang dengan CAI-Linier.*

Kata kunci: *computer-assisted instruction, pengetahuan awal, Teknik Pemesinan CNC, hasil belajar, bercabang, linier.*

PENDAHULUAN

Mesin CNC (*Computer Numerically Control*) merupakan mesin generasi modern saat ini pada bidang pemesinan (Lynch, 2015:1). Teknisi mesin CNC (*CNC machinist*) bertanggung jawab atas pemrograman, penyetingan, dan menjalankan produksi. Tanggung jawab teknisi mesin CNC berbeda dengan operator CNC, dimana operator CNC hanya mengoperasikan mesin CNC tanpa menyusun pemrograman dan penyetingan mesin. Teknisi mesin CNC membutuhkan kemampuan yang luar biasa dibandingkan dengan teknisi mesin konvensional. Kemampuan luar biasa yang dibutuhkan oleh seorang

teknisi mesin CNC adalah: (1) pengetahuan tentang komputer dan perangkat lunaknya; dan (2) komputer digunakan untuk membuat program, memastikan kebenaran program, dan memindahkan program ke mesin CNC.

Lebih dari 80% perusahaan yang membuat berbagai macam produk memiliki setidaknya 1 (satu) mesin CNC (Lynch dikutip oleh Wijanarka, 2012:1). Hal tersebut mengindikasikan bahwa perusahaan yang berskala kecil, maupun menengah akan terus mengupayakan penyediaan mesin CNC. Dampak dari pertumbuhan penggunaan mesin CNC adalah

* Hijrah Syahputra, Guru SMKN 3 Gorontalo, email: hijrah83muhsin@gmail.com

kebutuhan tenaga kerja sebagai operator dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) khususnya di bidang Teknik Pemesinan perlu mengupayakan proses pembelajaran yang mampu meningkatkan kompetensi siswa di bidang mesin CNC.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa proses pembelajaran di sekolah mengenai kejuruan mengalami hambatan yang disebabkan oleh kurangnya fasilitas (Sugiyono, 2014). Proses pembelajaran menjadi kurang efektif untuk membentuk kompetensi lulusan yang ideal. Guru perlu mencari cara untuk dapat mengelola keadaan yang terbatas menjadi sebuah inspirasi yang produktif dalam mengatasi keterbatasan tersebut. Suka tidak suka, mau tidak mau, guru harus berinovasi dalam memenuhi kebutuhan belajar siswanya. Keterbatasan fasilitas harus dapat dikelola dengan baik sehingga menjadi inspirasi untuk membangun proses pembelajaran yang efektif seperti yang dicontohkan oleh guru-guru teknik di negara Slovenia. Negara Slovenia saat ini mampu membangun proses pembelajaran secara efektif. Ketika institusi pendidikan di negara Slovenia belum mampu menyediakan literatur dan buku petunjuk tentang mesin CNC yang berbahasa Slovenia, guru-guru di negara tersebut mampu mengembangkan imajinasi siswanya dan bahkan berhasil memproduksi menjadi bagian-bagian mekanik pada robot. Guru di negara Slovenia berpendapat bahwa penguasaan dasar-dasar CAD/ CAM/ CNC *software* lebih penting daripada memberikan tugas-tugas rutin lainnya di dalam kelas (Millson dan Jeriè, 2005:23). Hal tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi komputer mampu mendorong siswa untuk aktif dalam belajar dan menjadikan proses pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Hasil observasi terhadap mata pelajaran mesin CNC, menemukan data bahwa pada tahun 2013 terdapat 22,73% siswa tidak lulus dalam mengikuti pelajaran mesin CNC (Lutfi dan Irfa'i, 2015: 40). Tahun 2012, terdapat 11,53%-12% masuk kategori kurang baik (Panuntun dan Sumbodo, 2014: 30). Tahun 2011 terdapat 30% siswa tidak tuntas (Hidayat dan Palupi, 2013: 64). Data-data tersebut menunjukkan bahwa rerata prosentase siswa yang gagal dalam pembelajaran mesin CNC masih tergolong tinggi (21,58%).

programmer pada mesin tersebut.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di Indonesia dewasa ini tumbuh dengan pesat. Teknologi informasi dan komunikasi seperti komputer, laptop, telepon selular, dan perangkat lainnya yang berbasis web seperti, *tablet*, *tabs* dan sejenisnya sudah menjadi milik semua orang. Guru harus mampu memaksimalkan pemanfaatan teknologi tersebut kedalam proses pembelajaran. Teknologi informasi dan komunikasi khususnya komputer yang berintegrasi dengan kurikulum banyak membantu siswa dalam bidang pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan praktis, dalam mata pelajaran matematika dan bahasa. Kemampuan komputer yang dapat memanipulasi gambar-gambar, dan dapat berinteraksi dengan siswa mampu menarik perhatian dan memberikan kemudahan dalam belajar. Media pembelajaran yang dapat membantu guru dalam meningkatkan interaksi, menjadikan pembelajaran lebih menarik, meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran, meningkatkan kualitas pembelajaran, fleksibilitas tempat dan waktu belajar, serta menimbulkan sikap positif siswa terhadap proses pembelajaran menjadi salah satu solusi yang dapat dilakukan saat ini (Prawiladilaga, 2013: 20).

Computer-assisted instruction merupakan salah satu aplikasi fasilitas pembelajaran yang bertujuan membantu siswa untuk belajar. Kemampuan *computer-assisted instruction* yang dapat memfasilitasi siswa dalam melakukan latihan dan praktik, terutama dalam mata pelajaran matematika dan bahasa, menjadi alasan untuk melakukan pengembangan ke dalam mata pelajaran lainnya. Oleh sebab itu, *computer-assisted instuction* dapat dijadikan cara alternatif untuk menjawab tantangan yang dihadapi oleh sekolah kejuruan. Selain *computer-assisted instuction*, perbedaan pengetahuan awal yang relevan dengan mata pelajaran Teknik Pemesinan CNC diduga turut mempengaruhi hasil belajar siswa SMK. Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh *computer-assisted instruction* dan pengetahuan awal siswa yang relevan dengan mata pelajaran Teknik Pemesinan CNC terhadap hasil belajarnya.

Rumusan masalah yang dapat dikemukakan adalah: (1) apakah terdapat

perbedaan hasil belajar Teknik Pemesinan CNC antara yang menggunakan *computer-assisted instruction* jenis bercabang dengan *computer-assisted instruction* jenis linier pada siswa kelas XI Teknik Pemesinan?; (2) apakah terdapat pengaruh interaksi antara *computer-assisted instruction* dan pengetahuan awal siswa terhadap hasil belajar Teknik Pemesinan CNC siswa kelas XI Teknik Pemesinan?; (3) apakah terdapat perbedaan hasil belajar Teknik Pemesinan CNC pada siswa kelas XI Teknik Pemesinan yang memiliki kemampuan awal tinggi, antara yang menggunakan *computer-assisted instruction* jenis bercabang dengan *computer-assisted instruction* jenis linier?; dan (4) apakah terdapat perbedaan hasil belajar Teknik Pemesinan CNC pada siswa kelas XI Teknik Pemesinan yang memiliki kemampuan awal rendah, antara yang menggunakan *computer-assisted instruction* jenis bercabang dengan *computer-assisted instruction* jenis linier?

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran pembelajaran Teknik Pemesinan CNC yang berbantuan komputer, dimana terdapat 2 jenis desain yang digunakan yakni Bercabang dan Linier. Selain itu, dapat memberikan gambaran pengaruh pengetahuan awal siswa tentang Teknik Pemesinan CNC terhadap hasil belajarnya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh data secara empiris mengenai pengaruh *computer-assisted instruction* (yang terdiri dari 2 (dua) jenis desain, yakni CAI-Bercabang sebagai kelas eksperimen dan CAI-Linier sebagai kelas kontrol) dan pengetahuan awal siswa terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Teknik Pemesinan CNC Kelas XI.

Hasil Belajar Teknik Pemesinan CNC

Hergenhahn dan Olson (2014: 8), berpendapat bahwa belajar adalah perubahan perilaku atau potensi perilaku yang relatif permanen yang berasal dari pengalaman dan tidak bisa dinisbahkan ke keadaan tubuh yang temporer (*temporary body states*) seperti keadaan yang disebabkan oleh sakit, kelelahan, atau obat-obatan. Woolfolk (2007: 206) mendefinisikan belajar sebagai perubahan yang relatif permanen pada pengetahuan atau perilaku individu yang disebabkan oleh pengalaman.

Driscoll dalam Slavin (2008: 179), menyatakan bahwa belajar merupakan perubahan dalam diri seseorang yang disebabkan oleh pengalaman. Pengalaman dan perubahan perilaku merupakan kata-kata inti yang dapat digunakan untuk memahami arti kata belajar.

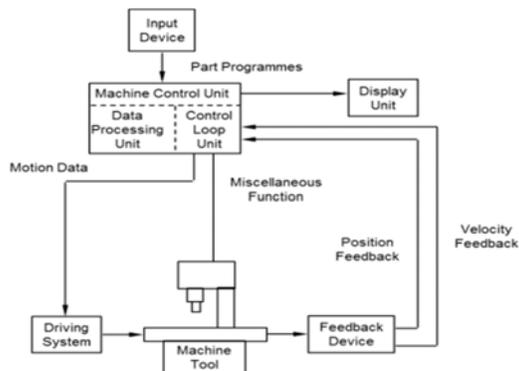
Tidak semua pengalaman masuk dalam kategori proses belajar. Untuk dapat dikatakan sebagai belajar, individu memiliki pengalaman melalui interaksi seseorang dengan lingkungannya. Pengalaman yang disebabkan oleh kematangan, seperti pertumbuhan tinggi badan, atau berubah, atau perubahan yang diakibatkan oleh rasa sakit, lelah, atau lapar juga bukan termasuk kategori belajar. Banyak teori-teori yang dikemukakan oleh para ahli untuk menjelaskan istilah belajar. Teori psikologi merupakan salah satu teori yang menjadi dasar dalam mengembangkan teori belajar tersebut. Dari berbagai teori psikologi yang ada, teori tentang belajar dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) aliran, yaitu: (1) behaviorisme (penguatan); (2) kognitivisme (kognitif); (3) Konstruktivisme (mengkonstruksi pengetahuan; dan (4) psikologi sosial (lingkungan).

Hasil belajar adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya. Gagné menyebut hasil belajar dengan istilah kapabilitas. Kapabilitas terbentuk setelah terjadinya proses belajar bukan hasil dari pertumbuhan. Gagné mengkategorikan kapabilitas dalam 5 (lima) kawasan, yaitu: (1) informasi verbal; (2) keterampilan intelektual; (3) strategi kognitif; (4) sikap; dan (5) keterampilan motoris. Bloom dalam taksonominya membagi hasil belajar dalam 3 (tiga) kawasan, yaitu: (1) kawasan kognitif; (2) kawasan afektif; dan (3) kawasan Psikomotor.

Hasil belajar memiliki beragam bentuk yang dapat diamati, tetapi terdapat hal yang paling penting untuk mencapai hasil belajar yang bermakna, yakni kemampuan siswa untuk mengingat, kemampuan memahami, dan kemampuan menggunakan apa yang sudah dipelajari (Anderson dan Krathwohl, 2010: 94). Mengingat atau mengetahui tentang pengetahuan tertentu dan mampu mengembangkan kemampuan intelektual serta keterampilan berpikir merupakan tujuan pendidikan yang menurut Bloom termasuk dalam kawasan kognitif. Dimensi proses kognitif menurut Bloom yang telah direvisi oleh Anderson dan Krathwohl meliputi enam kategori, yaitu: (1)

Mengingat; (2) memahami; (3) mengaplikasikan; (4) menganalisis; (5) mengevaluasi; dan (6) mencipta. Keenam kategori tersebut bersifat hierarkis, dimulai dari jenjang yang paling sederhana yaitu mengingat hingga ke jenjang yang lebih kompleks yaitu mencipta.

Mesin CNC merupakan suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (perintah gerakan yang menggunakan angka dan huruf). Prinsip dasar mesin CNC adalah *programmer* memasukan data *numeric* pada *input device*. *Machine Control Unit* akan memproses data tersebut dan melakukan pengendalian pada putaran mesin, kemudian memberikan data pergerakan pada *Machine Tool* melalui *Driving System*. Pengendali juga memberikan informasi ke *Display Unit* agar dapat dibaca oleh *programmer*. *Machine Tool* akan memberikan informasi tentang posisi dan kecepatan komponen yang bergerak melalui *Feedback Device* ke bagian *Machine Control Unit* untuk dikendalikan. Sebagai contoh: apabila pada layar monitor mesin ditulis M03 maka spindel utama mesin akan berputar, dan apabila ditulis M05 maka spindel utama mesin akan berhenti berputar. Agar lebih jelas lihat gambar 1.



Gambar 1. Prinsip Kerja Mesin CNC

Berdasarkan jenis mesinnya, pembelajaran mesin CNC tingkat dasar dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu Mesin CNC *Two Axis* atau yang lebih dikenal dengan Mesin Bubut (*Lathe Machine*) dan Mesin CNC *Three Axis* atau yang lebih dikenal dengan Mesin Frais (*Milling Machine*) (Widarto, 2008: 311). Mesin CNC 2 (dua) sumbu mempunyai prinsip gerak pada alat potong seperti halnya gerakan alat potong pada Mesin Bubut konvensional, yaitu bergerak ke arah melintang dan horizontal dengan sistem koordinat sumbu X dan Z. Prinsip kerjanya juga sama dengan Mesin Bubut

konvensional yaitu benda kerja yang dipasang pada cekam yang bergerak berputar sedangkan alat potong bergerak linear.

Pembelajaran mesin CNC di SMK setidaknya memiliki 2 (dua) tujuan kompetensi yang akan dicapai oleh siswa, yaitu mengoperasikan mesin CNC dan memrogram mesin CNC. Kompetensi tentang memrogram merupakan kompetensi yang membedakan antara mesin CNC dengan mesin konvensional/manual. Krar dan Gill (1990: 94) menjelaskan bahwa pemrograman mesin CNC terbentuk dalam suatu format yang terdiri dari susunan huruf dan angka, kemudian format (kode) tersebut memerintahkan unit pengendali mesin untuk melaksanakan fungsi pemesinannya, seperti memberikan petunjuk tentang jarak, kecepatan pemotongan, kecepatan putaran mesin dan lain-lain. Memprogram mesin CNC merupakan aktivitas menulis kalimat program/kode-kode yang telah distandarisasi pada lembar program, yang kemudian diinput kedalam komputer mesin. Kegiatan penyusunan program diawali dengan menggambar desain kontur yang akan diproses pada mesin CNC.

Belajar tentang Teknik Pemesinan CNC setidaknya terdapat 2 (dua) standar kompetensi yang harus dicapai, yaitu mengoperasikan dan memrogram. Mengoperasikan mesin CNC berkaitan dengan kemampuan siswa dalam melaksanakan prosedur pengoperasian mesin sesuai standar yang ada pada mesin. Memrogram mesin CNC merupakan kemampuan siswa dalam menyusun bahasa pemrograman yang dapat dimengerti oleh unit pengendali mesin. Pengetahuan konsep tentang mesin CNC harus dicapai terlebih dahulu sebelum mencapai kemampuan dalam mengoperasikan dan memrogram mesin tersebut. Oleh karena itu, pembelajaran mesin CNC lebih cenderung pada penguatan tentang pengetahuan dibandingkan keterampilan.

Peranan proses kognitif begitu penting untuk optimalisasi hasil belajar Teknik Pemesinan CNC. Belajar tentang Teknik Pemesinan CNC tidak hanya menuntut siswa untuk selalu mengingat informasi yang diperoleh, tetapi juga dituntut untuk memahami dan menggunakan informasi yang sudah diterima. Contoh, siswa dapat mengoperasikan mesin CNC sesuai prosedur standar operasi. Kemampuan mengoperasikan tidak hanya melibatkan gerak motorik semata, tetapi sebelum itu, terdapat beberapa tahapan yang terjadi. Tahapan-tahapan sebelum proses

keterampilan motoris terjadi pada individu adalah adanya proses kognitif, seperti kemampuan dalam mengingat, mengklasifikasi, mengombinasi, dan menganalisis, serta kemampuan dalam mengelola proses tersebut sehingga mampu memecahkan permasalahan yang dihadapinya.

Hasil belajar Teknik Pemesinan CNC dapat diukur pada kawasan kognitif. Guru terlebih dahulu menentukan tujuan pembelajaran untuk memudahkan proses klasifikasi hasil belajar pada kawasan kognitif. Tujuan pembelajaran yang ditetapkan meliputi proses memahami fakta dan konsep, proses memanfaatkan kemampuan intelektual, dan kesempatan untuk mengembangkan strategi kognitifnya. Berdasarkan pembahasan tersebut, dapat dijelaskan bahwa hasil belajar teknik Pemesinan CNC adalah kemampuan kognitif siswa dalam pemrograman mesin CNC setelah melalui proses pembelajaran.

Computer-Assisted Instruction

Computer-assisted instruction adalah suatu sistem penyampaian materi pelajaran yang berbasis mikroprosesor yang pelajarannya dirancang dan diprogram kedalam sistem tersebut (Arsyad, 2007: 35). Kemp dan Dayton (1985: 40) menyatakan bahwa, *Computer-based instruction* (CBI) merujuk pada semua aplikasi teknologi komputer dalam proses pembelajaran, termasuk di dalamnya menggunakan komputer untuk penyajian informasi, tutorial, menyediakan latihan-latihan yang dapat mengembangkan keterampilan, proses simulasi, dan memanipulasi data untuk memecahkan masalah. Roblyer dan Doering (2013: 77) menyebut *computer-assisted instruction* (CAI) dengan sebutan *courseware* yang merupakan bentuk aplikasi dari *software* pembelajaran. *Software* pembelajaran merupakan pengertian umum yang digunakan pada suatu program komputer yang telah didisain secara khusus untuk menyampaikan atau membantu pesan-pesan dalam suatu topik pembelajaran. *Computer-assisted instruction* memiliki 5 (lima) fungsi, yaitu: (1) *Drill and Practice*; (2) *Tutorial*; (3) *Simulation*; (4) *Instructional Game*; dan (5) *Problem Solving*.

Belajar menggunakan *computer-assisted instruction* akan efektif jika desain tahapan pembelajaran ditentukan sesuai dengan karakteristik belajar siswa. Siswa dapat belajar

seperti sedang menonton film atau televisi, dimana siswa menyaksikan dan memperoleh informasi dari awal sampai akhir. Siswa juga dapat belajar sesuai dengan kendalinya untuk memperoleh informasi. Urutan pembelajaran tersebut, oleh Vaughan disebut dengan istilah linier, dan nonlinier (Vaughan, 2012: 2). Jauh sebelum itu, Kemp dan Dayton (1985: 249) membagi 2 jenis disain dan *flow chart* urutan pembelajaran yang berbasis komputer, yaitu: *linear program*; dan *branching program*.

Berdasarkan pembahasan yang telah dikemukakan, dapat dijelaskan bahwa *computer-assisted instruction* merupakan pembelajaran yang memanfaatkan perangkat komputer dan *software* tertentu sebagai penyimpan materi, penyaji materi, penyedia latihan-latihan dan tes untuk siswa, dimana urutan pembelajarannya dapat didesain secara bercabang (*branching*) maupun linier (*linear*).

Hannafin dan Peck (1988: 121) menyatakan, bahwa *computer-assisted instruction* bercabang merujuk pada kapasitas pelajaran yang dapat dilewati atau kembali, sesuai dengan keinginan siswa. *Computer-assisted instruction* bercabang memungkinkan siswa “*slower learners*” untuk kembali ke pembelajaran sebelumnya, dan siswa “*faster learners*” dapat melompati materi yang telah dikuasai.

Computer-assisted instruction Linier tidak disarankan untuk siswa dengan kemampuan yang berbeda-beda. (Schwier, dan Misanchuk, 1993: 197-201). *Computer-assisted instruction* linier disarankan untuk siswa yang memiliki kemampuan yang setara. Langkah-langkah proses pembelajaran yang menggunakan *computer-assisted instruction* linier dilaksanakan secara berurutan, searah, dan telah ditentukan sebelumnya. Format pembelajarannya lebih sederhana, mudah untuk diprogram, tetapi tidak interaktif. *Computer-assisted instruction* linier tidak menyediakan beberapa pilihan petunjuk tentang materi yang diinginkan siswa.

Pengetahuan Awal

Biemans dan Simons yang dikutip oleh Campbell (2009: 9) memaknai pengetahuan awal sebagai semua pengetahuan yang dimiliki siswa ketika memasuki lingkungan belajar dimana pengetahuan tersebut berpotensi relevan untuk memperoleh pengetahuan baru. Gagné dalam Gredler (2013: 210) menyebut pengetahuan awal dengan sebutan kapabilitas

awal yang berarti materi mentah yang menjadi bahan yang menjadi garapan pembelajaran. Jika ditinjau dari perspektif kognitif, siswa belajar dengan cara mengintegrasikan informasi yang baru yang tersimpan dalam memori jangka pendek dengan pengetahuan awalnya yang tersimpan dalam memori jangka panjang. Esensi dari belajar adalah menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan awal dan membuat jaringan koneksi ke dalam dunia nyata atau konteks pembelajaran (Reigeluth, Banathy, dan Olson, 1993: 327) .

Mengidentifikasi tingkat pengetahuan awal merupakan hal yang sangat penting dalam pembelajaran. Secara tidak langsung pengetahuan awal turut mempengaruhi hasil proses belajar dalam diri individu. Mengidentifikasi pengetahuan awal atau disebut dengan kemampuan prasyarat (*prerequisite competencies*), atau bisa disebut dengan *entry behaviour*, maka perlu diberikan pertanyaan informal seperti menanyakan tentang topik-topik tertentu di dalam ruang kelas, atau dapat berupa tes formal seperti tes tertulis yang telah dikembangkan sebelumnya (Yaumi, 2013; 123-124).

Pengetahuan awal merupakan tingkatan kemampuan kognitif siswa tentang teknik penggunaan perkakas tangan, teknik penggunaan alat ukur, teknik menggambar mesin, dan teknik pembubutan manual yang telah dimilikinya sebelum proses pembelajaran Teknik Pemesinan CNC.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Negeri 1 Kota Bekasi yang berlokasi di Provinsi Jawa Barat, Kecamatan Bekasi Barat. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen (Ary, 2010: 265). Metode eksperimen merupakan cara untuk melihat pengaruh yang terjadi pada variabel terikat setelah diberikan perlakuan pada kelompok eksperimen dan membandingkannya dengan kelompok kontrol. Metode eksperimen menekankan adanya manipulasi pada salah satu variabel bebasnya, yaitu *computer-assisted instruction*. Variabel atribut pada penelitian ini adalah pengetahuan awal. Pada variabel atribut peneliti tidak melakukan tindakan manipulasi pada subyek penelitian.

Desain penelitian ini menggunakan desain penelitian *treatment by level 2 x 2*.

Alasan menggunakan desain tersebut karena terdapat dua jenis perlakuan pada variabel bebas. Peneliti juga mengontrol variabel atribut yang terdiri dari 2 level, dimana variabel tersebut berpotensi memberikan pengaruh pada variabel terikat. Variabel-variabel pada penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut: (1) variabel terikat adalah hasil belajar Teknik Pemesinan CNC; (2) *computer-assisted instruction* (A) merupakan variabel bebas atau variabel perlakuan. Variabel perlakuan diklasifikasikan menjadi 2 (dua), yaitu *computer-assisted instruction* bercabang (A₁), dan *computer-assisted instruction* linier (A₂); (3) pengetahuan awal (B) sebagai variabel atribut. Variabel atribut diklasifikasikan menjadi 2 (dua), yaitu pengetahuan awal tinggi (B₁), dan pengetahuan awal rendah (B₂).

Berdasarkan penjelasan tentang variabel-variabel penelitian seperti tersebut di atas, dapat dijelaskan bentuk desain *treatment by level 2 x 2* pada tabel 1.

Tabel 1. Desain *Treatment by Level 2 x 2*

| Pengetahuan Awal (B) | CAI (A) | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
| | Bercabang (A ₁) | Linier (A ₂) |
| Pengetahuan awal tinggi (B ₁) | A ₁ B ₁ | A ₂ B ₁ |
| Pengetahuan awal rendah (B ₂) | A ₁ B ₂ | A ₂ B ₂ |

Populasi target pada penelitian ini adalah seluruh siswa SMK Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan di Kota Bekasi. Populasi terjangkau adalah seluruh siswa yang terdaftar pada kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 1 Kota Bekasi tahun pelajaran 2015-2016 yang berjumlah 64 siswa.

Menentukan jumlah sampel pada kelas eksperimen (menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang) dan kelas kontrol (menggunakan *computer-assisted instruction* linier) dengan cara *random sampling* (Denscombe, 2007: 13-14), diperoleh masing-masing kelas sebanyak 18 siswa.

Peneliti mengendalikan validitas internal dan eksternal selama perlakuan. Validitas internal dari suatu eksperimen adalah sejauh mana variabel asing telah dikendalikan oleh peneliti, sehingga efek yang diamati dapat dikaitkan semata-mata untuk variabel perlakuan, sedangkan validitas eksternal pada penelitian eksperimen adalah sejauh mana temuan-temuan

pada sebuah eksperimen dapat diterapkan pada individu dan *setting* lainnya yang diteliti. (Gall, Gall, dan Borg, 2007: 383-388).

Teknik pengumpulan data hasil belajar dan tingkat pengetahuan awal siswa menggunakan instrumen dalam bentuk tes pilihan ganda yang telah dikembangkan dan telah diuji validitas maupun reliabilitasnya.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis data dengan statistika deskriptif, dan statistika inferensial (uji *Anava* dua jalur). Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan analisis (normalitas dan homogenitas).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Analisis hasil belajar Teknik Pemesinan CNC untuk kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang menunjukkan bahwa skor maksimum yang diperoleh siswa adalah 25 dari skor maksimum teoritik 27, skor minimumnya adalah 12 dari skor minimum teoritik 0, didapat rentangan skor perolehan siswa adalah 13. Skor rata-rata 18,89, median 19, modus 19, dan standar deviasi 3,69. Terdapat 7 siswa (38,9%) yang berada pada skor rata-rata, 6 siswa (33,3%) di bawah skor rata-rata, dan 5 siswa (27,8%) di atas skor rata-rata.

Analisis hasil belajar Teknik Pemesinan CNC untuk kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* linier menunjukkan bahwa skor maksimum yang diperoleh siswa adalah 23 dari skor maksimum teoritik 27, skor minimumnya adalah 12 dari skor minimum teoritik 0, didapat rentangan skor perolehan siswa adalah 11. Skor rata-rata 16,94, median 17, modus 18, dan standar deviasi 3,28. Terdapat 6 siswa (33,3%) yang berada pada skor rata-rata, 8 siswa (44,5%) di bawah skor rata-rata, dan 4 siswa (22,2%) di atas skor rata-rata.

Analisis hasil belajar Teknik Pemesinan CNC untuk kelompok siswa yang berpengetahuan awal tinggi menunjukkan bahwa skor maksimum yang diperoleh siswa adalah 25 dari skor maksimum teoritik 27, skor minimumnya adalah 12 dari skor minimum teoritik 0, didapat rentangan skor perolehan siswa adalah 13. Skor rata-rata 18,06, median 18, modus yang diperoleh adalah 12, 14, 18, 20 dan 25, serta standar deviasi 4,28. Terdapat 5 siswa (27,8%) yang berada pada skor rata-rata, 8

siswa (44,5%) di bawah skor rata-rata, dan 5 siswa (27,8%) di atas skor rata-rata.

Analisis hasil belajar Teknik Pemesinan CNC untuk kelompok siswa yang berpengetahuan awal rendah menunjukkan bahwa skor maksimum yang diperoleh siswa adalah 23 dari skor maksimum teoritik 27, skor minimumnya adalah 12 dari skor minimum teoritik 0, didapat rentangan skor perolehan siswa adalah 11. Skor rata-rata 17,78, median 18, modus yang diperoleh adalah 17, 18, dan 19, serta standar deviasi 2,84. Terdapat 9 siswa (50,0%) yang berada pada skor rata-rata, 5 siswa (27,8%) di bawah skor rata-rata, dan 4 siswa (22,2%) di atas skor rata-rata.

Analisis hasil belajar Teknik Pemesinan CNC untuk kelompok siswa yang berpengetahuan awal tinggi dan menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang menunjukkan bahwa skor maksimum yang diperoleh siswa adalah 25 dari skor maksimum teoritik 27, skor minimumnya adalah 18 dari skor minimum teoritik 0, didapat rentangan skor perolehan siswa adalah 7. Skor rata-rata 21,56, median 21, modus yang diperoleh adalah 20, dan 25, serta standar deviasi 2,60. Terdapat 1 siswa (11,1%) yang berada pada skor rata-rata, 5 siswa (55,6%) di bawah skor rata-rata, dan 4 siswa (44,4%) di atas skor rata-rata.

Analisis hasil belajar Teknik Pemesinan CNC untuk kelompok siswa yang berpengetahuan awal rendah dan menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang menunjukkan bahwa skor maksimum yang diperoleh siswa adalah 19 dari skor maksimum teoritik 27, skor minimumnya adalah 12 dari skor minimum teoritik 0, didapat rentangan skor perolehan siswa adalah 7. Skor rata-rata 16,22, median 17, modus yang diperoleh adalah 17, dan 19, serta standar deviasi 2,49. Terdapat 3 siswa (33,3%) yang berada pada skor rata-rata, 3 siswa (33,4%) di bawah skor rata-rata, dan 3 siswa (33,3%) di atas skor rata-rata.

Analisis hasil belajar Teknik Pemesinan CNC untuk kelompok siswa yang berpengetahuan awal tinggi dan menggunakan *computer-assisted instruction* linier menunjukkan bahwa skor maksimum yang diperoleh siswa adalah 18 dari skor maksimum teoritik 27, skor minimumnya adalah 12 dari skor minimum teoritik 0, didapat rentangan skor perolehan siswa adalah 6. Skor rata-rata 14,56, median 14, modus yang diperoleh adalah 12, dan 14, serta standar deviasi 2,13. Terdapat 3 siswa (33,3%) yang berada pada skor rata-rata, 3 siswa (33,3%)

di bawah skor rata-rata, dan 3 siswa (33,4%) di atas skor rata-rata.

Analisis hasil belajar Teknik Pemesinan CNC untuk kelompok siswa yang berpengetahuan awal rendah dan menggunakan *computer-assisted instruction* linier menunjukkan bahwa skor maksimum yang diperoleh siswa adalah 23 dari skor maksimum teoritik 27, skor minimumnya adalah 16 dari skor minimum teoritik 0, didapat rentangan skor perolehan siswa adalah 7. Skor rata-rata 19,33, median 19, modus yang diperoleh adalah 18, serta standar deviasi 2,35. Terdapat 3 siswa (33,3%) yang berada pada skor rata-rata, 2 siswa (22,2%) di bawah skor rata-rata, dan 4 siswa (44,4%) di atas skor rata-rata. Rekapitulasi analisis statistik deskriptif hasil belajar Teknik Pemesinan CNC dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Analisis Statistik Deskriptif Hasil Belajar Teknik Pemesinan CNC

| Ke-lompok | n | R | \bar{X} | Me | Mo | SD |
|-------------------------------|----|----|-----------|----|----|------|
| A ₂ | 18 | 13 | 18,89 | 19 | 19 | 3,69 |
| A ₂ | 18 | 11 | 16,94 | 17 | 18 | 3,28 |
| B ₁ | 18 | 13 | 18,06 | 18 | 18 | 4,28 |
| B ₂ | 18 | 11 | 17,78 | 18 | 17 | 2,84 |
| A ₁ B ₁ | 9 | 7 | 21,56 | 21 | 25 | 2,60 |
| A ₁ B ₂ | 9 | 7 | 16,22 | 17 | 17 | 2,49 |
| A ₂ B ₁ | 9 | 6 | 14,56 | 14 | 12 | 2,13 |
| A ₂ B ₂ | 9 | 7 | 19,33 | 19 | 18 | 2,35 |

Uji normalitas data hasil belajar Teknik Pemesinan CNC dilakukan pada 8 (delapan) kelompok siswa, yaitu: (1) kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang (A₁); (2) kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* linier (A₂); (3) kelompok siswa yang berpengetahuan awal tinggi (B₁); (4) kelompok siswa yang berpengetahuan awal rendah (B₂); (5) kelompok siswa yang berpengetahuan awal tinggi dan menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang (A₁B₁); (6) kelompok siswa yang berpengetahuan awal rendah dan menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang (A₁B₂); (7) kelompok siswa yang berpengetahuan awal tinggi dan menggunakan *computer-assisted instruction* linier (A₂B₁); dan (8) kelompok siswa yang berpengetahuan awal rendah dan menggunakan *computer-assisted instruction* linier (A₂B₂).

Untuk melakukan uji hipotesis, maka data dari delapan kelompok di atas harus dilakukan uji normalitas. Uji normalitas merupakan persyaratan yang harus dipenuhi dalam penelitian eksperimen. Rangkuman hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rangkuman Hasil Uji Normalitas

| Kelompok | n | L _{hitung} | L _{tabel} | Keterangan |
|-------------------------------|----|---------------------|--------------------|------------|
| A ₁ | 18 | 0,104 | 0,200 | Normal |
| A ₂ | 18 | 0,096 | 0,200 | Normal |
| B ₁ | 18 | 0,106 | 0,200 | Normal |
| B ₂ | 18 | 0,111 | 0,200 | Normal |
| A ₁ B ₁ | 9 | 0,169 | 0,271 | Normal |
| A ₁ B ₂ | 9 | 0,132 | 0,271 | Normal |
| A ₂ B ₁ | 9 | 0,159 | 0,271 | Normal |
| A ₂ B ₂ | 9 | 0,160 | 0,271 | Normal |

Uji homogenitas varians data hasil belajar Teknik Pemesinan CNC dilakukan dengan 2 teknik, yakni uji F dan uji *Bartlett*. Uji F digunakan untuk menguji homogenitas data pada kelompok A₁ dan A₂, serta kelompok B₁ dan B₂. Uji *Bartlett* digunakan untuk menguji homogenitas data pada 4 kelompok, yakni A₁B₁, A₁B₂, A₂B₁, dan A₂B₂. Rangkuman uji homogenitas dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rangkuman Hasil Perhitungan Uji Homogenitas

| Kelompok | Hasil Perhitungan | | Keterangan |
|--|--|--|------------|
| A ₁ dan A ₂ | F _{hitung} = 1,27 | F _{tabel} = 2,28 | Homogen |
| B ₁ dan B ₂ | F _{hitung} = 2,27 | F _{tabel} = 2,28 | Homogen |
| A ₁ B ₁ , A ₁ B ₂ , A ₂ B ₁ , dan A ₂ B ₂ | χ ² _{hitung} = 0,356 | χ ² _{tabel} = 7,81 | Homogen |

Uji persyaratan analisis berkesimpulan bahwa data berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen. Memperhatikan hasil uji persyaratan analisis, maka pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji *Anava* dua jalur. Rangkuman hasil perhitungan uji *Anava* dua jalur dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rangkuman Hasil Perhitungan Uji *Anava* Dua Jalur

| Sumber Varians | db | JK | RJK | F _{hitung} | F _{tabel} |
|-----------------|----|--------|--------|---------------------|--------------------|
| Antar Kolom (A) | 1 | 34,03 | 34,03 | 5,918 | 4,15 |
| Antar Baris (B) | 1 | 0,69 | 0,69 | 0,121 | 4,15 |
| Interaksi (I) | 1 | 230,03 | 230,03 | 40,005 | 4,15 |
| Dalam | 32 | 184,00 | 5,75 | | |
| Total Direduksi | 35 | 448,75 | | | |

Perhitungan uji *Anava* dua jalur pada sumber varians antar kolom (A) menunjukkan bahwa $F_{hitung} = 5,918$ lebih besar dari $F_{tabel} = 4,15$ pada $\alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat perbedaan hasil belajar Teknik Pemesinan CNC yang signifikan antara kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang dengan kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* linier. Perhitungan uji *Anava* dua jalur pada sumber varians interaksi (I) menunjukkan bahwa $F_{hitung} = 40,005$ lebih besar dari $F_{tabel} = 4,15$ pada $\alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat interaksi yang sangat signifikan antara *computer-assisted instruction* dan pengetahuan awal terhadap hasil belajar Teknik Pemesinan CNC. Hasil perhitungan menggunakan uji *Tukey* menunjukkan bahwa harga $Q_{hitung} = 8,76$ lebih besar dari $Q_{tabel} = 3,95$, pada $\alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak, yang berarti bahwa kelompok siswa berpengetahuan awal tinggi, memiliki hasil belajar Teknik Pemesinan CNC lebih baik jika menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang dibandingkan *computer-assisted instruction* linier. Hasil perhitungan menggunakan uji *Tukey* menunjukkan bahwa harga $Q_{hitung} = 3,89$ lebih kecil dari $Q_{tabel} = 3,95$, pada $\alpha = 0,05$, maka H_0 diterima, yang berarti bahwa pada kelompok siswa berpengetahuan awal rendah, hasil belajar Teknik Pemesinan CNC tidak ada perbedaan baik yang menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang maupun *computer-assisted instruction* linier.

PEMBAHASAN

Hipotesis Pertama

Hasil pengujian hipotesis pertama menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar Teknik Pemesinan CNC antara kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang dengan kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* linier. Pengujian tersebut menunjukkan bahwa hasil belajar Teknik Pemesinan CNC kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* linier. Hasil perhitungan statistik tersebut sesuai dengan teori belajar konstruktivisme bahwa proses belajar tidak hanya sekedar menerima dan memproses

informasi, tetapi siswa juga berperan aktif dalam membangun pengetahuannya (Woolfolk, 2007: 334). Desain *computer-assisted instruction* yang mampu memfasilitasi siswa dalam membangun pengetahuannya sesuai karakteristik belajar masing-masing dapat dikatakan sebagai desain yang efektif.

Karakteristik pembelajaran Teknik Pemesinan CNC menuntut siswa untuk mengingat kembali informasi yang diperoleh, kemudian dituntut juga untuk memahaminya dan mengaplikasikan informasi tersebut secara kreatif. Kreativitas dan pemahaman yang tinggi akan membangkitkan motivasi belajar siswa dan berdampak pada hasil belajar yang tinggi. Hal tersebut dapat diwujudkan dengan menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang, yakni siswa diberikan pilihan informasi sesuai dengan kebutuhan dan kondisinya dalam proses pembelajaran (Roblyer dan Doering, 2013: 87). *Computer-assisted instruction* bercabang memfasilitasi perbedaan kemampuan yang dimiliki siswa, sehingga siswa mampu meningkatkan motivasi belajarnya. Siswa yang memiliki kemampuan tinggi dapat melompati materi yang sudah dikuasai, sedangkan siswa yang belum memiliki kemampuan pada materi tertentu dapat mempelajarinya kembali.

Berbeda dengan *computer-assisted instruction* linier yang cenderung membatasi siswa dalam menerima informasi dan tanpa memperhatikan kondisi siswa dalam proses pembelajaran (Alessi dan Trollip, 1985: 119). Langkah-langkah pembelajaran yang menggunakan *computer-assisted instruction* linier dilakukan secara berurutan, searah, dan telah ditentukan sebelumnya. Siswa yang memiliki kemampuan tinggi tidak dapat melompati materi yang sudah dikuasai, sedangkan siswa yang belum memiliki kemampuan pada materi tertentu tidak dapat mengulang kembali. Pembelajaran menjadi tidak efisien dalam memanfaatkan alokasi waktu belajar. Pembelajaran menjadi cenderung monoton, karena siswa tidak diberi kebebasan untuk membangun pengetahuannya sendiri.

Hipotesis Kedua

Hasil pengujian hipotesis kedua menyimpulkan bahwa terdapat interaksi antara *computer-assisted instruction* dengan kemampuan awal terhadap hasil belajar Teknik Pemesinan CNC. Siswa yang berpengetahuan

awal tinggi memiliki hasil belajar Teknik Pemesinan CNC lebih tinggi dibandingkan siswa yang berpengetahuan awal rendah jika menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang. Apabila menggunakan *computer-assisted instruction* linier, siswa yang berpengetahuan awal tinggi memiliki hasil belajar Teknik Pemesinan CNC cenderung lebih kecil dari pada siswa yang berpengetahuan awal rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil belajar Teknik Pemesinan CNC dipengaruhi oleh jenis *computer-assisted instruction* dan juga kondisi pengetahuan awal yang dimiliki oleh siswa.

Pitler, Hubbel, dan Kuhn (2012: 4) berpendapat bahwa kelebihan *computer-assisted instruction*, yakni *computer-assisted instruction* mampu memotivasi siswa, mampu memberikan umpan balik, menyediakan fasilitas belajar sesuai kondisi siswa, dan menyediakan lingkungan belajar yang melibatkan banyak indera (gambar, suara, dan simbol). Reigeluth, Banathy, dan Olson (1993: 327) berpendapat tentang peranan pengetahuan awal (*prior knowledge*), yakni Esensi dari belajar adalah menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan awal dan membuat jaringan koneksi ke dalam dunia nyata atau konteks pembelajaran. Dua pendapat ahli tersebut mendukung hasil pengujian statistik bahwa terdapat interaksi antara *computer-assisted instruction* dan pengetahuan awal terhadap hasil belajar Teknik Pemesinan CNC.

Hipotesis Ketiga

Hasil pengujian hipotesis ketiga menyimpulkan bahwa kelompok siswa berpengetahuan awal tinggi, hasil belajar Teknik Pemesinan CNC lebih baik jika menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang dibandingkan *computer-assisted instruction* linier. Belajar akan lebih efektif jika siswa mampu mengintegrasikan kata-kata dan gambaran ilustrasi yang masuk dalam memori dengan pengetahuan lainnya dan yang telah ada sebelumnya (Clark, dan Mayer, 2008: 35). Proses pembelajaran dalam perspektif kognitif ini, menekankan pada proses pengintegrasian antara pengetahuan awal dengan pengetahuan baru yang diperoleh siswa.

Siswa pada prinsipnya memiliki dasar-dasar pengetahuan untuk dihubungkan dengan informasi baru sehingga dapat mengkonstruksi

kedua pengetahuan tersebut guna memaksimalkan hasil belajarnya. Proses pengintegrasian akan mudah terjadi jika sesuai dengan karakteristik belajar siswa dan lingkungan belajarnya. Siswa yang berpengetahuan awal tinggi akan memiliki hasil belajar teknik Pemesinan CNC yang tinggi pula jika menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang.

Hipotesis Keempat

Hasil pengujian hipotesis keempat menyimpulkan bahwa kelompok siswa berpengetahuan awal rendah, hasil belajar Teknik Pemesinan CNC tidak ada perbedaan baik yang menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang maupun *computer-assisted instruction* linier. Hipotesis yang menyatakan bahwa siswa yang berpengetahuan awal rendah, memiliki hasil belajar Teknik Pemesinan CNC tidak lebih baik jika diberikan *computer-assisted instruction* bercabang dibandingkan *computer-assisted instruction* linier tidak teruji secara statistik.

Penyebab tidak terujinya hipotesis penelitian diakibatkan karena karakteristik *computer-assisted instruction* bercabang dapat membantu siswa yang berpengetahuan awal rendah. Penggunaan *computer-assisted instruction* bercabang pada kelompok siswa yang berpengetahuan awal rendah akan lebih bermakna dalam proses pembelajaran. Siswa yang berpengetahuan awal rendah dapat mencari pengetahuan yang sesuai dengan pengetahuan yang ada dalam memori jangka panjangnya. Siswa juga dapat mengulang-ulang kembali pelajaran yang diinginkan sampai pengetahuan yang diinginkannya diperoleh. Karena adanya proses *selecting and integrating* (Mayer, 2009: 57) pada siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang, maka hasil belajar siswa yang berpengetahuan awal rendah dapat lebih baik dibandingkan dengan kelompok siswa yang menggunakan *computer-assisted instruction* linier.

Penelitian ini menguji tentang pengaruh *computer-assisted instruction* dan pengetahuan awal terhadap hasil belajar Teknik Pemesinan CNC pada siswa SMK kelas XI. Terdapat 4 (empat) hipotesis yang diuji, 3 (tiga) hipotesis teruji dan sisanya hipotesis penelitian yang diajukan yang tidak teruji. Penelitian ini dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan

berpedoman pada metodologi penelitian tentang eksperimen, akan tetapi tidak menutup kemungkinan terdapat keterbatasan dalam praktiknya. Keterbatasan penelitian ini adalah tidak dapat diterapkan pada materi yang susunan kompetensinya bersifat hirarkis. Penelitian ini dapat digeneralisir hanya pada materi yang bukan bersifat hirarkis, atau dengan kata lain hasil penelitian ini dapat diterapkan pada karakteristik materi yang sama dengan penelitian ini.

Variabel atribut dalam penelitian ini terbatas hanya pada pengetahuan awal saja. Variabel pengetahuan awal dijadikan dasar dalam penentuan sampel penelitian. Peneliti menggunakan ketentuan 27% kelompok tinggi dan 27% kelompok rendah berdasarkan skor tes pengetahuan awal. Jumlah sampel yang diperoleh adalah 9 siswa yang memiliki pengetahuan awal tinggi dan 9 siswa yang memiliki pengetahuan awal rendah dari 32 siswa. Teknik pengambilan sampel tersebut dilakukan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam sekolah yang sama.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis dan pembahasan penelitian, dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut: (1) hasil belajar Teknik Pemesinan CNC pada kelompok yang menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang lebih tinggi dari pada kelompok yang menggunakan *computer-assisted instruction* linier pada siswa kelas XI; (2) terdapat pengaruh interaksi antara *computer-assisted instruction* dan pengetahuan awal terhadap hasil belajar Teknik Pemesinan CNC siswa Kelas XI; (3) pada kelompok siswa berpengetahuan awal tinggi, hasil belajar Teknik Pemesinan CNC lebih tinggi jika menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang dibandingkan *computer-assisted instruction* linier; dan (4) pada kelompok siswa berpengetahuan awal rendah, tidak terdapat perbedaan hasil belajar Teknik Pemesinan CNC antara yang menggunakan *computer-assisted instruction* bercabang dengan *computer-assisted instruction* linier.

DAFTAR RUJUKAN

Alessi, Stephen M., dan Trollip, Stanley R. *Computer-Based Instruction*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1985.

Anderson, Lorin W., dan Krathwohl, David R. *A Taxonomy for Learning, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* terjemahan Agung Prihantoro. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2010.

Arsyad, Azhar. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada, 2007.

Ary, Donald, et.al. *Introduction to Research in Education*. Davis Drive Belmont: Wadworth Cengage Learning, 2010.

Campbell, Linda, and Campbell, Bruce. *Mindful Learning: 101 Proven Strategies for Student and Teacher Success*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2009.

Clark, Ruth Colvin, and Mayer, Richard E. *E-Learning and The Science of Instruction*. San Fransisco: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

Denscombe, Martyn. *The Good Research Guide: for Small-Scale Social Research Projects*. New York: McGraw Hill Open University Press, 2007.

Gall, Meredith D., Gall, Joyce P., and Borg, Walter R. *Educational Research: An Introduction*. Boston: Pearson Education, Inc., 2007.

Gredler, Margaret E. *Learning and Instruction: Theory and Application* Terjemahan Tri Wibowo. Jakarta: Kecana, 2013.

Hannafin, Michael J., and Peck, Kyle L. *The Design, Development, and Evaluation of Instructional Software*. New York: Macmillan Publishing Company, 1988.

Hergenhahn, B. R., dan Matthew H. Olson. *Theories of Learning* terjemahan Triwibowo B. S. Jakarta: Penerbit Kencana, 2014.

Hidayat, Togik, dan Palupi, Aisyah E. "Penerapan Media Pembelajaran Berbasis Macromedia Flash 8 melalui Pembelajaran Langsung untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Pelajaran Mesin CNC TU 2A Siswa Kelas XI TPM 3 di SMK Negeri 3 Boyolangu". *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin UNESA, Volume 02 Nomor 01 Tahun 2013*.

- Kemp, Jerol E., Dayton, Deane K. *Planning and Producing Instructional Media*. New York: Harper & Row, Publisher, Inc., 1985.
- Krar, Steve, dan Gill, Arthur. *CNC: Technology and Programming*. New York: McGraw-Hill, Inc., 1990.
- Lutfi, M. Amirul, dan Irfa'i, M. Arif. "Penerapan Media CNC Simulator pada Pokok Bahasan Absolute CNC Program TU 2A dalam Mencapai Ketuntasan Hasil Belajar Siswa Kelas XII TPM-1 SMK Dharma Bahari Surabaya". *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin UNESA, Volume 03 Nomor 2 Tahun 2015*.
- Lynch, Mike. "CNC Machines Versus Manual Machines". *CNC Concept, Inc.* <http://www.cncci.com/resources/articles/cncvsmmanual.html> (diakses 29 Agustus 2015).
- Mayer, Richard E. *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- Millson, David, dan Jeriè, Branko. "Passing the Torch by passing On A Skill". *The Technology Teacher Journal*, November 2005, Vol. 65 Issue 3.
- Panuntun, G. Bagus, dan Sumbodo, Wirawan. "Hasil Belajar Mata Pelajaran CNC Menggunakan Media Simulasi Swansoft CNC pada Peserta Didik SMK Negeri 1 Magelang". *Journal of Mechanical Engineering Learning, Vol. 3 Nomor 2 Tahun 2014*.
- Pitler, Howard, Hubbel, Elizabeth R., dan Kuhn, Matt. *Using Technology with Classroom Instructional that Works*. Colorado USA: McREL, 2012.
- Prawiladilaga, Dewi S. *Mozaik Teknologi Pendidikan*. Jakarta: Penerbit Kencana, 2013.
- Reigeluth, Charles M., Banathy, Bela H., dan Olson, Jeannette R. *Comprehensive Systems Design: A New Educational Technology*. Berlin: Springer-Verlag, 1993.
- Roblyer, M. D., dan Doering, Aaron H. *Integrating Educational Technology into Teaching*. New York: Pearson Education. Inc., 2013.
- Schwier, Richard A., and Misanchuk, Earl R. *Interactive Multimedia Instruction*. New Jersey: Educational Technology Publications, Inc., 1993.
- Slavin, Robert E. *Educational Psychology: Theory into Practice* terjemahan Marianto Samosir. Jakarta: PT Indeks, 2008.
- Sugiyono, "Kebijakan Pengembangan Pendidikan Kejuruan". *Seminar Kejuruan FT UNJ*, 27 Nopember 2014.
- Vaughan, Tay. *Multimedia: Making It Work*. New York: McGraw-Hill Education, 2012.
- Widarto. *Teknik Pemesinan Jilid 2 untuk SMK*. Jakarta: DitPSMK, 2008.
- Wijanarka, Sentot, B. "Student Centered Learning pada Pembelajaran Teknik Pemesinan CNC". *Seminar Nasional Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY*, 2 Juni 2012.
- Woolfolk, Anita. *Educational Psychology*. Boston: Pearson Education, Inc., 2007.
- Yaumi, Muhammad. *Prinsip-prinsip Desain Pembelajaran*. Jakarta: Penerbit Kencana, 2013.