

MODEL ANALISIS PENCAPAIAN KOMPETENSI KEJURUAN BERDASARKAN FASILITAS PRAKTIK PADA SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS: STUDI ANALISIS FASILITAS PRAKTIK PADA KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK PEMESINAN SMK

Syahril Is
P4TK BMTI Bandung
Email: syahrilis @ymail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menemukan model analisis yang dapat memprediksi dan menghasilkan skenario secara efektif dan efisien melalui kajian simulasi analitis untuk kebijakan tentang pencapaian kompetensi kejuruan siswa SMK sesuai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) dan waktu pembelajaran, berdasarkan ketersediaan fasilitas praktik dan jumlah siswa. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R&D) melalui pendekatan sistem dinamis. Pengembangan model diawali dengan pemahaman terhadap sistem nyata, dan pembuatan model konseptual yang memperlihatkan interaksi antar fasilitas praktik, jumlah siswa dan waktu terhadap pencapaian kompetensi kejuruan siswa SMK. Setelah itu pembuatan diagram kausal dan diagram alir untuk formulasi matematis sebagai input simulasi. Dilakukan validasi dan revidi sampai model menggambarkan sistem nyata sesuai tujuan. Model dengan simulasinya dibangun menggunakan software Powersim. Hasil simulasi menunjukkan jumlah siswa dan lamanya waktu pembelajaran mempengaruhi perilaku sensitivitas ketersediaan fasilitas praktik terhadap pencapaian kompetensi kejuruan siswa SMK. Prediksi pencapaian kompetensi kejuruan untuk seluruh mata pelajaran per tahun, sampai tahun 2025 paling tinggi sebesar 53,85% pada tahun 2022, dan terendah mencapai 38,46% pada tahun 2013 sampai tahun 2015. Skenario penyediaan fasilitas praktik untuk pencapaian kompetensi kejuruan sampai tahun 2025 adalah meningkatkan alat utama, alat potong, alat pelengkap, penyediaan bahan dan peningkatan jumlah ruang.

Kata Kunci: model analisis, kompetensi kejuruan, fasilitas praktik, prediksi, skenario, sistem dinamis.

Abstract: This study is intended to find a model of analysis which is capable of predicting and producing scenarios in an effective and efficient way through a study of analytical simulations of the policies dealing with vocational school students' achievement of vocational competences in accordance with the Kriteria Ketuntasan Minimal/KKM (Criteria for Minimum Thoroughness) and learning time based on the availability of practice facilities and the number of students. This study employs a research and development method through a dynamic approach. The development of the model starts with the understanding of the real system, and making conceptual models which show the interactions among the practice facilities, number of students, and time for vocational school students to achieve their vocational competences. After that making the diagram of the causal diagram and the flow chart for mathematical formulation which act as inputs for the simulation. Model validation and review is performed to get a portrait of the real system as intended. The model together with its simulation is built using a computer program called Powersim. The simulation results show that the number of the students and the duration of the learning bear an influence on the sensitivity of the available practice facilities relative to the students' achievement of vocational competences. It is predicted that none of the annual achievement of vocational competence for all subjects until the year of 2025 the highest achievement is 53.85%; this will take place in 2022, and the lowest is 38.46% which will take place in 2013 until 2015. The provision of the practice work facilities for the achievement of vocational competence until the year of 2025 will be carried out by means of upgrading the main equipment, purchasing of cutting tools, complementary equipment, materials and increased of rooms.

Keywords: model of analysis, vocational competences, facilities for practice, prediction, scenario, dynamic system.

PENDALUKA PEMIMPINAN BERBASIS TOTAL QUALITY LEARNING (TQL) MENUJU WORLD CLASS UNIVERSITY

Perubahan kebijakan tentang prinsip dan acuan penyusunan kurikulum adalah langkah awal untuk memenuhi tuntutan perubahan pengembangan pendidikan kejuruan. Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia

Perubahan kondisi yang bakal terjadi dalam penyelenggaraan proses pendidikan di SMK adalah: perubahan jumlah siswa yang diterima dan perubahan kondisi jumlah siswa untuk setiap jenis

Abstrak

Worldclass mengandung pengertian tentang sesuatu kebutuhan untuk memenuhi standar yang tinggi dan mengaitkan dalam kurikulu. Beruang KTSP yang pendidkian dasar dan menengah beroperasi melampaui batas dan melewati wilayah yang luas. Ada kendaraan yang akan disusun oleh satuan pendidikan dengan mengacu kepada Standar Nasional Pendidikan (Permendiknas/Nongodisun 2006) dan Standar Kompetensi Eulusan (Permendiknas Nomor 23 Tahun 2006) serta berpedoman pada panduan yang disusun oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) yaitu Universitas Pendidikan Indonesia dan Institut Teknologi Bandung.

kompetensi yang disediakan, perubahan jumlah dan kondisi fasilitas pembelajaran, praktik yang dipunya, perubahan jumlah dan jenis bahan praktik yang tersedia, perubahan jumlah dan kondisi ruang pembelajaran yang ada. Dengan diterapkannya KTSP, maka SMK dan lembaga yang terkait dengan pembinaan dan pengawasan mutu SMK belum punya dan instrumen analisis yang praktis dan efisien untuk menentukan Ketercapaian Kompetensi kejuruan siswa berdasarkan lamanya waktu mempelajari dan KKM yang ditetapkan sendiri oleh SMK. Ketercapaian kompetensi kejuruan tersebut terkait dengan kesesuaian ketersediaan fasilitas pembelajaran praktik (peralatan, bahan dan ruang) yang jumlah dan kondisinya berubah (bertambah atau berkurang) terhadap kebutuhan praktik siswa. Jumlah siswa yang diterima dan kondisi jumlah siswa untuk mempelajari setiap jenis kompetensi yang disediakan juga berubah.

Kata kunci: worldclass university, pemimpin, Total Quality Management, Total Quality Learning kejuruan berisi pula dasar kompetensi kejuruan sebagaimana yang dimaksud dalam struktur kurikulum SMK MAK yang diatur dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah. Penerapan manajemen berbasis sekolah dengan otonomi dalam pengembangan kurikulum, maka setiap SMK harus menggunakan sendiri kurikulumnya. Menentukan kompetensi pelajarannya dan lamanya waktu yang diperlukan untuk menguasai setiap kompetensi, terutama kompetensi kejuruan pada kelompok mata pelajaran produktif. Setiap SMK bisa menetapkan sendiri kriteria ketuntasan minimal (KKM) untuk setiap indikator kompetensi kejuruan pada mata

menentukan Ketercapaian Kompetensi kejuruan siswa berdasarkan lamanya waktu mempelajari dan KKM yang ditetapkan sendiri oleh SMK. Ketercapaian kompetensi kejuruan tersebut terkait dengan kesesuaian ketersediaan fasilitas pembelajaran praktik (peralatan, bahan dan ruang) yang jumlah dan kondisinya berubah (bertambah atau berkurang) terhadap kebutuhan praktik siswa. Jumlah siswa yang diterima dan kondisi jumlah siswa untuk mempelajari setiap jenis kompetensi yang disediakan juga berubah. Sternan (2002) mengemukakan bahwa perancangan terhadap suatu masalah yang bersifat dinamis (berubah terhadap waktu) dapat dilakukan dengan menggunakan metodologi sistem dinamis (dynamics system). Sistem dinamis merupakan pendekatan pemodelan yang berbasir berpikir sistem (system thinking). Model sistem dinamis memahami dinamika perilaku yang kompleks dan dapat menghasilkan prediksi seiring dengan perubahan waktu. Model sistem dinamis tepat digunakan untuk keperluan analisis yang menghasilkan prediksi

yang sesuai kebutuhan perilaku untuk periode berikutnya berdasarkan kondisi perilaku data sampai saat ini.

Alternatif pemecahan masalah untuk mengetahui pencapaian kompetensi kejuruan, sesuai waktu penguasaan KKM yang ditetapkan oleh SMK pada kurikulumnya, berdasarkan fasilitas pembelajaran praktik yang beragam dan berubah kondisinya adalah melalui model analisis dengan pendekatan sistem dinamis. Analisis pendekatan sistem dinamis melalui simulasi komputer diharapkan dapat menggambarkan prediksi pencapaian kompetensi kejuruan untuk periode/tahun

Fakry Gaffar (2006) menggambarkan konsep mutu yang akan datang berdasarkan perilaku data: kondisi siswa, ukuran kompetensi dan fasilitas pembelajaran praktik periode/tahun sebelumnya.

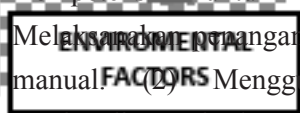
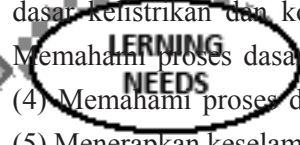
Berdasarkan pokok permasalahan yang akan diteliti dapatlah dirumuskan permasalahan yaitu: “bagaimana perancangan model analisis dengan pendekatan sistem dinamis yang dapat mengetahui dan memprediksi pencapaian kompetensi kejuruan siswa SMK sesuai KKM berdasarkan daya dukung fasilitas pembelajaran praktik dengan variabel fasilitas ruang/benskel

Fakry Gaffar (2006) membagi *quality control* dan *quality assurance*, yang digambarkan sebagai berikut: alat pelengkap), media pembelajaran dan bahan praktik yang dipengaruhi oleh berbagai perubahan secara dinamis seiring periode waktu ?”

Pencapaian Kompetensi Kejuruan

Permendiknas Nomor 28 Tahun 2009 tentang Standar Kompetensi Kejuruan SMK/MAK untuk Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan, pada Program Studi Keahlian Teknik Mesin, telah menetapkan Standar Kompetensi Kejuruan, seperti berikut:

FOCUS

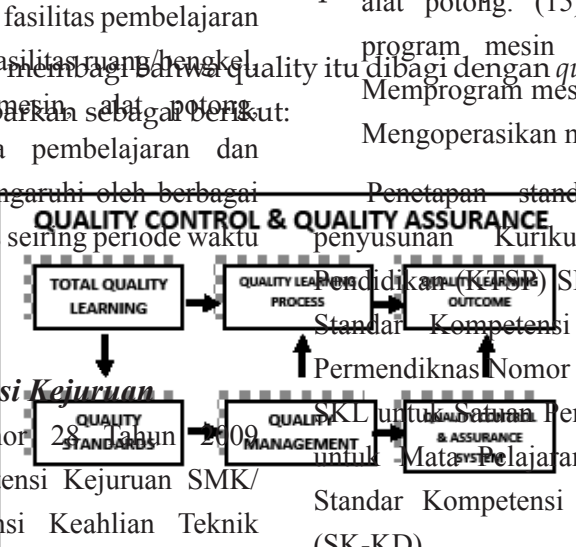


1. Dasar Kompetensi untuk Kejuruan; (1) Memahami dasar kekuatan bahan dan komponen mesin. (2) Memahami prinsip dasar kelistrikan dan konversi energi. (3) Memahami proses dasar perlakuan logam. (4) Memahami proses dasar teknik mesin. (5) Menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).
2. Kompetensi untuk Kejuruan; (1) Melaksanakan penanganan material secara manual. (2) Menggunakan peralatan pembandingan dan/atau alat ukur dasar. (3) Mengukur dengan alat ukur mekanik presisi. (4) Menggunakan perkakas tangan. (5) Menggunakan per kakas bertenaga/ operasi digenggam. (6) Menginterpretasikan sketsa. (7) Membaca gambar teknik. (8) Menggunakan mesin untuk operasi dasar. (9) Melakukan pekerjaan dengan mesin bubut. (10) Melakukan pekerjaan dengan mesin frais. (11) Melakukan pekerjaan dengan mesin gerinda. (12) Menggunakan mesin bubut (kompleks). (13) Memfreis (kompleks). (14) Menggerinda pahat dan alat potong. (15) Mengeset mesin dan program mesin NC/CNC (dasar). (17) Memprogram mesin NC/CNC (dasar). (18) Mengoperasikan mesin NC/CNC (Dasar).

CONCEPT OF QUALITY



QUALITY CONTROL & QUALITY ASSURANCE



- Penetapan standar kompetensi dalam penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) SMK menggunakan acuan Standar Kompetensi Lulusan (SKL) pada Permendiknas Nomor 23 Tahun 2006, meliputi: SKL untuk Sekolah Pendidikan (SKL-SP), SKL untuk Mata Pelajaran (SKL-MP), dan SKL Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar (SK-KD).

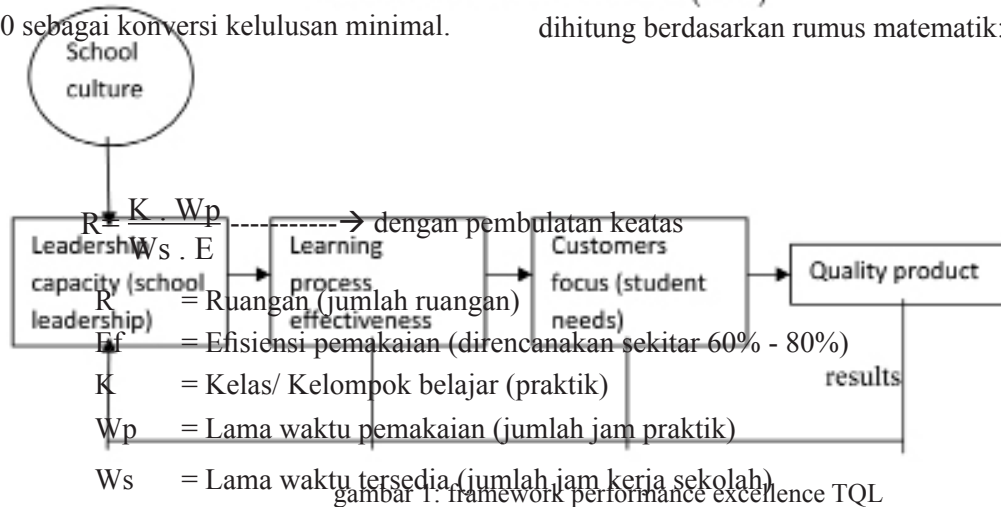
Gambar 3. Quality Control dan Quality Assurance

Kompetensi kejuruan adalah kompetensi-kompetensi yang ada pada kelompok mata pelajaran produktif di SMK. Pencapaian

kompetensi kejuruan adalah terkuasainya semua kompetensi (SK-KD) setiap Dasar Kompetensi Kejuruan dan Kompetensi Kejuruan pada kelompok mata pelajaran produktif sesuai kriteria ketuntasan minimal (KKM) yang ditetapkan SMK. KKM kelompok mata pelajaran Produktif, ditentukan berdasarkan standar minimal penguasaan kompetensi yang berlaku pada dunia usaha/industri (Dit. PSMK; 2008:28). Siswa yang telah mencapai standar minimal sesuai dengan indikator kompetensi dinyatakan dengan nilai 70 sebagai konversi kelulusan minimal.

Analisis Fasilitas Pembelajaran Praktik

Jenis ruang dapat ditentukan dengan mengetahui kegiatan yang dilakukan di setiap ruang belajar dan siapa yang menggunakan ruang tersebut. Jenis ruangan praktik ditentukan berdasarkan jenis mata pelajaran yang tercantum pada struktur kurikulum kompetensi keahlian. Jumlah ruangan bengkel tidak berbanding lurus dengan jumlah kelas. Jumlah siswa satu kelas praktik dapat diubah secara fleksibel, atau tanpa melalui perhitungan. Jumlah ruangan dapat dihitung berdasarkan rumus matematik:



(Akhir, 1986:7)

Penentuan jenis peralatan harus dianalisis dari kurikulum atau silabus berdasarkan kebutuhan pencapaian standar kompetensi atau kompetensi dasar suatu Kompetensi Keahlian. Jenis peralatan yang dibutuhkan dapat ditentukan apabila telah diketahui jenis kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan, fungsi peralatan dan pemakainya.

Untuk menentukan jumlah peralatan, ada beberapa ketentuan yang perlu dipahami. Efisiensi pemakaian alat utama berkisar antara 70%-90%. Menentukan jumlah alat kelengkapan

(*accessory* dan *attachment*) dari masing-masing alat utama, baik yang bersifat standar maupun tambahan (*extra* dan *optional*) adalah dengan efisiensi pemakaian alat kelengkapan berkisar antara 50%-70%. Adapun untuk perhitungan ditentukan oleh beberapa ketentuan yaitu *student place*, *working station* tunggal/ganda, kelompok/regu kerja (Akhir, 1986: 21).

Menghitung jumlah alat utama perlu dibedakan atau diklasifikasikan atas dua status yaitu *Working Station* Tunggal dan *Working Station* Ganda, dimana aksioma STP = WST dan RGK = WSG, maka rumus menjadi

$$\text{Working Station Tunggal (WST): } ALT(a) = \frac{STP \times JAD(a)}{\sum JAD(a \dots z) \times Ef(a \dots z)}$$

$$\text{Working Station Ganda (WSG): } ALT(a) = \frac{RGK \times JAD(a)}{\sum JAD(a \dots z) \times Ef(a \dots z)}$$

- Ef* : Efisiensi Pemakaian alat
 - a ... z* : Nama/kode masing-masing jenis alat
 - STP* : Student Place
 - JAD* : Alokasi jam tiap Alat Dioperasikan
 - ALT* : Alat Peralatan Utama
 - RGK* : Regu Kerja
 - Σ : Penjumlahan/Jumlah
- (Akhir, 1986: 24)

Alat kelengkapan terdiri atas kelengkapan standar dan kelengkapan tambahan. Alat kelengkapan standar tidak perlu dihitung, karena menentukan jumlah kelengkapan standar adalah mengalikan masing-masing jumlah per-jenis kelengkapan standar tersebut dengan jumlah alat utamanya (Akhir, 1986: 21). Kelengkapan tambahan harus dihitung seperti

caranya menghitung alat/mesin utama sebagai *working station*, tetapi STP maupun RGK tidak lagi menjadi faktor perubah/penentu, yang menjadi faktor penentu adalah jumlah alat/mesin utamanya. Kelengkapan tambahan diberi lambang (aa...zz), dimana huruf pertama menunjukkan lambang alat induknya dan huruf kedua menunjukkan lambang kelengkapan tambahan yang dimaksud, maka rumus menjadi:

$$ALT(a \dots z) = \frac{ALT(a \dots z) \times JAD(a \dots z)}{JAD(a \dots z)} \quad (\text{Akhir, 1986: 31})$$

Penentuan jumlah bahan yang diperlukan untuk pencapaian kompetensi melalui proses pemesinan, adalah melalui analisis geram yang dihasilkan. Kecepatan penghasilan geram *Z* (cm³/min) dipengaruhi oleh karakteristik proses

pemesinan, seperti; kecepatan pemakanan *vf* (mm/min), kedalaman pemakanan *a* (mm), kecepatan potong *v* (m/min), waktu pemotongan *tc* (min) dan karakteristik alat potong serta alat bantu lainnya (Rochim, 2007: 11).

Elemen dasar **proses bubut** dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut; Kecepatan penghasilan geram $Z = f.a.v$ (cm³/min)

- f* = gerak makan (mm/r)
- a* = kedalaman pemakanan (mm)

v = kecepatan potong (m/min)
(Rochim; 2007:12-13)

Elemen dasar pada **proses sekrap** dapat dihitung dengan rumus berikut; Kecepatan penghasilan geram: $Z = f.a.\bar{v}$ (cm³/min)

f = gerak makan (mm/langkah)
 a = kedalaman potong (mm)

\bar{v} = kecepatan potong rata-rata (m/min)
(Rochim; 2007:14-15)

Rumus elemen dasar untuk beberapa elemen pada **proses bor** yaitu; Kecepatan penghasilan geram

$$Z = \frac{\pi d^2}{4} \frac{v_f}{1000} \text{ (cm}^3\text{/min)}$$

d = diameter bor (mm)
 v_f = kecepatan makan (mm/min)
(Rochim; 2007:16-17)

Elemen-elemen dasar pada **proses freis** dapat ditentukan dengan rumus berikut; Kecepatan

penghasilan geram $Z = \frac{v_f.a.w}{1000}$ (cm³/min)

a = kedalaman potong (mm)
 w = lebar pemotongan (mm)
 v_f = kecepatan makan (mm/min)
(Rochim; 2007:18-19)

Proses **gerinda** dilaksanakan menggunakan mesin gerinda dengan alat potong berupa batu gerinda. Kecepatan penghasilan geram (*rate of metal removal*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Rochim4; 2007:6,8);

pemakanan melintang $Z = \pi.d_w.a_p.v_{fi}$ (mm³/s)

pemakanan radial $Z = \pi.d_w.b_s.v_f$ (mm³/s)

d_w = diameter benda kerja; mm

a_p = kedalaman pengerindaan; mm

b_s = lebar batu gerinda; mm

v_{fa} = kecepatan gerak meja melintang/aksial; mm/s, dapat diatur secara berkesinambungan antara harga 5 s.d. 100 mm/s

v_{fr} = kecepatan makan radial; mm/s. biasanya dapat diatur pada mesin secara berkesinambungan antara harga 0.002 s.d. 0.035 mm/s

Kecepatan penghasilan geram gerinda pemakanan melintang (*traverse grinding*) adalah;

$Z = a.f_a.U.v_f$; mm³/s

f_a = gerak makan aksial; mm/langkah. Dipilih sesuai lebar batu gerinda (b_s) dan derajat overlap (U). $U = b_s/f_a$; $U = 2$ s.d. 12 (harga yang besar untuk penghalusan)

v_{ft} = kecepatan makan tangensial; mm/s. Berharga sekitar 200 s.d. 500 mm/s; merupakan gerakan osilasi meja dan dianggap kecepatan benda kerja (v_w).

Kualifikasi dan Penerimaan Siswa

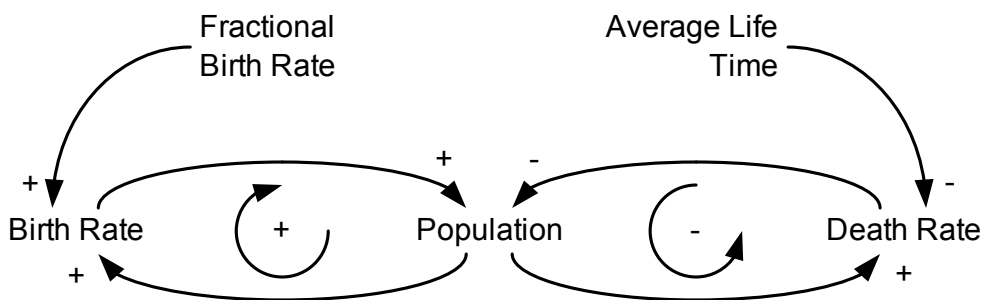
Penentuan jumlah peserta didik harus ditentukan berdasarkan ruang belajar (kelas) dan fasilitas yang tersedia. Untuk pembelajaran praktik pada kompetensi keahlian Teknik Pemesinan, jumlah peserta didik yang ideal 18 orang (Dit. Dikmenjur: 2003), hal ini terlihat dari jumlah peralatan yang tersedia di SMK. Jika dilaksanakan dengan jumlah siswa per kelas 36 orang maka seharusnya praktik dilakukan dalam dua gelombang pada setiap kelas atau dilakukan paralel dengan jenis praktik pelajaran lain yang berbeda (Achir, 1986:).

Pendekatan Sistem Dinamis

Dalam pemodelan sistem dinamis, pemecahan masalah meliputi enam langkah (Richardson & Pugh, 1983; Sushil, 1993; Sterman, 2000): (1) Identifikasi dan definisi masalah, (2) Konseptualisasi model, (3)

Formulasi model, (4) Simulasi dan validasi model, (5) Analisis kebijakan dan perbaikan, (6) Implementasi kebijakan.

Sistem dinamis didasarkan kepada prinsip sebab dan akibat, umpan balik, dan penundaan (*delay*). Berbagai jenis variabel saling berhubungan dan membentuk struktur umpan balik dalam sistem. Hubungan-hubungan ini direpresentasikan dalam bentuk diagram untuk melihat struktur sistem. Diagram hubungan kausal merepresentasikan cara kerja suatu sistem. Tujuan pokok diagram simpal kausal ialah untuk menggambarkan hipotesis kausal dalam pengembangan model dengan struktur sistem ditampilkan secara agregasi. Diagram ini digunakan untuk menyampaikan struktur umpan balik serta asumsi-asumsi yang mendasari pengembangan model. Melalui diagram hubungan kausal, kita dapat melihat pengaruh suatu variabel atas variabel lainnya. Pengaruh ini dapat berupa hubungan positif atau negatif.



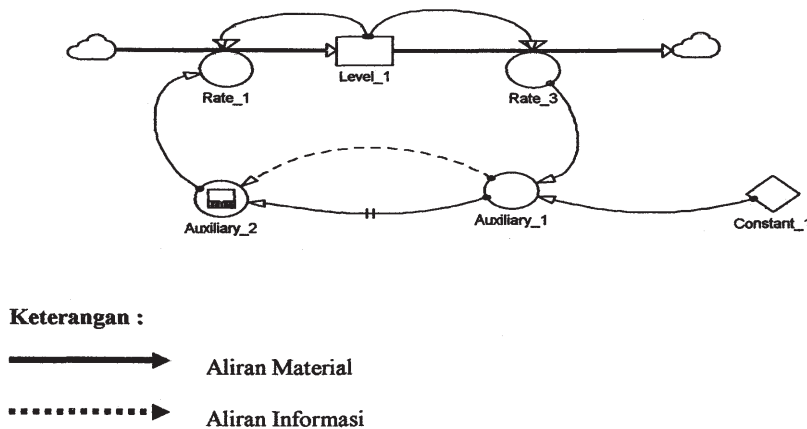
Gambar 1. Contoh Diagram Hubungan Kausal (Sterman, 2000)

Diagram alir membantu memvisualisasikan hubungan antar variabel-variabel, sehingga membedakan gambaran yang lebih jelas tentang model yang dibuat. Diagram alir akan

menunjukkan variabel-variabel *level*, *rate*, *auxiliary*, *constants* dan fungsi-fungsi khusus dalam program serta bagaimana mereka saling berhubungan. Tujuan utama diagram alir ialah

untuk menampilkan struktur aliran secara detail dari sistem dalam bentuk struktur kebijakan, sehingga dapat digunakan untuk menyusun

model matematis. Diagram ini memiliki tingkat ketelitian yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis diagram yang lain (Sterman, 2000).



Gambar 2. Simbol dan Diagram Alir (Sushil, 1993)

Validasi terhadap model digunakan untuk memahami dengan lebih baik model yang telah dikembangkan, baik bagi pembuat model maupun pengguna model. Sterman (2000) menyatakan bahwa pengujian model merupakan proses iteratif yang dimulai sejak awal proses pemodelan. Validasi dilakukan terhadap model yang dibangun adalah untuk menjawab apakah model telah mampu merepresentasikan permasalahan yang dihadapi, maka dalam penelitian ini dilakukan uji validitas struktur dan uji validitas kinerja/output model (Forrester, 1961; Richardson & Pugh, 1983).

Metodologi sistem dinamis yang dibangun melalui disiplin simulasi komputer, sangat dipengaruhi oleh perkembangan *software* atau *hardware* komputer. *Powerfull Simulation (Powersim) Constructor 2.5d* yang bersifat “*windows-based*” merupakan *software* yang didesain khusus untuk mensimulasikan model dengan pendekatan sistem dinamis. Permasalahan sistem nyata yang dinamis dapat dimodelkan agar perilaku dinamisnya sepanjang waktu dapat disimulasikan.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) melalui pendekatan sistem dinamis (*dynamics system*). Metode penelitian dan pengembangan (*R&D*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut, (Sugiyono, 2008:407). Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebuah model analisis dengan pendekatan sistem dinamis untuk mengetahui pencapaian kompetensi kejuruan berdasarkan ketersediaan fasilitas pembelajaran praktik di SMK. Produk model dengan simulasinya dibangun menggunakan program komputer dengan *software Powersim Constructor Version 2.5d*.

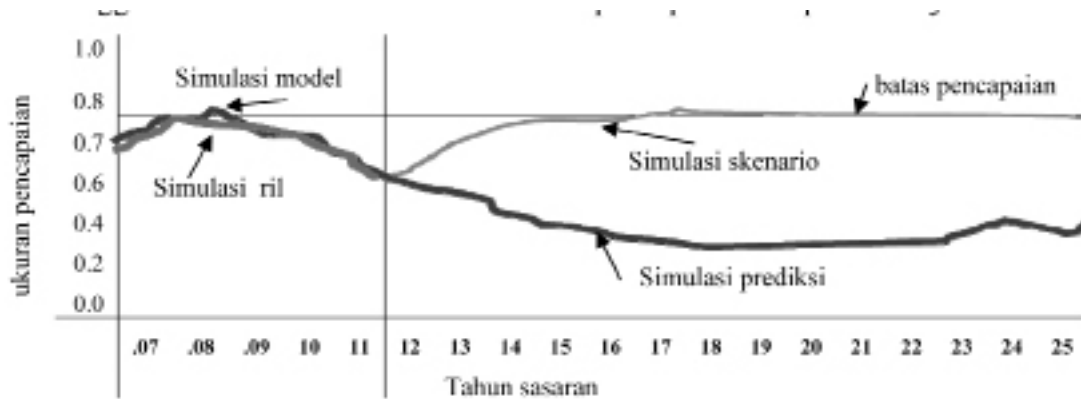
Pada dasarnya pemodelan dengan sistem dinamis memerlukan data kuantitatif untuk melakukan simulasi dengan komputer. Penggunaan metode kualitatif dalam pemodelan sistem dinamis untuk menginterpretasikan analisis data kuantitatif secara lebih jelas dan menyeluruh mengenai kinerja sistem,

memperjelas struktur permasalahan, mengklarifikasi dan melakukan pengecekan (*triangulasi*) data primer dan sekunder (*mixed methods*). Jenis data yang ditampilkan dalam pemodelan analisis dengan pendekatan sistem dinamis ini terdiri atas tiga jenis, yaitu data numerik (kuantitatif), data tertulis (kualitatif) dan model mental.

Data numerik, tertulis dan model mental yang dikumpulkan, diolah menjadi suatu rancangan model dengan menggunakan metodologi sistem dinamis. Dalam menyusun model sistem dinamis tersebut digunakan *software* komputer Powersim. Powersim

digunakan dalam pembuatan diagram simpal kausal dan diagram alir dari sistem yang dikaji, pada tahapan pengembangan model, tahapan pengujian asumsi model, serta tahapan simulasi.

Adapun konsep analisis dengan pendekatan sistem dinamis adalah mengamati data masa lalu sampai saat ini. Untuk mengetahui prediksi kondisi periode yang akan datang, maka model disimulasikan sampai waktu yang diinginkan. Berdasarkan hasil simulasi prediksi, dapat dibuatkan skenario untuk memperbaiki hasil prediksi dengan memperbaiki input-input model sehingga hasil simulasi skenario memenuhi pencapaian kompetensi kejuruan.



Gambar 4. Konsep Analisis Model Sistem dinamis

Lokasi sebagai sumber informasi dalam penelitian ini dipilih SMK Negeri 1 Karawang, dengan pertimbangan SMK ini dengan status Rintisan Sekolah Berstandar Internasional (RSBI). SMK RSBI telah melaksanakan pembelajaran berdasarkan KTSP dengan Standar Kompetensi Kejuruan.

Proses desain model sejak konseptualisasi, formulasi, simulasi sampai validasi memerlukan revidi melalui pakar (*expert judgement*) dalam bentuk kegiatan *focus group discussion* (FGD). Analisis dilakukan untuk menjelaskan prediksi kedepan hasil simulasi model. Sedangkan pembahasan merupakan usulan skenario hasil

analisis kebutuhan fasilitas pembelajaran praktik untuk memenuhi pencapaian kompetensi kejuruan siswa SMK melalui pendekatan sistem dinamis.

PEMBAHASAN HASIL SIMULASI MODEL

Prediksi hasil analisis penelitian tentang pencapaian kompetensi kejuruan ini berdasarkan hasil simulasi skenario model dasar yaitu tanpa merubah (*do nothing*) parameter-parameter model berupa data dari Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan SMK Negeri 1 Karawang.

Hasil simulasi pencapaian kompetensi model dasar adalah hasil pencapaian dari unsur-unsur yang terdiri dari alat utama, alat potong, alat pelengkap, bahan dan ruang praktik. Kriteria pencapaian kompetensi (KKM) sebagai batas minimal pencapaian kompetensi ditetapkan 0,75 atau sebesar 75%. Berdasarkan KKM 0,75 maka dapatlah diketahui persentase pencapaian kompetensi seluruh mata mata pelajaran per tahun sejak tahun 2012 sampai tahun 2025, dan persentase pencapaian kompetensi untuk setiap mata pelajaran dari tahun 2012 sampai tahun 2025.

Pencapaian kompetensi menurut seluruh mata pelajaran per tahun, sampai tahun 2025 tidak ada yang mencapai 100%. Paling tinggi sebesar 53,85% yaitu pada tahun 2022, sedangkan yang terendah hanya mencapai

38,46% pada tahun 2013 sampai tahun 2015. Pada tahun 2012 hanya mencapai 50% (Tabel 4).

Pencapaian kompetensi menurut setiap mata pelajaran dari tahun 2012 sampai tahun 2025 yang mencapai 100% adalah: Interpretasi gambar sketsa, Penggunaan perkakas tangan, Penggunaan mesin bor, Membaca gambar teknik, Operasi dasar mesin, Pekerjaan dengan mesin sekrup, Pemesinan gerinda datar, Mengeset mesin CNC, Memprogram mesin CNC, dan Operasi mesin bubut CNC. Sedangkan mata pelajaran lainnya tidak selalu tercapai setiap tahun (pencapaian 14,29%–57,14%), bahkan banyak juga yang tidak dapat tercapai sama sekali (pencapaian 0%) setiap tahun (Tabel 4).

Tabel 4.
Persentase Pencapaian Kompetensi Model Dasar Tahun 2012 – 2025

No	Materi/Kompetensi	Tahun	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Persentase
1.	Kekuatan dan daya mesin	0,234	0,233	0,231	0,23	0,153	0,228	0,151	0,150	0,224	0,149	0,223	0,148	0,147	0,147	0,147	0%
2.	Kelengkapan dan koneksi energi	0,325	0,324	0,323	0,322	0,321	0,32	0,319	0,318	0,317	0,316	0,315	0,314	0,313	0,313	0,312	0%
3.	Proses dan perbaikan logam	0,203	0,202	0,20	0,198	0,196	0,195	0,193	0,192	0,191	0,19	0,188	0,188	0,187	0,187	0,186	0%
4.	Proses dasar teknik mesin	0,262	0,261	0,259	0,258	0,257	0,256	0,255	0,253	0,252	0,251	0,25	0,249	0,249	0,248	0,248	0%
5.	Keseimbangan dan keselajuan(KSJ)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0%
6.	Penggunaan material manual	0,352	0,351	0,35	0,349	0,343	0,342	0,342	0,341	0,345	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344	0%
7.	Penggunaan alat ukur dasar	0,706	0,65	0,647	0,645	0,677	0,675	0,716	0,671	0,635	0,633	0,709	0,579	0,578	0,578	0,578	0%
8.	Integrasi gambar sketsa	0,992	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,997	1,00	0,997	1,00	1,00	1,00	1,00	100%
9.	Penggunaan perbaikan logam	0,922	0,894	0,91	0,882	0,941	0,958	1,00	0,928	0,908	0,881	1,00	0,918	0,96	0,918	0,918	100%
10.	Penggunaan perbaikan logam	0,731	0,726	0,742	0,72	0,765	0,796	0,872	0,751	0,725	0,757	0,872	0,761	0,806	0,871	0,871	57,14%
11.	Penggunaan mesin bor	1,00	0,921	0,937	0,942	0,934	0,976	0,952	0,957	1,00	0,995	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	100%
12.	Penggunaan mekaniik presisi	0,513	0,441	0,44	0,439	0,467	0,466	0,436	0,383	0,434	0,382	0,499	0,404	0,403	0,403	0,381	0%
13.	Membaca gambar teknik	0,952	0,974	0,971	0,97	0,971	0,965	0,968	0,967	0,957	0,962	0,959	0,96	0,959	0,965	0,965	100%
14.	Operasi dasar mesin	0,791	0,79	0,788	0,787	0,786	0,831	0,83	0,782	0,78	0,779	0,825	0,777	0,823	0,822	0,822	100%
15.	Pelaksanaan uji mesin serup	0,988	0,927	0,935	0,937	0,934	0,952	0,942	0,944	0,974	0,96	1,00	0,964	0,967	0,949	0,949	100%
16.	Pemilihan bahan (dasar)	0,838	0,735	0,741	0,741	0,738	0,752	0,742	0,743	0,767	0,754	0,809	0,686	0,687	0,672	0,672	35,71%
17.	Pemilihan freis (dasar)	0,942	0,714	0,726	0,729	0,724	0,753	0,736	0,739	0,791	0,764	0,818	0,772	0,893	0,663	0,663	42,89%
18.	Pemilihan bahan (kompleks)	0,739	0,637	0,642	0,643	0,595	0,652	0,599	0,60	0,62	0,61	0,701	0,613	0,615	0,587	0,587	0%
19.	Membaca (kompleks)	0,802	0,663	0,673	0,676	0,605	0,698	0,616	0,618	0,689	0,643	0,795	0,651	0,685	0,579	0,579	14,29%
20.	Pemilihan gradein dasar	0,966	0,856	0,885	0,859	0,909	0,961	0,959	0,905	0,919	0,912	0,955	0,954	0,953	0,952	0,952	100%
21.	Pemilihan gradein silinder	0,603	0,576	0,601	0,571	0,638	0,723	0,736	0,617	0,588	0,601	0,735	0,646	0,734	0,734	0,734	0%
22.	Pemilihan gradein alat	0,677	0,599	0,599	0,599	0,619	0,619	0,645	0,618	0,597	0,597	0,736	0,618	0,644	0,644	0,577	0%
23.	Menggunakan mesin CNC (dasar)	0,961	0,959	0,957	0,956	0,955	0,953	0,952	0,951	0,95	0,95	0,949	0,948	0,947	0,947	0,947	100%
24.	Menggunakan mesin CNC	0,916	0,911	0,906	0,901	0,897	0,893	0,889	0,886	0,883	0,88	0,877	0,875	0,872	0,87	0,87	100%
25.	Operasi mesin bubut CNC	0,947	0,755	0,761	0,761	0,775	0,787	0,769	0,762	0,794	0,782	0,837	0,786	0,788	0,773	0,773	100%
26.	Operasi mesin frais CNC	0,677	0,603	0,611	0,612	0,608	0,629	0,616	0,618	0,655	0,636	0,727	0,642	0,645	0,623	0,623	0%
	Persentase	59%	38,46%	38,46%	38,46%	42,31%	50%	42,31%	42,31%	46,15%	46,15%	53,85%	46,15%	42,31%	42,31%	42,31%	0%

Skenario perubahan parameter fasilitas praktik setiap unsur untuk kebutuhan pencapaian kompetensi seluruh mata pelajaran per tahun, dilakukan dari tahun 2012 sampai tahun 2025, juga persentase pencapaian kompetensi untuk setiap mata pelajaran/kompetensi dilihat dari tahun 2012 sampai tahun 2025. Ukuran persentase kriteria ketuntasan minimal (KKM) untuk pencapaian kompetensi dari tahun 2012 sampai tahun 2025 adalah memenuhi secara utuh ukuran bobot persentase setiap unsur dari alat utama, alat potong, alat pelengkap, bahan, dan unsur ruang praktik menjadi 100%. Dengan asumsi jumlah jam pelajaran, efisiensi pemakaian alat dan ruang, serta dinamika penambahan siswa sesuai model dasar. Skenario perubahan parameter fasilitas praktik setiap unsur yang dilakukan secara simultan untuk setiap kompetensi mata pelajaran dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan kenaikan dan persentase peningkatan fasilitas praktik untuk pencapaian kompetensi sampai tahun 2025 (Tabel 5) dapatlah diketahui bahwa peningkatan terbesar adalah pada unsur alat utama. Peningkatan kebutuhan alat utama mulai sebesar 25% (dari 12 unit menjadi 15 unit) untuk penggunaan perkakas tangan, sampai 350% (dari 2 unit menjadi 9 unit) untuk pemesinan gerinda alat. Alat utama ada yang memenuhi tanpa perubahan dengan peningkatan 0%. Peningkatan kebutuhan alat potong mulai sebesar 33,33% (dari 3 unit menjadi 4 unit) untuk pemesinan gerinda silinder dan pemesinan freis CNC, sampai 87,5% (dari 8 unit menjadi 15 unit) untuk pemesinan freis dasar. Alat potong ada juga yang memenuhi dengan peningkatan 0%. Peningkatan kebutuhan alat pelengkap mulai sebesar 22,22% (dari 18 unit menjadi 22 unit) untuk penggunaan perkakas tangan, sampai 133,33% (dari 9 unit menjadi 21 unit) untuk pemesinan gerinda alat. Alat pelengkap ada juga yang memenuhi dengan peningkatan 0%. Peningkatan kebutuhan bahan mulai sebesar 16,67% (dari 1146 lembar menjadi 1337 lembar) untuk interpretasi gambar sketsa, sampai 196,67% (dari 87849 kg menjadi 260619 kg) untuk pemesinan gerinda silinder. Bahan ada juga yang memenuhi tanpa perubahan dengan peningkatan 0%. Peningkatan kebutuhan ruang

umumnya adalah sebesar 100% (dari 0 unit ruang menjadi 1 unit ruang) terutama untuk kompetensi mata pelajaran kelompok Dasar Kompetensi Kejuruan. Ruang ada juga yang memenuhi tanpa perubahan dengan peningkatan 0%.

Hasil pencapaian kompetensi dengan skenario penambahan fasilitas praktik sampai tahun 2025 (Tabel 6) yang memenuhi secara utuh ukuran bobot persentase setiap unsur dari alat utama, alat potong, alat pelengkap, bahan, dan unsur ruang praktik adalah untuk Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) menjadi 100%. Optimalisasi peningkatan KKM menjadi 100% adalah untuk mengatasi faktor kesalahan persentase pembobotan setiap unsur fasilitas praktik karena ukuran pencapaian kompetensi (KKM) yang hanya dibatasi sampai 75%.

PENUTUP

Model analisis dengan simulasinya yang dibuat dengan pendekatan sistem dinamis, sangat efektif dan efisien untuk dapat mengetahui dan memprediksi pencapaian kompetensi kejuruan siswa SMK sesuai KKM dan waktu pembelajaran, berdasarkan ketersediaan fasilitas pembelajaran praktik dan jumlah siswa yang berubah secara dinamis. Model juga bisa diintervensi dalam menentukan skenario kebijakan yang tepat untuk optimalisasi peningkatan pencapaian kompetensi kejuruan

Hasil skenario dapat dijadikan informasi untuk menentukan kebijakan penyediaan fasilitas pembelajaran praktik, penentuan jumlah siswa, lamanya waktu pembelajaran dan nilai kriteria ketuntasan minimal (KKM) untuk memenuhi tuntutan pencapaian kompetensi kejuruan bagi siswa SMK.

Penelitian terhadap fasilitas praktik untuk pencapaian kompetensi kejuruan, diharapkan dapat dilakukan dalam lingkup yang lebih luas dan analisis yang lebih intensif sehingga dapat ditemukan hasil yang lebih optimal. Penelitian lingkup pencapaian kompetensi kejuruan siswa SMK perlu diteliti lebih lanjut berdasarkan pengaruh fasilitas praktik di industri dengan adanya program sistem ganda.

Analisis pencapaian kompetensi kejuruan siswa guru dan tenaga kependidikan lainnya sebagai SMK perlu juga diteliti dengan tambahan variabel variabel yang juga mempengaruhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achir, B. (1986). *Merencana Kebutuhan Fasilitas Pelajaran Praktek dan Optimasi Pemakaiannya*. Bandung: PPPGT.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2003). *Undang-undang RI No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Depdiknas.
- _____. (2005). *Peraturan Pemerintah RI No. 19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan*. Jakarta: Depdiknas.
- Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. (2003) *Pedoman Analisis Kebutuhan Sarana Pendidikan SMK "Program Keahlian Teknik Mesin Perkakas"*, Jakarta: Depdiknas.
- Direktorat Pembinaan SMK. (2008). *Petunjuk Teknis Pengembangan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan SMK/MAK*. Jakarta: Depdiknas
- Forrester, J.W. (1961). *Industrial Dynamics*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kementerian Pendidikan Nasional. (2006). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 22 tahun 2006 tentang Standar Isi*. Jakarta: Kemendiknas.
- _____. (2006). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 23 tahun 2006 tentang Standar Kompetensi Lulusan*. Jakarta: Kemendiknas.
- _____. (2009). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 28 tahun 2009 tentang Standar Kompetensi Kejuruan SMK/MAK*. Jakarta: Kemendiknas.
- Richardson, G.P and Pugh, A.L.III (1981). *Introduction to System Dynamics Modelling with Dynamo*. Cambridge, Massachusetta, London: The MIT Press.
- Rochim, Taufiq. (2007). *Proses Pemesinan Buku 1,2,3,4*. Bandung: Penerbit ITB.
- Sterman, J.D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston: Irwin McGraw-Hill.
- _____. (2002). *System Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Working Paper Series at Engineering Systems Division*. Boston: Massachusetts Institute of technology.
- Sugiyono, (2008). *Metode Penelitian Pendidikan; Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: CV. Alfabeta.
- Sushil. (1993). *System Dynamic. Practical Approach for Managerial Problems*. India: Wiley Eastern Limited.

BIODATA SINGKAT

Penulis adalah Widyaiswara Madya PPPPTK BMTI Jl. Pasantren Km 2 Cibabat-Cimahi