

**PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN *TROUBLESHOOTING* PADA
SIMULATOR SISTEM PESAWAT UDARA UNTUK MENINGKATKAN
*FAULT-FREE PERFORMANCE***

Wira Gauthama⁽¹⁾

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi rendahnya *fault-free performance* pembelajaran *troubleshooting* sistem pesawat udara mahasiswa program Diploma III Program Studi Teknik Pesawat Udara STPI Curug. Tujuan penelitian untuk mengetahui pembelajaran *troubleshooting* saat ini, mendesain modul meningkatkan *fault-free performance*, implementasinya, desain penilaiannya dan menganalisis dampak modul. Metodologi *Research and Development* dilakukan terhadap 56 mahasiswa Diploma III TPU XI melalui studi pendahuluan, perencanaan dan penyusunan modul serta pengembangan dan ujicoba sampai ditemukannya modul yang efektif meningkatkan *fault-free performance*. Pengumpulan data melalui wawancara dosen, studi dokumentasi, kuesioner mahasiswa, tes dan observasi. Modul temuan penelitian efektif meningkatkan *fault-free performance* diperlihatkan $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ pada uji terbatas dan lebih luas serta peningkatan nilai rata – rata pada setiap tahap uji coba, mengindikasikan konten modul baru berdampak signifikan dan efektif meningkatnya *fault-free performance* melalui sub – sub kompetensi *troubleshooting* yaitu mengidentifikasi kerusakan, menentukan tingkat kerusakan, mengeliminasi kerusakan dan memperbaiki suku cadang.

Kata Kunci: *fault-free performance, troubleshooting, modul pembelajaran*

Abstract: *This research is based on a fact of a low student's achievement in fault-free performance in the Aircraft System Practical Learning of Prodi TPU, STPI Curug. The objectives are to identify the recent condition, designing a type of learning module which has an effectiveness to increase the fault-free performance, designing implementation steps, an appropriate evaluation, and to analyze the outcome of new module. By the Research and Development's phases : preliminary study, planning and designing phase, and development and tryout phase, 56 students are involved as the sampling. Data collecting comprises by teacher's interview, documentation, students's questionnaire, test results, and observation. The results show the average $t_{values} \geq t_{tables}$ and a significant improvement of test result in a each tryout phase are definite indications that the development of an emergent content has a significant impact and increased effectivity to the achievement of fault-free performance, which is constructed by sub-competencies namely the ability of students in identifying the malfunction, determining the severity, elimination the cause, and replacing discrepant components.*

Keyword: *fault-free performance, troubleshooting, learning module*

Pendahuluan

Pembelajaran *troubleshooting* dalam kurikulum Prodi TPU diadopsi dari FAA (*Flight Standard Service*, AC 147-3A, 2005, hlm. 3,4 dan) dengan *Teaching Level 3* mengarahkan mahasiswa memiliki *hands-on manipulative skill*, memerlukan media instruksional yang tepat dan memadai, untuk mensimulasikan kondisi *Return To Service (RTS)*, yaitu keterampilan mahasiswa untuk mengembalikan komponen pesawat menjadi laik udara.

Untuk memenuhi tujuan pembelajaran, *troubleshooting* dilakukan pada simulator pemeliharaan yang memiliki fungsi tersebut. Gagne (1985, hlm. 284) mengungkapkan:

“jika resiko kerusakan atau faktor keamanan merupakan bagian dari kinerja bebas dari kegagalan atau fault-free performance dijadikan tujuan atau hasil suatu pembelajaran, maka media yang dipilih dapat berupa perlengkapan ril ataupun simulasi tugas – tugas yang nyata dengan mempergunakan media ril tersebut.”

Sifat kritikal pembelajaran praktik *fault-free performance* memerlukan media representasi kegiatan nyata dalam bentuk simulasi di simulator. Simulasi diperlukan untuk pemeliharaan pesawat udara, membantu mendesain sistem pelatihan pemeliharaan pesawat melalui analisis

interaksi faktor – faktor yang mempengaruhi performansi dan kemungkinan performansi lain yang muncul saat melakukan pekerjaan sebagai teknisi (Cacciabue, Mauri dan Owen, 2003, hlm. 229). Kecelakaan pesawat udara karena faktor pemeliharaan kecil tetapi serius. Data *Australian Transport Safety Board (ATSB)* pada *Line Maintenance* dalam Cacciabue, Mauri dan Owen (2003, hlm. 229) mengungkapkan bahwa 95% *error* dalam bidang pemeliharaan pesawat udara disebabkan oleh kesalahan manusia. Latihan – latihan dengan *Teaching Level 3* dalam praktik pemeliharaan sistem pesawat udara untuk mencapai *fault free performance* diharapkan dapat mengurangi *human error* yang terjadi di lapangan Hasil pengamatan awal terhadap hasil belajar mahasiswa empat program pendidikan tiga tahun (2009 – 2012) dalam Tabel 1 memperlihatkan kemampuan *fault-free performance* pembelajaran *troubleshooting* tersebut masih rendah.

Metode

Metode yang dipergunakan adalah *“Research and Development”* sebagai “suatu proses atau langkah – langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat

Tabel 1. Rekapitulasi Rata – Rata Prosentase Hasil Pencapaian Kemampuan *Fault-Free Performance* Mahasiswa Prodi TPU (Sumber : Rekapitulasi Laporan Pendidikan Prodi TPU 2009-2012)

| Deskripsi Nilai | Program Pendidikan | | | |
|--|--------------------|-------------|-------------|------------|
| | ND TPU V | ND TPU VI A | ND TPU VI B | ND TPU VII |
| Nilai Rata – Rata <i>Fault Free Performance</i> dalam <i>Troubleshooting</i> | 61,14 % | 61,57 % | 63,43 % | 63,86 % |

dipertanggungjawabkan”(Sukmadinata, 2012, hlm. 164), didasarkan pada langkah – langkah yang mengarah pada siklus, yang selalu mengacu pada hasil sebelumnya yang sudah diperbaiki sehingga diperoleh suatu produk pendidikan yang baru, efektif dan kapabel.

Sepuluh langkah prosedur penelitian merujuk teori Borg dan Gall (1989) dalam Sukmadinata (2012, hlm. 169) dikelompokkan menjadi tiga langkah utama: (1) studi pendahuluan, (2) perencanaan dan desain modul, dan (3) ujicoba modul. Pada langkah utama ke-3 yaitu ujicoba modul, berdasarkan Sukmadinata (2012, hlm. 187) bahwa “untuk penelitian penyusunan tesis, kegiatan penelitian dan pengembangan dapat dihentikan sampai dihasilkan draft final”, maka ujicoba modul diselesaikan sampai ditemukannya bentuk draft akhir yang telah diujicoba terbatas dan lebih luas dengan *Fault-free performance* diharapkan sudah terukur (Sukmadinata (2012, hlm. 187) bahwa “dampak dari penerapan model sudah ada, baik pada ujicoba terbatas maupun ujicoba lebih luas, karena selama pelaksanaan pembelajaran ada tugas – tugas yang dilakukan siswa juga ada tes akhir pokok bahasan, yang dapat dipandang sebagai hasil atau dampak dari penerapan model”.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data terdiri dari:

1. Wawancara

Subyeknya dosen dan laboran simulator dengan data proses pembelajaran *troubleshooting*

dengan format panduan wawancara terstruktur.

2. Observasi

Mengamati proses pembelajaran saat studi pendahuluan, uji coba, dan asesmen praktik akhir untuk mendapatkan data proses penggunaan modul.

3. Studi Dokumentasi

Fokus pada dokumen kurikulum, dokumen standar pemeliharaan, manual – manual pemeliharaan dan dokumen terkait pengembangan modul.

4. Kuesioner

Kumpulan pertanyaan sebagai instrumen pendukung untuk mendapatkan data pembelajaran dengan modul baru.

5. Tes hasil belajar

Menggunakan “*Performance Based Test*” dan tes objektif pilihan ganda untuk ranah kognitif berdasarkan Kroes, Watkins dan Delp (1993) maupun Kinnison (2004, hlm. 255), yang cocok untuk lingkungan pembelajaran dengan simulasi kerja (Hodges, 2002, hlm. 42).

Metode Analisis Data

Analisis dilakukan terhadap data:

1. Hasil Studi Pendahuluan

Deskripsi kualitatif gambaran tren pembelajaran *troubleshooting* dan efektifitas modul, dibandingkan dengan di lapangan serta kurikulum.

2. Perencanaan Modul

Analisis kualitatif data hasil studi awal untuk memperoleh draf awal modul.

3. Pengembangan dan Uji Coba

Data hasil observasi uji coba terbatas dan luas, hasil kuesioner mahasiswa

dan masukan dosen pendamping untuk penyempurnaan dan pelaksanaan rancangan modul selanjutnya.

Data hasil belajar dianalisis secara kuantitatif menggunakan SPss versi 17. Analisis diawali mencari **mean**, **standar deviasi** dan selanjutnya **uji t** untuk menguji perbedaan hasil antara pretes dan postes pada masing – masing kelompok, dan perbedaan antara kelompok eksperimen dan kontrol baik dalam pretes dan postes.

Diskusi

Kondisi Pembelajaran Troubleshooting

Kesulitan 94,6 % mahasiswa dengan modul lama mengindikasikan perlunya pengembangan modul untuk pencapaian kompetensi individual, kelompok dan *self instructional* yang diharapkan, merupakan penciri pembelajaran bermodul (Russel, 1974 dalam Vembrianto, 1975, hlm. 35). juga diindikasikan dengan inisiatif, rasa butuh belajar, mencari sumber, tujuan, memilih implementasi strategi dan *self evaluation* berasal dari siswa (Kamil 2007, hlm. 299), memperhatikan perkembangan individu siswa (Kamil, 2007, hlm. 317), dapat memecahkan masalah pembelajaran mereka secara individu dan mandiri (Sanjaya, 2012, hlm. 258 - 259) dan siswa belajar dengan kemajuan, irama dan kecepatan masing – masing dengan modul “*self contained*” (Finch dan Crunkilton, 1975, hlm. 225).

Penguasaan konsep dasar *troubleshooting* merupakan prasyarat kegiatan simulasi dan praktik, diyakini oleh 98,2 % mahasiswa dan lemahnya factor diyakini sebagai penyebab

kegagalan dan kerusakan alat. Penguasaan konsep sangat penting menurut Brady (1990, hlm. 92) konten modul mencakup pengetahuan, keterampilan, konsep, sikap dan nilai – nilai instrinsiks dan instrumental.

Interaksi dengan modul dan *feedback* yang rendah diyakini 96,4 % mahasiswa berdampak ketergantungan pada dosen. Minimnya *feedback* dialami 91 % mahasiswa. Interaksi merupakan karakteristik penting karena memungkinkan pengguna dapat melakukan aktifitas pembelajaran dalam bentuk tugas aktif dan *feedback* dari *performance* (Dick and Carey, 1978, hlm. 5).

91,1% mahasiswa belum mengetahui sikap yang benar dan terukur. Penilaian sikap mandiri ini penting untuk konfirmasi pencapaian dan memperkecil kegagalan serta meyakinkan penguasaan pelajaran melalui skema umpan balik (Finch dan Crunkilton, 1975, hlm. 226).

Interaksi dosen – mahasiswa seharusnya minimal dan pada fase tertentu. Peran dosen diyakini baik oleh 100 % mahasiswa tetapi di sisi lain 100 % mahasiswa merasa memerlukan pendampingan pada sistem yang beresiko. Peran pengajar lebih sebagai fasilitator, supportif, memfasilitasi pemahaman dan penafsiran aturan aktifitas simulasi (Joyce, Weil dan Calhoun, 2011, hlm. 441). Sebagian besar fungsi tersebut seharusnya menjadi komponen modul.

Simulator telah berfungsi representasi kegiatan ril dengan *feedback* dan kesalahan pengguna terlihat diyakini 94,6 % mahasiswa, tetapi 91,1 % diantaranya tidak dapat

mengukur kesalahan praktik dengan menggunakan petunjuk yang tersedia dan tidak dapat secara langsung melakukan aktifitas di simulator. 94,7% mahasiswa merasa belum sepenuhnya dapat mensimulasikan karena ketidaksesuaian materi modul dan kemampuan simulator.

Sebagai media belajar *troubleshooting*, simulator seharusnya merangsang mahasiswa mencapai keterampilan tertentu (Gagne, 1985, hlm. 282). Simulator memungkinkan mahasiswa belajar materi berisiko tinggi menjadi simulasi yang berdampak sama seperti aslinya tetapi risiko yang rendah.

Modul Pembelajaran Troubleshooting Pada Pembelajaran Mata Kuliah Perawatan Sistem Pesawat Udara

Bentuk awal modul bersifat hipotetik didasarkan teori pengembangan modul dan studi pendahuluan, dijustifikasi oleh ahli. Hasil ujicoba terbatas menghasilkan revisi konten *fault – free performance*. pengetahuan, keterampilan, sikap (Brady,1990, hlm. 92) menunjukkan karakteristik *self-instructional* untuk menghasilkan *performance* yang dibutuhkan, dan cukup interaktif (Dick and Carey (1978, hlm. 5).

Penyempurnaan modul dilakukan agar pengguna dapat berinteraksi dengan bahan – bahan ajar secara aktif, mengukur pencapaian, menerima *feedback*, melakukan koreksi, pengayaan, melakukan tugas pembelajaran mandiri mengarah pencapaian suatu keterampilan, pengetahuan, sikap dan nilai tertentu. Keterampilan mengidentifikasi

kerusakan, menentukan tingkat kerusakan, mengeliminasi sumber kerusakan dan melakukan tindakan perbaikan dilakukan tanpa kegagalan. Kegiatan belajar dilakukan secara sekuensial dan ber-prasyarat sehingga setiap tangga kompetensi menjadi *enabling objective* yang berurutan dan berjenjang sampai terbentuk kompetensi utama atau *terminal objective*.

Simulator adalah bagian utama modul *troubleshooting* karena setiap risiko dari kesalahan dan kegagalan kerja dapat diminimalkan, membuktikan konsep Gagne (1985, hlm. 284) bahwa praktik berulang – ulang pada keterampilan prosedural tertentu dengan *fault-free performance* membutuhkan media *real equipment* atau *real task simulation* serta dapat dirancang tidak begitu rumit (Joyce, Weil dan Calhoun, 2011, hlm. 438). Pengulangan ini dapat memperhalus *performance* dan meminimalkan risiko kegagalan selain memberikan *feedback* yang memadai untuk membentuk perilaku korektif. Setiap konten modul harus dapat disimulasikan agar *performance* mahasiswa dapat diobservasi dan diukur.

Peran dosen lebih sebagai pengelola, pengontrol partisipasi siswa (Joyce, Weil dan Calhoun, 2011, hlm. 441) dan *safety supervisor*, karena modul *troubleshooting* dikembangkan berdasarkan karakteristik “*self-contained*” dan “*self-instruction*” (Finch dan Crunkilton,1975, hlm. 225) menyebabkan mahasiswa lebih mandiri.

Implementasi modul *Troubleshooting* terdiri dari kegiatan

mahasiswa dan dosen. Kegiatan mahasiswa terdiri dari kegiatan pendahuluan, kegiatan inti 1, inti 2 dan penutup. Di awal belajar, dosen memberikan prosedur *safety briefing* mewakili fungsi “menjelaskan” atau “Orientasi” dalam kegiatan simulasi (Joyce, Weil dan Calhoun (2011, hlm. 441) Dalam kegiatan inti 1, memahami konsep dasar *troubleshooting* adalah aktifitas belajar utama sebelum melakukan aktifitas simulasi dan praktik, dan diakhiri dengan Tes Mandiri untuk mengukur pencapaian belajar. Dalam kegiatan inti 2, komponen kunci adalah aktifitas dan langkah pembelajaran yang mengarahkan mahasiswa untuk menggunakan semua *performance* mereka, baik dalam penguasaan konsep dasar maupun keterampilan motorik dan sikap kerja. Aktifitas modul dikembangkan berdasarkan *enabling objective* yang berjenjang mendukung *terminal objective* (Finch dan Crunkilton, 1975, hlm. 232) yaitu *fault-free performance* dalam *troubleshooting*. Kegiatan inti 2 juga diakhiri dengan tes mandiri.

Setelah semua aktifitas belajar dalam sub modul 1 sampai 5 telah dilakukan secara berurutan, maka mahasiswa dianggap telah memiliki akumulasi kemampuan yang diperlukan dalam melakukan *troubleshooting* dengan *fault-free performance* dan dosen perlu melakukan pos-asesmen ujian tertulis dan praktik.

Dalam alur implementasi peran dosen terjadi hanya pada beberapa fase kegiatan, yaitu menjelaskan aturan dalam pendahuluan sebagai tahap Orientasi (Joyce, Weil dan Calhoun,

2011, hlm. 441) dan mengevaluasi (penutup). Interaksi terjadi hanya jika kondisi simulasi dinilai membahayakan personil dan peralatan dan memberikan *feedback* yang diperlukan sehingga memberikan rasa aman bagi mahasiswa, namun tidak terlibat aktif dalam pembelajaran.

Penilaian pencapaian *fault-free performance* dengan menggunakan modul belajar *troubleshooting* memiliki fungsi – fungsi:

1. Mendiagnosis kesulitan belajar mahasiswa dalam mempelajari dan mempraktikkan aktifitas pembelajaran dalam modul.
2. Mengevaluasi kesenjangan kemampuan dan pencapaian mahasiswa
3. Menaikkan tingkat prestasi mahasiswa.
4. Merencanakan dan mengembangkan kegiatan proses pembelajaran dalam modul

Penilaian dalam implementasi pengembangan modul *troubleshooting* dibagi dua yaitu penilaian mandiri oleh mahasiswa untuk mendapatkan *feedback* dalam mengetahui pengetahuan dan keterampilan seperti apa yang telah dimiliki (Russel (1974) dalam Vembrianto, 1975, hlm. 63), siswa dapat mengetahui apakah mereka menguasai tujuan pembelajaran *enabling objective* (Finch dan Crunkilton, 1975, hlm. 232) dan penilaian akhir oleh dosen.

Penilaian pencapaian unjuk kerja kompetensi *fault-free performance* dilakukan dengan metode observasi. Tetapi karena akumulasi kemampuan *fault-free performance* sangat terkait dengan pemahaman konseptualnya

(Gagne, 1985, hlm. 205) maka aspek kognitif disatukan dalam penilaian tersebut dengan memulai penilaian dengan tes objektif.

Proses pengumpulan dan pemrosesan data menghasilkan profil kemampuan mahasiswa dalam mencapai kompetensi utama dan kompetensi pendukung. Aspek kognitif penguasaan konsep dasar, mengidentifikasi penyebab kerusakan, menentukan tingkat kerusakan, mengeliminasi sumber kerusakan dan melakukan perbaikan atau penggantian suku cadang atau komponen terutama dalam pemahaman, aplikasi, analisis dan sintesis. Aspek penilaian unjuk kerja adalah sikap kerja (A) dan unjuk kerja itu sendiri (P) dengan skala penilaian. Indikator penilaian sikap kerja (A):

1. Kecermatan, Ketelitian : teliti dan rinci
2. Kehati – hatian : mengikuti prosedur kerja runtun dan tepat.
3. Responsif : memberi respon terhadap umpan balik.
4. Pengorganisasian : pengelolaan waktu dan energi fisik yang efisien

Indikator penampilan unjuk kerja (P):

1. Bekerja sesuai konsep atau referensi
2. Prosedur kerja dilakukan
3. Keruntunan Sekuensial pelaksanaan prosedur
4. Ketepatan hasil kerja

Produk penelitian ini adalah modul pembelajaran *troubleshooting* berbentuk cetak sebagai panduan mahasiswa dalam mata kuliah praktik Perawatan Sistem Pesawat Udara di laboratorium/simulator sistem listrik pesawat udara.

Sebagai suatu bahan ajar cetak, modul belajar *troubleshooting* ini memiliki kelebihan :

1. Mampu membuat mahasiswa menjadi lebih mandiri dan interaktif dalam pembelajaran dan pendampingan dosen tidak perlu kontinyu.
2. memusatkan perhatian mahasiswa karena aktifitas pembelajarannya memiliki petunjuk simulasi dan praktik.
3. memberikan *feedback* segera yang diperlukan mahasiswa melalui tes – tes mandiri untuk memperbaiki atau memperkaya *performance*
4. Memotivasi mahasiswa untuk berani mengerjakan latihan – latihan yang rumit dan beresiko dengan *overview Note, Caution* dan *Warning*.
5. Dapat dipergunakan oleh individu atau kelompok – kelompok kecil.
6. Melatih mahasiswa untuk menggunakan perkakas – perkakas pendukung simulasi dan praktik.
7. Melatih mahasiswa dengan latihan – latihan *troubleshooting* yang otentik dan setipe dengan persoalan di lapangan.
8. Belajar lebih bermakna karena mahasiswa lebih aktif dalam menemukan solusi kasus *troubleshooting*.

Dampak Penggunaan Modul Pembelajaran Troubleshooting Terhadap Fault-Free Performance Mahasiswa.

Hasil analisis data uji coba lebih luas memperlihatkan modul baru berpengaruh terhadap penguasaan konsep *Troubleshooting* yang dilakukan tanpa kegagalan, terlihat dari

kelompok eksperimen yang mencerminkan efektifitas modul belajar baru dibandingkan dengan modul lama pada kelompok kontrol. Pada uji coba lebih luas siklus 1 kelompok eksperimen, diperoleh t_{hitung} (11,104) $\geq t_{tabel}$ (1,740), sedangkan pada siklus 2 dan 3 berturut – turut diperoleh t_{hitung} (18,859) $\geq t_{tabel}$ (1,740) dan t_{hitung} (7,765) $\geq t_{tabel}$ (1,740) serta nilai probabilitas $0,000 \leq 0,05$ yang mengindikasikan terjadi perbedaan yang signifikan antara nilai rata – rata hasil tes mahasiswa antara sebelum dan sesudah penggunaan modul belajar *troubleshooting*.

Rata – rata hasil Pretes dan Postes mengindikasikan peningkatan yang signifikan serta efektifitasnya modul baru seperti terlihat pada Tabel 2.

Perbedaan signifikan terlihat dari hasil Postes kelompok eksperimen yang lebih superior daripada kelompok kontrol. Kecenderungan nilai turun pada Postes terakhir, menunjukkan kestabilan atau kejenuhan modul.

Pengembangan modul belajar *troubleshooting* dilakukan melalui penyempurnaan aktifitas pembelajaran simulasi dan praktik mengacu pada konsep proses *troubleshooting* yang benar. Mahasiswa diberikan kesempatan untuk berlatih secara mandiri sesuai dengan kecepatan belajarnya dan adanya kesempatan

untuk pengulangan, sesuai dengan prosedur dan tingkat kecermatan, kehati – hatian dan ketepatan seperti yang dituntut dalam kotak – kotak konsep, *Note*, *Caution* dan *Warning* dan dapat dilakukan berulang – ulang untuk memperbaiki *performance*-nya (Gagne, 1985, hlm. 284).

Melatih keterampilan prosedural kritis untuk meningkatkan *fault-free performance* tergantung pada kemampuan modul dalam menampilkan konten – konten aktifitas pembelajaran prosedural dan kritis dan bagaimana mahasiswa menampilkan aktifitas tersebut pada simulator. Dalam konteks ini, *fault-free performance* dapat diukur melalui beberapa indikator (Dhillon, 2009, hlm. 36) yaitu : (1) apakah pengerjaan tugas dengan tergesa - gesa, (2) apakah umpan balik tidak memadai, (3) apakah tugas memerlukan langkah – langkah yang sangat panjang, (4) apakah data sudah benar, digunakan untuk pengembangan aktifitas pembelajaran serta peringatan – peringatan *Note*, *Caution* dan *Warning* untuk melatih sikap kerja yang cermat, hati – hati, responsif terhadap umpan balik dan efektif waktu.

Fault-free performance pada setiap rangkaian sub kompetensi penyusunnya mengalami peningkatan signifikan yang terukur pada kelompok eksperimen uji coba terbatas maupun

Tabel 2. Perbandingan Nilai Rata – Rata Kelompok Eksperimen dan Kontrol pada Uji Coba Lebih Luas

| No | Nilai Rata - Rata | | | Kelompok | |
|----|-------------------|------------------------|-----------|----------|------------|
| | Pretes | Postes (1) ; (2) ; (3) | | | |
| 1. | 47,80 | (63,10) ; | (79,00) ; | (84,00) | Eksperimen |
| 2. | 44,10 | (50,00) ; | (53,00) ; | (56,70) | Kontrol |

uji coba seperti terlihat di Tabel 3.

Efektifitas modul meningkatkan *fault-free performance* dapat dibandingkan dengan pencapaian skor rata – rata yang diperoleh kelompok kontrol yang menggunakan modul lama seperti terlihat di Tabel 4 di halaman berikut, skor rata – rata kelompok kontrol sangat rendah dan peningkatan skor relatif stagnan pada nilai yang rendah.

Salah satu faktor substansif *fault-free performance* dalam kegiatan perawatan pesawat udara adalah *human error*, yang dapat menyebabkan gangguan atau kerusakan perlengkapan (Dhillon, 2009, hlm. 4). Dalam konteks pembelajaran *troubleshooting* ini penyebab *human error* dibatasi pada kelemahan modul dalam mengarahkan mahasiswa melakukan tugas *troubleshooting* dengan kegagalan kerja yang minimum. dengan

mengembangkan konten - konten modul.

Peningkatan *fault-free performance* menunjukkan bahwa modul telah memiliki elemen – elemen yang dibutuhkan dalam pembelajaran individual yang menyesuaikan pada kebutuhan peserta didik (Finch dan Crunkilton, 1979, hlm. 222).

Keefektifan modul tidak mengenyampingkan peran teknologi pembelajaran yang memegang peran penting dalam individualisasi pembelajaran *troubleshooting*, untuk membantu mahasiswa mengembangkan kompetensi (Finch dan Crunkilton, 1979, hlm. 223). yang ditetapkan melalui pengalaman belajar yang diperoleh dari aktifitas dalam modul yang diaplikasikan dengan menggunakan simulator.

Konten pembelajaran dalam modul *troubleshooting* adalah objek

Tabel 3. Pencapaian Sub Kompetensi Penyusun *Fault-Free Performance* dalam *Troubleshooting* Kelompok Eksperimen Uji Lebih Luas

| No | Sub Kompetensi | Skor Rata – Rata | | | |
|----|--|------------------|-------|-------|--------|
| | | Uji 1 | Uji 2 | Uji 3 | Rerata |
| 1 | Mengidentifikasi Kerusakan | 54,50 | 71,75 | 73,50 | 66,58 |
| 2 | Menentukan Tingkat Kerusakan | 53,83 | 71,83 | 76,50 | 67,39 |
| 3 | Mengeliminasi Sumber Kerusakan | 48,00 | 69,00 | 71,25 | 62,75 |
| 4 | Memperbaiki atau Mengganti Suku Cadang | 54,07 | 71,43 | 74,93 | 66,81 |

Tabel 4. Pencapaian Sub Kompetensi Penyusun *Fault-Free Performance* dalam *Troubleshooting* Kelompok Kontrol Uji Lebih Luas

| No | Sub Kompetensi | Skor Rata – Rata | | | |
|----|--|------------------|-------|-------|--------|
| | | Uji 1 | Uji 2 | Uji 3 | Rerata |
| 1 | Mengidentifikasi Kerusakan | 37,25 | 40,75 | 40,75 | 39,58 |
| 2 | Menentukan Tingkat Kerusakan | 40,50 | 45,50 | 49,00 | 45,00 |
| 3 | Mengeliminasi Sumber Kerusakan | 36,50 | 37,00 | 37,00 | 36,83 |
| 4 | Memperbaiki atau Mengganti Suku Cadang | 41,71 | 45,00 | 47,36 | 44,69 |

utama dalam penyempurnaan modul, tidak hanya melibatkan partisipasi dan mengarahkan mahasiswa untuk menguasai pengetahuan, tetapi juga keterampilan dan sikap dalam *troubleshooting* yang membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna, membuat pengetahuan, keterampilan dan sikap yang baru.

Pemanfaatan simulator perawatan sebagai media pembelajaran merupakan faktor penting yang mampu menyajikan realitas, menyederhakan tugas – tugas rumit dan memberikan umpan balik (Joyce, Weil dan Calhoun, 2011, hlm. 438) dan dimanfaatkan secara optimum dalam modul belajar.

Faktor yang tidak kalah pentingnya adalah penyusunan komponen strategi belajar berturut – turut dari aktifitas belajar yang sederhana sampai dengan kompleks, dan dari penguasaan konsep menuju latihan – latihan aplikasi kegiatan *troubleshooting* secara berjenjang (Sanjaya, 2011, hlm. 186).

Adanya umpan balik segera yang diperoleh dari kombinasi lingkungan pembelajaran simulasi di modul dan aplikasi di simulator, didesain untuk mengetahui kemajuan peserta didik (Finch dan Crunkilton, 1979, hlm. 237), dalam hal ini apakah mahasiswa telah menguasai sub – sub kompetensi penyusun kompetensi utama. Umpan balik segera juga diperoleh dari simulator berbentuk konsekuensi dari tindakan yang dilakukan mahasiswa terhadap aplikasi petunjuk modul di simulator memudahkan mahasiswa belajar (Joyce, Weil dan Calhoun, 2011, hlm. 439).

Fault-free performance yang terbentuk pada akhir pembelajaran akan terlihat sebagai suatu bentuk keterampilan unjuk kerja yang disusun oleh kemampuan melakukan prosedur dan penguasaan konseptual yang dipengaruhi oleh umpan balik sebagai respon dari indera dalam belajar keterampilan motorik yang berfungsi memperhalus unjuk kerja, mendeteksi dan mengoreksi kesalahan (Gagne, 1985, hlm. 210).

Sebagai kombinasi pembelajaran individual berbasis kompetensi dan simulasi, skenario pembelajaran berdampak terhadap kemudahan mahasiswa menguasai *fault-free performance*. Mahasiswa dapat melakukan simulasi dan praktik sesuai dengan kecepatan belajar mereka sendiri. Simulasi kegiatan *troubleshooting* yang rumit dan kritis terhadap kegagalan memudahkan mahasiswa belajar dengan resiko kegagalan yang masih terkontrol namun tetap realistis. (Joyce, Weil dan Calhoun, 2011, hlm. 439).

Setiap model pembelajaran akan selalu dihasilkan dampak – dampak instruksional dan dampak pengiring (Joyce, Weil dan Calhoun (2011)). Signifikansi dampak instruksional adalah penguasaan konsep *troubleshooting* serta keterampilan *troubleshooting* dengan minimum kegagalan kerja *fault-free performance* yang terukur dalam kegiatan uji coba terbatas dan lebih luas. Dampak instruksional lain adalah kepercayaan diri mahasiswa untuk melakukan *troubleshooting* ril dan sangat kompleks yang beresiko terhadap Teridentifikasi dampak instruksional

lain yaitu mahasiswa untuk lebih siap belajar “self-study” karena modul memiliki karakteristik “self-instructional” sejak tahap awal sampai akhir pembelajaran.

Kesimpulan

1. Kondisi awal pembelajaran *troubleshooting* di Program Studi Teknik Pesawat Udara memperlihatkan rendahnya interaksi mahasiswa dengan modul, ketergantungan pada dosen dan tingkat kesulitan tinggi dalam langkah pembelajaran, penguasaan konsep masih rendah, kemajuan belajar tidak terukur dan minimnya pemanfaatan kapasitas simulator, teridentifikasi disebabkan oleh modul tidak lengkap dan rumit, tidak adanya penilaian kemajuan belajar kegagalan menggali secara optimal kapabilitas simulator. Hal tersebut mengindikasikan perlunya pengembangan modul baru.
2. Tahap pengembangan modul pembelajaran *troubleshooting* baru yang dapat meningkatkan *fault-free performance* :
 - a. Mendesain modul dengan : (1) perencanaan tujuan, penggunaan waktu, dan deskripsi komponen, (2) penyusunan draft modul berdasarkan Garis Besar Langkah Pengembangan Modul *Troubleshooting*, (3) penilaian draft oleh ahli modul dan materi, (4) pengembangan modul melalui uji coba dan penyempurnaan. Rumusan modul memiliki konten sekuensial aktifitas belajar *troubleshooting* diawali pendalaman konsep, simulasi

dan praktik melakukan simulasi secara hati – hati, cermat dan responsif.

- b. Mengembangkan langkah – langkah Implementasi dalam Pembelajaran menjadi kegiatan: (1) pendahuluan berupa persiapan pengukuran kemampuan awal, (2) kegiatan inti 1 pendalaman konsep, (3) kegiatan inti 2 simulasi dan praktik *troubleshooting*, dan (3) kegiatan penutup yaitu penilaian akhir. Peran utama dosen sebagai observer keselamatan kegiatan, menjelaskan dan menguji.
 - c. Mengembangkan evaluasi mendiagnosis kelemahan modul *fault-free performance* yang dilakukan : (1) tahap awal oleh ahli modul dan ahli materi, (2) tahap uji coba melalui pos asesmen untuk penyempurnaan konten, (3) implementasi pembelajaran bentuk pre-asesmen (*entry test*), tes mandiri dan pos asesmen mengukur pencapaian *terminal objective*.
3. Dampak pengembangan modul terhadap *fault-free performance* memperlihatkan peningkatan hasil belajar secara umum berdasarkan analisis uji coba terhadap sub – sub kompetensi tercermin dari hasil observasi dengan peningkatan tingkat kecermatan, kehati-hatian, respon terhadap umpan balik dan pengelolaan waktu bekerja,

Daftar Pustaka

- Alm, Torbjorn (2007). *Simulator-Based Design, Methodology and Vehicle Display Applications*, Sweden : Linkoping University
- Billet, Stephen (2010). *Learning Through Practice, Models, Traditions, Orientation and Approaches*, New York : Springer
- Brady, Laurie (1990). *Curriculum Development, Third Edition*. New York : Prentice – Hall
- Bratten, Jack E. (1969). *A System Approach to The Improvement of Instruction, (Media and Methods ; Instructional Technology In Higher Education, Ed. Unwin, Derick)*, London : McGraw-Hill
- Cacciabue, P. Carlo, Mauri C, Owen D (2003). *The Development of Model and Simulation of an Aviation Maintenance Task Performance. Journal of Cognition, Technology and Work.* (2003) 5: 229–247 DOI 10.1007/s10111-003-0133-z
- Campbell, R.D., Bagshaw, M. (2002). *Human Performance and Limitation in Aviation, Third Edition*, UK : Blackwell Science
- Cartwright, Robert (2003). *Training and Development Express*, UK : Capstone Publishing
- Danim, Sudarwan (2010). *Pedagogi, Andragogi, dan Heutagogi*, Bandung : Penerbit Alfabeta
- Dhillon, B. S. (2009). *Human Reliability, Error, and Human Factors in Engineering Maintenance : With Reference to Aviation and Power Generation*, USA : Taylor and Francis Group
- Dick, Walter dan Carey, Lou (1978). *The Systematic Design of Instruction*, USA : Scott, Foresman and Company
- Dick, Walter ; Carey, Lou ; Carey, James O. (2009). *The Systematic Design of Instruction Seventh Edition*, USA : Pearson Education
- Direktorat Kelaikan Udara dan Pengoperasian Pesawat Udara Kementerian Perhubungan RI (1998). *Advisory Circular No. 65-2*, Jakarta
- Djohar, As'ari (2007). *Pendidikan Kejuruan : Bab XLVIII dari buku Rujukan Filsafat, Teori dan Fraksis Ilmu Pendidikan*, Bandung : UPI Press
- Finch, Curtis R., Crunkilton, John R. (1979). *Curriculum Development in Vocational and Technical Education, Planning, Content, and Implementation*, Boston Massachusetts USA : Allyn And Bacon
- Gagne, Robert M. (1985), *The Condition of Learning and Theory of Instruction*, New York : Holt, Rinehart and Winston
- Gerlach, Vernon dan Ely, Donald P. (1980). *Teaching and Media, A Systemic Approach*. New Jersey, USA : Prentice – Hall
- Gross, John M. (2002). *Fundamentals of Preventive Maintenance*, New York, USA : American Management Association
- Hodges, Tony K. (2002). *Linking Learning and Performance, A Practical Guide To Measuring Learning and On the Job Application*, Oxford UK : Butterwort Heinemann

- International Civil Aviation Organization, (2001). Annex 1 Personnel Licencing Ninth Edition, ICAO
- Joyce, Bruce, Weil, Marsha dan Calhoun, Emily (2011). Models of Teaching ; Model – Model Pembelajaran (Edisi kedelapan , versi Bahasa Indonesia), Yogyakarta : Penerbit Pustaka Pelajar
- Kamil, Mustofa (2007). Teori Andragogi, Bab 11 dari Buku Ilmu dan Aplikasi Pendidikan, Editor Ali, dkk, Bandung : Pedagogiana Press
- Kinnison, Harry A. (2004). Aviation Maintenance Management, New York USA : McGraw-Hill
- Kroes, Michael J., Watkins, William A., Delp, Frank (1993). Aircraft Maintenance and Repair, Sixth Edition, New York : Macmillan/McGraw-Hill
- Lateef, Fatimah (2010). Simulation – Based Learning : Just like the real thing. Journal of Emergencies, Trauma and Shock. DOI: 10.4103/0974-2700.70743
- Mansfield, B (2005). Chapter 3 Competence and Standar of Competenced Based Education and Training Book Edited by John W. Burke, UK : Falmer Press
- Miarso, Yusufhadi (2009). Menyemai Benih Teknologi Pendidikan, Jakarta : Kencana Prenada Media Grup
- Miller, John P., Seller, Wayne (1985). Curriculum Perspectives and Practices, New York : Longman
- Oliva, Peter F. (1992). Developing the Curriculum, New York : Harper and Publisher
- Print, Murray (1993). Curriculum Development and Design, NSW Australia : Allen & Unwin
- Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan Udara (PPSDMPU) (2013). Kurikulum Program Studi Teknik Pesawat Udara 2013, Curug, Tangerang : PPSDMPU
- Reiser, Robert A, and Dempsey, John V. (2002). Trends and Issues in Instructional Design and Technology, USA : Merill Prentice Hall
- Rusman, (2012). Belajar dan Pembelajaran Berbasis Komputer, Bandung : Penerbit Alfabeta
- Sanjaya, Wina (2011a). Kurikulum dan Pembelajaran, Teori dan Praktik Pengembangan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan, Jakarta : Kencana Prenada Media Grup
- _____ (2011b). Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran, Jakarta : Kencana Prenada Media Grup
- _____ (2012). Sistem Komunikasi Pembelajaran. Jakarta : Kencana Prenada Media Grup
- Seel, Norbert M. dan Djikstra, Sanne (2008). Curriculum, Plans and Process in Instructional Design, Mahwah, New Jersey USA: , Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.
- Seller, John P dan Miller, Wayne (1985). Curriculum Perspective and Practice. USA : Longman

- Smaldino, Sharon E., Lowther, Deborah L., Russel, James D (2012). Instructional Technology and Media For Learning (versi Bahasa Indonesia : Teknologi Pembelajaran dan Media untuk Belajar), Jakarta : Kencana Prenada Media Grup.
- Subini, Nini et al. (2012). Psikologi Pembelajaran, Yogyakarta : Mentari Pustaka
- Sukmadinata, Nana S. (2011). Pengembangan Kurikulum Teori dan Praktik, Bandung : PT. Remaja Rosda Karya
- _____. (2012). Metode Penelitian Pendidikan, Bandung : PT. Remaja Rosda Karya
- Sukmadinata, Nana S. dan Syaodih, Erliana (2012). Kurikulum dan Pembelajaran Kompetensi, Bandung : PT. Refika Aditama
- Suprijanto, H. (2008). Pendidikan Orang Dewasa, Dari Teori hingga Aplikasi, Edisi ke-2, Jakarta : PT. Bumi Aksara
- Sutarmadji, Bambang (2012). Menuju “ASEAN Single Aviation Market 2015” dalam Bidang Pemeliharaan Pesawat Udara. Makalah Diskusi Ilmiah Program Studi Teknik Pesawat Udara STPI Curug 9 Desember 2012.
- Taba, Hilda (1962). Curriculum Development Theory and Practice, USA : Harcourt, Brace & World, Inc
- US Department of Transportation (2003). Aviation Mechanic Powerplant Practical Test Standard, FAA-S-8081-28 w/ Changes 1 & 2, Washington USA : FAA Flight Standar Service
- U.S. Department of Transportation (2003). Aviation Mechanic Airframe Practical Test Standard, FAA-S-8081-27 w/ Changes 1, 2, & 3, Washington, D.C. 20591 : Flight Standard Service
- US Department of Transportation (2005). Certification and Operation of Aviation Maintenance Technician Schools, AC 147-3A, Washington USA : FAA Flight Standar Service
- Vembriarto, ST. (1975). Pengantar Pengajaran Modul, Yogyakarta : Yayasan Pendidikan Paramita
- Warsita, Bambang (2008). Teknologi Pembelajaran, Landasan dan Aplikasinya, Jakarta : PT. Rineka Cipta