

STUDI PERBANDINGAN ANTARA MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS KOMPUTER DALAM PENINGKATAN KEMAMPUAN BERPIKIR MATEMATIS TINGKAT TINGGI

Bambang Priyo Darminto¹⁾, dan Wawan Setiawan²⁾

1) Universitas Muhammadiyah Purworejo, priyo@yahoo.com

2) Universitas Pendidikan Indonesia, pik@upi.edu

Abstrak

Menghadapi masa depan dan daya saing yang semakin ketat, setiap calon guru matematika harus memiliki kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi (KBMTT) yang meliputi penalaran matematis, koneksi matematis, komunikasi matematis, dan pemecahan masalah matematis. Kemampuan berpikir seperti ini dapat ditingkatkan melalui pendidikan matematika di perguruan tinggi dengan memberdayakan teknologi komunikasi dan informasi (Information and Communication Technology, ICT). Dengan demikian, masalah utama penelitian ini adalah bagaimana meningkatkan KBMTT mahasiswa calon guru matematika melalui pembelajaran matematika berbasis komputer dengan menggunakan program aplikasi multimedia interaktif. Populasi penelitian ini adalah mahasiswa calon guru matematika di Universitas Muhammadiyah Purworejo (PTM1) dan Universitas Muhammadiyah Purwokerto (PTM2). Terdapat tiga model pembelajaran yang dirancang dalam penelitian ini yaitu: eksperimen-1 menggunakan program aplikasi multimedia interaktif buatan peneliti, eksperimen-2 menggunakan program aplikasi multimedia interaktif buatan Allan G. Bluman, dan model konvensional. Mahasiswa yang dipilih secara acak sebagai sampel penelitian sebanyak 115 orang dari PTM1 dan 98 orang dari PTM2. Variabel kontrolnya adalah kemampuan awal mahasiswa, dengan kategori pandai/tinggi dan lemah/rendah, sedang variabel bebasnya adalah model pembelajaran. Dengan demikian, desain eksperimen penelitian ini adalah model faktorial $2 \times 2 \times 3$ (2 PTM, 2 kategori kemampuan mahasiswa, dan 3 model pembelajaran). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini ada 6 macam yakni tes pengetahuan awal matematika (TPAM), pretes/postes KBMTT, skala sikap, lembar observasi kemahiran mengoperasikan komputer dan kinerja proses pembelajaran mahasiswa, serta pedoman wawancara. Secara umum, temuan yang paling penting dari penelitian ini sebagai berikut: (1) KBMTT mahasiswa calon guru di PTM1 dan PTM2 yang diajar menggunakan model eksperimen-1 atau eksperimen-2, lebih tinggi daripada KBMTT mahasiswa yang belajar secara konvensional, (2) Tidak ada perbedaan KBMTT antara mahasiswa calon guru yang diajar dengan menggunakan model eksperimen-1 dan mahasiswa yang diajar dengan menggunakan model eksperimen-2, (3) Tidak ada perbedaan KBMTT antara mahasiswa calon guru di PTM1 dan PTM2, (4) Pembelajaran yang didasarkan pada program aplikasi multimedia interaktif (model eksperimen-1) lebih sesuai dilakukan oleh mahasiswa calon guru yang kemampuannya rendah, sedangkan pembelajaran yang menggunakan program aplikasi multimedia interaktif buatan Allan G. Bluman lebih cocok dilakukan oleh mahasiswa yang kemampuannya tinggi, (5) Terdapat perbedaan sikap mahasiswa calon guru terhadap model pembelajaran matematis berbasis komputer antara mahasiswa pandai dan mahasiswa lemah di PTM1 atau PTM2, (6) Kemampuan awal dan sikap mahasiswa calon guru terhadap model pembelajaran matematika berbasis komputer ternyata mempengaruhi peningkatan KBMTT.

I. PENDAHULUAN

Pendidikan tinggi memiliki peran yang amat strategis dalam meningkatkan mutu SDM. Bank Dunia dalam salah satu laporannya tahun 1999 menyatakan bahwa terdapat kontribusi yang signifikan dari sektor pendidikan tinggi terhadap upaya peningkatan daya saing bangsa (Depdiknas, 2004). Keyakinan dan pemikiran inilah yang mendasari perlunya peningkatan mutu SDM Indonesia melalui upaya peningkatan mutu lulusan pada semua jenjang pendidikan. Sehubungan dengan hal itu, Depdiknas (2005) telah menyusun rencana strategis yang meliputi upaya peningkatan kemampuan tenaga pengajar, penyediaan sarana dan prasarana belajar yang lebih memadai, mengembangkan kurikulum, memper-banyak sumber dan bahan ajar, menciptakan model-model pembelajaran, serta meningkatkan penguasaan *Information Communication Technology* (ICT).

Kemampuan berpikir manusia dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor intern dan faktor ekstern. Yang dimaksud faktor intern adalah intelegensi/kecerdasan dan kemampuan lain yang dimiliki oleh setiap individu sebagai modal awal untuk mengembangkan kemampuan atau pengetahuannya. Mengenai pengertian intelegensi, para pakar ilmu jiwa mempunyai rumusan yang berbeda. William Stern mendefinisikan intelegensi adalah kapasitas umum (*general capacity*) individu untuk mengadakan suatu penyesuaian terhadap situasi baru atau problem yang dihadapi, Thorndike menitikberatkan intelegensi sebagai kesanggupan untuk merespon yang baik sesuai fakta yang dihadapi, sedangkan Terman mendefinisikan intelegensi sebagai kecakapan untuk berpikir abstrak (Nurkancana:167). Meski-pun terdapat perbedaan definisi, namun mereka sepakat bahwa pengertian intelegensi berbeda dengan kepandaian. Intelegensi berhubungan dengan kesiapan seseorang terhadap dua hal penting yakni siap didik dan siap latih, sedangkan kepan-daian berkaitan dengan kecakapan seseorang dalam menangkap pelajaran sehingga mengerti sesuatu. Faktor ekstern adalah pengaruh dari luar individu yaitu orang lain atau lingkungan yang dapat mempengaruhi kemampuan berpikir seseorang.

Selanjutnya, Hebb (Ruseffendi, 1991:111) menjelaskan bahwa intelegensi manusia dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu *hereditas* (keturunan) dan lingkungan. Faktor *hereditas* adalah faktor bawaan dari lahir. Intelegensi bawaan anak dapat dilihat dari orang tua atau kakeknya, sedangkan faktor lingkungan merupakan faktor dari luar yang dapat mempengaruhi intelegensi anak.

Pengetahuan matematika memiliki peranan yang amat penting dalam dinamika kehidupan manusia sehari-hari. Berbagai informasi dan gagasan banyak dikomunikasikan atau disampaikan melalui bahasa matematika. Banyak pula permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang pemecahannya memerlukan perhitungan matematika. Demikian pula tidak sedikit suatu permasalahan akan lebih mudah ditangkap apabila disajikan melalui model matematika karena hubungan antar komponennya menjadi semakin jelas tergambar. Penggunaan bahasa matematika, model dan perhitungan matematika dalam dinamika kehidupan manusia menunjukkan bahwa kemampuan berpikir matematis telah dimiliki oleh setiap orang dalam memecahkan permasalahan sehari-hari.

Upaya meningkatkan KBMTT dapat dilakukan melalui proses pembelajaran matematika di perguruan tinggi yang dikelola dosen. Hal ini sangat mungkin untuk dilakukan sebab pembelajaran matematika memiliki beberapa tujuan yang sangat relevan dengan KBMTT, antara lain: melatih berpikir dan bernalar dalam menarik kesimpulan, mengkomunikasikan gagasan secara lisan atau melalui grafik, dan mengembangkan kemampuan memecahkan masalah. Di samping itu, matematika memiliki karakteristik yang unik, yaitu penalaran deduktif. Dalam penalaran deduktif, kebenaran suatu konsep atau pernyataan diperoleh sebagai akibat logis dari kebenaran sebelumnya sehingga kaitan antarkonsep atau pernyataan tersebut bersifat konsisten (Depdiknas, 2003). Selain itu, matematika juga dikenal sebagai ilmu yang terstruktur dalam arti antara konsep matematik yang satu dengan lainnya terjalin hubungan fungsional. Karakteristik matematika yang lain adalah sifatnya yang sistematis yakni materinya tersusun secara hierarkhis, menggunakan bahasa

simbol yang efisien. Di samping itu, dengan menggunakan matematika dapat dibuat suatu bentuk pemodelan tertentu untuk membantu memecahkan berbagai masalah yang muncul dalam kehidupan sehari-hari.

Pada Perguruan Tinggi Muhammadiyah (PTM) di Jawa Tengah khususnya, penerapan model pembelajaran berbasis komputer belum banyak dilakukan. Pada umumnya perkuliahan di PTM1 (Universitas Muhammadiyah Purworejo) atau PTM2 (Universitas Muhammadiyah Purwokerto) masih dilaksanakan secara konvensional, yaitu proses pembelajaran masih dilaksanakan di dalam kelas dengan menggunakan metode *ekspositori/ceramah* dan memposisikan mahasiswa sebagai pemerhati ceramah dosen. Model pembelajaran ini masih banyak digunakan karena sederhana dan mudah dilaksanakan. Pada umumnya pembelajaran secara konvensional langsung membahas materi secara formal sehingga waktu responsi sebagai salah satu kegiatan umpan balik masih sangat kurang.

Perguruan Tinggi Muhammadiyah (PTM) merupakan lembaga PTS di bawah Persyarikatan Muhammadiyah. Saat ini terdapat 16 PTM yang menyelenggarakan Program S1-Pendidikan Matematika dari 169 PTM tersebar di seluruh Indonesia (Majlis Diktilitbang PPM, 2004). Pada umumnya, mahasiswa PTM berasal dari peserta yang gagal dalam seleksi masuk PTN. Meskipun demikian, lulusan PTM diharapkan mampu bersaing dengan lulusan perguruan tinggi manapun. Karena itu, PTM berupaya menyediakan sarana belajar yang memadai dan berupaya mencari model-model pembelajaran yang tepat guna meningkatkan mutu lulusannya. Salah satu model pembelajaran dimaksud adalah pembelajaran berbasis komputer.

II. RUMUSAN MASALAH

Dengan diterapkan beberapa model pembelajaran yang berbeda, kemungkinan hal ini akan memengaruhi KBMTT mahasiswa, sikap mahasiswa, kinerja proses pembelajaran, dan mungkin juga terdapat keterkaitan atau hubungan antara KBMTT, kemampuan awal mahasiswa, dan sikap mahasiswa. Oleh karena

itu, beberapa permasalahan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut,

1. Ditinjau dari aspek model pembelajaran:
 - a. Apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara KBMTT mahasiswa yang belajarnya menggunakan model eksperimen-1, eksperimen-2, dan konvensional pada PTM1, PTM2, atau gabungan PTM? Jika benar terdapat perbedaan secara signifikan, kelompok manakah yang memiliki perolehan (*gain*) KBMTT tertinggi dari ketiga model pembelajaran tersebut?
 - b. Apakah terdapat perbedaan yang signifikan mengenai KBMTT antara mahasiswa yang belajar menggunakan model eksperimen-1 dan mahasiswa yang belajar menggunakan model eksperimen-2 baik di PTM1 maupun PTM2?
 - c. Apakah terdapat perbedaan sikap mahasiswa terhadap model pembelajaran berbasis komputer antara mahasiswa yang diajar dengan model pembelajaran eksperimen-1 dengan mahasiswa yang diajar dengan model pembelajaran eksperimen-2, baik pada PTM1 atau PTM2?
2. Ditinjau dari aspek PTM dan sikap mahasiswa:
 - a. Apakah terdapat perbedaan yang signifikan mengenai KBMTT antara mahasiswa di PTM1 dan PTM2, baik mahasiswa yang belajar dalam kelompok model eksperimen-1, eksperimen-2, atau konvensional? Jika berbeda secara signifikan, mahasiswa dari PTM manakah yang mempunyai KBMTT lebih tinggi?
 - b. Apakah mahasiswa yang melaksanakan model pembelajaran eksperimen-1 atau eksperimen-2 pada PTM1 mempunyai sikap yang sama terhadap model pembelajaran berbasis komputer dengan mahasiswa yang melaksanakan model pembelajaran eksperimen-1 atau eksperimen-2 pada PTM2?
3. Ditinjau dari aspek kemampuan awal mahasiswa (rendah/tinggi):

- a. Apakah terdapat perbedaan yang signifikan mengenai KBMTT antara mahasiswa yang kemampuan awalnya rendah dengan mahasiswa yang kemampuan awalnya tinggi, baik pada mahasiswa yang belajar menggunakan model eksperimen-1, eksperimen-2, atau konvensional di PTM1, PTM2, atau gabungan PTM?
 - b. Apakah terdapat perbedaan yang signifikan mengenai KBMTT antara mahasiswa dalam model eksperimen-1 atau eksperimen-2 pada PTM1 dengan mahasiswa dalam model pembelajaran yang sama pada PTM2?
4. Ditinjau dari aspek keterkaitan antara KBMTT, Kemampuan Awal, dan Sikap Mahasiswa:
- a. Apakah terdapat korelasi yang signifikan antara KBMTT dan kemampuan awal mahasiswa pada PTM1, PTM2, atau gabungan PTM.
 - b. Apakah terdapat korelasi antara KBMTT dan sikap mahasiswa pada PTM1, PTM2, atau gabungan PTM.
 - c. Apakah terdapat korelasi antara sikap dan kemampuan awal mahasiswa pada PTM1, PTM2, atau gabungan PTM.
5. Apakah proses pembelajaran model eksperimen-1 dan eksperimen-2 di PTM1 dan PTM2 dapat terlaksana dengan baik, artinya sesuai dengan desain perencanaan sehingga dapat meningkatkan KBMTT mahasiswa?

III. TUJUAN

Secara umum tujuan penelitian ini adalah upaya meningkatkan KBMTT melalui pembelajaran matematika berbasis komputer pada mahasiswa calon guru. Di samping itu, penelitian ini mempunyai tujuan khusus, antara lain :

1. Mengetahui kemungkinan adanya perbedaan KBMTT mahasiswa pada PTM1, PTM2, atau gabungan PTM yang belajarnya menggunakan model eksperimen-1, eksperimen-2, dan konvensional.
2. Mengetahui model pembelajaran mana yang lebih tepat diterapkan pada PTM dari ketiga model yang digunakan dalam penelitian. Di samping itu, peneliti juga akan mengetahui

- manakah model eksperimen-1 atau eksperimen-2 yang lebih tepat diterapkan di PTM ditinjau dari kemampuan awal mahasiswa.
3. Mengetahui sikap mahasiswa terhadap model pembelajaran berbasis komputer pada PTM1 dan PTM2, ditinjau dari aspek kemampuan awal mahasiswa.
 4. Mengetahui kemungkinan dapat diterapkannya secara baik di PTM, khususnya PTM1 dan PTM2 mengenai model pembelajaran yang menggunakan alat bantu komputer dengan program aplikasi multimedia interaktif dalam rangka meningkatkan KBMTT mahasiswa.
 5. Mengetahui kemungkinan adanya pengaruh yang signifikan antara model pembelajaran dalam penelitian ini (eksperimen-1, eksperimen-2, konvensional) terhadap kemampuan mahasiswa (rendah, tinggi) atau sikap mahasiswa pada PTM1, PTM2, atau gabungan PTM.
 6. Mengetahui kemungkinan adanya hubungan/korelasi antara kemampuan, sikap, dan KBMTT mahasiswa.
 7. Mengetahui seberapa besar peranan faktor kemampuan mahasiswa terhadap sikap dan KBMTT mahasiswa di PTM1 atau PTM2.

IV KAJIAN PUSTAKA

A. Peranan Komputer dalam Pembelajaran Matematika

Berkaitan dengan pemanfaatan teknologi komputer dalam bidang pendidikan matematika, *Principles and Standards for School Mathematics*, National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000) yang menyatakan bahwa teknologi elektronika, seperti kalkulator dan komputer merupakan sesuatu yang esensial untuk membantu kegiatan pembelajaran dan aktivitas matematika. Media komputer diakui sangat membantu siswa dalam melakukan perhitungan rutin secara cepat dan akurat, menangkap *images* dari gagasan matematika, dan memfasilitasi siswa dalam mengorganisasi dan menganalisis data. Selain itu, NCTM (2000) juga menyatakan bahwa komputer merupakan salah satu media yang sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam meningkatkan mutu pendidikan matematika karena melalui

komputer siswa dapat mengecek format-format representasi yang secara visual dapat diamati secara langsung, sehingga siswa dengan mudah merumuskan dan mengeksplorasi konjektur-konjektur matematika. Dunham dan Dick (Herman, 2003) menyatakan bahwa pemanfaatan teknologi komputer secara tepat, dapat membantu siswa belajar matematika secara lebih bermakna dan mendalam.

Beberapa penelitian yang menyangkut tentang pemanfaatan teknologi komputer pada pembelajaran matematika telah menghasilkan beberapa rekomendasi antara lain:

1. Komputer sebagai alat bantu media belajar memiliki kelebihan dalam mempresentasikan grafik dan gambar sebagai bentuk visualisasi yang dapat diamati siswa dalam mengaktualisasikan konsep dan model matematika. Model pembelajaran ini terbukti dapat meningkatkan mutu pembelajaran (Bitter & Hatfield, 1993; Jensen & Williams, 1993; Huang & Waxman, 1996).
2. Penggunaan komputer dalam pembelajaran matematika di Jepang terbukti dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran karena komputer dapat membantu memvisualisasikan bangun-bangun geometri, melakukan operasi-operasi bilangan dengan cepat dan akurat dalam menyelesaikan beberapa persoalan matematika (Fumiyuki, 2000; Satoru, 2000).
3. Pembelajaran berbasis komputer memiliki beberapa keunggulan, antara lain waktu belajar lebih efektif, pada umumnya skor tes siswa yang belajarnya menggunakan alat bantu komputer lebih tinggi dibanding dengan siswa yang belajar tanpa komputer, siswa memiliki sikap positif terhadap pembelajaran berbasis komputer (James Kulik dalam Schacter, 1999).

Saat ini pembelajaran matematika dengan bantuan komputer sudah dilakukan di beberapa negara maju seperti Amerika dan Jepang, namun hal ini belum banyak dilakukan di Indonesia. Secara umum, penggunaan komputer sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran di Indonesia masih terbatas pada program aplikasi seperti *Microsoft Word*, *Microsoft Excel*, atau *SPSS*. Penggunaannya pun masih terbatas

untuk mengolah kata atau angka, padahal pembelajaran matematika saat ini diharapkan mempunyai daya tarik tertentu bagi siswa agar mereka tidak takut terhadap matematika. Penggunaan komputer dengan program animasi dalam pembelajaran matematika mungkin merupakan salah satu alternatif untuk menarik minat siswa dalam mempelajari matematika karena komputer memiliki banyak keunggulan. Cradler (2005) menyatakan bahwa komputer dapat membantu menyampaikan materi pembelajaran sesuai dengan tuntutan kurikulum serta dapat mengubah pembelajaran tradisional yang terpusat dari guru ke siswa. Selanjutnya, menurut McCoy (1996), pembelajaran berbantuan komputer memiliki beberapa keunggulan, antara lain :

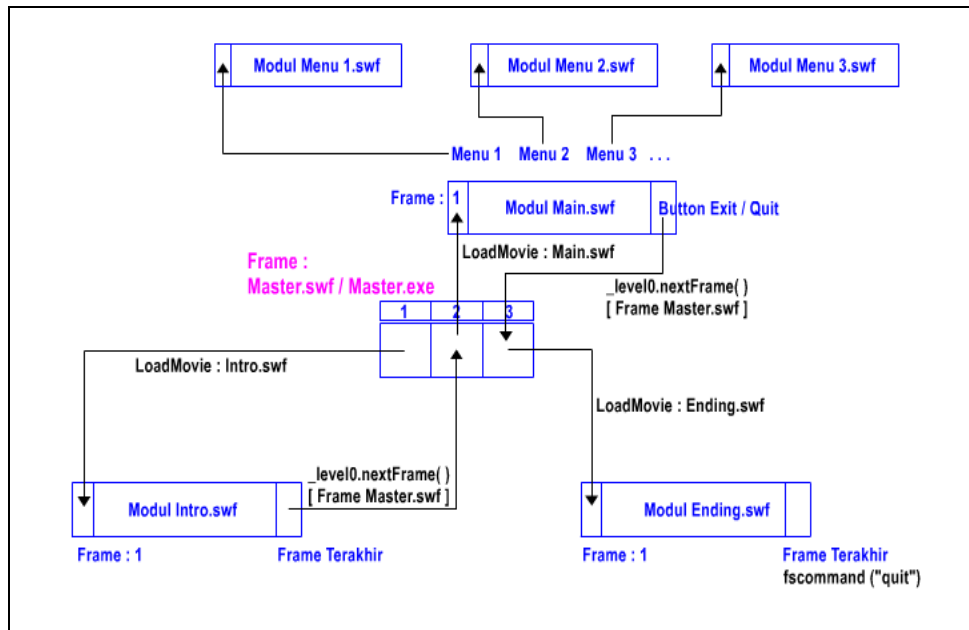
1. Dapat meningkatkan prestasi belajar siswa dalam area konseptual sehingga semakin mantap dalam memahami suatu konsep tertentu, termasuk keterampilan memanipulasi dan menghitung.
2. Dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran ketika hal itu diterapkan sebagai bagian dari suatu proses pembelajaran. Pembelajaran berbantuan komputer merupakan suatu aktivitas siswa untuk mengaplikasikan program pelajaran. Proses pembelajaran ini dapat berjalan efektif jika mereka bekerja dalam kelompok kecil.
3. Memiliki berbagai bervariasi yang sesuai dengan karakteristik siswa dalam sekelompok siswa yang berbeda. Penggunaan media pembelajaran matematika berbasis komputer seperti grafik dan animasi bangun-bangun geometri dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika.

B. Program Aplikasi Multimedia Interaktif Berbasis Komputer

Multimedia merupakan salah satu sistem komputer yang dirancang secara khusus dengan tujuan agar dapat menyampaikan materi secara langsung kepada peserta didik secara interaktif. Multimedia interaktif adalah suatu konsep teknologi komputer di mana komponen-komponen seperti teks, gambar, animasi, dan video digabungkan menjadi satu untuk disajikan

secara interaktif (Kariadinata, 2006). Dengan sistem seperti ini proses pembelajaran diharapkan dapat menarik minat, memotivasi dan membantu mahasiswa untuk lebih menguasai materi kuliah secara mandiri.

Dengan demikian mahasiswa akan memperoleh pengetahuan baru sehingga KBMMT-nya meningkat. Oleh karena itu, perangkat lunak pembelajaran harus dibuat menarik, mudah dioperasikan, dan bersifat interaktif.



Gambar 1 : Alur Pembuatan Program Aplikasi Multimedia Interaktif

Multimedia interaktif mempunyai peran yang sangat penting dan strategis dalam pembelajaran berbasis komputer untuk meningkatkan pemahaman konsep, kreativitas, dan memecahkan masalah. Oleh karena itu, program aplikasi multimedia interaktif perlu didesain dengan baik agar mudah dioperasikan dan memiliki daya tarik yang tinggi untuk digunakan sebagai media belajar. Menurut Purwanto (2004:5), beberapa prinsip yang perlu diperhatikan dalam mengembangkan program aplikasi multimedia interaktif sebagai berikut.

- (1) Sajian materi dalam aplikasi harus sesuai dengan kompetensi dasar, dan harus seimbang menyikapi ras, agama, dan jenis kelamin.
- (1) Penyajian aplikasi harus menarik minat siswa, sistematis, mengikuti teori-teori belajar, menggunakan bahasa yang tepat, dan memperhatikan tingkat kematangan siswa.

- (2) Aplikasi harus dilengkapi navigasi dan petunjuk penggunaannya.
- (3) Mutu fisik aplikasi harus baik.

Selanjutnya, untuk membuat suatu aplikasi multimedia pembelajaran, Luther (Sutopo, 2003:12) mengusulkan *frame work* sebagai berikut,

- (1) *concept*, berisi tujuan pembuatan multimedia dan kemampuan siswa.
- (2) *analysis*, memuat analisis kurikulum, karakteristik siswa, *setting* (pengaturan) multimedia dan perangkat keras yang digunakan.
- (3) *design*, memuat desain multimedia dan navigasi.
- (4) *material collecting*, memuat hal-hal yang diperlukan dalam pembuatan media baik perangkat lunak maupun perangkat keras.
- (5) *assembly*, memuat cara pembuatan.
- (6) *evaluation*.

- (7) *testing*.
- (8) *distribution*.

C. Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi (KBMTT)

Berpikir merupakan suatu aktivitas dinamis yang dilakukan oleh setiap manusia dalam kehidupannya. Beberapa ahli telah mendefinisikan “berpikir” menurut pandangannya masing-masing, namun pada hakikatnya definisi mereka mempunyai makna yang hampir sama. Menurut pandangan Resnick (Ho *et al.*, 1999), berpikir adalah suatu proses yang melibatkan operasi mental seperti klasifikasi, induksi, deduksi, dan penalaran. Pengertian lain, berpikir menurut Ibrahim dan Nur (2000:8) adalah kemampuan untuk menganalisis, mengkritik, dan mencapai kesimpulan berdasarkan pada inferensi atau pertimbangan yang seksama. Dengan demikian “berpikir” merupakan suatu proses yang sangat kompleks dan *non-algoritmik*.

Di samping definisi di atas, Marpaung (Budiarto dan Hartono, 2002: 481) menyatakan bahwa berpikir merupakan suatu aktivitas yang dimulai dari usaha menemukan informasi (dari luar atau dari diri siswa), mengolah, menyimpan dan memanggil kembali informasi dari ingatan siswa. Dengan demikian, proses berpikir meliputi tiga langkah pokok secara komprehensif yaitu pembentukan pengertian, pembentukan pendapat, dan penarikan kesimpulan.

Matematika dikenal sebagai ilmu deduktif, artinya bahwa dalam memahami matematika memerlukan penalaran logis dan aksiomatik. Di samping itu, untuk memahami matematika dapat pula dilakukan dengan proses induktif, yaitu melalui pengamatan langsung terhadap sejumlah fenomena, kemudian dilanjutkan dengan penyusunan konjektur, model matematika, analogi, dan generalisasi.

Matematika dikenal sebagai ilmu yang terstruktur dan sistematis, artinya konsep-konsep matematika tersusun secara hierarkis, terstruktur, logis, dan sistematis mulai dari konsep yang paling sederhana sampai pada konsep yang paling kompleks. Matematika dikenal sebagai ilmu pengetahuan yang abstrak, yang dipandang sebagai menstrukturkan pola berpikir yang sistematis, kritis, logis, cermat

dan konsisten (Ansjar dan Sembiring : 2000). Meskipun demikian, berbagai konsep atau teori matematika muncul berdasarkan berbagai fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari. Hal inilah yang mendasari bahwa matematika amat berguna dalam menyelesaikan berbagai permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari, di samping juga peranannya yang besar dalam pengembangan ilmu-ilmu lain.

Pada hakikatnya, berpikir memiliki dua tingkat, yaitu berpikir tingkat rendah dan berpikir tingkat tinggi. Beberapa ahli memberikan pengertian yang hampir sama tentang kedua tingkat berpikir tersebut. Webb dan Coxford (1993) berpendapat bahwa berpikir tingkat rendah merupakan kegiatan berpikir yang meliputi operasi hitung sederhana, menerapkan rumus matematika secara langsung, dan mengikuti prosedur atau algoritma yang baku. Bloom (Ruseffendi, 1991: 220) mengemukakan bahwa berpikir tingkat rendah meliputi tiga aspek pertama dari ranah kognitif yaitu aspek pengetahuan (*knowledge*), pemahaman (*comprehension*), dan aplikasi (*application*). Ruseffendi (1991) menjelaskan bahwa aspek pengetahuan berkenaan dengan hapalan dan ingatan, misalnya hapal atau ingat tentang simbol, istilah, fakta, konsep, definisi, dalil, prosedur, pendekatan, dan metode. Pemahaman berhubungan dengan penguasaan tentang sesuatu, tetapi tahap mengertinya masih rendah, misalnya mengubah informasi ke dalam bentuk yang lebih bermakna atau memberikan interpretasi. Pemahaman ada tiga macam yaitu pengubahan (*translation*), pemberian arti (*interpretation*), dan pembuatan ekstrapolasi (*extrapolation*). Aplikasi adalah kemampuan siswa menggunakan apa yang telah diperolehnya dalam situasi khusus yang baru dan konkrit.

Pemikiran kritis, kreatif, dan konstruktif tidak dapat dipisahkan dari berpikir tingkat tinggi. Ranah kognitif dari Bloom yaitu aspek analisis, sintesis dan evaluasi, termasuk pada aspek berpikir tingkat tinggi (Ruseffendi, 1991: 220). Sedangkan Marzano (*North Carolina Department of Public Instruction*, 1994) menyatakan bahwa berpikir tingkat tinggi meliputi aspek mengorganisasi, menganalisis, membangun (*generating*), menginvestigasi dan mengevaluasi. Antara Bloom dan Marzano

terdapat beberapa kesamaan yaitu aspek generalisasi dan mengintegrasikan dari Marzano sama dengan aspek sintesis dari Bloom.

Ibrahim dan Nur (2000: 8) menjelaskan bahwa berpikir tingkat tinggi mempunyai karakteristik berpikir *non*-algoritmik, artinya alur tindakan tidak ditetapkan lebih dulu, cenderung kompleks, sering kali menghasilkan banyak solusi, melibatkan aktivitas mental, pertimbangan dan interpretasi yang tinggi. Webb dan Coxford (1993) memberikan pengertian tentang berpikir tingkat tinggi meliputi memahami ide matematika secara lebih mendalam, mengamati data dan menggali ide yang tersirat, menyusun konjektur, analogi dan generalisasi, menalar secara logik, menyelesaikan masalah (*problem solving*), komunikasi secara matematis, dan mengkaitkan (koneksi) ide matematis dengan kegiatan intelektual lainnya. Meskipun secara redaksional pengertian berpikir tingkat tinggi agak berbeda, namun para ahli sepakat bahwa berpikir tingkat tinggi mempunyai karakteristik tertentu yaitu kapasitasnya lebih tinggi, terdapat kesadaran metakognitif, dan berpikir untuk memecahkan masalah.

Memperhatikan tingkat berpikir dan beberapa karakteristik matematika di atas, maka kemampuan berpikir matematik tingkat tinggi merupakan suatu aktivitas dinamis dan komprehensif yang mencakup kekuatan *doing mathematics*. Oleh karena itu, berpikir matematik tingkat tinggi tentu memberdayakan daya matematis (*mathematical power*). Dalam hal ini, pengertian daya matematis dapat diartikan sebagai kekuatan berpikir seseorang untuk melaksanakan sejumlah tugas matematis (*mathematical tasks*).

Belajar matematika dapat membangun pola berpikir seseorang. Berpikir matematis bukan hanya sekedar penguasaan konsep dan penalaran matematis tetapi juga memberi sumbangan terhadap pembinaan kematangan profesional seseorang dalam matematika. Kematangan profesional ini terus berkembang sesuai dengan perkembangan individu dan pengaruh dari luar. Teori psikologi belajar matematika menyatakan bahwa sejumlah pertumbuhan kematangan profesional tidak hanya berasal dari konsepsi siswa, tetapi juga

memperoleh pengaruh dari luar, seperti ahli matematika (Dreyfus, 1991).

Pemahaman konsep matematika merupakan suatu dasar bagi seseorang untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi secara komprehensif. Pemahaman konsep matematik terdiri atas beberapa tingkatan. Menurut Ansjar dan Sembiring (2000:16), penguasaan konsep matematik terdiri atas beberapa hal,

- (1) Mengucapkan konsep matematik dengan baik dan benar. Mengucapkan konsep merupakan penguasaan yang paling sederhana, seperti menghafal formal konsep dalam bentuk definisi, aksioma, teorema, dan lainnya.
- (2) Menjelaskan konsep matematik dengan kalimat atau kata-kata biasa sehingga dapat dipahami orang lain. Sering terjadi bahwa seseorang kurang tajam atau bahkan kadang-kadang kurang tepat sehingga orang lain belum dapat memahami konsep yang dijelaskan.
- (3) Mengidentifikasi keberlakuan atau ketidakberlakuan konsep matematik, yaitu kemampuan menggunakan atau tidak menggunakan konsep pada tempat/situasi yang tepat.
- (4) Menginterpretasikan suatu konsep matematik, yaitu menunjukkan interpretasi suatu konsep di lingkungan atau di luar matematika dalam situasi sehari-hari atau dalam bidang lain.
- (5) Menerapkan konsep matematik dengan benar baik dalam lingkungan matematika atau di bidang lain.
- (6) Kemampuan berkomunikasi dan koneksi mengenai matematika. Kemampuan ini meliputi (a) menyajikan/mempresentasikan pendapat atau pemikiran matematika dengan tepat dan benar, (b) mengkomunikasikan konsep matematika, dan (c) dapat mengkoneksikan konsep matematika dengan lainnya.

D. Pendekatan Konstruktivisme dalam Pembelajaran Matematika

Pada umumnya pembelajaran matematika saat ini masih menggunakan cara tradisional yaitu terpusat pada guru dan siswa "disugahi" matematika dalam bentuk "jadi"

sehingga siswa kurang kreatif, kurang termotivasi, dan kurang dapat mengeksplorasi dan mendemonstrasikan potensi matematik yang dimilikinya. Akibatnya pembelajaran menjadi kurang bermakna bagi siswa, sehingga potensi akademik siswa tidak atau belum meningkat secara optimal. Oleh karena itu, perlu ada upaya untuk menciptakan model-model pembelajaran matematika yang lebih menarik, misalnya pembelajaran dengan memberdayakan teknologi komputer.

Telah dijelaskan di atas bahwa terdapat beberapa hasil penelitian telah merekomendasikan bahwa pembelajaran matematika berbasis komputer telah menghasilkan bermacam-macam keuntungan, antara lain meningkatkan keterampilan matematik, meningkatkan daya nalar dan berpikir kritis, dapat memotivasi belajar, menumbuhkembangkan kreativitas dan sikap positif terhadap pelaksanaan pembelajaran, serta meningkatkan pemahaman konsep. Peningkatan kemampuan dalam bermacam-macam aspek tersebut dikonstruksi sendiri oleh siswa setelah memperoleh pembelajaran. Pernyataan ini sejalan dengan sebuah pendekatan teori belajar-mengajar konstruktivisme. Para ahli konstruktivis mengatakan bahwa ketika siswa menyelesaikan tugas-tugas matematika pada saat kegiatan proses belajar, maka pengetahuan matematika dikonstruksi secara aktif oleh diri siswa sendiri. Secara individual, mereka akan menemukan ide, konsep, dan pengetahuan baru yang kemudian diakomodasi dan dikonstruksi sebagai pengetahuan yang baru. Dengan demikian, menurut pandangan konstruktivis dijelaskan bahwa belajar matematika bukanlah suatu proses “pengemasan” pengetahuan, melainkan suatu pengorganisasian aktivitas dan berpikir konseptual sehingga siswa secara aktif mengkonstruksi sendiri pengetahuan matematika. Berdasarkan pendekatan ini dapatlah dikatakan bahwa pengetahuan dan kemampuan manusia berpikir matematis semakin meningkat karena hasil konstruksi mereka sendiri.

E. Beberapa Teori Belajar yang Mendukung Pembelajaran Matematika Berbasis Komputer

1. Teori Belajar David Ausubel

Telah diuraikan pada bagian 2.1 bahwa pembelajaran matematika berbantuan komputer dapat meningkatkan kebermaknaan dalam belajar. Hal ini sejalan dengan teori belajar David Ausubel yang terkenal dengan teori belajar bermakna (*meaningful learning*). Ia menggolongkan belajar dalam dua dimensi, yaitu (1) berhubungan dengan cara informasi atau materi pelajaran disajikan pada siswa melalui penerimaan atau penemuan, dan (2) menyangkut cara bagaimana siswa dapat mengaitkan informasi itu pada struktur kognitif yang sudah ada. Ia juga membedakan antara belajar bermakna dan belajar menghafal (Ruseffendi, 1991:172). Belajar bermakna adalah suatu proses mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah dipunyai seseorang yang sedang belajar. Adapun belajar menghafal diperlukan jika seseorang memperoleh informasi baru tetapi tak berhubungan dengan yang telah diketahuinya. Pembelajaran berbasis komputer merupakan salah satu bentuk belajar bermakna karena adanya interaksi antara siswa dengan komputer dapat meningkatkan ketertarikan siswa terhadap materi belajar dan mengkaitkan beberapa pengetahuan yang telah dimilikinya.

2. Teori Belajar Vygotsky

Teori belajar Vygotsky sejalan dengan teori belajar Piaget, namun untuk beberapa hal terdapat perbedaan pandangan. Salah satu perbedaannya adalah pengaruh eksternal terhadap perkembangan intelektual. Piaget menyatakan bahwa adanya tahap-tahap perkembangan intelektual yang dilalui oleh semua individu tanpa memandang latar konteks sosial dan budaya, sedangkan Vygotsky memberi tempat yang lebih penting pada aspek sosial pembelajaran. Vygotsky menyatakan bahwa perkembangan intelektual terjadi pada saat individu berhadapan dengan pengalaman baru dan menantang, serta ketika mereka berusaha untuk memecahkan masalah yang dimunculkan. Dalam upaya mendapatkan pemahaman, individu yang bersangkutan berusaha mengaitkan pengetahuan baru dengan

pengetahuan awal yang telah dimilikinya kemudian membangun pengertian baru melalui interaksi sosial dengan orang lain.

Ide pokok teori Vygotsky adalah zona perkembangan proksimal (*zone of proximal development, ZPD*). Teori ini menjelaskan bahwa siswa mempunyai dua tingkat perkembangan yaitu tingkat perkembangan aktual dan perkembangan potensial. Tingkat perkembangan aktual didefinisikan sebagai kegiatan yang memfungsikan intelektual individu dan kemampuan untuk belajar sesuatu berdasarkan kemampuannya sendiri. Tingkat perkembangan potensial adalah kemampuan individu untuk mengembangkan potensinya melalui bantuan orang lain seperti guru, orang tua, atau teman sejawat yang kemampuannya lebih tinggi. Vygotsky (Ibrahim dan Nur, 2000: 18) mempercayai bahwa interaksi sosial dengan teman lain atau lingkungan sosialnya dapat memacu terbentuknya ide baru dan memperkaya perkembangan intelektual siswa. Interaksi sosial dapat diperoleh melalui diskusi atau belajar bersama dengan teman kelompoknya.

3. Teori Belajar APOS

APOS merupakan singkatan dari *Action, Process, Object*, dan *Schema*. Saat ini APOS merupakan teori belajar yang dikembangkan di perguruan tinggi. Teori ini dikemukakan oleh Dubinsky dan koleganya setelah mereka melakukan elaborasi terhadap teori belajar Piaget tentang perkembangan mental pada anak. Dubinsky memperluas teori Piaget untuk menjelaskan perkembangan berpikir tingkat tinggi pada mahasiswa (Dubinsky, 1991).

Teori APOS mengasumsikan bahwa pengetahuan matematika seseorang merupakan hasil beberapa konstruksi mental dan interaksi dengan orang lain dalam menyelesaikan persoalan-persoalan matematika. Konstruksi-konstruksi mental tersebut adalah *Action, Process, Object*, dan *Schema*, yang disingkat APOS. Dubinsky dan McDonald (2001) menyatakan bahwa *action* adalah suatu transformasi yang dirasakan dalam pikiran mahasiswa sebagai akibat adanya stimulus dari luar. Ketika sebuah *action* diulang-diulang dan mahasiswa melakukan refleksi, maka *action* akan diinteriorisasi (direnungkan) menjadi

process. Kemudian *process* ini akan dienkapsulasi (dikristalkan) sebagai suatu *object*. Kumpulan *action, process*, dan *object* diorganisasikan secara terpadu dalam pikiran menjadi sebuah *schema* yang digunakan sebagai konsep dasar untuk memecahkan persoalan matematika. APOS merupakan suatu teori belajar yang memiliki empat karakteristik, yaitu:

- a. Pengetahuan dikonstruksi sendiri oleh mahasiswa,
- b. Proses pembelajaran menggunakan komputer,
- c. Mahasiswa belajar dalam kelompok kecil, dan
- d. Siklus pembelajaran adalah aktivitas, diskusi kelas, dan latihan.

Dubinsky dan McDonald (2001) menyatakan bahwa teori APOS sangat baik diterapkan dalam pembelajaran di perguruan tinggi untuk memahami beberapa topik seperti Kalkulus, Aljabar Abstrak, dan Matematika Diskrit. Namun demikian, tidak tertutup kemungkinan teori belajar APOS dapat digunakan untuk memahami topik-topik Statistika Dasar. Berdasarkan penjelasan di atas, teori belajar APOS dapat digunakan sebagai salah satu landasan teori belajar dalam penelitian ini.

F. Pembelajaran Statistika Dasar Berbasis Komputer di PTM sebagai Alternatif untuk meningkatkan KBMTT

Statistika merupakan salah satu mata kuliah yang diberikan di perguruan tinggi, baik pada jurusan/program studi ilmu-ilmu sosial maupun ilmu eksakta. Pada program studi pendidikan matematika, mata kuliah statistika di PTM dibagi menjadi dua bagian yaitu Statistika Dasar dan Statistika Matematik. Karena Statistika Dasar mempunyai ruang lingkup yang luas maka mata kuliah ini dibagi menjadi dua bagian yaitu Statistika Dasar I (Statistik Dasar) dan Statistika Dasar II (Statistik Dasar Lanjut), masing-masing berbobot 3 sks (satuan kredit semester) dan diberikan dalam dua semester. Dalam kurikulum program studi pendidikan matematika jenjang strata-1 di PTM, Statistika Dasar merupakan mata kuliah wajib dan termasuk dalam kurikulum inti kelompok Mata

Kuliah Keahlian Berkarya (MKK). Silabus mata kuliah ini disajikan pada Tabel 2.1 di halaman 45.

Secara umum, mata kuliah statistika yang diajarkan kepada mahasiswa program studi pendidikan matematika di perguruan tinggi memiliki makna strate-gis bagi pengembangan akademik mahasiswa karena:

1. Membekali mahasiswa dalam menggunakan statistik sebagai alat bantu dalam memahami gejala tertentu yang diamati dalam kehidupan sehari-hari
2. Meningkatkan wawasan dan kompetensi mahasiswa dalam bidang statistika sehingga diharapkan dapat menjadi guru matematika yang profesional.
3. Mengembangkan arah logika dan pola berpikir secara analitis sehingga mahasiswa dapat memecahkan masalah dengan menerapkan teknik analisis statistik secara benar.

Statistika juga banyak digunakan dalam membantu memecahkan persoalan kehidupan manusia sehari-hari. Seorang manajer yang berpacu dengan waktu mungkin merasa enggan untuk membaca laporan survei yang panjang. Dengan statistika, laporan yang panjang tersebut dapat disajikan secara singkat dan akurat dalam bentuk grafik, tabel maupun angka. Dengan membaca tabel atau grafik, manajer dapat menentukan keputusan secara cepat. Dipihak lain, seorang guru dituntut untuk melaporkan hasil proses belajar-mengajar siswanya kepada kepala sekolah, orang tua siswa atau pihak-pihak terkait. Berbagai informasi yang diperoleh melalui tes dan/atau pengamatan sehari-hari dapat diolah dan dianalisis secara tepat dengan menggunakan statistika. Dalam bidang penelitian, statistika berperan dalam membantu peneliti dalam menyederhanakan kompleksitas suatu gejala dan mengkomunikasikan hasil penemuan ilmiah kepada masyarakat secara kompak, singkat dan akurat sehingga lebih mudah dipahami.

Dalam kenyataannya, statistika tidak hanya diperlukan oleh para peneliti, tetapi juga digunakan oleh beberapa praktisi diberbagai bidang pendidikan, ekonomi, pertanian, psikologi, pengembangan IPTEK, dan lain-lain. Karena pentingnya arti statistika bagi

kehidupan manusia, maka tidak berlebihan bila Jaeger (1990) menyatakan bahwa statistika tidak dapat dipisahkan dari kehidupan para peneliti, pendidik, manajer, analis olah raga, analis politik, pengusaha, dan hampir semua orang terdidik.

Berdasarkan uraian di atas diketahui bahwa statistika terbukti memiliki peran dan kegunaan yang sangat penting bagi kehidupan manusia dalam membantu memecahkan berbagai persoalan sehari-hari. Dengan demikian, sudah barang tentu kajian-kajian materi yang terkandung dalam statistika dapat melatih kemampuan mahasiswa dalam hal: (1) merumuskan masalah situasi sehari-hari ke dalam bahasa matematik, (2) menerapkan strategi untuk menyelesaikan berbagai masalah sejenis dan/atau masalah baru, (3) menjelaskan idea matematik secara lisan atau tulisan, dan (4) bernalar dan berpikir secara analitis. Jadi, sangatlah tepat apabila statistika digunakan sebagai salah satu wahana pembelajaran untuk meningkatkan KBMTT.

Pembelajaran berbasis komputer telah terbukti dapat memberi manfaat bagi siswa dalam meningkatkan prestasinya. Beberapa hasil penelitian yang telah diuraikan di atas dalam bab ini menunjukkan bahwa pembelajaran matematika dengan alat bantu komputer dapat meningkatkan motivasi, kreativitas, penalaran, koneksi, komunikasi dan pemahaman konsep di mana kemampuan-kemampuan tersebut sangat berguna untuk memecahkan soal-soal matematika yang rumit dan bersifat *non-rutin*. Kemampuan berpikir matematis seperti penalaran matematis (*mathematical reasoning*), koneksi (*matematical connection*), komunikasi (*matematical communication*) dan pemecahan masalah matematis (*mathematical problem solving*) merupakan unsur-unsur penting KBMTT yang perlu ditingkatkan.

V. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Sebagaimana yang dikemukakan pada Bab I, bahwa dalam penelitian ini memberi perlakuan terhadap tiga kelas di mana tingkat homogenitasnya telah diuji. Ketiga kelas diberikan mata kuliah statistika dasar dengan

model pembelajaran yang berbeda. Kelas eksperimen-1 melaksanakan pembelajaran berbasis komputer dengan menggunakan program aplikasi multimedia interaktif yang dibuat sendiri oleh peneliti, kelas eksperimen-2 melaksanakan pembelajaran berbasis komputer dengan menggunakan program aplikasi multimedia interaktif yang dibuat Allan G. Bluman, dan kelas kontrol melaksanakan pembelajaran secara konvensional.

B. Variabel Penelitian

Penelitian ini memiliki tiga variabel yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas (*independent variable*) dalam penelitian ini adalah pembelajaran statistika berbasis komputer, yaitu suatu pembelajaran yang dilaksanakan dengan menggunakan program aplikasi multimedia interaktif berbasis komputer yang dibuat oleh peneliti dan program aplikasi multimedia interaktif yang dibuat oleh Allan G. Bluman. Alasan ditentukannya variabel bebas tersebut adalah berdasarkan pada hasil kajian teoretis dan hasil-hasil penelitian yang telah dijelaskan pada Bab II, telah diketahui bahwa penggunaan alat bantu komputer dengan program aplikasi multimedia interaktif berbasis komputer atau program-program aplikasi lainnya dalam pembelajaran matematika yang dilaksanakan di sekolah menengah memiliki sejumlah keistimewaan sebagai media atau sebagai pendekatan dalam pembelajaran matematika.

Variabel terikatnya (*dependent variable*) dalam penelitian ini adalah kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi (KBMTT) mahasiswa. Alasan ditentukannya KBMTT sebagai variabel terikat dalam penelitian ini adalah bahwa terdapat beberapa kemampuan berpikir yang sangat penting diterapkan dalam memecahkan beberapa persoalan dalam kehidupan sehari-hari di mana kemampuan-kemampuan berpikir seperti ini dapat dikembangkan/ditingkatkan melalui proses pembelajaran matematika. Dalam kenyataannya, setiap manusia pasti telah mempunyai kemampuan berpikir matematis, meskipun kadar atau tingkat kemampuannya itu berbeda. Kemampuan berpikir matematis yang dimaksud itu adalah kemampuan

menyusun, mengembangkan tatakerja dan menghubungkan/koneksi matematis (*mathematical connection*), penalaran matematis (*mathematical rea-soning*), komunikasi matematis (*mathematical communication*), dan pemecahan masalah matematis (*mathematical problem solving*). Selanjutnya, kemampuan-kemampuan berpikir semacam itu lazim disebut kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi (KBMTT).

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah kemampuan awal matematika yang telah dimiliki mahasiswa dan dalam hal ini kategori yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 (dua) macam yaitu: kelompok mahasiswa yang berkemampuan tinggi/tinggi (*upper group*), dan kelompok mahasiswa yang berkemampuan rendah/lemah (*lower group*), serta 2 (dua) PTM. Yang dimaksud kemampuan mahasiswa sebagai variabel kontrol dalam penelitian ini adalah sejumlah pengetahuan matematika yang telah dikuasai oleh mahasiswa, yaitu pengetahuan matematika yang telah diperoleh di SLTA. Pengetahuan matematika yang telah dikuasai oleh mahasiswa merupakan pengetahuan awal matematika (PAM) atau *prior knowledge of mathematics* yang berfungsi sebagai salah satu prasyarat yang amat diperlukan dalam mengetahui/memahami dan memecahkan permasalahan matematika yang lebih tinggi, khususnya di perguruan tinggi. Dalam hal ini, PAM berhubungan dengan KBMTT yang sebelumnya telah dimiliki oleh mahasiswa. Oleh karena itu, PAM mahasiswa perlu diketahui lebih dulu oleh peneliti karena untuk menyelesaikan sejumlah tugas matematika tingkat tinggi pasti memerlukan sejumlah pengetahuan matematika yang sebelumnya telah dimiliki mahasiswa.

C. Alat Bantu Pembelajaran (Program Aplikasi Multimedia Interaktif) dan Pengembangannya

Program aplikasi multimedia interaktif statistika dasar yang digunakan sebagai alat bantu pembelajaran dikembangkan berdasarkan prinsip dan tahapan pengembangan aplikasi multimedia yang telah diuraikan pada Bab II. Secara singkat prinsip-prinsip tersebut antara

lain: (1) materi dalam menu tutorial disesuaikan dengan kurikulum PTM, (2) meningkatkan minat, daya tarik dan kemandirian mahasiswa dalam belajar, dan (3) mudah dioperasikan. Di samping itu, pokok bahasan dan urutan penyajian program aplikasi ini juga disesuaikan dengan Diktat Kuliah Statistika Dasar yang dibuat oleh peneliti. Materi diambil dari diktat kuliah yang disajikan dalam program aplikasi merupakan materi yang sangat fundamental dengan kata-kata kunci tertentu, konsep/definisi penting, dan dipilih materi yang dapat direpresentasikan secara interaktif, misalnya grafik.

Setelah program aplikasi selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba yang dilaksanakan di laboratorium komputer. Kemudian program disampaikan kepada Tim Penimbang untuk divalidasi. Setelah program disempurnakan dan dianggap layak digunakan, maka diuji coba lagi kepada 10 mahasiswa jurusan pendidikan matematika yang dipilih oleh peneliti. Mereka adalah para mahasiswa yang telah lulus menempuh mata kuliah Statistika Dasar dan mata kuliah Aplikasi dan Pemrograman Komputer. Dengan demikian, mereka diasumsikan mampu mengoperasikan

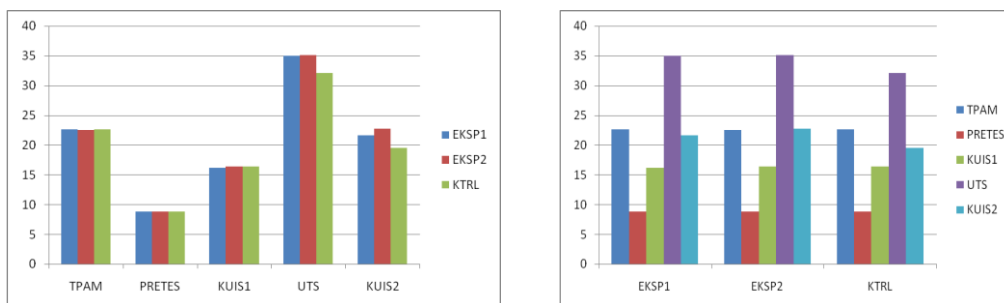
komputer, memahami sistem operasi, dan mengoperasikan beberapa program aplikasi. Setelah mereka mencoba program aplikasi multimedia interaktif, mereka diminta untuk mengisi lembar skala sikap terhadap program aplikasi yang telah dicobanya. Selanjutnya program aplikasi multimedia interaktif dipakai sebagai alat batu pembelajaran dalam penelitian.

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

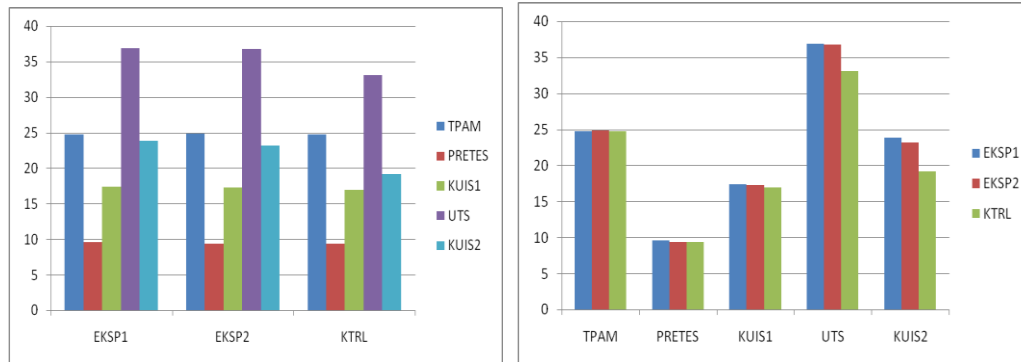
A. Deskripsi dan Analisis Hasil Penelitian

Setelah langkah uji coba perangkat lunak pembelajaran dan uji coba instrumen penelitian secara terbatas selesai dilaksanakan, langkah penelitian berikutnya adalah penyempurnaan beberapa kekurangan yang masih terdapat pada perangkat lunak atau instrumen. Setelah disempurnakan, langkah berikutnya dilanjutkan dengan pelaksanaan eksperimen. Hasil temuan penelitian terdiri dari data skor TPAM, Pretes dan Postes tentang KBMTT, sikap mahasiswa dari kelas eksperimen-1, eksperimen2, dan kelas kontrol pada PTM1, PTM2 serta gabungan PTM. Data tersebut disajikan pada tabel-tabel di bawah ini. Kemudian data tersebut dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif.

Selanjutnya, hasil pengelompokan kemampuan mahasiswa pada PTM1 dan PTM2 dari kelas eksperimen-1, eksperimen-2, kelas kontrol disajikan pada Lampiran 24.A, 24.B, 24.C, 25.A, 25.B, dan 25.C. Untuk memperjelas analisis tentang skor-skor yang dicapai mahasiswa selama pembelajaran, di bawah ini disajikan grafik skor TPAM, Pretes, Kuis1, Kuis2, dan UTS pada PTM1 dan PTM2.



Gambar 2: Rata-Rata Skor TPAM, Pretes, Kuis1, Kuis2, UTS pada PTM1



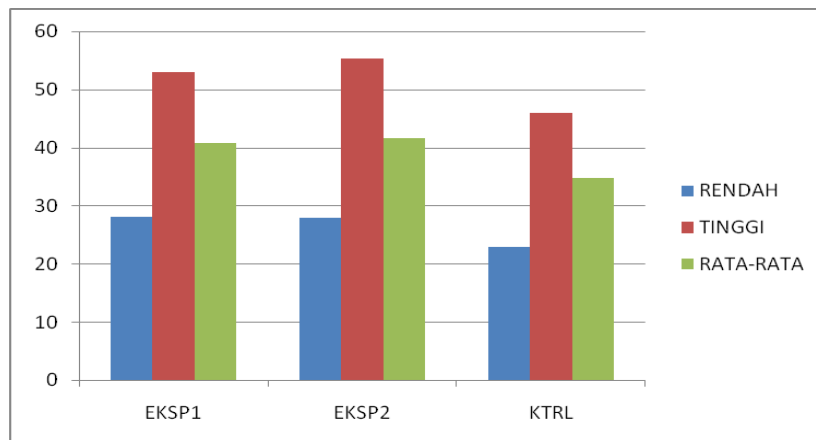
Gambar 3 : Rata-Rata Skor TPAM, Pretes, Kuis1, Kuis2, UTS pada PTM2

Berdasarkan Gambar 2 dan 3 dapat dijelaskan bahwa pada awal semester sampai dengan dilaksanakan kuis-1 yang dilaksanakan pada pertemuan ke-4, rata-rata skor kuis-1 mahasiswa dalam kelas eksperimen-1, eksperimen-2, kelas kontrol relatif tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Dalam empat kali pertemuan, mahasiswa yang diajar dengan menggunakan alat bantu komputer belum menunjukkan hasil yang baik. Mahasiswa yang menggunakan program aplikasi multimedia buatan Allan G. Bluman masih merasa kesulitan dalam mengoperasikan komputer, termasuk kesulitan dalam hal memahami bahasa pengantar yang menggunakan bahasa Inggris. Namun demikian, lambat laun mereka menjadi terbiasa dalam menggunakan program aplikasi sehingga pemahaman tentang materi pembelajaran semakin mudah dipelajari.

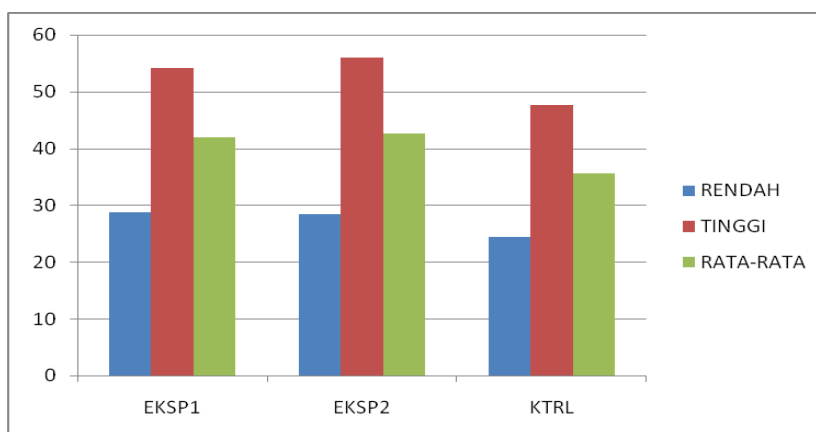
Setelah pelaksanaan ujian tengah semester (UTS) yang dilaksanakan pada pertemuan ke-7 dan pelaksanaan kuis-2 yang dilaksanakan pada pertemuan ke-10, ternyata rata-rata skor pada kelas eksperimen-1 dan eksperimen-2 relatif lebih tinggi daripada rata-rata skor pada kelas kontrol. Hal ini dapat diartikan bahwa kenaikan kemampuan mahasiswa pada kelas eksperimen-1 dan eksperimen-2 terjadi setelah pembelajaran berlangsung kira-kira tujuh kali

pertemuan. Selanjutnya, jika rata-rata kemampuan mahasiswa pada kelas eksperimen-1 dibandingkan dengan rata-rata kemampuan mahasiswa pada kelas eksperimen-2 relatif sedikit lebih tinggi. Hal ini terjadi mungkin karena perangkat lunak yang dibuat oleh Allan G. Bluman jauh lebih baik atau lebih menarik dibanding dengan perangkat lunak yang dibuat oleh peneliti.

Berdasarkan skor rata-rata dari TPAM, pretes, kuis-1,UTS, dan kuis-2, kemampuan mahasiswa dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, masing-masing kira-kira 25%-27% untuk kelompok rendah atau kelompok tinggi dan kira-kira 36%-50% untuk kelompok sedang. Dalam kelas eksperimen-1, eksperimen-2, kelas kontrol, masing-masing terdapat 10 mahasiswa dalam kategori rendah dan 10 mahasiswa dalam kategori tinggi di PTM1, sedangkan di PTM2 pada masing-masing kelas terdapat 9 mahasiswa yang termasuk dalam kategori rendah dan 9 mahasiswa yang berkategori tinggi. Di samping itu, berdasarkan hasil pengelompokan tersebut ternyata para mahasiswa yang termasuk dalam kategori rendah atau tinggi berdasarkan kemampuan TPAM tetap berada pada kelompok yang sama meskipun kemampuan mereka didasarkan pada skor rata-rata.



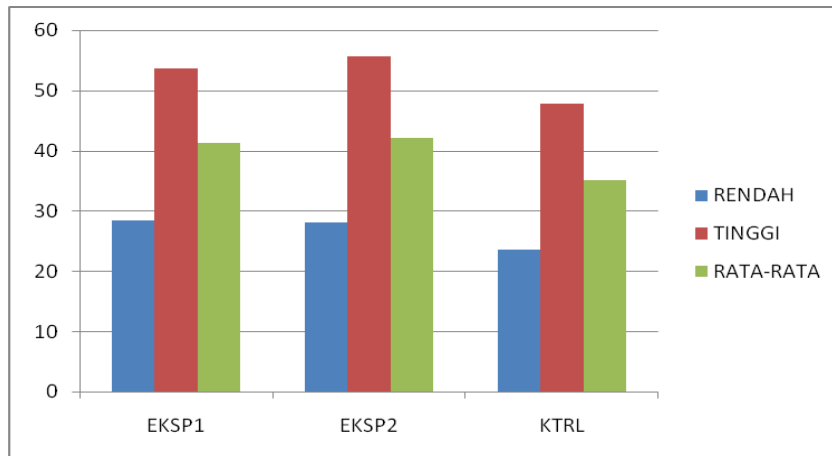
Gambar 4 : Grafik Skor Postes KBMTT pada PTM1



Gambar 5 : Grafik Skor Postes KBMTT pada PTM2

Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dijelaskan bahwa rata-rata skor postes antara mahasiswa yang kemampuannya rendah dan kemampuannya tinggi untuk kelas eksperimen-1, eksperimen-2, kelas kontrol masing-masing mempunyai perbedaan yang relatif tinggi. Demikian pula untuk rata-rata skor postes antara kelas eksperimen-1, eksperimen-2 dan kelas kontrol juga terdapat perbedaan yang relatif tinggi.

Rata-rata skor postes KBMTT antara kelas eksperimen-1 dan kelas eksperimen-2 secara keseluruhan pada PTM1 dan PTM2 juga berbeda, namun perbedaannya itu relatif rendah. Namun, rata-rata skor postes pada kelas eksperimen-1 atau kelas eksperimen-2 memang jauh lebih tinggi dibanding rata-rata skor kelas kontrol. Untuk rata-rata skor postes antara kelas eksperimen-1 dan eksperimen-2 relatif hampir sama, yakni sama dengan 42,0313 dan 42,6250 (selisihnya hanya 0,5937), sedangkan rata-rata skor postes kelas kontrol sama dengan 35,558. Hasil-hasil perhitungan mengenai rata-rata skor postes KBMTT pada PTM1 dan PTM2 ternyata juga menunjukkan hasil yang hampir sama dengan hasil perhitungan rata-rata skor postes KBMTT pada gabungan PTM.



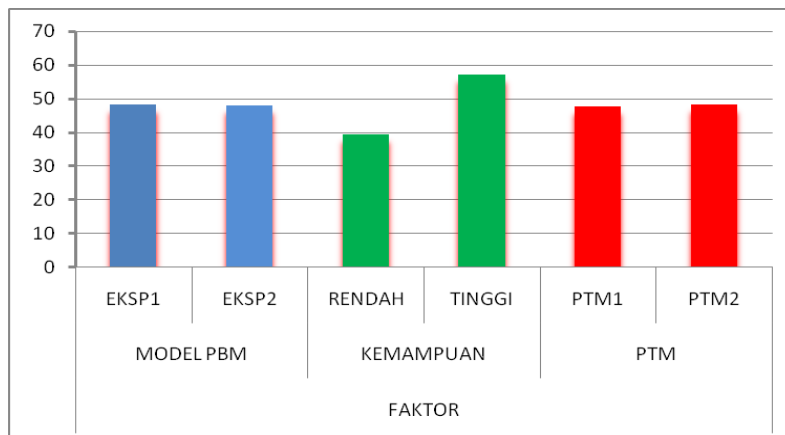
Gambar 6 : Grafik Skor Postes KBMTT pada Gabungan PTM

Berdasarkan representasi yang disajikan pada tabel-tabel di atas, telah diketahui bahwa rata-rata skor postes KBMTT mahasiswa dari kelas eksperimen-1, eksperimen-2, dan kelas kontrol secara keseluruhan menunjukkan hasil yang cukup atau di atas skor 30. Rata-rata skor KBMTT untuk model pembelajaran eksperimen-1 sama dengan 41,3429, rata-rata skor KBMTT untuk model pembelajaran eksperimen-2 sama dengan 42,0429, dan rata-rata skor KBMTT untuk model pembelajaran konvensional sama dengan 35,1233. Meskipun selisih rata-rata skor KBMTT antara kelas eksperimen-1 dan eksperimen-2 tidak terlalu besar yakni sama dengan 0,7000, namun mahasiswa yang belajar dengan menggunakan program aplikasi multimedia buatan Allan G. Bluman (kelas eksperimen-2) memiliki rata-rata skor yang lebih tinggi, sedangkan mahasiswa yang diajar secara konvensional rata-rata skor KBMTT-nya paling rendah.

Mahasiswa dalam kelas eksperimen-1 yang kemampuannya rendah mempunyai rata-rata skor KBMTT lebih tinggi 0,3158 daripada rata-rata skor kelas eksperimen-2. Hal ini dapat terjadi karena barangkali bahasa pengantar yang digunakan dalam program aplikasi yang

digunakan mahasiswa kelas eksperimen-1 adalah bahasa Indonesia. Namun, untuk mahasiswa pada kelas eksperimen-2 yang kemampuannya tinggi mempunyai rata-rata skor KBMTT lebih tinggi 2,1053 daripada rata-rata skor kelas eksperimen-1. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya pemahaman materi perkuliahan pada mahasiswa yang kemampuannya rendah pada kelas eksperimen-2 mungkin diakibatkan oleh bahasa pengantar yang digunakan dalam program aplikasi yang mereka gunakan, yakni bahasa Inggris. Adapun mahasiswa kelas eksperimen-1 lebih tertarik dan dapat memahami materi yang disajikan dalam program aplikasi karena bahasa pengantarnya menggunakan bahasa Indonesia.

Bagi mahasiswa yang pandai, di samping mereka unggul dalam beberapa hal seperti kemampuan menganalisis suatu masalah, mempunyai penalaran yang tinggi, atau lainnya, kemungkinan mereka mempunyai kemampuan berbahasa Inggris yang lebih tinggi dibanding mahasiswa yang kemampuannya rendah. Karena itu, mereka lebih tertarik dan lebih mudah dalam menggunakan program aplikasi multimedia buatan Allan G. Bluman yang pengantarnya berbahasa Inggris.



Gambar 7 : Rata-rata Skor Sikap berdasarkan Model Pembelajaran, Kemampuan, dan PTM

Gambar 7 memperlihatkan bahwa skor rata-rata sikap mahasiswa pada kelas eksperimen-1 adalah 48,15714, sedikit relatif lebih tinggi daripada rata-rata sikap mahasiswa pada eksperimen-2 yaitu 47,94286. Berdasarkan faktor kemampuan mahasiswa, rata-rata skor sikap mahasiswa yang kemampuannya tinggi ternyata lebih tinggi dibanding rata-rata skor mahasiswa yang kemampuannya rendah. Jika ditinjau dari faktor PTM, rata-rata skor sikap mahasiswa pada PTM2 sedikit relatif lebih tinggi daripada mahasiswa pada PTM1, meskipun perbedaan ini cukup kecil yakni 0,42599. Selanjutnya, hasil yang sangat penting untuk diketahui dari penelitian ini bahwa berdasarkan Tabel 4.48 yaitu rata-rata total skor sikap pada eksperimen-1, eksperimen-2, atau gabungan PTM ternyata lebih besar daripada skor netral yaitu 45. Hal ini menunjukkan bahwa pada umumnya sikap mahasiswa terhadap pembelajaran berbasis komputer dengan menggunakan program aplikasi multimedia interaktif cukup positif.

5. Keterkaitan antara Kemampuan, KBMTT, dan Sikap Mahasiswa terhadap Pembelajaran Berbasis Komputer

Berdasarkan hasil analisis yang telah dijelaskan pada awal Bab IV, ditemukan bahwa data skor TPAM, skor pretes KBMTT, skor postes KBMTT, dan rata-rata skor sikap mahasiswa pada PTM1 dan PTM2 serta gabungannya pada model pembelajaran eksperimen-1, eksperimen-2, dan konvensional adalah normal dan homogen. Di samping itu

telah ditunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan mengenai TPAM, pretes dan postes yang diperoleh mahasiswa. Keterkaitan antara KBMTT dan sikap mahasiswa, antara kemampuan dan KBMTT, dan antara sikap dan kemampuan pada PTM1, PTM2 dan gabungannya ternyata menunjukkan hubungan yang signifikan di antara variabel-variabel tersebut. Kemudian setelah variabel kemampuan dikeluarkan, keterkaitan antara sikap dan KBMTT pada PTM1, PTM2, dan gabungannya menjadi tidak signifikan. Hal ini berarti kemampuan mahasiswa (pandai/tinggi atau lemah/rendah) sangat berpengaruh terhadap KBMTT mahasiswa. Para mahasiswa yang kemampuannya rendah pada umumnya belum menguasai konsep dasar tentang materi tertentu, belum memahami permasalahan dan strategi penyelesaiannya. Sehubungan dengan hal tersebut, mahasiswa perlu menguasai konsep-konsep dasar agar dapat menyelesaikan tes KBMTT.

Banyak konsep dasar yang perlu dikuasai oleh mahasiswa, satu di antaranya adalah konsep tentang ukuran tendensi sentral yang di dalamnya memuat konsep rata-rata (rata-rata hitung, rata-rata geometri, dan rata-rata harmonik). Sebagai contoh dalam menyelesaikan soal nomor 3, yakni soal yang berkaitan dengan koneksi matematik. Berdasarkan jawaban mahasiswa yang termasuk dalam kategori rendah baik di PTM1 maupun PTM2, untuk mencari kecepatan rata-rata mereka menggunakan konsep rata-rata hitung. Penyelesaian ini salah karena soal ini

mempunyai dua dimensi yaitu dimensi waktu dan dimensi panjang sehingga rata-ratanya tidak dapat langsung dihitung begitu saja. Soal ini diselesaikan dengan rata-rata harmonik. Demikianlah gambaran umum tentang pengaruh kemampuan mahasiswa terhadap pembelajaran matematika berbasis komputer.

VI. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil atau temuan yang telah dikemukakan pada bagian terdahulu, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Ditinjau dari aspek model pembelajaran:
 - a. Mahasiswa yang menggunakan model eksperimen-1 atau eksperimen-2 mempunyai rata-rata skor KBMTT yang relatif lebih tinggi atau lebih baik daripada mahasiswa yang belajar secara konvensional, baik pada PTM1, PTM2, atau gabungan PTM. Dengan demikian *gain* KBMTT mahasiswa di PTM1 atau PTM2 dalam model eksperimen-1 atau eksperimen-2 relatif lebih tinggi dibanding *gain* KBMTT mahasiswa model konvensional.
 - b. KBMTT antara mahasiswa dalam model eksperimen-1 relatif sama dengan KBMTT mahasiswa dalam model eksperimen-2 baik di PTM1, PTM2, dan gabungannya. Ini berarti bahwa setelah proses pembelajaran selesai dilaksanakan, rata-rata *gain* KBMTT antara mahasiswa dalam eksperimen-1 relatif sama dengan *gain* KBMTT mahasiswa dalam eksperimen-2.
 - c. Mahasiswa yang diajar dengan model pembelajaran eksperimen-1 ternyata mempunyai sikap yang relatif sama dengan mahasiswa yang diajar dengan model pembelajaran eksperimen-2, baik di PTM1 maupun PTM2.
2. Ditinjau dari aspek PTM dan sikap mahasiswa:
 - a. KBMTT mahasiswa di PTM2 relatif sedikit lebih tinggi dibanding mahasiswa di PTM1, meskipun perbedaan ini tidak signifikan. Hal ini wajar karena sampel penelitian di PTM1 adalah mahasiswa semester I, sedang-kan di PTM2 adalah mahasiswa semester III sehingga secara akademis mereka mempunyai pengetahuan yang lebih luas dan memiliki kematangan berpikir yang relatif sedikit lebih tinggi dibanding mahasiswa semester I. Meskipun demikian, secara umum *gain* KBMTT mahasiswa di PTM1 relatif sama dengan PTM2 *gain* KBMTT mahasiswa di PTM2.
 - b. Mahasiswa yang melaksanakan model pembelajaran eksperimen-1 atau eksperimen-2 pada PTM1 dan PTM2 mempunyai sikap yang relatif sama (yaitu sikap positif) terhadap model pembelajaran berbasis komputer. Namun bila ditinjau dari kemampuan awalnya, para mahasiswa yang kemampuannya tinggi dalam kelas eksperimen-1 atau eksperimen-2 pada PTM1 atau PTM2 menunjukkan sikap yang lebih baik daripada mahasiswa yang kemampuannya rendah.
3. Ditinjau dari aspek kemampuan awal mahasiswa (rendah/tinggi):
 - c. Setelah proses pembelajaran selesai dilaksanakan, mahasiswa dalam kelas eksperimen-1, eksperimen-2, atau konvensional yang kemampuan awalnya rendah ternyata rata-rata KBMTT-nya tetap lebih rendah daripada mahasiswa yang kemampuannya tinggi, baik di PTM1, PTM2, atau gabungannya.
 - d. KBMTT mahasiswa di PTM1, PTM2, atau gabungannya yang kemampuan awalnya rendah dalam model eksperimen-2 ternyata memiliki rata-rata KBMTT yang relatif sedikit lebih rendah dibanding mahasiswa yang kemampuan awalnya rendah dalam model eksperimen-1, meskipun perbedaan ini tidak signifikan. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan di PTM1 dan PTM2 terhadap beberapa mahasiswa yang kemampuannya rendah pada model eksperimen-2, rata-rata mereka masih kesulitan dalam memahami materi perkuliahan karena bahasa pengantarnya menggunakan

bahasa Inggris. Dalam hal lain, mahasiswa yang kemampuannya tinggi dalam model eksperimen-2 pada PTM1, PTM2, atau gabungannya memiliki KBMTT yang sedikit relatif lebih tinggi daripada mahasiswa dalam eksperimen-1, meskipun perbedaan ini tidak signifikan. Dengan demikian, secara umum dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran eksperimen-2 yang menggunakan program aplikasi multimedia interaktif *Elementary Statistics* buatan Allan G. Bluman lebih cocok untuk mahasiswa yang berkemampuan tinggi, sedangkan program multimedia interaktif buatan peneliti lebih cocok untuk mahasiswa yang kemampuan awalnya rendah.

4. Berdasarkan hasil perhitungan uji signifikansi korelasi parsial:
 - a. Terdapat korelasi antara KBMTT mahasiswa dengan kemampuan awal mahasiswa, baik di PTM1, PTM2, atau gabungannya.
 - b. Terdapat korelasi antara KBMTT dan sikap mahasiswa, baik di PTM1, PTM2, atau gabungannya.
 - c. Terdapat korelasi antara sikap mahasiswa dan kemampuan awal, baik di PTM1, PTM2, atau gabungannya.

Setelah variabel kemampuan mahasiswa dikeluarkan dari pengujian korelasi parsial, ternyata korelasi antara KBMTT dan sikap mahasiswa menjadi tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa peran kemampuan awal sangat penting dalam menjelaskan hubungan antara KBMTT dan sikap mahasiswa.

5. Ditinjau dari pelaksanaan proses pembelajaran, model pembelajaran eksperimen-1 dan eksperimen-2 di PTM1 atau PTM2 secara umum dapat berjalan dengan baik, sesuai dengan alur penelitian yang telah direncanakan.

B. Implikasi

Penerapan program pembelajaran berbasis komputer dengan menggunakan aplikasi multimedia interaktif dalam pembelajaran statistika dasar di PTM1 dan PTM2 telah memberikan dampak yang baik

dalam mengembangkan KBMTT mahasiswa calon guru di PTM masing-masing. Temuan penelitian ini mendukung usaha Majelis DIKTILITBANG Pimpinan Pusat Muhammadiyah dan membantu pemerintah dalam hal menyiapkan calon-calon guru matematika bermutu.

Kariadinata (2006: 211) menyatakan bahwa aplikasi multimedia interaktif dalam pembelajaran matematika, merupakan tahap ketiga yang diklasifikasikan *UNESCO*, yaitu tahap *integrating*. Tahap ini telah mengintegrasikan *ICT* ke dalam pembelajaran, bukan hanya sebatas untuk dipelajari (*learning to use ICTs*) tetapi menggunakan *ICT* untuk belajar (*using ICTs to learn*). Sehubungan dengan hal tersebut, temuan penelitian ini juga menunjukkan bahwa penerapan *ICT* dalam pembelajaran statistika dasar dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran dalam rangka meningkatkan KBMTT mahasiswa di PTM1 dan PTM2. Hal ini telah dibuktikan dari temuan penelitian ini bahwa *gain* KBMTT mahasiswa dalam kelas eksperimen-1 dan eksperimen-2 lebih tinggi daripada *gain* KBMTT mahasiswa dalam kelas konvensional. Dengan demikian, implikasi temuan penelitian diharapkan dapat membuka harapan baru bagi PTM1 dan PTM2 khususnya untuk menciptakan calon-calon guru matematika yang unggul/bermutu tinggi.

C. Rekomendasi

Berdasarkan simpulan di atas, agar penerapan pembelajaran matematika berbasis komputer dapat dilaksanakan di PTM, peneliti mengusulkan beberapa rekomendasi yang ditujukan kepada :

1. Majelis DIKTILITBANG Pimpinan Pusat Muhammadiyah untuk merekomendasikan kepada seluruh PTM di Indonesia yang memiliki program studi pendidikan matematika agar sejak awal mulai diperkenalkan *ICT* kepada mahasiswa calon guru dalam proses pembelajaran. Di samping itu, secara bertahap diharapkan agar para dosen Program Studi Pendidikan Matematika PTM1 dan PTM2 dapat mengadakan perubahan paradigma pembelajaran yakni pembelajaran yang dilakukan secara konvensional menjadi

pembelajaran modern, terpusat pada mahasiswa, dan menggunakan program-program apli-kasi berbasis komputer. Selanjutnya, peneliti mengharapkan agar program aplikasi multimedia interaktif statistika dasar buatan Allan G.Bluman atau buatan peneliti dapat digunakan sebagai salah satu alternatif atau alat bantu dalam proses pembelajaran statistika PTM di seluruh Indonesia.

2. Para *programer* dan dosen Program Studi Pendidikan Matematika di PTM diharapkan lebih meningkatkan kolaborasinya dalam menyediakan/mempro-duksi program-program aplikasi multimedia interaktif berbasis komputer yang diwujudkan dalam bentuk CD pembelajaran guna meningkatkan mutu pembe-lajaran dalam rangka meningkatkan KBMTT mahasiswa. Oleh karena itu, para dosen PTM diharapkan dapat memilih topik-topik atau materi kuliah yang cocok untuk disajikan ke dalam bentuk program aplikasi multimedia interaktif.
3. Para dosen Program Studi Pendidikan Matematika PTM di seluruh Indonesia diharapkan dapat menerapkan beberapa pendekatan dan model pembelajaran guna meningkatkan KBMTT mahasiswa dan mutu lulusan, misalnya dengan menerapkan pembelajaran berbasis komputer atau mengkombinasikan dengan model konvensional atau model pembelajaran lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ansjar, M. & Sembiring, R.K . (2000). *Hakikat Pembelajaran Matematika di Perguruan Tinggi*. Jakarta : PAU-PPAI-UT.
- [2] Bitter, G.G. & Hatfield, M.M. (1993). Integration of the Math Explorer Calculation into the Mathematics Curriculum : The Calculators Project Report. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 12(1) 59-81.
- [3] Blejec, A. (2003). *Teaching Statistics by Using Simulations on the Internet*. [Online]. Tersedia : <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/6/Blejec.pdf> [10 Februari 2006].
- [4] Budiarto, M.T.& Hartono. (2002). *Proses Berpikir Pembentukan Struktur Bangun Datar*. Prosiding Konferensi Nasional Matematika XI, Edisi Khusus.
- [5] Carr, R. (2000). *Teaching Statistics Using Demonstrations Implemented with Excel*. [Online].Tersedia : http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/1/10_24_ca..pdf [10 Februari 2006].
- [6] Cormen, H.T, *et al.* (1990). *Introduction to Algorithms*. Massachusetts : The Massachusetts Institute of Technology.
- [7] Cradler, J. (2005). *Summary of Current Research and Evaluation Findings on Technology in Education*. [Online]. Tersedia : <http://www.wested.org/techpolicy/refind.html>. [26 Januari 2006].
- [8] Departemen Pendidikan Nasional. (2003). *Kurikulum 2004 Standar Kompetensi Mata Pelajaran Matematika, Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta : Depdiknas.
- [9] Departemen Pendidikan Nasional. (2004). *Strategi Jangka Panjang Pendidikan Tinggi 2003-20010 (HELTS)*. Jakarta : Depdiknas.
- [10] Departemen Pendidikan Nasional. (2005). *Rencana Strategis Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2005-2009*. Jakarta : Depdiknas.
- [11] Dreyfus, T. (1991). "Advanced Mathematical Thinking Processes", dalam David Tall (Ed.). *Advanced Mathematical Thinking*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- [12] Dubinsky, E. (1991). "Reflective Abstraction in Advanced Mathematical Thinking", dalam David Tall (Ed.). *Advanced Mathematical Thinking*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- [13] Dubinsky, E. & McDonald, M (2001). "APOS : A Constructivist Theory of Learning In Undergraduate Mathematics Education Research" , dalam Derek Holton (Ed.). *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.

- [14] Eck, Van, R. (2001). *Promoting Transfer of Mathematics Skills through the Use of Computer-Based Instructional Simulation Game and Advisement*. University of Memphis.
- [15] Enyedy, N. (2003). "Knowledge Construction and Collective Practice : At the Intersection of Learning, Talk, and Social Configuration in a Computer-Mediated Mathematics Classroom". *Journal of the Learning Science*, 12(3), 361-407.
- [16] Fumi-yuki, T. (2000). An Ideal Use of Computer in High School Mathematics Education. In O. Toshio (Ed.), *Mathematics Education in Japan*. Tokyo: Japan Society of Mathematics Education.
- [17] Hamalik, Oemar. (2003). *Perencanaan Pengajaran Berdasarkan Pendekatan Sistem*. Jakarta : PT Bumi Aksara.
- [18] Heinich, et al. (1996). *Instructional Media and Technology for Learning*. New Jersey : Prentice Hall, Inc.
- [19] Herawati, R & Widiharti,W. (2004). *Pengolahan Data Kuesioner Proses Pembelajaran Kalkulus 1 dan 2*. Bandung: Departemen Matematika ITB.
- [20] Herman, T. (2003). Pengembangan Multimedia Matematika Interaktif untuk Menumbuhkembangkan Kemampuan Penalaran Matematik (Mathematical Reasoning) Siswa Sekolah Dasar. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi*. Tahun Anggaran 2003/2004.
- [21] Hillel, Joel. (2001). "Computer Algebra Systems in the Learning and Teaching of Linear Algebra : Some Examples", dalam Derek Holton (Ed.). *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- [22] Ho, et al. (1999). *Teaching and Learning via IT : High Order Thinking Skills in English Language, English Literature, and Mathematics*. [On-line]. Tersedia : <http://www.oe.edu.sg/iteducation/edtech/papers/f3-1.pdf>. [3 November 2004].
- [23] Huang, S.Y. & Waxman, H.C. (1996). Classroom Observation of Middle School Students' Technology use in Mathematics. *School Science and Mathematics*, 96(1), 29-33.
- [24] Ibrahim, M. dan Nur, M. (2000). *Pembelajaran Berdasarkan Masalah*. Surabaya: UNESA University Press.
- [25] Jensen, R. J., & Williams, B. S. (1993). Technology: Implications for middle grades mathematics. In D. T. Owens(Ed.), *Research ideas for the classroom: Middle grades mathematics* (pp.225-243). New York: Macmillan and Reston, V A: National Council of Teachers of Mathematics.
- [26] Kaput, J.J. (1992). Technology and Mathematics Education. In D.A. Grouws (Ed.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Reston, V.A : NCTM.
- [27] Kariadinata, R. (2006). *Penggunaan Aplikasi Multimedia Interaktif Dalam Pembelajaran Matematika sebagai Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi Siswa SMA*. Disertasi Doktor pada PPS-UPI Bandung : Tidak dipublikasikan.
- [28] Kusnendi. (2005). *Konsep dan Aplikasi Model Persamaan Struktural (SEM) dengan Program LISREL*. UPI Bandung : Jurusan Pendidikan Ekonomi FPIPS.
- [29] Majelis Diktilitbang Pimpinan Pusat Muhammadiyah. (2004). *Direktori Perguruan Tinggi Muhammadiyah (PTM)*. Yogyakarta : PT Surya Sarana Utama.
- [30] Mayer, R.E.(2001). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- [31] McCoy, L.P. (1996). Computer-based Mathematics Learning. *Journal of Research on Computing in Education*,28(4),438-460. [Online].
- [32] Tersedia : <http://www.caret.iste.org/index.cfm> [12 Mei 2005].
- [33] National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (.2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, V.A : NCTM.
- [34] North Carolina Department of Public Instruction. (1994). *Thinking Skill Levels- Adapted from Marzano*. [Online]. Tersedia : <http://www.edu.cep.wcu.edu/>

- [35] Houghton/Learner/Think94/homeNCthink94.html [20 November 2004].
- [36] Nur, A.S. (2001). *Perbandingan Sistem Pendidikan 15 Negara*. Bandung : Lubuk Agung.
- [37] Nurkencana, W. (1982). *Evaluasi Pendidikan*. Surabaya : Usaha Nasional.
- [38] Purwanto. (2004). *Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Teknologi Komunikasi dan Informasi untuk Pendidikan Dasar dan Menengah*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Teknologi Pembelajaran, "Menghadapi Tantangan Daya Saing SDM Nasional dan Internasional" . Jakarta : UT, PUSTEKKOM, IPTPI : Tidak Diterbitkan.
- [39] Rieber, L.P. (1994). *Computers, Graphics, & Learning*. Madison : Brown & Benchmark Publisher
- [40] Robert, A. dan Speer, N. (2001). "Research on the Teaching and Learning of Calculus/Elementary Analysis", dalam Derek Holton (Ed.). *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- [41] Ruseffendi, E.T. (1991). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- [42] Ruseffendi, E.T. (1991). *Penilaian Pendidikan dan Hasil Belajar Siswa Khususnya dalam Pengajaran Matematika*. Diktat Perkuliahan. IKIP Bandung: Tidak diterbitkan.
- [43] Ruseffendi, E.T. (1998). *Statistika Dasar untuk Penelitian Pendidikan*. Bandung: IKIP Bandung Press.
- [44] Santoso, S. (2007). *Menguasai Statistik di Era Informasi dengan SPSS15*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [45] Sarama, J.& Clements, H.D. (2001). *Computers in Early Childhood Mathematics*. USA : University at Buffalo.
- [46] Satoru, Y. (2000). Using Computer in School Education. In O. Toshio (Ed.), *Mathematics Education in Japan*. Tokyo: Japan Society of Mathematics Education.
- [47] Schacter, J. (1999). *The Impact of Educational Technology on Student Achievement : What the Most Current Research Has to Say*. California : Milken Family Foundation.
- [48] Setiawan, W. (2005). "Model Pembelajaran Berbasis Komputer dalam Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep, KBK, dan Sikap Positif Siswa SMA". Makalah pada Seminar Nasional Pendidikan IPA II 22-23 Juli 2005, Bandung.
- [49] Shoffner, B., *et al.* (2001). A Model for Collaborative Relationships Between Instructional Technology and Teacher Education Programs. Dalam *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* [Online]. Tersedia : <http://www.citejournal.org/vol1/iss3/currentissues/general/articel.htm> [25 Maret 2005].
- [50] Standish, T.A. (1995). *Data Structures, Algorithms, and Software Principles in C*. California : Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- [51] Straley, T.H. (1994). *Interactive Learning of Mathematics and Computer Science in a Distributed Laboratory*. [Online]. Tersedia : <http://www.siggraph.org/education/usfcsr/projects/adv/hoft.htm> [7 Maret 2006].
- [52] Subino (1997). *Konstruksi dan Analisis Tes. Suatu Pengantar kepada Teori Tes dan Pengukuran*. Jakarta: Dikti PPLPTK.
- [53] Suherman, E.Ar. (2003). *Evaluasi Pembelajaran Matematika. Untuk Guru dan Mahasiswa Calon Guru Matematika*. Bandung: Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.
- [54] Sumarmo, U. (2003). Pengembangan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi pada Siswa SLTP dan SMU serta Mahasiswa Strata Satu (S1) melalui Berbagai Pendekatan Pembelajaran. Bandung : *Laporan Penelitian* Pascasarjana UPI-Bandung.
- [55] Sutopo, H.A., (2003). *Multimedia Interaktif dengan Flash*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

- [56] Webb, N.L. dan Coxford , A.F. (Eds) (1993). *Assessment in Mathematics Classroom*. Virginia: NCTM.
- [57] Wijaya. (2001). *Statistika Non Parametrik (Aplikasi Program SPSS)*. Bandung: Alfabeta
- [58] Yushua, *et al.* (2003). *Creativity and Computer in Teaching and Learning of Mathematics*. Saudi Arabia : King Fahd University of Petroleum & Mineral [Online]. Tersedia : (www.kfupm.edu.sa/math/) [5 November 2004].