

KORELASI PENGUASAAN MATERI MATEMATIKA DASAR DENGAN PENGUASAAN MATERI PENDAHULUAN FISIKA INTI

THE CORRELATION BETWEEN STUDENTS' MASTERY ON BASIC MATHEMATICS AND THEIR MASTERY ON INTRODUCTORY NUCLEAR PHYSICS

C. T. Kereh^{1*}, Liliarsari², P. C. Tjiang³, J. Sabandar⁴

¹Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP - Universitas Pattimura, Indonesia

²Program Studi Pendidikan IPA, SPS - Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

³Program Studi Fisika, FTIS, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

⁴Program Studi Pendidikan Matematika, SPS - Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Diterima: 12 Mei 2014. Disetujui: 16 Juni 2014. Dipublikasikan: Juli 2014

ABSTRAK

Perkuliahan Pendahuluan Fisika Inti (PFI) di Program Studi Pendidikan Fisika di suatu LPTK di Ambon terkendala oleh kurangnya penguasaan matematika dasar mahasiswa, juga tenaga dosen dan ruangan jumlahnya terbatas. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut di atas, maka dilakukan perkuliahan berbasis *web* dengan memperhatikan matematika dasar terkait. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tentang: (1) konten matematika dasar yang berkaitan langsung dengan materi PFI, dan (2) korelasi antara penguasaan materi Matematika Dasar (MD) mahasiswa dan penguasaan materi PFI mereka setelah melalui suatu perkuliahan. Studi ini dilakukan secara kuasi eksperimen terhadap dua kelompok mahasiswa, masing-masing berjumlah 28 orang. Kelompok yang pertama diajarkan dengan menggunakan perkuliahan konvensional dengan tatap muka di dalam kelas selama delapan kali pertemuan sedangkan kelompok kedua menggunakan *blended learning*. Pada kedua kelompok mahasiswa dilakukan tes awal dan tes akhir materi MD dan PFI. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada korelasi yang tinggi antara penguasaan materi Matematika Dasar dengan materi Pendahuluan Fisika Inti.

ABSTRACT

Nuclear Physics Introduction (NPI) is a course in Physics Education Program in a teacher education program in Ambon. It had been constrained by the lack of students' mastery on basic mathematics. Moreover, the number of lecturers and rooms were limited. In order to overcome the problems, a web based NPI course had been carried out. The aims of this research were to know: (1) which mathematics contents related to NPI and (2) the correlation between students' mastery on basic mathematics and their mastery on NPI. This study was conducted in a quasi-experimental design. There were two groups consisted of 28 students in each group. The first group had been taught by direct instruction, and the second by blended learning. There were administered a pre-test and a post-test of basic mathematics and NPI for both groups. The results showed that there was a strong correlation between students' mastery on basic mathematics and their mastery on Nuclear Physics Introduction.

© 2014 Jurusan Fisika FMIPA UNNES Semarang

Keywords: korelasi matematika dasar dan fisika inti; pembelajaran berbasis web

*Alamat Korespondensi:
Jln. Putuhena Ambon, Indonesia
E-mail: cicyliatk@yahoo.com

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari fenomena alam, yang mencakup materi, gerak, serta energi yang menyertainya. Dengan kata lain, fisika adalah suatu ilmu tentang dunia di sekitar kita dan bagaimana segala sesuatu di dalamnya bekerja (Lang, 2009). Fisika berkembang melalui pengamatan eksperimen dan pengukuran kuantitatif dengan tujuan utamanya untuk menemukan hukum-hukum dasar tentang alam. Selanjutnya, hukum-hukum dasar tersebut digunakan dalam pengembangan teori untuk meramalkan hasil eksperimen-eksperimen berikutnya. Hukum-hukum dasar dalam teori fisika diekspresikan dalam bahasa matematika. Ini berarti matematika memegang peranan yang sangat penting dalam menjabarkan dan menjelaskan gejala fisika yang makroskopik maupun mikroskopik. Representasi matematis dalam pemerian konsep fisika dapat membantu pebelajar dalam memahami gejala fisika terkait (Halliday *et al*, 2007). Oleh karena itu, matematika merupakan materi yang esensial untuk dipelajari dalam pendidikan calon pendidik fisika.

Mata kuliah Pendahuluan Fisika Inti adalah salah satu mata kuliah lanjut pada Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas. Substansi kajian mata kuliah ini melingkupi bagian mikroskopik bahan sehingga gejala fisiknya tidak teramati oleh indera manusia. Oleh karena itu, kemahiran matematika sangat dibutuhkan untuk memahami atau memaknai sejumlah model matematis yang digunakan dalam perkuliahan yang kontennya bersifat abstrak. Sifatnya yang abstrak ini menyebabkan materi ini sulit diserap oleh mahasiswa terutama yang memiliki kemampuan matematika yang rendah. Ini terlihat dari temuan-temuan dalam pengkajian terhadap lembar kerja ujian tengah semester pada perkuliahan di tahun-tahun sebelumnya. Banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam penyelesaian soal yang berkaitan dengan operasi hitung terutama operasi hitung campuran dan yang melibatkan bilangan berpangkat negatif. Mereka juga tidak mahir membaca representasi grafik dan menafsirkannya. Ketidakmahiran mereka tersebut terlihat juga dalam mengelaborasi data eksperimen yang berbentuk tabel. Selain itu, ada indikasi mahasiswa kurang menguasai penggunaan kalkulator dalam perhitungan. Ini terlihat dari hasil perhitungan yang mereka peroleh masih banyak yang salah meskipun me-

reka diperkenankan menggunakan kalkulator. Keadaan serupa teramati di setiap angkatan, meskipun data lembar kerja mahasiswa yang masih tersedia hanyalah pada tahun akademik 2007-2008 dan 2008-2009. Hal ini mengindikasikan kurangnya penguasaan matematik dasar para mahasiswa tersebut dan ada yang salah pada alur logika mereka.

Banyak penelitian yang mengkaji hubungan antara matematika dan fisika, akan tetapi sejauh yang diketahui penulis, belum pernah dilakukan penelitian yang secara khusus mengkaji hubungan antara matematika dasar yang relevan dengan materi perkuliahan Pendahuluan Fisika Inti. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tentang: (1) konten matematika dasar mana yang berkaitan langsung dengan materi pendahuluan fisika inti, dan (2) korelasi antara penguasaan materi matematika dasar mahasiswa dan penguasaan materi perkuliahan fisika inti mereka setelah melalui suatu perkuliahan berbasis *web* dan yang konvensional.

Banyak peserta didik di satu sisi menganggap bahwa mempelajari fisika itu sulit. Padahal, di sisi lainnya pembelajaran fisika sangat penting bagi peserta didik karena pada dasarnya fisika merupakan pengetahuan tentang fenomena alam di sekitarnya. Melalui pembelajaran fisika, seorang pebelajar akan memiliki beberapa kemampuan lain selain memperoleh pemahaman konseptual dan kuantitatif dalam prinsip-prinsip fisika. Menurut Bybee dan Fuch (2006), berbagai kemampuan lain tersebut adalah: (1) kemampuan proses sains yang dibutuhkan untuk mengkonstruksi model-model penjelasan melalui penalaran dari observasi dan data, (2) kemampuan mendesain eksperimen untuk menguji hipotesis, (3) kemampuan menyelesaikan masalah kompleks, dan (4) kemampuan bekerja sama dengan orang lain dalam tim. Meskipun kemampuan-kemampuan ini sangat berguna bagi pebelajar dalam menjalani hidup kesehariannya, akan tetapi hal ini kurang disadari oleh pebelajar pada umumnya, sehingga anggapan bahwa mempelajari fisika itu sulit tetap ada hingga kini. Redish (1994) menyimpulkan bahwa fisika itu sulit bagi mahasiswa karena dibutuhkan kemampuan menggunakan matematika misalnya aljabar maupun geometri. Terlebih lagi, mereka juga harus mampu untuk melakukan dari hal yang spesifik menuju yang umum ataupun sebaliknya. Sejalan dengan itu, dalam kajian yang dilakukan oleh Angell *et al.* (2004) ditemukan bahwa mahasiswa merasa

fisika sulit karena mereka harus berurusan dengan representasi ganda dan tugas-tugas seperti menghafal rumus, menerapkan rumus dalam perhitungan, melakukan eksperimen, membuat grafik, dan memberikan penjelasan konseptual pada saat yang bersamaan. Yang membuat fisika lebih terasa sulit bagi mahasiswa adalah karena mereka merasa tidak mudah membuat transformasi dari satu representasi ke representasi lainnya. Ornek *et al.* (2008) mengkategorikan bahwa kesulitan ini disebabkan oleh (1) kurangnya motivasi dan minat mahasiswa untuk mempelajari fisika; (2) mahasiswa tidak bekerja keras; dan (3) kurangnya pengetahuan yang mencakup pengalaman awal, fisika, maupun matematika tingkat tinggi. Penelitian yang dilakukan mereka terhadap dosen, asisten, dan mahasiswa menunjukkan bahwa ketiga kelompok tersebut sepakat dalam kedua hal pertama yaitu kurangnya motivasi dan minat, dan mahasiswa juga tidak bekerja keras. Akan tetapi, pada poin bahwa untuk mempelajari fisika dibutuhkan matematika tingkat tinggi, kelompok mahasiswa tidak sepakat. Ini berarti mahasiswa tidak menyadari pentingnya penguasaan matematika dalam mempelajari fisika.

Secara umum, ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil belajar peserta didik. Penelitian yang dilakukan oleh Diseth (2002); McGeorge *et al.* (1997); Inman dan Secrest, (1981) menunjukkan adanya keterkaitan antara hasil tes intelegensi dengan keberhasilan akademik. Berbagai penelitian seperti yang dilakukan oleh Li (2012); Mohamed dan Wahid (2012); dan Kazemi *et al.* (2013), menunjukkan bahwa sikap yang negatif mahasiswa terhadap suatu perkuliahan/subjek akan berkorelasi positif dengan hasil belajar mereka. Oleh karena itu, mahasiswa perlu pendampingan dalam merubah sikap mereka menjadi positif terhadap perkuliahan yang tak disukai. Selain kedua hal tersebut di atas, lingkungan sosial pembelajar juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi hasil belajar seseorang. Ini terlihat dari penelitian yang dilakukan oleh Sirin (2005) tentang kaitan status ekonomi dan pencapaian akademik siswa dan oleh Wentzel (1991) yang mengkaji tentang kaitan tanggung jawab sosial dan pencapaian akademik.

Opini lain tentang faktor-faktor yang dapat mempengaruhi mahasiswa belajar fisika berkaitan dengan perspektif sumber. Menurut Brekelmans *et al.* (1997), dalam proses pembelajaran fisika ataupun matematika dapat dilihat sebagai suatu proses yang kompleks dari

mobilisasi dan pertukaran sumber belajar yang kecepatannya dapat berubah sesuai dengan lingkungan belajar. Mereka mengidentifikasi ada tiga tipe sumber, yaitu: (1) karakteristik mahasiswa ketika mereka memasuki kelas; (2) persepsi individual mahasiswa tentang lingkungan belajar; dan (3) karakteristik kelas tentang lingkungan belajar. Contoh dari jenis sumber yang pertama antara lain mencakup kemampuan dan gender, yang kedua adalah kepuasan mahasiswa atas pendidikan matematika atau fisika, sedangkan contoh jenis yang ketiga adalah persepsi kelas atas kualitas guru ataupun tipe kurikulum yang digunakan.

Berkaitan dengan ketiga sumber yang mempengaruhi mahasiswa belajar di atas, dalam pembelajaran fisika, ada asumsi bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi proses dan hasil belajar fisika adalah penguasaan matematika oleh peserta didik. Asumsi ini muncul karena hakekat matematika sebagai “*tool*” ataupun “bahasa” dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk dalam merepresentasikan gejala fisis dan pemecahan masalah di fisika. Ini disetujui oleh Quale (2011) yang mengatakan bahwa dalam fisika dan cabang ilmunya seperti astronomi, geofisika dan lain-lainnya sangat membutuhkan formulasi matematika dalam merepresentasikan hukum-hukum ilmiah yang digunakan dan penyelidikan konsekuensi hukum-hukum tersebut. Model matematika tersebut menyediakan alat pemecahan masalah, contohnya dapat digunakan untuk meramalkan waktu evolusi dari suatu sistem fisis, ataupun “melihat” kejadian masa lampau atau keadaan awal suatu kejadian fisis.

Asumsi di atas juga didukung oleh beberapa penelitian yang menunjukkan adanya korelasi yang positif antara nilai matematika dan fisika di tahap persiapan perguruan tinggi yang dilakukan oleh Thorndike (1946), antara nilai fisika yang diperoleh di bangku kuliah dengan nilai pre tes matematika – yang mencakup materi aljabar dan trigonometri (Hudson & Rottmann, 1981); (Hudson & McIntire, 1977). Ada pula penelitian serupa yang menemukan bahwa terdapat korelasi yang positif antara nilai-nilai kuliah fisika dengan nilai tes matematika pada ujian masuk perguruan tinggi (Blumenthal, 1961; Cohen *et al.*, 1978; Halloun & Hestenes, 1985). Semua korelasi dalam penelitian-penelitian tersebut tidak menunjukkan bukti langsung adanya hubungan kausal antara matematika dan fisika sehingga tidak bisa disimpulkan bahwa seorang mahasiswa perlu untuk mempraktekan dan meningkatkan ketrampilan-ketrampi-

lan matematikanya sebelum mengambil kuliah Fisika Dasar agar performansinya baik pada mata kuliah ini. Oleh karena itu, Meltzer (2002) melakukan penelitian untuk melihat hubungan kausal antara matematika dan fisika, secara khusus kaitan antara ketrampilan matematika mahasiswa dan pengetahuan awal konseptual fisika sebagai faktor-faktor yang bisa mempengaruhi variasi pembelajaran mahasiswa. Ada empat kelompok pada sampel penelitiannya. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara ketrampilan matematika mahasiswa dengan kenaikan nilai konseptual Fisika pada ketiga kelompok mahasiswa dari keempat sampel tersebut. Selain itu, mahasiswa dengan tingkat yang lebih tinggi dalam ketrampilan matematika sebelum pemberian materi Fisika memperoleh kenaikan yang lebih tinggi secara substansial pada konseptual fisika terlepas dari pengetahuan awal mereka tentang konsep tersebut, dibandingkan dengan mereka yang memiliki ketrampilan matematika yang rendah. Hasil penelitian ini berlaku bagi laki-laki maupun perempuan. Penelitian lainnya, yang mengkaji kaitan antara fisika dan matematika, dilakukan oleh Bassok dan Holyoak (1989). Mereka secara khusus mengkaji kaitan antara aljabar dan mekanika. Dalam penelitian tersebut, siswa diajarkan aritmetika dan mekanika yang menggunakan persamaan yang sama. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, disarankan oleh mereka bahwa pembelajaran matematika dan fisika harusnya diajarkan secara terintegrasi atau setidaknya mahasiswa harus disediakan kesempatan yang cukup untuk mentransfer struktur pengetahuan internal yang mereka pelajari dalam matematika. Berbagai kajian yang telah dilakukan sebelumnya sebagaimana telah dijelaskan di atas, menegaskan pemikiran untuk mengetahui konten matematika dasar terkait dengan materi perkuliahan Pendahuluan Fisika Inti dan korelasi penguasaan materi keduanya oleh mahasiswa.

METODE

Penelitian ini bersifat kuasi eksperimen, pre-pos desain. Mendahului penelitian ini, dilakukan terlebih dahulu kajian literatur untuk menentukan konten matematika dasar yang terkait dengan materi Pendahuluan Fisika Inti. Hasil kajian tersebut selanjutnya menjadi dasar penyusunan instrumen tes matematika dasar. Subjek penelitian adalah para calon guru fisika di perguruan tinggi di Indonesia bagian timur. Mahasiswa dibagi dalam dua kelompok

belajar dan diajarkan dengan cara yang berbeda. Ada 35 mahasiswa yang mengikuti perkuliahan konvensional, yaitu bertatap muka dengan pengajar di dalam kelas, dan 42 mahasiswa yang masuk dalam kelompok *blended* (*online* + tutorial sebanyak dua kali). Analisis yang dilakukan hanya pada 28 mahasiswa untuk masing-masing kelompok belajar. Sebelum kegiatan perkuliahan berlangsung, dilakukan pertemuan secara umum untuk membahas mekanisme perkuliahan untuk kedua kelompok dan penentuan masing-masing mahasiswa dalam kelompok. Penentuan kelompok ini awalnya dilakukan dengan mengacu pada hasil tes awal matematika dasar. Jika ada dua mahasiswa yang sama nilainya, dilakukan penawaran pada mereka siapa yang mau ikut kelompok tertentu (jadi bersifat sukarela).

Kelompok yang pertama diajarkan dengan cara pembelajaran langsung (*direct instruction*), dan diwajibkan hadir 8 kali tatap muka. Dalam delapan kali tatap muka tersebut, dibahas topik-topik: (1) Struktur Inti, (2) Radioaktivitas, (3) Reaksi Inti, dan (4) Peluruhan Alfa, Beta, dan Gamma. Masing-masing topik terdiri dari beberapa sub topik terkait. Selain presentasi materi dan diskusi, dalam perkuliahan juga dilakukan kajian bersama atas tugas-tugas yang telah dikerjakan oleh mahasiswa. Kelompok yang kedua diajarkan berbasis *web* dan membahas topik yang sama dengan kelompok pertama, yang materinya tersaji pada *web* yang telah disiapkan dengan tutorial dalam kelas sebanyak dua kali. Tutorial pertama dilakukan pada pertengahan perkuliahan berjalan, sedangkan tutorial kedua pada akhir perkuliahan. Pada bagian tutorial dilakukan kegiatan yang serupa dengan yang dilakukan pada kelompok pertama, yakni membahas kesulitan yang dihadapi mahasiswa terkait dengan konten perkuliahan, dan mengkaji soal-soal latihan yang telah dibuat mahasiswa. Selain tutorial dengan tatap muka langsung, setiap mahasiswa diperkenankan melakukan tanya jawab dengan pengajar melalui *web* (*facebook*) dan telepon (baik lisan maupun pesan singkat).

Sebelum dan sesudah perlakuan dilakukan tes kemampuan materi Matematika Dasar dan Pendahuluan Fisika Inti terhadap kedua kelompok mahasiswa tersebut. Instrumen penguasaan untuk materi Matematika Dasar dan materi Pendahuluan Fisika Inti dikembangkan oleh peneliti dan telah divalidasi oleh pakar terkait. Ada 30 soal berbentuk uraian dalam konten Matematika Dasar yang mencakup topik operasi bilangan bulat, operasi bilangan

pecahan, operasi bilangan berpangkat, fungsi eksponensial, logaritma, tabel, dan grafik. Instrumen tes fisika inti yang digunakan berbentuk pilihan ganda beralasan sejumlah 50 soal yang mencakup topik-topik sebagaimana yang dibahas dalam perkuliahan, yaitu: Struktur Inti, Radioaktivitas, Reaksi Inti, dan Peluruhan Alfa, Beta, dan Gamma. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis secara deskriptif dan korelasinya dihitung dengan menggunakan rumus korelasi Pearson dengan harga r_{xy} pada $\alpha = 0,005$ (Ebel & Frisbie, 1991). Perhitungan nilai korelasi ini dimaksudkan untuk menguji hubungan antara materi Matematika Dasar yang dipilih dengan materi perkuliahan Pendahuluan Fisika Inti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

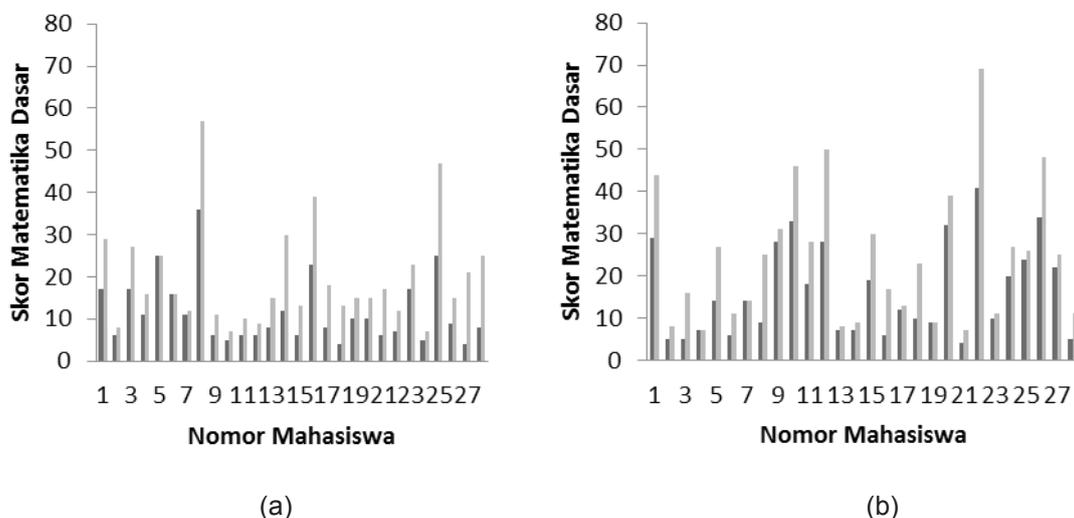
Dari hasil kajian literatur ditemukan bahwa dalam materi perkuliahan Pendahuluan Fisika Inti yang mencakup topik-topik Struktur Inti, Radioaktivitas, Reaksi Inti, dan Peluruhan, terdapat materi Matematika Dasar tertentu, yaitu operasi bilangan bulat, operasi bilangan pecahan, operasi bilangan berpangkat, fungsi eksponensial, logaritma, tabel, dan grafik. Tidak dimasukkannya materi kalkulus dalam hal ini disebabkan perkuliahan Pendahuluan Fisika Inti yang dilakukan hanya menggunakan aljabar dasar. Berbagai materi tersebut sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya diakomodasikan dalam instrumen tes yang disusun.

Variasi hasil tes awal dan tes akhir penguasaan Matematika Dasar mahasiswa ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 1. Skor maksimum tes tersebut adalah 88. Dari gra-

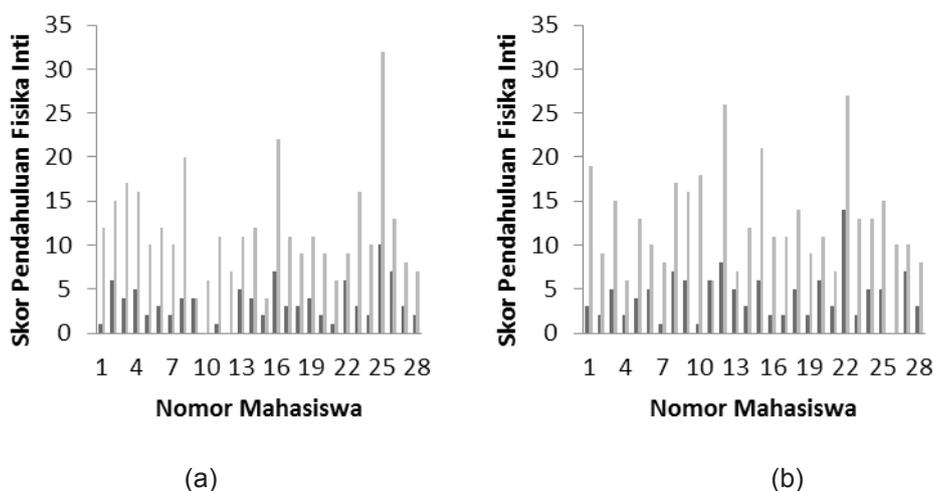
fik tersebut terlihat bahwa terjadi peningkatan penguasaan seluruh mahasiswa dalam materi matematika dasar sesudah perkuliahan dilakukan. Beberapa mahasiswa mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Fenomena ini terjadi di kedua kelompok belajar, yang konvensional maupun yang *blended*. Pada Gambar 1 tersebut juga terlihat bahwa penguasaan awal matematika dasar semua mahasiswa di kedua kelompok kurang dari 50%.

Dari pengamatan selama perkuliahan berlangsung pada kedua kelompok, beberapa mahasiswa terlihat sangat aktif baik di kelas maupun di luar kelas. Keaktifan mahasiswa-mahasiswa tersebut nyata terlihat dari kerajinan mereka dalam membuat tugas-tugas, bertanya-jawab dengan instruktur mengenai hal yang belum dipahami ataupun memberi tanggapan. Hasil tes akhir para mahasiswa tersebut menunjukkan peningkatan yang lebih dari yang lainnya. Sebaliknya, mahasiswa yang cenderung bersikap pasif, terlebih yang hanya menyalin tugas-tugas dari temannya menunjukkan peningkatan hasil yang kecil.

Penguasaan materi Pendahuluan Fisika Inti kedua kelompok sebelum dan sesudah perlakuan direpresentasikan oleh grafik pada Gambar 2. Skor maksimum tes tersebut adalah 50. Dari grafik tersebut juga terlihat adanya peningkatan penguasaan mahasiswa yang cukup signifikan setelah mengikuti kedua program program perkuliahan. Gejala yang serupa pada penguasaan Matematika Dasar terlihat di sini, yakni penguasaan awal mahasiswa atas materi Pendahuluan Fisika Inti masih sangat rendah dan para mahasiswa yang aktif menunjukkan peningkatan yang relatif lebih dari yang



Gambar 1. Grafik Hasil Tes Awal dan Tes Akhir Tes Matematika Dasar Kelompok Konvensional (a) dan Kelompok *Blended* (b)



Gambar 2. Grafik Hasil Tes Awal dan Tes Akhir Pendahuluan Fisika Inti Kelompok Konvensional (a) dan Kelompok *Blended* (b)

Tabel 1. Rekapitulasi Rerata Pencapaian Kedua Kelompok untuk Materi Matematika Dasar dan Pendahuluan Fisika Inti

Kelas	Rata-Rata Pre Tes Fisika Inti	Rata-Rata Pos Tes Fisika Inti	Rata-Rata Pre Tes Matematika Dasar	Rata-Rata Pos Tes Matematika Dasar	Rata-Rata n-gain Fisika Inti	Rata-Rata n-gain Matematika Dasar
Konvensional	3,4	11,8	11,6	16,4	0,18	0,11
<i>Blended</i>	4,3	12,9	19,7	24,3	0,19	0,12

lainnya.

Tabel 1 di atas menunjukkan tentang rata-rata pencapaian kedua kelompok mahasiswa pada materi Matematika Dasar dan Pendahuluan Fisika Inti baik pada tes awal dan tes akhir. Dari tabel tersebut terlihat bahwa rata-rata kedua kelompok mahasiswa sebelum perlakuan diberikan tidak berbeda secara signifikan. Begitu pula rata-rata *n-gain* untuk kedua materi yang hampir sama. Ini menunjukkan bahwa perkuliahan secara *blended (online + tutorial)* dapat dilakukan sebagai alternatif perkuliahan tatap muka yang biasanya dilakukan.

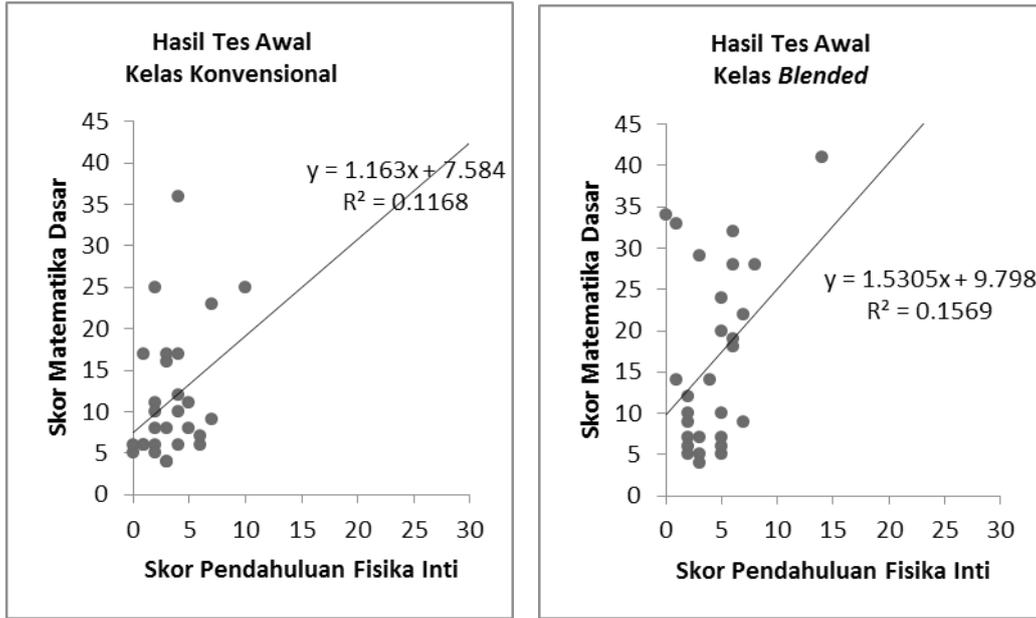
Hasil analisis korelasi yang dilakukan atas data yang ada menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang positif antara penguasaan materi matematika dasar (MD) dan penguasaan materi Pendahuluan Fisika Inti (PFI) baik pada kelompok yang mengikuti perkuliahan secara konvensional, maupun yang mengikuti perkuliahan berbasis *web*. Indeks korelasi penguasaan kedua materi tersebut dari kedua kelompok ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Korelasi antara Penguasaan Materi

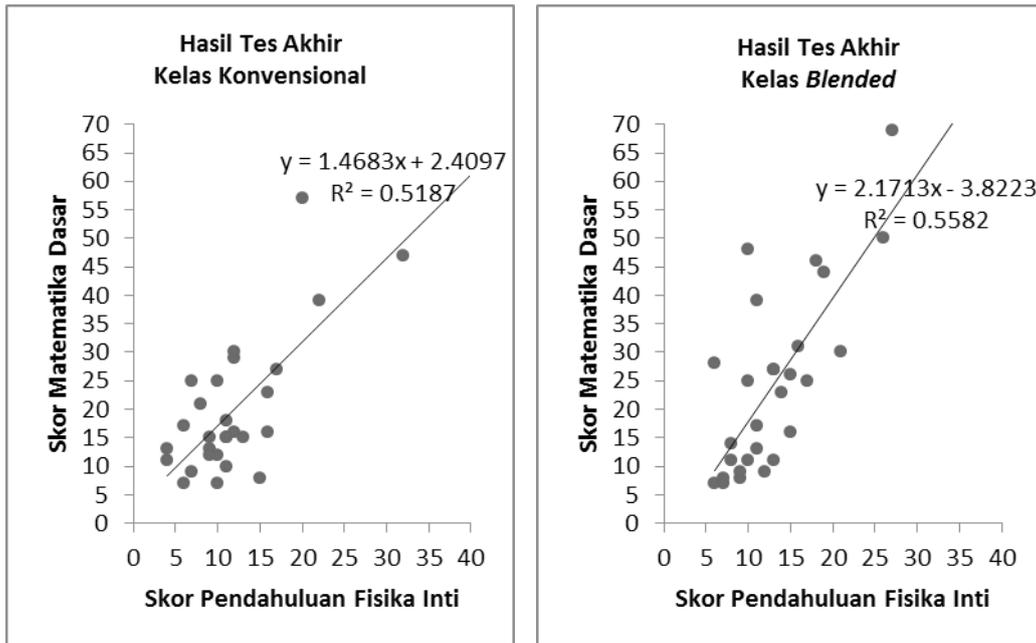
Matematika Dasar dan Penguasaan Materi Pendahuluan Fisika Inti Kedua Kelompok Belajar

r	Kelompok Reguler	Kelompok <i>Blended</i>
Pre MD dan Pre PFI	0,34	0,40
Pos MD dan Pos PFI	0,73	0,75

Gambar 3 menunjukkan *plotting* skor tes awal Matematika Dasar terhadap skor Pendahuluan Fisika Inti kedua kelompok. Dari grafik pada Gambar 3 tersebut terlihat bahwa kemampuan awal kedua kelompok mahasiswa relatif serupa, yakni mengelompok di bagian sudut kiri bawah yang mengindikasikan kebanyakan mahasiswa memiliki kemampuan matematika dasar (MD) dan Pendahuluan Fisika Inti (PFI) yang sangat rendah. Beberapa mahasiswa menunjukkan gejala tidak seperti yang diharapkan, yaitu memiliki kemampuan Matematika Dasar yang relatif di atas rata-rata kelas pada kondisi awal akan tetapi tidak mampu



Gambar 3. Plot Skor Matematika Dasar Terhadap Skor Pendahuluan Fisika Inti pada Tes Awal Kelas Konvensional dan Kelas *Blended*



Gambar 4. Plot Skor Matematika Dasar Terhadap Skor Pendahuluan Fisika Inti pada Tes Akhir Kelas Reguler dan Kelas *Blended*

menjawab soal-soal Fisika Inti yang diberikan.

Dari hasil pembicaraan informal dengan yang bersangkutan, hal ini dikarenakan mahasiswa yang bersangkutan memang belum pernah mendapatkan materi Fisika Inti ketika di sekolah menengah atas (SMA). "Anomali" dari beberapa mahasiswa tersebut yang menyebabkan nilai korelasi matematika dasar dan Pendahuluan Fisika Inti pada tes awal maha-

siswa menjadi rendah, yakni hanya 0,34 pada kelas reguler dan 0,40 pada kelas *blended* seperti yang terlihat di Tabel 2.

Berbeda dengan hasil tes awal, data hasil tes akhir kedua kelompok lebih menyebar di sekitar garis *trend* seperti terlihat pada Gambar 4. Hasil ini menunjukkan bahwa melalui perkuliahan Pendahuluan Fisika Inti yang dilakukan baik secara tatap muka di kelas maupun

secara *online*, kemampuan Matematika Dasar mahasiswa dapat meningkat. Dari grafik tersebut juga terlihat bahwa pada kedua kelompok, kontribusi penguasaan materi Pendahuluan Fisika Inti dalam meningkatkan penguasaan materi Matematika Dasar sekitar 50 %.

Korelasi antara *n-gain* penguasaan Pendahuluan Fisika Inti dan Matematika Dasar masing-masing untuk kelompok konvensional dan kelompok *blended* berturut-turut adalah 0,58 dan 0,67. Ketiga situasi hasil korelasi tersebut di atas, yaitu pada hasil-hasil tes awal, tes akhir, dan *n-gain* menunjukkan bahwa materi Matematika Dasar yang dipilih adalah benar bersesuaian dengan materi perkuliahan Pendahuluan Fisika Dasar yang dilakukan. Ini dapat disimpulkan bahwa untuk menguasai materi Pendahuluan Fisika Inti perlu dikuasai terlebih dahulu materi Matematika Dasar yang terkait.

Pembahasan

Indeks korelasi pada Tabel 2 yang besarnya 0,73 pada kelompok konvensional dan 0,75 pada kelompok *blended* menunjukkan bahwa melalui perkuliahan Pendahuluan Fisika Inti yang dilakukan baik secara tatap muka di kelas maupun secara *online*, kemampuan Matematika Dasar mahasiswa dapat meningkat. Indeks korelasi yang diperoleh dalam penelitian ini relatif lebih tinggi dari yang didapatkan oleh Adams dan Garrett (1954), dan Hudson dan Rottmann (1981). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa materi Matematika Dasar yang diuji sangat relevan dengan materi perkuliahan Pendahuluan Fisika Inti yang dilakukan. Hasil penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bassok dan Holyoak (1989). Pendapat mereka bahwa pembelajaran fisika dan matematika harus diajarkan secara terintegrasi atau setidaknya mahasiswa harus disediakan kesempatan yang cukup untuk mentransfer struktur pengetahuan internal yang mereka pelajari dalam matematika, harus diperhatikan oleh pengajar dalam penyiapan materi ajar dan implementasi pembelajaran.

Penelitian ini menunjukkan bahwa ada banyak konsep dasar matematika yang belum dikuasai oleh para mahasiswa, padahal kesemuanya itu harusnya sudah

dikuasai oleh mereka pada jenjang pendidikan sebelumnya. Fenomena ini bukan hanya terlihat pada konsep yang relatif sulit, melainkan juga mencakup konsep yang sangat sederhana seperti operasi bilangan bulat. Penyebab hal ini adalah kebiasaan salah yang dilakukan oleh mahasiswa dalam prosedur perhitungan, yang terbentuk ketika mereka berada di pendidikan dasar. Salah satu contohnya adalah kebiasaan menyelesaikan soal matematika dalam satu baris, seperti pada Gambar 5. Kebiasaan ini mengakar dalam diri beberapa mahasiswa sehingga meskipun telah didiskusikan pada saat evaluasi tugas-tugas yang mereka buat, ada beberapa mahasiswa yang tetap membuat kesalahan yang sama pada tes akhir.

The image shows a handwritten calculation on a piece of lined paper. The text is written in a single line across the lines of the paper. It reads: $(19 + 25 = n + 5) \text{ maka } n = 19 + 25 - 49 = 49 - 5 = 39$. The calculation is enclosed in a hand-drawn rectangular box.

Gambar 5. Kebiasaan yang Salah dalam Penyelesaian Soal Matematika

Selain keadaan di atas, beberapa mahasiswa yang lain juga salah membaca dan atau menginterpretasi tanda operasi pada soal, seperti ditunjukkan oleh Gambar 6. Berbagai kesalahan yang dibuat oleh mahasiswa di atas mengindikasikan mereka mengalami kesulitan belajar. Bynner dan Parsons (1997) menemukan bahwa kesulitan tersebut juga terjadi pada orang dewasa dan bukan hanya pada anak-anak. Kesulitan belajar seperti ini telah diidentifikasi oleh Garnett (1998) sebagai akibat dari salah satu atau merupakan kombinasi satu sama lain dari lima kekurangan, yaitu: (1) lemah dalam perhitungan yang dapat terjadi karena seseorang salah membaca tanda-tanda atau angka, atau karena tidak menulis angka cukup jelas pada tempat yang benar; (2) kesulitan mentransfer pengetahuan, yang timbul dari ketidakmampuan seseorang menghubungkan aspek abstrak atau konseptual matematika dengan realitas; (3) membuat koneksi, dalam hal ini seseorang tidak mudah membuat

hubungan yang bermakna dalam pengalaman matematika karena tidak memahami hubungan antara angka dan sesuatu yang diwakili angka tersebut sehingga membuat yang bersangkutan sulit untuk mengingat dan menerapkan hal tersebut dalam situasi baru; (4) memahami bahasa matematika secara lengkap; dan. (5) kesulitan memahami aspek visual - tata ruang dan kesulitan perseptual. Membenahi kesulitan belajar matematika seperti ini sangat sulit dilakukan dalam diri beberapa mahasiswa tersebut karena sudah terinternalisasi. Umpan balik yang telah diberikan oleh dosen tidak ditindaklanjuti oleh mahasiswa yang bersangkutan dengan berlatih secara mandiri menggunakan soal berbeda. Ini terlihat dari jawaban mahasiswa atas soal berikut: $12 - (-7) = \dots$. Ada tiga pola jawaban salah yang diberikan mahasiswa, yaitu: 5; 18; dan negatif 19.

$$1. 19 + 25 = n + (-5), \text{ maka } n =$$

$$19 + 25 = -6 + (-5) = -11$$

$$n = -11$$

$$) 19 + 25 = n + (-5)$$

$$44 = -5n$$

$$5n = 44$$

$$n = \frac{44}{5}$$

$$n = 8,8$$

Gambar 6. Dua Contoh Kesalahan dalam Membaca Tanda Operasi Hitung

Penelitian ini menunjukkan dengan jelas tentang kondisi para calon guru fisika yang harus dibenahi. Hasil kelompok *blended* yang tak berbeda secara signifikan dengan hasil kelompok reguler membuat dapat disimpulkan bahwa perkuliahan berbasis *web* dapat dilakukan sebagai alternatif perkuliahan tatap muka biasa. Akan tetapi, perlu juga dilakukan tutorial sebagai bentuk *reinforcement* bagi mahasiswa. Selain itu, dalam tutorial pengajar dapat

memberikan umpan balik atas tugas-tugas yang telah dikerjakan mahasiswa. Jumlah pertemuan untuk tutorial ini dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik mahasiswa yang diasuh.

Dalam penelitian ini juga terungkap bahwa mahasiswa harus proaktif dalam perkuliahan, antara lain dengan cara membaca konten terkait di situs lainnya dan bukan hanya pada materi perkuliahan yang disiapkan pengajar, dan berdiskusi dengan pengajar mengenai kesulitan yang dihadapi ketika mempelajari materi yang ada. Selain itu, mereka harus berlatih menyelesaikan soal-soal lain yang terkait agar terbiasa menerapkan konsep yang sama pada situasi serupa ataupun situasi yang berbeda. Jika dilakukan sebagaimana mestinya, melalui perkuliahan berbasis *web* yang diikutinya, mahasiswa dapat menjadi pebelajar mandiri dan akan memiliki kemampuan-kemampuan tambahan seperti yang dikatakan oleh Bybee dan Fuch, (2006).

PENUTUP

Penelitian ini menunjukkan bahwa perkuliahan Pendahuluan Fisika Inti berbasis *web* yang dirancang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti perkuliahan tatap muka yang biasa. Sebelum mengikuti perkuliahan ini, konten matematika dasar mencakup operasi bilangan bulat, operasi bilangan pecahan, operasi bilangan berpangkat, logaritma, fungsi eksponensial, tabel, dan grafik, sangat esensial untuk dikuasai mahasiswa calon guru fisika terlebih dahulu. Ketidakmampuan dalam menguasai materi-materi matematika dasar tersebut akan mengakibatkan kesulitan yang sangat dirasakan ketika perkuliahan berlangsung. Akan tetapi, jika mahasiswa mau bersikap proaktif dan mengikuti perkuliahan sebagaimana mestinya, penguasaan matematika dasar mereka tersebut akan meningkat seiring dengan meningkatnya penguasaan mereka dalam materi dasar Fisika Inti.

DAFTAR PUSTAKA

- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2004). Physics: Frightful, but Fun, Pupils and Teachers Views of Physics and Physics Teaching [Electronic version]. *Science Education*, 88, 683-706.
- Blumenthal, R. H. (1961). Multiple Instruction and Other Factors Related to Achievement in College Physics. *Science Education*, 45, 336-342
- Brekelmans, M., Van den Eeden, P., Terwel, J., & Wubbels, Th. (1997). Student Characteristics and Learning Environment Interactions in Mathematics and Physics Education: A Resource Perspective. *International Journal of Educational Research*, 27(4), 283-292.
- Bybee, R.W., & Fuch, B. (2006). Preparing the 21st Century Workforce: A New Reform In Science and Technology Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 349.
- Bynner, J., & Parsons, S. (1997). *It Doesn't Get Any Better: The Impact of Poor Numeracy Skills on the Lives of 37-Year-Olds*. London: Basic Skills Agency.
- Cohen H. D., Hillman, D. F., & Agne, R. M. (1978). Cognitive Level and College Physics Achievement. *American Journal of Physics*, 46, 1026-1029.
- Diseth, A. (2002). The Relationship between Intelligence, Approaches to Learning and Academic Achievement. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 46(2).
- Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of Educational Measurement*, 5th Ed. New Delhi: Prentice Hall.
- Garnett, K. (1998). *Math Learning Disabilities*. Division for Learning Disabilities Journal of CEC, November 1998. LD Online. http://www.ldonline.org/ld_indepth/math_skills/garnett.html [1 Juni 2013]
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2007). *Fundamentals of Physics 8th Ed*. Canada: John Wiley & Sons Canada.
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985). The Initial Knowledge State of College Physics Students. *American Journal of Physics*, 53, 1043-1055.
- Hudson H. T., & McIntire W. R. (1977). Correlation Between mathematical skills and success in physics. *American Journal of Physics*, 45, 470-471.
- Hudson, H. T., & Rottmann, R. M. (1981). Correlation between Performance in Physics and Prior Mathematics Knowledge. *Journal Of Research In Science Teaching*, 18(4), 291-294
- Inman, W. C., & Secrest, B. T. (1981). Piaget's Data and Spearman's Theory An Empirical Reconciliation and Its Implications for Academic Achievement. *Intelligence*, 5, 329-344
- Kazemi, F, Shahmohammadi, A., & Sharei, M. (2013). The Survey on Relationship between the Attitude and Academic Achievement of In-Service Mathematics Teachers in Introductory Probability and Statistics. *World Applied Sciences Journal* 22(7), 886-891.
- Lang, H. (2009). *Head First Physics*. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.
- Li, L. K.Y. (2012). A Study of the Attitude, Self-efficacy, Effort and Academic Achievement of City U Students towards Research Methods and Statistics. *Discovery – SS Student E-Journal*, 1, 154-183
- McGeorge, P., Crawford, J. R., & Kelly, S. W. (1997). The Relationships Between Psychometric Intelligence and Learning An Explicit and An Implicit Task. *Learning, Memory, and Cognition*, 23(1), 239-245
- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics: A Possible "Hidden Variable" In Diagnostic Pretest Scores. *American Journal of Physics*, 70 ~12. Retrieved from <http://ojps.aip.org/ajp/>
- Mohamed, L., & Waheed. (2011). Secondary Students' Attitude towards Mathematics in a Selected School of Maldives. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(15).
- Ornek, F., Robinson, W. R., and Haugan, M. P. (2008). What makes physics difficult? *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(1), 30-34.
- Quale, A. (2011). On the Role of Mathematics in Physics: A Constructivist Epistemic Perspective. *Science and Education*, 20, 609-624
- Redish, E. F. (1994). The Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics. *American Journal of Physics*, 62, 796-803.
- Sirin, S. (2005). Socioeconomic Status and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review of Research. *Review of Educational Research*, 75(3), 417-453
- Thorndike, A. (1946). Correlation Between Physics And Mathematics Grades. *School Science and Mathematics*, 46(7), 593-690
- Wentzel, K. R. (1991). Social Competence at School: Relation between Social Responsibility and Academic Achievement. *Review of Educational Research* 61, 1