

Penggunaan Aplikasi GeoGebra untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa dalam Menggambar & Menentukan Koordinat Objek Geometri pada Bidang Kartesius

Rachmad Lasaka

SMP Negeri 2 Luwuk,
Kabupaten Banggai, Propinsi Sulawesi Tengah,
Jln. R.A Kartini No. 4 Luwuk, Indonesia 94715

rachmadlasaka@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan siswa dalam menggambar dan menentukan koordinat objek geometri pada bidang Kartesius. Salah satu alternatif untuk mengatasi persoalan ini adalah dengan menggunakan aplikasi GeoGebra sebagai media pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam menggambar dan menentukan koordinat objek geometri pada bidang Kartesius melalui penggunaan aplikasi GeoGebra. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa SMP Negeri 2 Luwuk kelas IXA4 yang berjumlah 33 orang, terdiri dari 16 orang laki-laki dan 17 orang perempuan. Metode pengumpulan data melalui observasi dan tes. Penelitian dilaksanakan dalam 2 siklus yang setiap siklusnya terdiri dari perencanaan, pelaksanaan tindakan, pengamatan dan refleksi. Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa terdapat peningkatan jumlah siswa yang tuntas, yaitu dari 21 orang pada siklus 1 menjadi 29 orang pada siklus 2. Sebaliknya, jumlah siswa yang tidak tuntas menurun dari 12 orang pada siklus 1 menjadi 4 orang pada siklus 2. Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan aplikasi GeoGebra terjadi peningkatan ketuntasan belajar, yaitu dari 63,63% pada siklus 1 menjadi 87,87% pada siklus 2. Ini berarti bahwa penggunaan aplikasi GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menggambar dan menentukan koordinat objek geometri pada bidang Kartesius.

Kata-kata kunci: Bidang Kartesius, kemampuan siswa, aplikasi GeoGebra

PENDAHULUAN

Kecakapan atau kemahiran matematika merupakan bagian dari kecakapan hidup yang harus dimiliki siswa terutama dalam pengembangan penalaran, komunikasi, dan pemecahan masalah-masalah yang dihadapi dalam kehidupan siswa sehari-hari. Matematika selalu digunakan dalam segala segi kehidupan, semua bidang studi memerlukan keterampilan matematika yang sesuai, merupakan sarana komunikasi yang kuat, singkat dan jelas, dapat digunakan untuk menyajikan informasi dalam berbagai cara, meningkatkan kemampuan berpikir logis, ketelitian dan kesadaran keruangan, memberikan kepuasan terhadap usaha memecahkan masalah yang menantang, mengembangkan kreativitas dan sebagai sarana untuk meningkatkan kesadaran terhadap perkembangan budaya.

Dengan belajar matematika diharapkan siswa dapat memperoleh manfaat, salah satunya yaitu dapat menerapkannya dalam kehidupan nyata, tentunya dalam dunia ini, menghitung uang, laba dan rugi, masalah pemasaran barang, dalam teknik, bahkan hampir semua ilmu di dunia ini pasti menyentuh matematika. Begitulah karakteristik matematika, materinya dapat diaplikasikan dalam bidang ilmu lain. Materi matematika banyak digunakan atau diaplikasikan dalam bidang ilmu lain. Misalnya materi fungsi digunakan dalam ilmu ekonomi untuk mempelajari fungsi permintaan dan fungsi penawaran.

Salah satu materi dalam matematika yang dapat diaplikasikan dalam bidang ilmu lain adalah bidang kartesius. Contoh penerapan materi bidang kartesius adalah penggunaan radar. Radar merupakan salah satu peralatan navigasi elektronik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak, dan membuat map benda-benda seperti pesawat terbang, kapal, dan berbagai kendaraan bermotor. Visualisasi yang ditampilkan oleh radar untuk menyampaikan informasi tersebut adalah berupa koordinat.

Bidang kartesius merupakan salah satu materi pembelajaran matematika yang diajarkan pada siswa SMP kelas IX semester genap. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa siswa, materi bidang kartesius dianggap membingungkan. Kesalahan umum yang dilakukan siswa adalah salah menempatkan/menggambarkan posisi titik pada bidang kartesius (jika koordinatnya diketahui) atau salah dalam menuliskan koordinat titik (jika gambarnya diketahui). Selain itu, siswa tidak dapat membedakan titik, misalnya (2, 5) dan (5, 2). Kesulitan juga dialami siswa pada saat menggambar titik yang salah satu dari absis atau ordinatnya merupakan angka nol, misalnya (3, 0), (0, -2), dan lain-lain. Kekeliruan-kekeliruan ini berdampak pada kesalahan dalam menggambar garis sejajar, garis berpotongan, dan bangun datar pada bidang kartesius. Lebih lanjut lagi, siswa mengalami kesalahan dalam perhitungan jarak antara dua titik pada bidang kartesius dan keliru dalam menentukan unsur-unsur bangun datar pada bidang kartesius, seperti titik sudut, sisi, ataupun titik potong diagonal.

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa guru matematika, materi ini diajarkan secara manual tanpa alat peraga ataupun media pembelajaran yang signifikan. Guru menjelaskan materi dengan cara menggambar bidang kartesius di papan tulis dan memandu siswa menggambar pada kertas berpetak. Adakalanya guru harus berkali-kali menggambar bidang kartesius di papan tulis jika gambar sebelumnya telah dipenuhi oleh titik-titik koordinat ataupun gambar bangun datar. Selain memakan waktu, cara ini dianggap terlalu merepotkan. Sehingga guru sering menggambar satu bidang kartesius saja yang akan dipergunakan berkali-kali dengan cara menghapus titik-titik atau bangun datar yang sudah ada sebelumnya. Akibatnya pembelajaran menjadi tidak efektif.

Media pembelajaran merupakan unsur yang sangat penting dalam proses pembelajaran. Selain sebagai alat bantu untuk memperjelas pesan yang disampaikan guru, media pembelajaran dapat membangkitkan minat belajar siswa dan membantu siswa meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi yang dibelajarkan. Komputer merupakan jenis media yang secara virtual dapat menyediakan respon yang segera terhadap hasil belajar yang dilakukan oleh siswa. Lebih dari itu, komputer memiliki kemampuan menyimpan, dan memanipulasi informasi sesuai dengan kebutuhan. Perkembangan teknologi yang pesat saat ini telah memungkinkan komputer memuat dan menayangkan beragam bentuk aplikasi di dalamnya, termasuk aplikasi dalam bidang matematika, salah satunya yaitu GeoGebra.

GeoGebra merupakan aplikasi yang didesain khusus untuk materi pembelajaran geometri dan aljabar. Program dalam aplikasi ini memungkinkan siswa secara mudah untuk mengelola berbagai bentuk geometri dengan hanya meletakkan titik, garis, atau sudut. Aplikasi ini merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai media dalam membelajarkan materi bidang kartesius. Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : "Apakah dengan menggunakan aplikasi GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menggambar dan menentukan koordinat objek geometri pada bidang Kartesius?"

LANDASAN TEORI

Media Pembelajaran

Media merupakan segala sesuatu yang dapat menjembatani informasi antara sumber informasi dan penerima informasi. Dengan kata lain, media merupakan benda fisik yang dapat menjadi penghubung komunikasi dari sumber informasi kepada orang lain yang melihat, membaca, atau menggunakannya.

Media pembelajaran adalah segala alat yang dapat membantu tercapainya tujuan pembelajaran. Media pembelajaran juga dapat berupa cara atau alat untuk berkomunikasi dengan siswa. Segala sesuatu yang digunakan sebagai penyampai pesan pembelajaran diidentifikasi sebagai media pembelajaran. Dengan kata lain, media pembelajaran membantu siswa dalam mendapat atau membangun informasi atau pengetahuan.

Berdasarkan uraian di atas, media dapat diartikan sebagai alat fisik komunikasi yang berfungsi menyampaikan informasi (pengetahuan) dari sumber ke penerima informasi. Adapun media pembelajaran merupakan alat atau perantara untuk memfasilitasi komunikasi dari sumber belajar ke siswa dan mendukung proses belajar guna mencapai tujuan belajar.

Menurut bentuknya, media yang digunakan dalam belajar dan pembelajaran secara umum dibedakan menjadi media cetak dengan noncetak serta media audio dengan nonaudio. Secara lebih spesifik, media

dapat berupa antara lain teks, audio, visual, media bergerak, obyek/media yang dapat dimanipulasi (media manipulatif), dan manusia.

1. **Media teks** merupakan jenis media yang paling umum digunakan. Media ini berupa karakter huruf dan bilangan yang disajikan dalam buku, poster, tulisan di papan tulis, dan sejenisnya [1].
2. **Media audio** meliputi segala sesuatu yang dapat didengar misalnya suara seseorang, musik, suara mesin, dan suara-suara lainnya.
3. **Media visual** meliputi berbagai bagan, gambar, foto, grafik baik yang disajikan dalam poster, papan tulis, buku, dan sebagainya.
4. **Media bergerak** merupakan media yang berupa gambar bergerak misalnya video/film dan animasi.
5. **Media manipulatif** adalah benda tiga dimensi yang dapat disentuh dan digunakan dengan tangan oleh siswa.
6. **Manusia** juga dapat berperan sebagai media pembelajaran. Siswa dapat belajar dari guru, siswa yang lain, atau orang lain.

Adapun menurut fungsinya [2], media dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu :

1. Pembawa informasi (ilmu pengetahuan). Contoh : papan tulis, kapur, spidol, jangka, mistar, komputer/laptop, dan LCD Proyektor. Terkadang media ini digolongkan sebagai sarana atau alat bantu.
2. Alat untuk menanamkan konsep. Contoh : alat peraga matematika, lembar kerja, bahkan kapur pun selain merupakan pembawa informasi dapat pula menjadi alat penanaman konsep operasi bilangan bulat atau model bangun ruang tabung.

Apa itu GeoGebra?

Saat ini era ICT (Information and Communication Technology). Seiring dengan itu, saat ini sudah banyak software yang dapat dimanfaatkan untuk dunia pendidikan, termasuk pendidikan matematika sekolah. Kita kenal SPSS dan MINITAB, yaitu software untuk statistika yang merupakan cabang dari matematika. GeoGebra juga merupakan salah satu software yang bermanfaat dalam dunia pendidikan matematika.

GeoGebra adalah software matematika dinamis yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pembelajaran matematika. Software ini dikembangkan untuk proses belajar mengajar matematika di sekolah oleh Markus Hohenwarter di Universitas Florida Atlantic.

Software GeoGebra menggabungkan geometri, aljabar, dan kalkulus. Di satu sisi, GeoGebra adalah sistem geometri dinamik, dimana kita dapat melakukan konstruksi dengan titik, vektor, ruas garis, garis, irisan kerucut, begitu juga dengan fungsi, dan melakukan hasil konstruksi selanjutnya. Di sisi lain, persamaan dan koordinat dapat dimasukkan secara langsung. Jadi GeoGebra memiliki kemampuan menangani variabel-peubah untuk angka, vektor, titik, menemukan turunan dan integral dari suatu fungsi, dan menawarkan perintah-perintah seperti *akar* atau *nilai ekstrim*. Kedua peninjauan karakteristik GeoGebra tersebut adalah ekspresi pada jendela aljabar yang bersesuaian dengan suatu objek pada jendela geometri dan sebaliknya.

GeoGebra sudah diterjemahkan ke berbagai bahasa, termasuk bahasa Indonesia. GeoGebra merupakan software gratis yang dapat diunduh di situs resminya [http://www. Geogebra.org/](http://www.Geogebra.org/)

Ada 3 (tiga) kegunaan GeoGebra, yaitu :

1. Sebagai media pembelajaran matematika
2. Sebagai alat bantu membuat bahan ajar matematika
3. Sebagai alat bantu untuk menyelesaikan soal-soal matematika

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2016/2017 di SMP Negeri 2 Luwuk dengan subyek penelitian siswa kelas IXA4 yang berjumlah 33 orang, terdiri dari 16 orang laki-laki dan 17 orang perempuan. Penelitian dimulai pada bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Februari 2017.

Jenis penelitian tindakan kelas ini adalah penelitian tindakan kelas partisipan yaitu peneliti terlibat langsung dalam proses penelitian sejak awal sampai dengan hasil penelitian berupa penyusunan laporan. Penelitian ini mengacu pada model Kemmis dan Mc Taggart yang dilaksanakan dalam dua siklus, dimana siklus pertama terdiri dari tiga kali pertemuan dan siklus kedua terdiri dari dua kali pertemuan.

Langkah-langkah kegiatan dalam setiap siklus terdiri dari perencanaan, pelaksanaan tindakan, pengamatan, dan refleksi. Pada tahap perencanaan, peneliti membuat RPP, menyiapkan media pembelajaran berupa aplikasi GeoGebra, membagikan aplikasi GeoGebra kepada siswa, menyiapkan tes akhir setiap pertemuan, membuat lembar observasi. Kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan tindakan adalah melaksanakan kegiatan pembelajaran sesuai RPP. Guru menyajikan materi dengan menggunakan media

pembelajaran berupa aplikasi GeoGebra yang ditayangkan melalui slide proyektor. Pada tahap pengamatan, digunakan instrumen sebagai berikut : (1) instrumen observasi kegiatan belajar siswa, yang dilaksanakan oleh peneliti selama proses belajar berlangsung dengan sasaran siswa, (2) instrumen observasi kegiatan pembelajaran, dilaksanakan oleh kolaborator (teman sejawat) selama proses pembelajaran berlangsung dengan sasaran guru (peneliti), dan (3) instrumen tes, dilaksanakan setiap akhir pertemuan. Sedangkan tahap refleksi dilaksanakan setelah pelaksanaan pembelajaran berlangsung dengan tujuan untuk menemukan kekurangan dan permasalahan dalam pelaksanaan pembelajaran. Kegiatan refleksi berupa diskusi antara peneliti dengan kolaborator dengan memperhatikan hasil analisis data, hasil pengamatan kolaborator saat pembelajaran, dan juga hasil pengamatan peneliti terhadap proses belajar siswa serta hasil tes. Hasil refleksi menjadi acuan untuk perbaikan pembelajaran pada siklus berikutnya jika masih dibutuhkan.

Instrumen penelitian yang dipakai untuk memperoleh data terdiri dari instrumen tes dan instrumen pengamatan. Instrumen tes diberikan pada setiap akhir pertemuan. Tes ini digunakan untuk mengukur kemampuan siswa dalam menggambar dan menentukan koordinat objek geometri pada bidang Kartesius. Instrumen pengamatan terdiri dari instrumen pengamatan proses belajar siswa dan instrumen kegiatan pembelajaran.

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kualitatif terhadap data penelitian tindakan kelas dengan tahapan sebagai berikut: menyeleksi, menyederhanakan, mengklasifikasi, memfokuskan, mengorganisasi (mengaitkan gejala secara sistematis dan logis), membuat abstraksi atas kesimpulan makna hasil analisis. Model analisis kualitatif yang digunakan adalah model Miles & Hubberman (1992: 20) yang meliputi : reduksi data (memilah data penting, relevan, dan bermakna dari data yang tidak berguna), sajian deskriptif (narasi, visual gambar, tabel) dengan alur sajian yang sistematis dan logis, penyimpulan dari hasil yg disajikan (dampak PTK dan efektivitasnya).

Indikator keberhasilan pada penelitian ini adalah bila daya serap siswa secara individu $> 70\%$ (predikat minimal baik) dan ketuntasan belajar siswa secara klasikal mencapai 85% .

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Siklus 1

Pada tahap perencanaan dalam Siklus 1, peneliti mempersiapkan perangkat pembelajaran berupa RPP yang terdiri dari 3 kali pertemuan, menyiapkan soal-soal latihan dan lembar observasi yang akan dipakai pada saat pelaksanaan tindakan.

Pertemuan pertama dalam siklus 1 dilaksanakan pada tanggal 12 Januari 2017. Dalam pertemuan ini dibahas tentang posisi objek pada denah dan posisi objek pada bidang Kartesius. Pada materi ini siswa belum menggunakan aplikasi GeoGebra karena masih diingatkan kembali dengan materi Sistem Koordinat yang telah dipelajari di kelas VIII. Dua hal yang ditekankan pada pertemuan pertama ini adalah : (1) menentukan nama objek pada denah dan bidang Kartesius jika diberikan koordinat titiknya (pasangan berurutan), (2) menuliskan koordinat titik (pasangan berurutan) dari objek yang terdapat pada denah dan bidang Kartesius. Denah yang dimaksudkan disini berupa sketsa sebuah wilayah dengan fasilitas umum dan fasilitas sosial seperti pasar, terminal, hotel, dll.

Pertemuan kedua dilaksanakan pada tanggal 16 Januari 2017. Dalam pertemuan ini dibahas tentang bagaimana menuliskan koordinat suatu titik jika diberikan gambar bidang Kartesius yang berisi titik-titik yang telah ditentukan. Sebaliknya, dibahas juga bagaimana menggambar letak titik pada bidang Kartesius jika diberikan koordinat titiknya. Diakhir pertemuan diberikan tes untuk melihat kemampuan siswa menggambar dan menentukan koordinat titik pada bidang Kartesius.

Pertemuan ketiga dilaksanakan pada tanggal 19 Januari 2017. Ada dua materi pokok yang dibahas dalam pertemuan ini. Pertama, siswa diberikan beberapa pasang koordinat titik, kemudian mereka diminta untuk menghubungkan setiap pasangan titik menjadi sebuah garis, dan menghitung berapa satuan panjang garis, serta menentukan apakah garis yang terbentuk sejajar sumbu X atau sumbu Y. Kedua, siswa diberikan dua pasang koordinat titik yang apabila setiap pasang titik dihubungkan akan terbentuk dua garis yang saling berpotongan, kemudian mereka diminta untuk menentukan koordinat titik potong kedua garis tersebut. Diakhir pertemuan diberikan tes yang merupakan modifikasi dari soal-soal latihan pada saat itu.

Seluruh proses belajar mengajar mengacu pada RPP yang telah dipersiapkan. Guru menyampaikan materi melalui media pembelajaran aplikasi GeoGebra yang ditayangkan melalui slide proyektor. Dalam hal ini peneliti bertindak sebagai guru. Pengamatan (observasi) dilaksanakan selama proses pembelajaran berlangsung yang dibantu oleh seorang pengamat.

Tabel 1. Hasil tes pada Siklus 1

Siswa	Nilai		Rata-rata	Predikat	Siswa	Nilai		Rata-rata	Predikat
	P2	P3				P2	P3		
1	83	100	91,5	Sangat baik	18	67	100	83,5	Baik
2	83	63	73	Baik	19	100	100	100	Sangat baik
3	100	75	87,5	Sangat baik	20	100	100	100	Sangat baik
4	67	100	83,5	Baik	21	100	100	100	Sangat baik
5	100	100	100	Sangat baik	22	17	25	21	Kurang
6	83	100	91,5	Sangat baik	23	33	75	54	Kurang
7	100	100	100	Sangat baik	24	17	50	33,5	Kurang
8	83	88	85,5	Baik	25	100	100	100	Sangat baik
9	100	63	81,5	Baik	26	83	88	85,5	Baik
10	83	25	54	Kurang	27	17	25	21	Kurang
11	67	63	65	Cukup	28	33	88	60,5	Cukup
12	100	100	100	Sangat baik	29	67	38	52,5	Kurang
13	17	13	15	Kurang	30	100	25	62,5	Cukup
14	83	100	91,5	Sangat baik	31	33	25	29	Kurang
15	83	50	66,5	Cukup	32	100	100	100	Sangat baik
16	100	100	100	Sangat baik	33	100	100	100	Sangat baik
17	100	63	81,5	Baik					

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil tes pada Siklus 1

Nilai	Predikat	Jumlah Siswa	Persentase
86 – 100	Sangat Baik	14	42,42%
71 – 85	Baik	7	21,21%
56 – 70	Cukup	4	12,12%
≤ 55	Kurang	8	24,24%

Berdasarkan hasil tes pada siklus 1 diperoleh bahwa banyaknya siswa yang memperoleh predikat sangat baik adalah 14 orang (42,42%) dan predikat baik sebanyak 7 orang (21,21%). Artinya masih terdapat 12 orang siswa yang belum tuntas. Hal ini menunjukkan bahwa pada siklus pertama siswa belum tuntas secara klasikal, karena ketuntasan belajar hanya mencapai 63,63%, jauh dari persentase ketuntasan belajar yang diharapkan, yaitu 85%.

Berdasarkan hasil pengamatan selama pelaksanaan kegiatan belajar mengajar, diperoleh informasi sebagai berikut :

1. Siswa belum memahami dengan baik konsep absis dan ordinat pada bidang Kartesius sehingga mereka keliru dalam menuliskan koordinat dari suatu titik yang telah ditentukan gambarnya pada bidang Kartesius. Selain itu mereka juga mengalami kesulitan dalam menggambar titik pada bidang Kartesius jika diberikan koordinat titiknya.
2. Siswa masih keliru dalam menggambar sumbu X dan Y pada kertas berpetak terutama dalam meletakkan angka-angka pada kedua sumbu tersebut. Kesalahan dalam meletakkan angka-angka itu dapat berakibat pada kesalahan posisi titik yang sebenarnya. Lebih fatal lagi, akan berpengaruh pada penentuan unsur-unsur objek geometri lainnya, misalnya panjang garis, titik potong dua garis yang berpotongan, titik potong diagonal, bentuk sudut, bentuk bangun datar, dan lain-lain.

3. Tidak semua siswa dapat mengoperasikan laptop dengan baik dan benar sehingga mereka masih kaku dalam menggunakan aplikasi GeoGebra. Selain itu, jumlah laptop dalam satu kelompok sangat terbatas, akibatnya siswa harus berganti-gantian untuk dapat menggunakan aplikasi GeoGebra.

Banyaknya kekurangan yang terdapat dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar pada siklus 1, maka peneliti melakukan revisi dan merencanakan tindakan yang lebih efektif guna memperoleh hasil belajar yang lebih baik pada siklus berikutnya.

Hasil Penelitian Siklus 2

Pada siklus kedua, peneliti mempersiapkan perangkat pembelajaran berupa RPP yang terdiri dari 2 kali pertemuan. RPP disusun dengan memperhatikan revisi pada siklus 1. Selain itu, peneliti juga menyiapkan kembali soal-soal latihan dan lembar observasi yang akan dipakai pada saat pelaksanaan tindakan.

Pertemuan pertama dalam siklus 2 dilaksanakan pada tanggal 23 Januari 2017. Dalam pertemuan ini siswa diberikan beberapa koordinat titik yang apabila titik-titik itu dihubungkan akan membentuk sebuah bangun datar. Siswa diminta untuk menghubungkan titik-titik tersebut dan menuliskan nama bangun datar yang terbentuk. Tidak hanya itu, siswa diminta pula menjawab beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan unsur-unsur dari bangun datar yang terbentuk. Misalnya, menentukan panjang sisi, panjang diagonal, panjang alas, tinggi, bentuk sudut, titik potong diagonal, pasangan sisi yang sejajar, pasangan sisi yang sama panjang, dan lain-lain. Diakhir pertemuan diberikan tes yang merupakan modifikasi dari soal-soal latihan pada saat itu.

Pertemuan kedua dilaksanakan pada tanggal 26 Januari 2017. Dalam pertemuan ini dibahas tentang posisi relatif suatu titik terhadap titik acuan tertentu. Materi ini lebih kompleks karena siswa diminta menentukan koordinat suatu titik terhadap titik tertentu (bukan titik (0, 0)) yang dianggap sebagai titik pangkal koordinat. Diakhir pertemuan diberikan tes. Selama proses pembelajaran, peneliti bertindak sebagai guru dan dibantu oleh seorang pengamat yang bertugas mengamati jalannya kegiatan belajar mengajar.

Tabel 3. Hasil tes pada Siklus 2

Siswa	Nilai		Rata-rata	Predikat	Siswa	Nilai		Rata-rata	Predikat
	P1	P2				P1	P2		
1	88	60	74	Baik	18	88	100	94	Sangat baik
2	81	100	90,5	Sangat baik	19	100	100	100	Sangat baik
3	94	100	97	Sangat baik	20	88	100	94	Sangat baik
4	100	60	80	Baik	21	100	100	100	Sangat baik
5	100	100	100	Sangat baik	22	45	100	72,5	Baik
6	100	100	100	Sangat baik	23	81	65	73	Baik
7	81	80	80,5	Baik	24	63	60	61,5	Cukup
8	88	100	94	Sangat baik	25	100	100	100	Sangat baik
9	75	100	87,5	Sangat baik	26	94	100	97	Sangat baik
10	88	80	84	Baik	27	88	60	74	Baik
11	38	80	59	Cukup	28	94	80	87	Sangat baik
12	100	100	100	Sangat baik	29	100	100	100	Sangat baik
13	31	80	55,5	Cukup	30	100	80	90	Sangat baik
14	100	100	100	Sangat baik	31	81	20	50,5	Kurang
15	69	73	71	Baik	32	94	100	97	Sangat baik
16	100	100	100	Sangat baik	33	63	80	71,5	Baik
17	94	80	87	Sangat baik					

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil tes pada Siklus 2

Nilai	Predikat	Jumlah Siswa	Persentase
86 – 100	Sangat Baik	20	60,60%
71 – 85	Baik	9	27,27%
56 – 70	Cukup	3	9,09%
≤ 55	Kurang	1	3,03%

Berdasarkan hasil tes pada siklus 2 diperoleh bahwa banyaknya siswa yang memperoleh predikat sangat baik adalah 20 orang (60,60%) dan predikat baik sebanyak 9 orang (27,27%). Ini berarti bahwa ketuntasan belajar mencapai 87,87%. Hal ini menunjukkan bahwa siswa sudah tuntas secara klasikal, sehingga tidak dilanjutkan pada siklus berikutnya.

Berdasarkan hasil pada siklus 1 dan siklus 2, terjadi peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan siswa dalam menggambar dan menentukan koordinat objek geometri pada bidang kartesius.

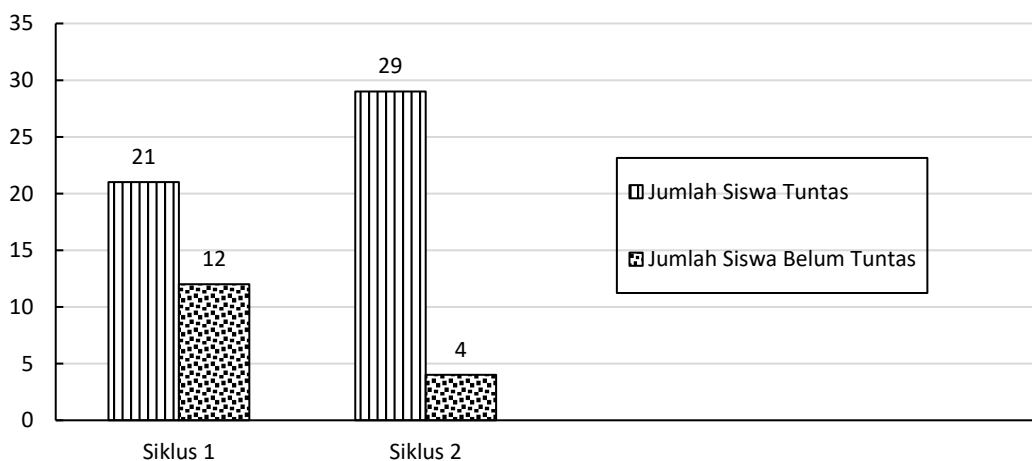
Berdasarkan hasil pengamatan pada siklus 2, selama pelaksanaan kegiatan belajar mengajar, diperoleh informasi sebagai berikut :

1. Hampir semua siswa sudah memahami dengan baik konsep absis dan ordinat pada bidang Kartesius sehingga mereka dapat dengan mudah menuliskan koordinat dari suatu titik yang telah ditentukan gambarnya pada bidang Kartesius ataupun menggambar titik pada bidang Kartesius jika diberikan koordinat titiknya.
2. Semua siswa sudah dapat menggambar dengan benar sumbu X dan Y pada kertas berpetak dan sudah tepat dalam meletakkan angka-angka pada kedua sumbu tersebut. Sehingga mereka tidak lagi melakukan kesalahan dalam menentukan posisi titik yang sebenarnya. Lebih jauh lagi, mereka dapat dengan mudah menentukan unsur-unsur objek geometri lainnya, misalnya panjang garis, titik potong dua garis yang berpotongan, titik potong diagonal, bentuk sudut, bentuk bangun datar, dan lain-lain.
3. Sebagian besar siswa sudah dapat mengoperasikan laptop dengan baik dan benar sehingga mereka tidak mengalami kesulitan dalam menggunakan aplikasi GeoGebra.

Berdasarkan hasil refleksi, tampak bahwa pelaksanaan tindakan pada siklus 2 mengalami perubahan. Tidak terdapat lagi kekurangan-kekurangan seperti yang terjadi pada siklus 1.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, terjadi peningkatan ketuntasan belajar dari 63,63% menjadi 87,87%. Hal ini dapat dilihat pada diagram batang berikut :



Gambar 1. Ketuntasan Belajar Siswa pada Siklus 1 dan Siklus 2

Berdasarkan diagram di atas, terlihat bahwa terdapat peningkatan jumlah siswa yang tuntas, yaitu dari 21 orang pada siklus 1 menjadi 29 orang pada siklus 2. Sebaliknya, jumlah siswa yang tidak tuntas menurun dari 12 orang pada siklus 1 menjadi 4 orang pada siklus 2.

Berdasarkan hasil pengamatan, terjadi peningkatan aktivitas siswa dari siklus 1 ke siklus 2. Hal ini terlihat dari kemampuan siswa dalam menggambar dan menentukan koordinat objek geometri pada bidang Kartesius. Pada siklus 1, sebagian siswa masih keliru dalam menuliskan koordinat dari suatu titik yang telah ditentukan gambarnya pada bidang Kartesius. Selain itu mereka juga mengalami kesulitan dalam menggambar titik pada bidang Kartesius jika diberikan koordinat titiknya. Kekeliruan ini diperparah lagi dengan kesalahan dalam meletakkan angka-angka pada sumbu X dan Y sehingga titik tidak terletak pada posisi yang seharusnya. Hal ini tentu berpengaruh pada penentuan unsur-unsur objek geometri lainnya, misalnya panjang garis, titik potong diagonal, bentuk sudut, bentuk bangun datar, dan lain-lain. Dalam siklus ini juga, siswa belum terlalu mahir menggunakan aplikasi GeoGebra karena menurut mereka aplikasi ini masih terbilang baru sehingga butuh waktu untuk menguasainya dengan baik.

Sedangkan pada siklus 2, sebagian besar siswa sudah dapat menyelesaikan tes dengan baik. Hal ini disebabkan karena mereka sudah mahir "bermain" dalam kertas berpetak. Artinya mereka sudah menguasai dengan baik konsep absis dan ordinat sehingga mereka dapat dengan mudah menentukan koordinat titik-titik yang sudah tertera pada gambar dan dapat menggambar dengan tepat posisi titik yang diketahui koordinatnya. Dengan kemampuan dasar ini, siswa sudah dapat melukis garis yang dihubungkan melalui dua titik dan dapat menentukan hubungan antar garis, serta hubungan antara garis dengan sumbu X atau Y, misalnya sejajar, tegak lurus, atau berpotongan. Selain itu, siswa sudah dapat menentukan koordinat titik potong antara dua garis yang berpotongan, menentukan panjang garis, sumbu simetri, titik potong diagonal, bentuk bangun datar, serta dapat menentukan koordinat salah satu titik sudut bangun datar jika bentuk bangun dan titik sudut lainnya sudah diketahui.

Dengan adanya peningkatan aktivitas siswa pada siklus 2, menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam menggambar dan menentukan koordinat objek geometri pada bidang Kartesius semakin meningkat.

Berdasarkan pengamatan selama pembelajaran, guru telah menggunakan media pembelajaran dengan tepat dan benar. Hal ini terlihat dari kemampuan guru menggunakan aplikasi GeoGebra, memandu dan membimbing siswa dalam menggunakan aplikasi tersebut, membantu siswa menggambar objek geometri pada kertas berpetak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan aplikasi GeoGebra terjadi peningkatan ketuntasan belajar, yaitu dari 63,63% pada siklus 1 menjadi 87,87% pada siklus 2. Ini berarti bahwa penggunaan aplikasi GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menggambar dan menentukan koordinat objek geometri pada bidang Kartesius.

Dengan menggunakan media pembelajaran yang tepat, pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran meningkat dan minat belajar siswa semakin tinggi.

REFERENSI

1. Smaldino, S. E., et al. *Instructional technology and media for learning*. (8thed.). Upper Saddle River, New Jersey : Pearson Education, Inc. (2005)
2. Suherman, E., et al. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung : JICA – Universitas Pendidikan Indonesia (2001)
3. Hosnan, M. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor : Ghalia Indonesia (2014)
4. Kemdikbud. *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 Tahun 2015*. Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2015)
5. Kemdiknas. *Penyusunan Laporan Penelitian Tindakan Kelas Mata Pelajaran Matematika SMP*. Jakarta : Kementerian Pendidikan Nasional (2011)
6. Rusman. *Model-Model Pembelajaran*. Jakarta : Raja Grafindo Persada (2012)

Peningkatan penguasaan konsep Gelombang dan Optika melalui perkuliahan berbasis *scaffolding*

Eko Susilowati^{1,*}, Dadi Rusdiana²⁾, Ida Kaniawati³⁾

¹⁾Program Doktorat Sekolah Pascasarjana UPI
Program Studi Pendidikan Fisika Unlam
titisekos@gmail.com

²⁾Jurusan Pendidikan Fisika
Universitas Pendidikan Indonesia

³⁾Jurusan Pendidikan Fisika
Universitas Pendidikan Indonesia

*Korespondensi Penulis

Abstrak

Kerangka kerja P21 dalam pembelajaran abad ke-21 memasukkan pengetahuan dan ketrampilan yang harus dikuasai mahasiswa sebagai bekal dalam menjalani kehidupan yang semakin kompleks. Pengetahuan tersebut diperoleh dengan cara menguasai konsep dengan baik. Studi pendahuluan pada salah satu LPTK di Banjarmasin mengungkapkan bahwa penguasaan konsep Gelombang dan Optika mahasiswa rendah yaitu dengan nilai rata-rata 57,5. Selain itu metode pengajaran yang konvensional diduga menyebabkan rendahnya nilai mahasiswa tersebut. Oleh karena itu diperlukan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu dengan cara melakukan penelitian melalui perkuliahan berbasis *scaffolding* yang membantu mahasiswa untuk meningkatkan penguasaan konsep. Penelitian ini dilakukan pada 96 mahasiswa yang terbagi menjadi 46 mahasiswa kelas eksperimen dan 50 mahasiswa kelas kontrol. Berdasarkan perhitungan N Gain 0,57 yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan penguasaan konsep pada kategori sedang dan analisis uji statistik didapatkan hasil penelitian dengan nilai *effect size* $r=0,8$ yang menyatakan bahwa perkuliahan berbasis *scaffolding* ini sangat efektif meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa. Peningkatan penguasaan konsep ini perlu ditingkatkan karena masih berada pada kategori sedang.

Kata kunci: peningkatan, penguasaan konsep, perkuliahan, *scaffolding*.

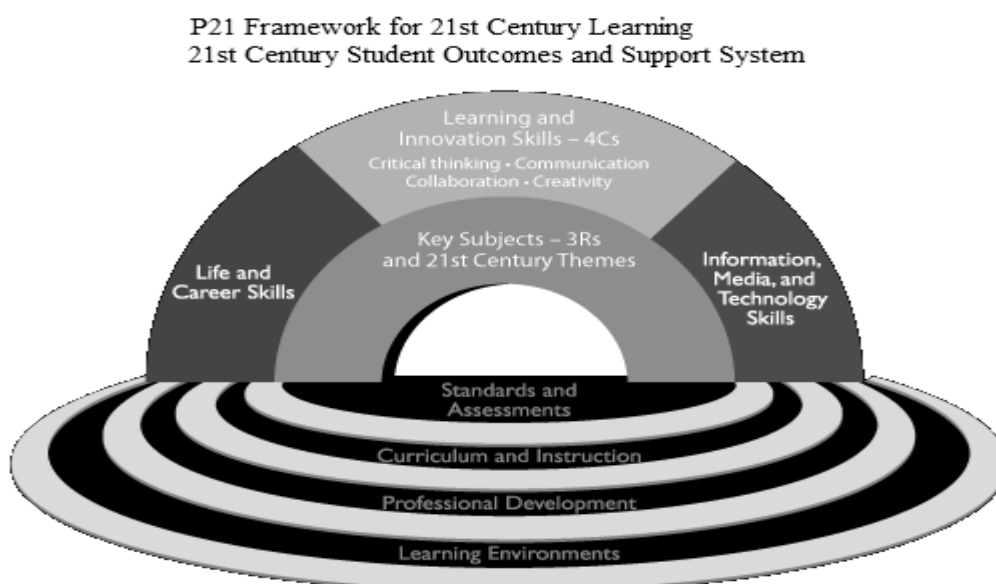
Pendahuluan

Pendidikan merupakan suatu usaha sadar dan memiliki rencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran yang kondusif agar siswa secara aktif mengembangkan potensi diri untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara. Pendidikan Tinggi memiliki tujuan untuk mengembangkan potensi mahasiswa agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia, sehat,

berilmu, cakap, kreatif, mandiri, terampil, kompeten, dan berbudaya untuk kepentingan bangsa [1].

Pengembangan potensi diri melalui penguasaan konsep merupakan bagian dari capaian pembelajaran pada pendidikan tinggi. *Global Citizenship Education* mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan abad ke-21 yaitu siswa harus menguasai kompetensi yang berupa kemampuan kognitif dalam berpikir kritis, kreatif dan sistematis melalui penalaran dan ketrampilan pemecahan masalah [2]. Capaian pembelajaran yang dihasilkan melalui pendidikan untuk lulusan Sarjana paling rendah setara dengan jenjang enam kualifikasi pada KKNI yaitu mahasiswa mampu menguasai konsep bidang pengetahuan secara mendalam dan memformulasikan penyelesaian masalah serta bertanggung jawab pada pekerjaan sendiri [3].

Kegiatan belajar mengajar merupakan sarana dalam mengembangkan potensi diri siswa. Oleh sebab itu diperlukan suatu sistem yang mendukung keberhasilan siswa untuk selalu belajar karena pada hakikatnya kehidupan itu adalah belajar sepanjang hayat [2]. Hal ini sesuai dengan kerangka kerja P21 yang memiliki visi mendukung keberhasilan siswa untuk mendapatkan pengetahuan dan ketrampilan dalam menghadapi perubahan zaman dengan pembelajaran terus menerus [4]. *Framework* kerangka kerja P21 tentang pembelajaran abad ke-21 diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 *Framework* P21 tentang pembelajaran abad ke-21

Pembelajaran abad ke-21 memiliki orientasi pada ketrampilan hidup dan karir, ketrampilan pembelajaran dan inovasi, ketrampilan informasi, media dan teknologi dengan didukung sistem pendukung. Sistem pendukung merupakan standar penilaian, kurikulum, pengembangan profesional, dan lingkungan belajar [4]. Berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas merupakan ketrampilan pembelajaran yang harus dikuasai siswa dalam menghadapi persoalan persaingan hidup yang kompleks. Dalam arti, pembelajaran menyiapkan pengetahuan dan ketrampilan siswa.

Penguasaan konsep merupakan pengetahuan kognitif yang mendukung sains dan menganalisa secara kritis, sebagai elemen standar yang harus dikuasai mahasiswa calon guru yang direkomendasikan oleh *National Science Teachers Association* [5]. Hal tersebut tertuang dalam standar pengetahuan konten untuk membentuk menjadi guru yang efektif. Profesi guru merupakan

salah satu profesi yang ikut bersaing dalam perdagangan bebas antar negara-negara ASEAN yang tergabung dalam Masyarakat Ekonomi ASEAN [6].

Penguasaan konsep merupakan kemampuan siswa dalam memahami konsep-konsep setelah kegiatan pembelajaran. Penguasaan konsep diartikan sebagai kemampuan siswa dalam memahami makna secara ilmiah baik secara teori ataupun praktek dalam kehidupan sehari-hari [7]. Penguasaan konsep menjadi sarana utama untuk meningkatkan kebiasaan berpikir mahasiswa. Penguasaan konsep untuk memecahkan masalah menjadi prasyarat utama dalam mengembangkan kebiasaan berpikir [8].

Perkuliahan Gelombang dan Optika yang diterapkan pada Program Studi Pendidikan Fisika di salah satu LPTK Banjarmasin belum memberikan dukungan yang optimal dalam mencapai tujuan kompetensi. Hasil pengamatan studi lapangan yang dilakukan pada tahun ajaran 2013/2014 terhadap penerapan perkuliahan Gelombang dan Optika memperlihatkan kelemahan-kelemahan yang terjadi, yaitu: (a) pembelajaran cenderung membosankan dan tidak menantang, (b) metode pembelajaran yang digunakan cenderung satu arah, (c) strategi pembelajaran belum menggali kebiasaan berpikir dalam membangun pengetahuan, (d) gagasan mahasiswa belum tereksplorasi maksimal, (e) pada proses pembelajaran tidak tampak adanya upaya dosen membimbing mahasiswa secara baik [10].

Hasil tes penguasaan konsep Gelombang dan Optika mahasiswa Pendidikan Fisika pada salah satu LPTK di Banjarmasin yang telah lulus matakuliah Gelombang dan Optika masih rendah dengan perolehan nilai rata-rata 57,5 dari skor maksimum 100. Demikian juga dengan perolehan nilai rata-rata setiap aspek penguasaan konsep masih rendah, yaitu untuk aspek mengingat (*retrieval*) sebesar 65, memahami (*comprehension*) sebesar 60, menganalisis (*analysis*) sebesar 55, mengaplikasikan (*knowledge utilization*) sebesar 50. Hasil wawancara mahasiswa dapat diungkapkan bahwa rendahnya penguasaan konsep dikarenakan mahasiswa mengalami kesulitan menganalisis gejala fisis dan menerapkan fenomena gelombang dan optik [10].

Rendahnya penguasaan konsep mahasiswa disebabkan karena tidak diberikannya kesempatan mahasiswa untuk melatih dan mengembangkan pengetahuan. Mahasiswa cenderung menghafal rumus-rumus saja tanpa melibatkan proses kebiasaan berpikir dalam pembelajaran. Oleh karena itu perlu dikembangkan perkuliahan gelombang dan optika yang melatih kebiasaan berpikir dalam mengembangkan pengetahuan mahasiswa dengan mengacu pada pola pembelajaran yang dikemukakan Griffin dkk [11] yaitu : (a) berpusat pada mahasiswa, (b) interaktif, (c) membangun interaksi sosial, (d) pembelajaran aktif, kritis, dan kreatif, (e) mengembangkan potensi diri melalui kebiasaan berpikir. Selain itu, konsep-konsep yang ada pada materi gelombang dan optika berupa persoalan problematik yang memerlukan proses berpikir dalam pemecahannya dalam membangun pengetahuan. Dosen harus mendorong mahasiswa untuk dapat mengimplementasikan pengetahuan tersebut sebagai sarana berpikir dalam kehidupan. Mahasiswa yang mempunyai kebiasaan berpikir dengan baik akan dapat memiliki nilai lebih bagi diri dan lingkungannya dalam mengolah dan menggunakan informasi. Cheung & Hew [12] mengungkapkan bahwa kebiasaan berpikir penting dilatihkan kepada siswa supaya: (1) mengatur diri, (2) kritis terhadap masalah, (3) kreatif dalam menyelesaikan masalah.

Solusi pembelajaran yang disarankan untuk siswa atau mahasiswa adalah pembelajaran yang memberi kesempatan mahasiswa untuk membangun pengetahuan *habits of mindnya* melalui pemberian bantuan tahap demi tahap yang kemudian melepas mahasiswa secara mandiri untuk mengembangkan konsep baru. Pembelajaran itu seyogyanya 1) mengutamakan proses, 2) mengutamakan pembelajaran yang bersifat nyata dalam konteks yang relevan, 3) menanamkan pembelajaran dalam konteks pengalaman sosial, dan 4) dilakukan dalam upaya membangun pengalaman [13]. Hal ini sesuai dengan teori konstruktivisme Vygotsky yang menekankan pada

hakekat belajar sosial kultur yang intinya adalah penerapan teknik saling tukar gagasan antar individu. Dalam mengkonstruksi pengetahuannya seringkali siswa atau mahasiswa memerlukan *scaffolding* untuk mencapai *Zone of Proximal Development* (ZPD). Bantuan yang diberikan melalui *scaffolding* dapat berupa petunjuk, peringatan, dorongan, menguraikan masalah ke bentuk lain yang memungkinkan siswa bisa mandiri [14]. Dorongan dosen sangat dibutuhkan agar pencapaian mahasiswa ke jenjang yang lebih tinggi menjadi optimum.

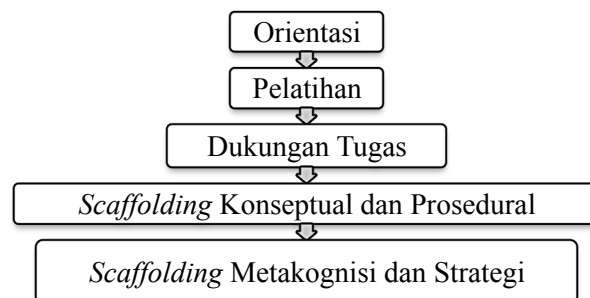
Hal tersebut di atas sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Etkina dkk [15] yang menyatakan bahwa peningkatan kemampuan ilmiah siswa tergantung pada banyaknya konten dan konteks serta bentuk *scaffolding* yang diberikan. Senada dengan penelitian Etkina dkk [16], dengan menggunakan pembelajaran *scaffolding* dapat meningkatkan kemampuan ilmiah mahasiswa. Selain itu Christine dkk [17] dalam penelitiannya juga menggunakan strategi *scaffolding* yang dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa dalam pembelajaran.

Pada penelitian ini dikembangkan Model Perkuliahan Gelombang dan Optika berbasis *scaffolding* yang diadaptasi dan diadopsi dari pembelajaran *scaffolding* [18] untuk meningkatkan penguasaan konsep [19] [20]. Perkuliahan ini melatih kebiasaan berpikir mahasiswa dalam mengkonstruksi pengetahuan melalui tingkatan penguasaan konsep dengan bimbingan orang yang lebih tahu di bidangnya sehingga didapatkan hasil pembelajaran yang optimal.

Teori

Menurut Lev Vygotsky (1896-1934) seorang psikolog berkebangsaan Rusia, perolehan pengetahuan dan perkembangan kognitif seseorang sejalan dengan teori sosiogenesis. Artinya, pengetahuan dan perkembangan kognitif individu berasal dari sumber-sumber sosial di luar dirinya [21]. Hal ini tidak berarti bahwa individu bersikap pasif dalam perkembangan kognitifnya, tetapi Vygotsky juga menekankan pentingnya peran aktif seseorang dalam mengkonstruksi pengetahuannya. Maka teori Vygotsky sebenarnya lebih tepat disebut dengan pendekatan konstruktivisme. Maksudnya, perkembangan kognitif seseorang disamping ditentukan oleh individu sendiri secara aktif, juga oleh lingkungan sosial secara aktif pula [22].

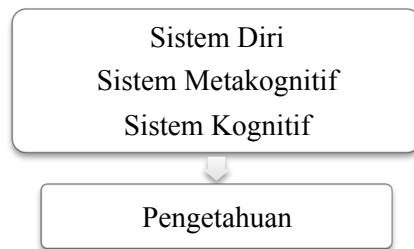
Rosenshine & Meister [18] menyatakan bahwa perubahan kognitif bisa terjadi melalui proses interaksi sosial, dimana ide diartikulasi, ditukar, direvisi, dimodifikasi dan diadopsi sesuai dengan relevansi tugas dan konteks. Perkembangan belajar berubah dengan memakai pendekatan tugas secara berurutan, bimbingan teman atau guru. Hmleo & Day [18] menyatakan bahwa bimbingan bisa dalam bentuk dialog, tugas kolaboratif, pertanyaan dan demonstrasi secara terstruktur bisa membantu perkembangan kognitif dan pengaturan belajar. McLoughlin [18] mengelompokkan *scaffolding* dengan berbagai bentuk bimbingan guru yang diberikan pada siswa seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Model *scaffolding* yang diadaptasi dari McLoughlin [18]

Model *scaffolding* yang digunakan pada penelitian ini diadaptasi dan diadopsi dari model *scaffolding* yang dikembangkan McLoughlin [18]. Fase-fase *scaffolding* tersebut meliputi fase orientasi, pelatihan, dukungan tugas, *scaffolding* konseptual dan prosedural, *scaffolding* metakognisi dan strategi.

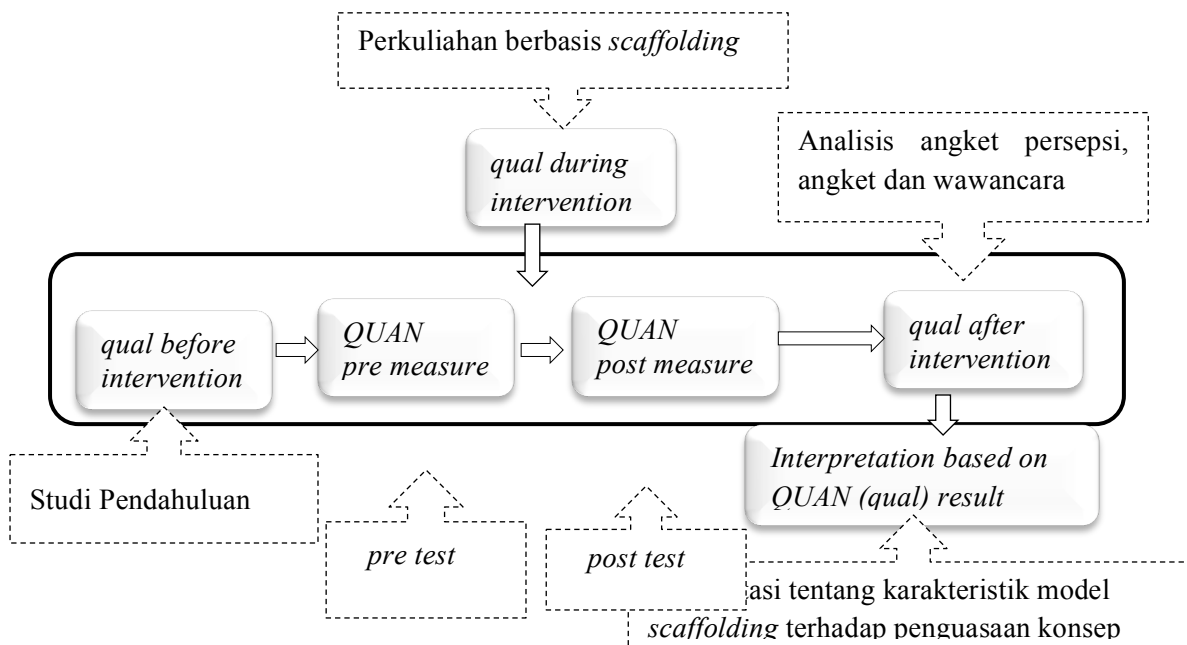
Definisi penguasaan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia yaitu proses, cara, perbuatan menguasai atau kesanggupan untuk menggunakan (pengetahuan, kepandaian, dsb). Penguasaan konsep merupakan kemampuan siswa untuk memakai konsep-konsep pada tingkat perkembangan kognitif siswa sesuai dengan *New Taxonomy* Marzano [19]. Taksonomi ini merupakan rekonstruksi dari taksonomi Bloom [23]. Menurut Marzano [19], pengetahuan dibentuk dari sistem kognitif, sistem metakognitif, dan sistem diri seperti direpresentasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. *New Taxonomy* Marzano

Kemampuan yang termasuk sistem kognitif oleh Marzano [19] dari tingkat terendah ke tingkat tertinggi, yaitu: mengingat (*retrieval*), memahami (*comprehension*), menganalisis (*analysis*), mengaplikasikan (*knowledge utilization*). Keempat sistem kognitif tersebut merupakan suatu proses berpikir yang diperlukan dalam penguasaan konsep pengetahuan.

Adapun desain penelitian *mixed method* dengan *embedded experimental model* yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain *mixed method* dengan *embedded experimental model*

Tujuan analisis data ini adalah untuk mengetahui efektivitas perkuliahan berbasis *scaffolding* terhadap peningkatan penguasaan konsep. Data yang digunakan yaitu data nilai tes penguasaan

konsep kelas eksperimen dan kelas kontrol. Peningkatan penguasaan konsep dihitung dengan peningkatan rerata *N Gain* dari kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan menggunakan rumus:

$$N\ Gain = \frac{skor\ posttest - skor\ pretest}{skor\ maksimum - skor\ pretest} \tag{1}$$

Interpretasi data *N Gain* yang diperoleh dari perhitungan yang diadaptasi dari Hake [24] dikategorikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori *N Gain*

<i>N Gain</i>	Kategori
$0,7 < N\ Gain$	Tinggi
$0,3 \leq N\ Gain \leq 0,7$	Sedang
$0,3 < N\ Gain$	Rendah

Setelah itu dilakukan uji statistik yang terdiri dari uji normalitas, uji homogenitas, uji perbedaan, dan uji dampak yang menggunakan *software* program SPSS 21 dengan petunjuk buku SPSS [25]. Uji normalitas yang digunakan adalah uji normalitas *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* dengan taraf signifikansi 0,05, dengan asumsi sebagai berikut:

- (1) Data terdistribusi normal apabila nilai signifikansi $p_n > 0,05$
- (2) Data berdistribusi tidak normal apabila nilai signifikansi $p_n < 0,05$

Uji homogenitas untuk mengetahui apakah data kedua kelompok memiliki varians yang sama atau tidak, dengan asumsi sebagai berikut:

- (1) Data homogen secara varians apabila nilai signifikansi $p_h > 0,05$
- (2) Data tidak homogen secara varians apabila nilai signifikansi $p_h < 0,05$

Uji perbedaan *Independent Samples T-Test* digunakan untuk menguji perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan asumsi sebagai berikut:

- (1) Tidak ada perbedaan apabila nilai signifikansi $p_b > 0,05$
- (2) Terdapat perbedaan apabila nilai signifikansi $p_b < 0,05$

Uji dampak dengan menghitung ukuran dampak (*effect size*) untuk mengetahui seberapa besar efek yang diberikan model perkuliahan berbasis *scaffolding* terhadap penguasaan konsep. Ukuran dampak ini dihitung dengan menggunakan kalkulator *effect size* yang diadaptasi dari Cohen [26] dengan kategori yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori *Effect size*

<i>Effect size (r)</i>	Kategori
$0,0 \leq r \leq 0,2$	Tinggi
$0,2 \leq r \leq 0,8$	Sedang
$0,8 \leq r \leq 2,0$	Rendah

Hasil dan Diskusi

Data penguasaan konsep diperoleh dari hasil *pre test* dan *post test* soal Gelombang dan Optika yang terdiri dari 30 butir soal. Soal tersebut diberikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Skor *pre test* dan *post test* mahasiswa dianalisis untuk mengetahui seberapa besar peningkatan penguasaan konsep dengan menghitung *N gain* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data peningkatan rata-rata *N Gain* penguasaan konsep mahasiswa kelas eksperimen dan kelas kontrol

Kelas	N	Mean		Peningkatan (%)	Skor ideal	N gain	Kriteria
		<i>Pre test</i>	<i>Post test</i>				
Eksperimen	46	18,63	24,98	21,17	30	0,57	Sedang

Kontrol	50	18,48	21,24	9,1	30	0,26	Rendah
---------	----	-------	-------	-----	----	------	--------

Rata-rata nilai penguasaan konsep gelombang dan optika mahasiswa sebelum perkuliahan pada kelas eksperimen sebesar 18,63. Ini artinya sebelum diberi perlakuan perkuliahan berbasis *scaffolding*, mahasiswa telah menguasai konsep sebesar 62,1%. Setelah diberi perlakuan, maka rata-rata nilai penguasaan konsep mahasiswa menjadi 24,98 dari skor ideal 30 atau mahasiswa telah menguasai konsep gelombang optik sebesar 83,27%. Dari selisih nilai rata-rata *post test* dan *pre test* yang besarnya 6,35, maka mahasiswa mengalami peningkatan 21,17% dalam menguasai konsep gelombang dan optik. Sedangkan pada kelas kontrol, rata-rata nilai *pre test* mahasiswa adalah 18,48 dan rata-rata nilai *post test* adalah 21,24. Hal tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa kelas kontrol mengalami peningkatan sebesar 9,1%. Persentase peningkatan penguasaan konsep gelombang dan optika pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol.

Nilai data peningkatan *N Gain* penguasaan konsep gelombang dan optika kelas eksperimen sebesar 0,57 dan kelas kontrol sebesar 0,26. Jadi peningkatan penguasaan konsep gelombang dan optika berada pada kategori sedang pada kelas eksperimen dan berada pada kriteria rendah pada kelas kontrol.

Tabel 4. Hasil uji normalitas *N Gain* penguasaan konsep gelombang dan optika pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

Kelas	N	Mean	SD	Distribusi ($\alpha=0,05$)	
				p_n	Keterangan
Eksperimen	46	0,57	0,15	0,85	Normal
Kontrol	50	0,26	0,12	0,12	Normal

Tabel 4 menyajikan hasil uji normalitas *N Gain* penguasaan konsep mahasiswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada kelas eksperimen didapatkan taraf signifikansi $0,85 > 0,05$ yang menyatakan bahwa data ini terdistribusi normal. Begitu juga pada kelas kontrol, taraf signifikansi $0,12 > 0,05$ berarti data ini juga memiliki distribusi normal. Kelas eksperimen ($mean = 0,57, SD = 0,15$) dan kelas kontrol ($mean = 0,26, SD = 0,12$), datanya terdistribusi secara normal. Setelah dilakukan uji normalitas, kemudian dilakukan uji homogenitas dan uji perbedaan seperti yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji homogenitas dan uji perbedaan *N Gain* penguasaan konsep kelas eksperimen dan kelas kontrol

Kelas	N	mean	SD	t	df	Varians ($\alpha=0,05$)		Uji beda ($\alpha=0,05$)	
						p_h	Keterangan	p_b	Keterangan
Eksperimen	46	0,57	0,15	11,26	94	0,12	Homogen	0,00	terdapat perbedaan
Kontrol	50	0,26	0,12						

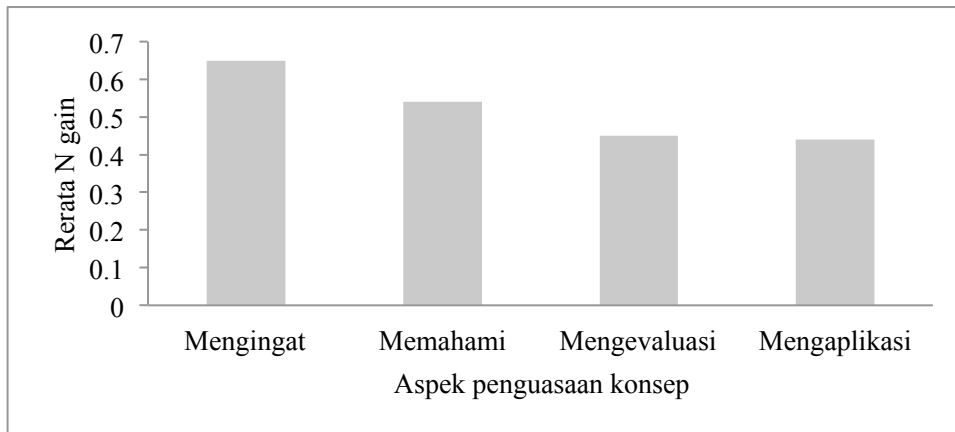
Uji homogenitas pada kelas eksperimen menghasilkan taraf signifikansi $0,12 > 0,05$ yang berarti bahwa data pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dianggap homogen secara varians. Melalui uji perbedaan, dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol $t(96) = 11,26; p_b < 0,05$. Kelas eksperimen ($mean = 0,57; SD = 0,15$) memiliki peningkatan penguasaan konsep yang lebih tinggi daripada kelas kontrol ($mean = 0,26; SD = 0,12$). Untuk mengetahui seberapa besar efek pengembangan perkuliahan Gelombang dan

Optika berbasis *scaffolding* terhadap penguasaan konsep, maka dilakukan uji dampak melalui perhitungan *effect size* seperti disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. *Effect size* model perkuliahan berbasis *scaffolding* terhadap penguasaan konsep mahasiswa

PK	N	Mean	SD	Cohen's d	r	Keterangan
<i>pre test</i>	46	18,63	2,12	2,99	0,83	Besar
<i>post test</i>	46	24,98	2,13			

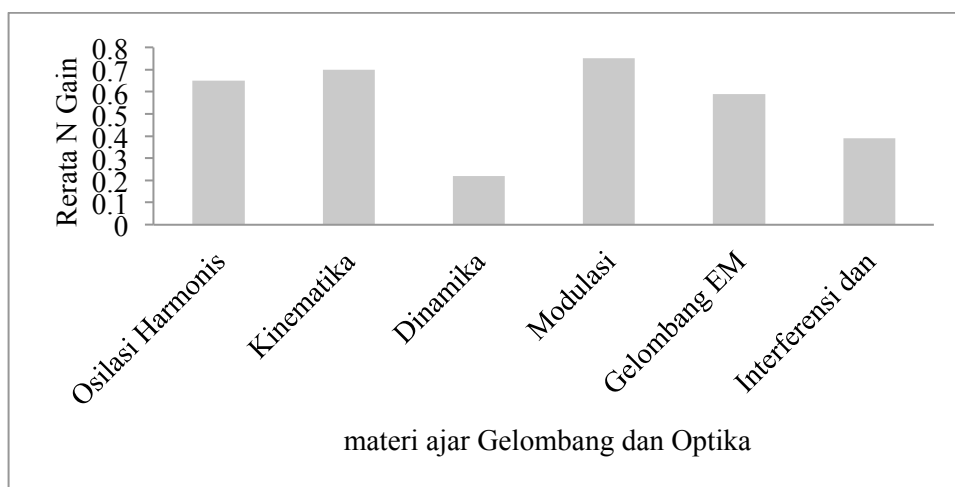
Berdasarkan perhitungan *effect size* dengan nilai $r = 0,8$, yang artinya model perkuliahan berbasis *scaffolding* mampu memberikan dampak yang besar terhadap penguasaan konsep mahasiswa yang memiliki *pre test* ($mean = 18,63, SD = 2,12$) dan *post test* ($mean = 24,98, SD = 2,13$) dengan nilai Cohen's $d = 2,99$. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa model perkuliahan *scaffolding* efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa. Untuk mengetahui rerata *N Gain* tiap-tiap aspek penguasaan konsep bisa dilihat pad Gambar 5.



Gambar 5. Rerata *N Gain* tiap aspek penguasaan konsep mahasiswa

Semua aspek penguasaan konsep gelombang dan optika mahasiswa berada dalam kategori sedang. Rerata *N Gain* mahasiswa pada aspek mengingat merupakan yang tertinggi di antara aspek penguasaan konsep yang lain yaitu sebesar 0,65, meskipun sama-sama dalam kategori sedang. Aspek memahami berada pada peringkat kedua setelah aspek mengingat yaitu sebesar 0,54. Sedangkan aspek mengevaluasi memiliki nilai rerata *N Gain* sebesar 0,45 dan mengaplikasi memiliki nilai rerata *N gain* terendah yaitu sebesar 0,44.

Hasil penelitian tentang penguasaan konsep yaitu untuk mengetahui tercapainya penguasaan konsep mahasiswa tentang gelombang dan optika. Konsep gelombang dan optika ini terdiri dari enam materi konsep yaitu osilasi harmonis, kinematika gelombang, dinamika gelombang, modulasi gelombang, gelombang elektromagnetik, interferensi dan difraksi. Nilai rerata *N Gain* setiap materi ajar Gelombang dan Optika pada kelas eksperimen ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rerata N Gain tiap materi ajar Gelombang dan Optika

Nilai rerata N Gain setiap materi ajar Gelombang dan Optika dari terendah ke tertinggi yaitu dinamika gelombang sebesar 0,22, interferensi dan difraksi sebesar 0,39, gelombang elektromagnetik sebesar 0,59, kinematika gelombang sebesar 0,70, dan modulasi gelombang sebesar 0,75. Sedangkan nilai rerata N gain keseluruhan sebesar 0,55 berada pada kategori sedang.

Kesimpulan

Peningkatan penguasaan konsep mahasiswa dalam perkuliahan Gelombang dan Optika berbasis *scaffolding* berada pada kategori sedang dengan nilai peningkatan rata-rata N Gain 0,57. Melalui uji perbedaan, dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol $t(94)=11,26; p_b < 0,05$. Kelas eksperimen ($mean = 0,57; SD = 0,15$) memiliki peningkatan penguasaan konsep yang lebih tinggi daripada kelas kontrol ($mean = 0,26; SD = 0,12$). Sedangkan berdasarkan perhitungan *effect size* dengan nilai $r = 0,8$, yang artinya model perkuliahan berbasis *scaffolding* mampu memberikan dampak yang besar terhadap penguasaan konsep mahasiswa yang memiliki *pre test* ($mean = 18,63, SD = 2,12$) dan *post test* ($mean = 24,98, SD = 2,13$) dengan nilai Cohen's $d = 2,99$. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa model perkuliahan berbasis *scaffolding* sangat efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Aloysius Rusli atas saran dan masukannya dan juga terima kasih kepada Dirjen Dikti atas pemberian BPPS.

Referensi

- [1] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi.
 [2] Unesco. (2014). *Global citizenship education: Preparing learners for the challenges of the twenty first century*. [www.unesdoc.unesco.org](http://unesdoc.unesco.org). Diakses dari: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002329/232993e.pdf>

- [3] Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia.
- [4] P21. (2009). Framework for 21st century learning. Diakses dari: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>
- [5] NSTA. (2012). *2012 NSTA Preservice science standards*. www.nsta.org. Diakses dari: <http://www.nsta.org/preservice/docs/2012NSTAPreserviceScienceStandards.pdf>
- [6] BBC. (2014). Apa yang harus anda ketahui tentang Masyarakat Ekonomi Asean. Diakses dari: http://www.bbc.com/indonesia/berita_indonesia/2014/08/140826pasartenagakerjaaec
- [7] Dahar, R. W. (2003). *Teori-teori belajar*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [8] Elyousif, Y. A. K., & Abdelhamied, N. E. (2013). Assessing secondary school teachers' performance in developing habits of mind for the students. *International Interdisciplinary Journal of Education*, 2(2), 168-180.
- [9] AACTE. (2010). *21st Century knowledge and skill in educator preparation*. Diakses dari: http://www.p21.org/storage/documents/aacte_p21_whitepaper2010.pdf
- [10] Susilowati, E. (2013). *Kajian awal perkuliahan Gelombang dan Optika berbasis scaffolding dalam mengembangkan konsep dan habits of mind*. Studi lapangan pada mata kuliah metodologi penelitian. UPI: tidak diterbitkan.
- [11] Griffin, P., McGraw, B., Care, E. (2012). *Assessment and teaching of 21st century skills*. Dordrecht, The Netherlands: Springer
- [12] Cheung, W.S. & Hew, K.F. (2008). Examining facilitators' habits of mind and learners' participation. In *Hello! Where are you in the landscape of educational technology? Proceedings ascilite Melbourne 2008*. Diakses dari: <http://www.ascilite.org.au/conferences/melbourne08/procs/cheung.pdf>
- [13] Gurney, P. (2007). Five factors for effective teaching. *New Zealand Journal of Teacher's Work*, 4(2), 89-98.
- [14] McCulloch, B. (2010). Scaffolding and zone of proximal development. Diakses dari: <http://docstoc.com/docs/56913861/Scaffolding-and-zone-of-proximal>.
- [15] Etkina, E., Karelina, A., Villasenor, M. R. (2008). How long does it take A study of student acquisition of scientific abilities. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research Journal* 4, 1-17.
- [16] Etkina, E., Karelina, A., Murthy, S., Villasenor, M. R. (2009). Using action research to improve learning and formative to conduct research. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research Journal* 5, 1-15.
- [17] Christine, L. & Sharma, M.D. (2011). "Teaching physics novices at University: A case for stronger scaffolding". *American Physical Society's Journal* Vol. 7(2), June.
- [18] McLoughlin, C. (2004). *Achieving excellence in teaching through scaffolding learner competence. in seeking excellence*. Proceedings of the 13th Annual Teaching Learning Forum, 9-10 february 2004. Perth: Murdoch University.
- [19] Marzano, R. J. & Kendall, J.S. (2008). *Designing & assessing educational objectives*. USA: Sage.
- [20] Marzano, R.J., Pickering, & McTighe. (1993). *Assesing student outcomes: Performance assesment using the dimension of learning model*. Alexandria, Virginia: ASCD
- [21] Zhou, M., College, D., S., Brown, D. (2014). *Educational learning theories*. Diakses dari: <https://rrscholar.openrepository.com/rrscholar/bitstream/10758/337833/1/EDUC2130+Textbook+Educational+Learning+Theories.pdf>

- [22] Stuyf, R. V. D. (2002). *Scaffolding as a teaching strategy adolescent learning and development*. Diakses dari: [Section 0500A-Fall 2002 November 17, 2002](#)
- [23] Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., Krathwohl, D. R. (Eds.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay.
- [24] Hake, R., R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand students survey of mechanics test data for introductory physics course. *American Journal Physics* 66(1), 64-74.
- [25] Sufren, Natanael, Y. (2002). *Belajar Otodidak SPSS Pasti Bisa*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [26] Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.