

## PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS PROSES BERPIKIR KAUSALITAS DAN BERPIKIR ANALITIK (PBK-BA), SUATU PEMBIASAAN BERPIKIR SECARA TERBUKA

Joni Rokhmat<sup>1</sup>, Agus Setiawan<sup>2</sup>, Dadi Rusdiana<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Mataram

<sup>2,3</sup> Program Studi Pendidikan IPA, SPs Universitas Pendidikan Indonesia

email: joni.fkip.unram@gmail.com

### ABSTRAK

Telah dikembangkan proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik (PBK-BA) untuk pembelajaran fisika dasar, pokok bahasan kinematika dan hukum Newton. Pengembangan ini dimaksudkan untuk membiasakan mahasiswa berpikir secara terbuka. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi pola berpikir kausalitas dan berpikir analitik mahasiswa, serta menguji efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan *problem-solving* mahasiswa calon guru fisika. Subjek penelitian yang terlibat adalah mahasiswa pendidikan fisika sejumlah 45 orang yang sedang mengambil matakuliah fisika dasar I. Penelitian ini menggunakan metode campur (*mix method*), berjenis *embedded design one-phase* yang menekankan analisis kualitatif. Pembiasaan berpikir secara terbuka memfasilitasi mahasiswa untuk memahami konsep fisika secara utuh yang merupakan kompetensi wajib bagi para guru fisika. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif menggunakan uji-F dengan desain 2 faktor dan skor *gain* ternormalisasi sedangkan analisis kualitatif menggunakan deskripsi kualitatif yang dilanjutkan interpretasi dari hasil kedua analisis tersebut. Hasil analisis menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan signifikansi 1% antara rerata *pre-test* dan *post-test* kemampuan *problem-solving* (KPS) mahasiswa dan antara KPS mahasiswa kelompok atas dan bawah. Secara kualitatif, pada konsep gerak, terdapat miskonsepsi mahasiswa tentang gerak resultan dari suatu benda yang mengalami GLB dan GLBB sekaligus, yaitu gerak melingkar. Miskonsepsi ini mencapai 33%, pada kel. bawah, dan 22% pada kel. atas tetapi setelah implementasi PBK-BA miskonsepsi ini menjadi 0%. Pada konsep pasangan gaya aksi reaksi, implementasi PBK-BA, mampu mengubah persentase miskonsepsi, dari 11,1% s.d 44,4% untuk kel. bawah dan 11,1% s.d. 33,3% untuk kel. atas menjadi 0 s.d. 33,3% untuk kel. bawah dan 0 s.d. 11% untuk kel. atas. Hasil analisis angket menunjukkan adanya respon yang sangat positif dari mahasiswa terhadap penggunaan strategi ini.

**Kata Kunci:** PBK-BA, Berpikir secara terbuka, Kemampuan Problem-Solving.

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Kualitas proses pembelajaran fisika secara kontinyu perlu terus ditingkatkan. Komponen yang terkait dalam proses pembelajaran meliputi fasilitas, guru, dan siswa itu sendiri. Jadi proses penyiapan calon guru fisika menjadi sangat penting dalam rangka peningkatan kualitas pembelajaran tersebut. Salah satu kendala yang dihadapi para guru fisika adalah kemampuan *problem-solving* guru yang bersifat parsial. Kondisi ini berdampak pada proses pembelajaran fisika yang kurang menarik karena guru tidak dapat menguraikan materi secara luas, serta, secara deduktif, tidak dapat memprediksi semua kemungkinan peristiwa yang dapat terjadi ketika mereka dihadapkan pada suatu persoalan fisika tertentu.

PBK-BA atau proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik sebagaimana dikemukakan oleh Rokhmat (2012) menjadi sebuah strategi baru dalam pembelajaran fisika yang dirancang untuk membiasakan mahasiswa calon guru berpikir secara terbuka. PBK-BA dikemas dengan basis persoalan-persoalan fisika yang berlandaskan kemampuan berpikir kausalitas dan berpikir analitik. Saat berpikir kausalitas, mahasiswa dituntut mampu menentukan komponen-komponen penyebab yang terdapat dalam suatu persoalan fisika, selanjutnya berdasar pada kondisi penyebab-penyebab tersebut mahasiswa dituntut mampu secara deduktif memprediksi semua peristiwa (akibat) yang berpeluang terjadi. Saat berpikir analitik, mahasiswa dituntut mampu mengidentifikasi bagaimana kondisi dari penyebab-penyebab di atas sehingga dapat menimbulkan suatu peristiwa atau akibat tertentu berlandaskan pada *knowledge* yang sudah dimiliki yang meliputi konsep, prinsip, teori, atau hukum-hukum fisika yang terkait.

### Permasalahan penelitian

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah "Bagaimana pola berpikir kausalitas dan berpikir analitik yang perlu dikembangkan serta dampaknya terhadap peningkatan kemampuan *problem-solving* mahasiswa calon guru fisika?" Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk menemukan jawaban atas pertanyaan penelitian berikut: (1) Bagaimana pola berpikir kausalitas dan berpikir analitik yang perlu dikembangkan mahasiswa calon guru fisika? (2) Bagaimana dampak kemampuan proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik terhadap peningkatan kemampuan *problem-solving* mahasiswa calon guru fisika? (3) Bagaimana respon mahasiswa calon guru fisika terhadap penggunaan proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik dalam perkuliahan? (4) Bagaimana respon dosen fisika terhadap penggunaan proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik dalam perkuliahan?



## Tujuan dan manfaat

Ada 2 tujuan dalam penelitian ini, yaitu: (1) Mengeksplorasi pola berpikir kausalitas dan berpikir analitik yang perlu dikembangkan mahasiswa calon guru fisika dalam pembelajaran fisika, dan (2) Menganalisis dampak kemampuan proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik terhadap peningkatan kemampuan *problem-solving* mahasiswa calon guru fisika. Sedangkan manfaat utama penelitian ini ada 5, yaitu: (1) Membekali mahasiswa calon guru kemampuan berpikir kausalitas dan berpikir analitik sebagai upaya meningkatkan kemampuan *problem-solving*; (2) Memberikan suatu kerangka pemikiran dalam rangka perbaikan pendidikan guru fisika di Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan (LPTK), khususnya dalam mengembangkan kemampuan berpikir kausalitas dan berpikir analitik calon guru fisika untuk meningkatkan mutu guru fisika di lapangan; (3) Kemampuan proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik ini dapat dikembangkan sendiri ketika mahasiswa mempelajari persoalan dan/atau topik fisika lainnya; (4) Memperoleh informasi dampak-dampak lain penerapan proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik yaitu meliputi kemampuan proses berpikir kreatif, berpikir sistem, berpikir kritis, dan berpikir sintesis; dan (5) Mengetahui keunggulan dan keterbatasan penggunaan proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik dalam pembelajaran fisika.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metoda campuran (*mixed method*) yaitu menggunakan model *Embedded Design*, Creswell & Clark (2007, p. 67-71). Jenis yang dipilih adalah *embedded design one-phase* dengan penekanan kualitatif. Metode ini terdiri atas dua proses pokok yang terdiri atas: (1) Proses Kualitatif disertai dengan proses kuantitatif yang *embedded* di dalamnya, dan (2) Proses interpretasi kualitatif didasarkan pada hasil proses (1).

### Subjek dan instrument penelitian

Subjek penelitian adalah mahasiswa semester I yang mengambil mata kuliah fisika dasar I. Instrument yang digunakan meliputi: (1) Seperangkat alat tes (Soal Ujian Nasional untuk Mata Pelajaran Fisika tahun 2011); (2) Seperangkat soal kinerja *problem-solving* untuk *pre-test*, *post-test*; (3) Silabi Fisika Dasar 1; (4) Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPP); (5) Model BK-BA; (6) Lembar Kerja Mahasiswa (LKM); (7) Lembar Observasi PBK-BA; (8) Rubrik penilaian soal kinerja *problem-solving* dan PBK-BA; (9) Angket untuk mahasiswa; (10) Angket untuk dosen; (11) Pedoman wawancara (*open-ended question*) untuk mahasiswa; dan (12) alat perekam wawancara.

### Analisis Instrumen dan teknik analisis data

Analisis instrumen meliputi: Validasi ahli untuk pola BK-BA dan soal kinerja *problem-solving* beserta rubrik penilaiannya; serta Validasi angket, pedoman observasi, dan pedoman wawancara. Teknik analisis yang digunakan adalah teknik campuran. Dalam proses eksplorasi, data kualitatif dikumpulkan. Bersamaan dengan itu, data kuantitatif juga dikumpulkan yang difungsikan sebagai data pelengkap. Selanjutnya dilakukan analisis dan interpretasi secara kualitatif dengan didukung hasil analisis kuantitatif.

Dalam makalah ini, mengingat keterbatasan ruang dan waktu, pembahasan akan dibatasi pada pengertian PBK-BA dan contoh persoalannya pada pokok bahasan gerak (kinematika) dan hukum Newton, serta hasil implementasi PBK-BA dalam pembelajaran fisika. Dari pembahasan ini, penulis berharap dapat memberi sumbangan pengembangan pendidikan fisika, khususnya terkait dengan strategi proses pembelajaran yang perlu dilakukan dalam perkuliahan sehingga mahasiswa calon guru fisika mampu menguasai konsep-konsep fisika secara utuh.

## PEMBAHASAN

### Pengertian PBK-BA

#### Pengertian kausalitas

Terdapat dua pendekatan filosofi tentang teori penyebab (*causation*), yaitu: teori *difference-making* dan teori proses *causal*. Teori *difference-making* memandu ide bahwa *cause* (sebab) menciptakan suatu perbedaan terhadap akibatnya. Teori ini dapat diterapkan dalam teori peluang dan teori *counterfactual*. Teori peluang mendefinisikan penyebab dalam suku peluang kondisional. Dickinson & Shanks (1995) menyatakan bahwa teori ini melakukan perbedaan dalam suku-suku ketaksamaan di antara peluang kondisional. *Cause* harus menghasilkan atau minimal mengubah peluang terjadinya akibat, dan memiliki ikatan yang jelas



dengan teori pembelajaran kausal dan dengan pemakaian informasi kontingensi (Gopnik & Schulz, 2007, p. 19).

### Prinsip-prinsip Kausalitas

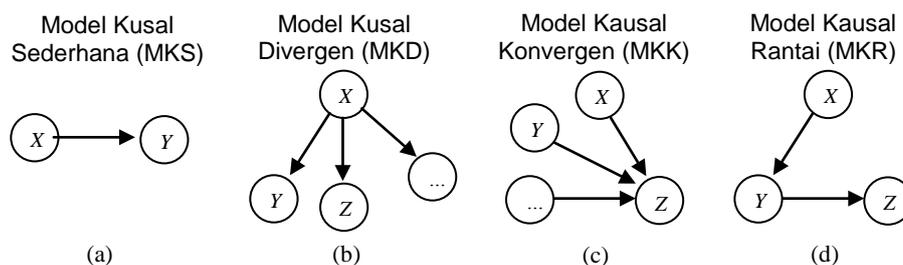
Terdapat tiga prinsip kausalitas sebagaimana dirangkum dari pendapat Lenzen (1954, p. 20-21) dan Hill (2011, p. 343-345), yaitu: **Prinsip kausalitas 1:** Bahwa kausalitas adalah *reproducible* terhadap ruang dan waktu. Prinsip ini menyatakan bahwa ruang dan waktu bukan penyebab yang efisien terhadap fenomena. Contoh, jika sebuah percobaan fisika dilakukan di sebuah laboratorium, maka akan diperoleh kesimpulan yang sama ketika percobaan tersebut dilakukan pada waktu atau di laboratorium berbeda itu, atau dilakukan pada waktu dan laboratorium yang keduanya berbeda, (Lenzen, 1954, p. 20-21). **Prinsip kausalitas 2:** Prinsip umum sains, yaitu bahwa kondisi awal yang sama akan dihasilkan oleh rangkaian/urutan fenomena yang sama, (Lenzen, 1954, p. 21). **Prinsip kausalitas 3:** Bahwa sebuah peristiwa *cause* adalah diperlukan oleh peristiwa *effect*, dan jika peristiwa-peristiwa tersebut terpisah oleh ruang maka juga harus terpisah oleh waktu yang cukup bagi informasi yang diperlukan untuk bergerak dari lokasi *cause* ke lokasi *effect*, (Hill, 2011, p. 343-345).

### Kognisi Kausalitas

Intisari kausalitas adalah koneksi antara dua fenomena: fenomena pertama, penyebab; fenomena lainnya, akibat. Dalam kausalitas dinamika penyebab yang sama digantikan oleh akibat yang sama sedangkan dalam kausalitas statistika penyebab yang sama diikuti oleh sebuah akibat yang terdistribusi. Secara histori, istilah kausalitas telah diartikan sebagai kausalitas dinamika, atau regularitas, (Lenzen, 1954, p. 27).

### Model Berpikir Kausalitas

Jika gagasan berpikir kausalitas dari Gopnik & Schulz (2007, p. 88-89), Meder (2006, p. 31), serta Sloman dan Lagnado (2005) dalam Gopnik dan Schulz (2007, p. 92-93) dirangkum dan dilakukan sedikit perubahan, maka terdapat 5 model berpikir kausalitas yang terdiri dari 4 model berpikir kausalitas dasar ditambah 1 model gabungan sebagai pengembangan dari keempat model dasar tersebut. Kelima model berpikir kausalitas tersebut adalah: (1) Model Kausalitas Sederhana (MKS), (2) Model Kausalitas Divergen (MKD), (3) Model Kausalitas Konvergen (MKK), dan (4) Model Kausalitas Rantai (MKR), sedangkan model kelima, (5) Model Kausalitas Gabungan (MKG). Dalam bentuk bagan, keempat model kausalitas dasar tersebut diperlihatkan dalam gambar 1 berikut:



Gambar 1 Empat model kausal dasar, (didasarkan pada Gopnik & Schulz, (2007, p 88), Meder (2006 p. 31) setelah ditambah model kausal sederhana (MKS)).

Gambar 1 memperlihatkan bagan empat model kausal dasar, dengan lingkaran-lingkaran menyatakan variabel peristiwa dan anak panah menandakan arah pengaruh kausal: (a) model kausal sederhana (MKS), penyebab tunggal X mempengaruhi akibat tunggal Y, (b) model kausal divergen (MKD), penyebab tunggal X mempengaruhi dua akibat Y, dan Z atau lebih, (c) model kausal konvergen (MKK), dua penyebab X dan Y atau lebih secara terpisah berpengaruh pada akibat bersama Z, dan (d) model kausal rantai (MKR), penyebab awal X mempengaruhi peristiwa-antara Y yang mempengaruhi akibat akhir Z. Model kelima adalah model kausal gabungan (MKG). Bagan MKG dapat merupakan kombinasi dari bagan keempat model kausal, MKS, MKD, MKK, dan model kausal MKR.

### Indikator berpikir kausalitas

Mahasiswa calon guru fisika mampu menguraikan suatu persoalan atau situasi kedalam sebuah atau sejumlah komponen penyebab dan akibat pendukungnya kedalam salah satu dari kelima model berpikir kausalitas di atas. Untuk mendukung kemampuan di atas, berikut ini indikator yang perlu dimiliki oleh

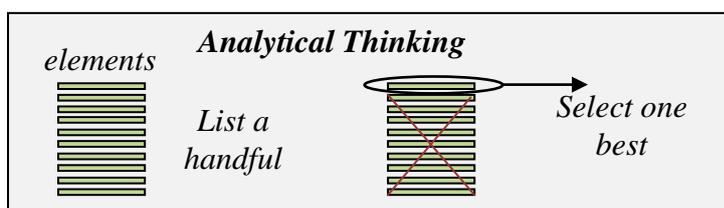
mahasiswa: (1) Membedakan komponen penyebab tetap dan penyebab terkondisi; dan (2) Memprediksi secara deduktif akibat-akibat yang berpeluang terjadi.

### Pengertian Analitik

Semua berpikir didefinisikan oleh delapan elemen pembangunnya. Kapanpun orang berpikir, berpikir untuk sebuah tujuan dalam sebuah titik pandang yang didasarkan pada asumsi yang mendorong pada pemikiran dan konsekuensi. Konsep, ide dan teori digunakan untuk interpretasi data, fakta, dan pengalaman agar dapat menjawab pertanyaan, menyelesaikan persoalan, dan menguraikan isu. Maka berpikir berarti: (1) Membangkitkan tujuan; (2) Mengajukan pertanyaan, (3) Menggunakan informasi, (4) Memerlukan konsep, (5) Membuat simpulan, (6) Membuat asumsi, (7) Membangkitkan pengertian, dan (8) Mewujudkan titik pandang.

Kemampuan berpikir analitik dalam taksonomi Bloom termasuk pada proses berpikir tingkat tinggi, yaitu berada pada kategori C-4, Marzano dan Kendall (2008, p. 3). Menurut Amer (2005, p. 5-6), berpikir analitik termasuk komponen dari berpikir sistemik dan berpikir kritis. Beliau juga menyatakan bahwa berpikir analitik terkait erat dengan berpikir kreatif, yaitu bahwa kedua proses berpikir tersebut bersifat saling melengkapi, (Amer, 2005, p. 14).

Ide dasar dalam teknik berpikir analitik adalah mendaftar sejumlah elemen, membandingkannya, meranking, dan memilih yang paling bernilai, membuang sisanya. Lihat gambar 2 berikut:



Gambar 2 Analytical Thinking, (Amer, 2005, p. 9)

### Indikator berpikir analitik

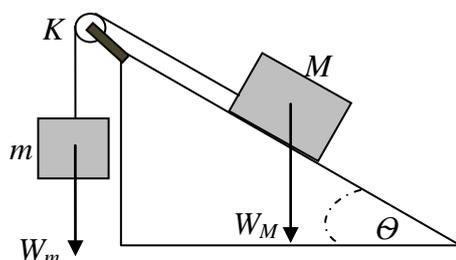
Jika gagasan berpikir analitik dari Paul & Elder (2003, p. 15), Zschunke (2000, p. 2), Amer (2005, p. 1, 5-6, 9, & 14), Cohen (200, p. vii), dan Hamilton (2001, p. 36-44) dirangkum serta dikaitkan dengan upaya meningkatkan kemampuan berpikir kausalitas dan berpikir analitik dalam mendukung kemampuan kinerja *problem-solving*, maka secara kualitatif ditentukan 6 indikator bagi mahasiswa yang sedang mengembangkan berpikir analitik dan indikator-indikator tersebut menjadi indikator dari kemampuan *problem-solving* seperti sebagaimana sudah disebutkan di atas.

### Contoh persoalan untuk PBK-BA

Pada makalah ini akan ditunjukkan dua contoh persoalan untuk PBK-BA, masing-masing untuk pokok bahasan gerak dan hukum Newton. Berikut ini adalah contoh persoalan tersebut:

1. Persoalan gerak: Dari keadaan diam mobil  $P$  bergerak lurus dengan percepatan tetap  $a$  ke kanan. Beberapa saat kemudian mobil  $Q$  melewati tempat keberangkatan mobil  $P$  itu dengan kecepatan tetap  $v$  juga ke kanan. Lintasan kedua mobil itu berdampingan, lurus, dan cukup panjang. Berdasarkan data tersebut, jelaskan berbagai kemungkinan yang dapat terjadi berkenaan dengan peluang kedua mobil itu untuk berimpit. Jangan lupa nyatakan konsep, hukum, atau teori fisika jika ada yang terkait dengan penjelasan tersebut!
2. Persoalan hukum Newton: Sistem balok  $m$  dan  $M$ , masing-masing bermassa  $m$  dan  $M$ , saling dihubungkan dengan tali ringan melalui sebuah katrol ringan  $K$ .  $M$  ditempatkan pada bidang miring (sudut kemiringan  $\theta$ ) dan  $m$  dalam posisi tergantung, massa  $M$  lebih besar dari massa  $m$ , (lihat gambar). Koefisien gesek statik dan kinetik antara balok dan meja masing-masing  $\mu_s$  dan  $\mu_k$ , dengan  $\mu_s > \mu_k$ . Sebutkan berbagai kemungkinan yang dapat dialami sistem berkenaan dengan keadaan geraknya. Jelaskan bagaimana kemungkinan itu terjadi dikaitkan dengan nilai, jenis, dan arah gaya gesek pada balok  $M$  tersebut! Jangan lupa nyatakan konsep, hukum, atau teori fisika jika ada yang terkait dengan penjelasan tersebut





Pada persoalan di atas, secara deduktif mahasiswa dituntut mampu memprediksi berbagai kemungkinan peristiwa yang dapat dialami oleh benda. Pada contoh pertama, mahasiswa diminta menentukan frekuensi yang mungkin terjadi bagi mobil P dan Q untuk berkedudukan berimpit. Selanjutnya mahasiswa ditugaskan mengidentifikasi kondisi penyebab-penyebab dalam persoalan tersebut sehingga dapat menghasilkan setiap kemungkinan tersebut.

Pada contoh kedua, mahasiswa diminta menentukan keadaan gerak balok M yang berpeluang terjadi. Selanjutnya mahasiswa diminta mengidentifikasi kondisi dari penyebab-penyebab dalam persoalan tersebut sehingga dapat menghasilkan peristiwa gerak tersebut.

### Hasil implementasi PBK-BA

#### Pembahasan hasil kemampuan *problem-solving* (KPS)

Berdasarkan hasil analisis kinerja *problem-solving* mahasiswa calon guru pada awal (*pre-test*) dan akhir pengembangan PBK-BA (*post-test*) pada pokok bahasan gerak dan hukum Newton diperoleh hasil berikut: (1) Terdapat perbedaan secara signifikan KPS rerata hasil *pre-test* dan *post-test*, serta KPS mahasiswa kelompok bawah dan atas pada taraf signifikansi 1%; dan (2) Terdapat penurunan persentase miskonsepsi mahasiswa pada pokok bahasan gerak dan hukum Newton. Secara lebih lengkap hasil tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 1 KPS rata-rata dan *Gain*-nya

Pokok Bahasan	KPS Rata-rata, ( <i>Pre-T</i> ; <i>Post-T</i> )				KPS Rata-rata, ( <i>Pre-T</i> ; <i>Post-T</i> )	
	Kel. Bwh		Kel. Atas		<i>Gain</i>	
	<i>Pre-T</i>	<i>Post-T</i>	<i>Pre-T</i>	<i>Post-T</i>	Kel. Bwh	Kel. Atas
Gerak	14.8	43.0	17.7	61.2	0.33	0.53
Hk. Newton	11.4	40.1	38.8	64.1	0.32	0.41

Secara statistik, untuk pokok bahasan gerak dan hukum Newton, nilai F hitung antara hasil *pre-test* dan *post-test*, (125,3 & 38,9), serta antara hasil dari kelompok bawah dan atas, (10,9 & 35,2) lebih besar dari nilai F tabel, 7,75 (dengan  $\alpha = 1\%$ ).

Tabel 2 Persentase jenis gerak terprediksi dari suatu benda yang mengalami GLB & GLBB sekaligus

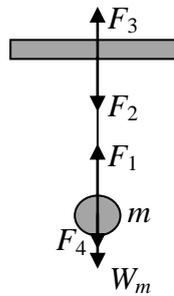
	GLBB	G PRBL	g Mlgkr
Kel. Bwh	0	44	22
Kel. Atas	0	56	33

Tabel 2 di atas menunjukkan persentase awal prediksi mahasiswa terhadap jenis gerak yang berpeluang terjadi ketika sebuah benda mengalami gerak GLB dan GLBB sekaligus. Setelah implementasi PBK-BA persentase tersebut menjadi 0%.

Perhatikan soal berikut:

Sebuah bola  $m$  diikat dengan tali dan digantung pada langit-langit.  $W_m$  adalah gaya berat bola itu,  $F_1$  adalah gaya tarik tali itu terhadap bola,  $F_2$  adalah gaya tarik tali pada langit-langit,  $F_3$  adalah gaya tarik langit-langit terhadap tali, dan  $F_4$  adalah gaya tarik bola itu terhadap tali. Dari informasi tersebut gaya-gaya manakah yang termasuk pasangan gaya aksi-reaksi?

Penjelasan gambar:



Tabel 3 Pilihan mahasiswa untuk soal di atas:

		F2&F3	F1&F4	F1&F2	F1&W <sub>m</sub>	F3&F4	F2&F4
Awal	Kel. Bawah	33.3	11.1	44.4	11.1	22.2	0.0
	Kel. Atas	66.7	44.4	33.3	22.2	11.1	11.1
Akhir	Kel. Bawah	55.6	66.7	33.3	0.0	0.0	0.0
	Kel. Atas	66.7	77.8	0.0	11.1	0.0	0.0

Jawaban untuk soal di atas adalah pasangan gaya  $F_2$  &  $F_3$ , serta  $F_1$  &  $F_4$ .

Berdasarkan tabel di atas cukup besar persentase miskonsepsi awal mahasiswa tentang konsep pasangan gaya aksi-reaksi, yaitu hingga mencapai 44,4% (kel. bawah) & 33,3% (kel. atas) untuk pilihan  $F_1$  dan  $F_2$ ; 11,1% (kel. bawah) & 22,2 (kel. atas) untuk pilihan  $F_1$  dan  $W_m$ ; 22,2% (kel. bawah) & 11,1 (kel. atas) untuk pilihan  $F_3$  dan  $F_4$ ; dan 0% (kel. bawah) & 11,1 (kel. atas) untuk pilihan  $F_2$  dan  $F_4$ . Setelah implementasi PBK-BA terlihat terdapat pengurangan miskonsepsi dari konsep pasangan gaya aksi dan reaksi tersebut.

## KESIMPULAN & SARAN

### KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa implementasi proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik (PBK-BA) pada pembelajaran gerak dan hukum Newton dengan signifikansi 1% dapat meningkatkan kemampuan *Problem-solving* (KPS) mahasiswa calon guru fisika. Secara kualitatif, implementasi tersebut juga mampu mengurangi miskonsepsi mahasiswa, khususnya miskonsepsi bahwa benda yang mengalami GLB dan GLBB sekaligus akan bergerak melingkar, serta miskonsepsi tentang dua gaya yang merupakan pasangan aksi dan reaksi.

### SARAN

Jika dilihat dari pencapaian akhir *problem-solving* atau setelah implementasi PBK-BA tertinggi masih di bawah 60% untuk gerak dan di bawah 80% untuk konsep gaya aksi-reaksi. Hal ini menunjukkan bahwa PBK-BA belum berfungsi secara maksimal mengingat materi ini sebenarnya termasuk cukup mudah. Penyebab dari kondisi ini, mengingat lembar kerja mahasiswa (LKM) yang memuat persoalan untuk PBK-BA adalah berbasis pada proses berpikir kausalitas dan berpikir analitik yang termasuk kategori berpikir tingkat tinggi, adalah mahasiswa masih mengalami kesulitan untuk mengerjakan LKM yang bersifat terbuka secara penuh tersebut. Untuk mengatasi ini, penulis merekomendasikan 2 cara implementasi, yaitu: (1) Proses PBK-BA didahului dengan penugasan di rumah secara individu kemudian dilakukan secara berkelompok di dalam kelas dan diakhiri dengan pembahasan oleh dosen; dan (2) LKM PBK-BA dirancang dengan *scaffolding*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amer, A. (2005). *Analytical Thinking*. Cairo: Center of Advancement of Postgraduate Studies and Research in Engineering Sciences, Cairo University (CAPSCU), (p. 1-14).
- Barak, M. & Shakhman, L., (2008). *Reform-Based Science Teaching: Teachers' Instructional Practices and Conceptio*, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(1), (p. 11-19). Israel: Ben-Gurion University of the Negev, Beer Sheva.
- Baser, M., (2006). *Fostering Conceptual Change by Cognitive Conflict Based Instruction on Students' Understanding of Heat and Temperature Concepts*; *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Vol. 2 Number 2, Juli, (96-108).
- Creswell, J. W. & Clark, V. L. P., (2007). *Mixed Methods Research*. USA: Sage Publications, Inc. (p. 67-71).
- Dykstra, D. I. & Sweet, D. R., (2009). *Conceptual Development about Motion and Force in Elementary and Middle School Students*, *American Association of Physics Teachers*, Am. J. Phys. 77 (5), Mey, (p. 468-476).



- Elder, L. & Paul, R., 2007. *Analytic Thinking: The Elements of Thinking and The Standards They Must Meet*. [www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org), (p. 5-7).
- Escudero, C., Moreira, A. M., & Caballero, C., (2009). *A research on undergraduate students' conceptualizations of physics notions related to non-sliding rotational motion*, *Lat. Am. J Phys. Educ.* Volum 3(1), Januari, (p. 1-7).
- Gopnik, A. & Schulz, L., (2007). *Causal Learning; Psychology, Philosophy, and Computation*. New York: Oxford University Press, Inc., (p. 86-94).
- Hake, R., (2007). *Six Lessons From The Physics Education Reform Effort*, *Latin American Journal of Physics Education* volum 1(1), September, (p. 24-27).
- Hill, S. E., (2011). *Reanalyzing the Ampere-Maxwell Law*, *AAPT Physics Education, The Physics Teacher*. Redlands, CA: University of Redlands, Volum 49, September, (p. 343-345).
- Kuçtikozer, H. & Demirci, N., (2008). *Pre-Service and In-Service Physics Teachers' Ideas about Simple Electric Circuits*, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(3), (p. 303-308). Turkiye: Balikesir Universitesi, Balikesir.
- Lenzen, V. F., (1954). *Causality In Natural Science*. USA: Charles C Thomas Publisher Springfield Illinois, (p. 2-27).
- Marzano, R. J. & Brown, J. L., (2009). *A Handbook For The Art and Science of Teaching*. USA: ASCD, (p. 134-135).
- Marazano, R. J. & Kendall, J. S., (2008). *Designing & Assessing Educational Objectives: Applying the New Taxonomy*. USA: Corwin Press, (p. 3).
- Paul, R. & Elder, L., (2003). *The Foundations of Analytic Thinking: The Elements of Thinking and The Standards They Must Meet, second edition*. [www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org), (p. 3-15 & 42).
- Paul, R. & Elder, L., (2006). *The Foundation for Critical Thinking: The Miniature Guide to Critical Thinking, Concepts and Tools*, [www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org), (p. 4-22).
- Rokhmat, dkk. (2012). *PBK-BA Sebuah Strategi Baru Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Problem-Solving Calon Guru*, Makalah seminar nasional IPA III. Semarang: Prog. Studi Pendidikan IPA, FMIPA UNNES.
- Rokhmat, dkk. (2012). *Pengembangan PBK-BA Untuk Meningkatkan Kemampuan Problem-Solving Calon Guru Fisika*, Makalah seminar nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Sloman, S., (2005). *Causal Models: How People Think about The World and its Alternatives*. New York: Oxford University Press, Inc., (p. 39-45).
- Wikipedia (2009). *Problem Solving*. <http://en.wikipedia.org/wiki/problem-solving>, diakses tanggal 11 Agustus 2011.
- Yürük, N. (2007). *A Case Study of One Student's Metaconceptual Processes and the Changes in Her Alternative Conceptions of Force and Motion*, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), (p. 305-325). Turkey: Gazî Universitesi.
- Zschunke, A., (2000). *Reference Materials in Analytical Chemistry*. Germany: Springer Verlag Berlin Heidelberg, (p. 2).

## DISKUSI

### Penanya: Sri Subanti - Jurusan Matematika FMIPA UNS dan PPS UNS

1. Ada cara berpikir kausalitas dan analitik, bagaimana keunggulan dan kelemahannya?
2. Pengambilan sampel berapa? Obyek penelitian mahasiswa yang bagaimana?
3. Dalam uji F, mengapa menggunakan  $\alpha$  1% bukan 5%?

#### Jawab:

1. Dalam kausalitas, mahasiswa tidak dapat membedakan mana faktor-faktor yang menjadi penyebab, dan terdapat pengecoh, dimana disuruh memilih penyebab mana yang dapat digunakan. Sedangkan, analitik yaitu kreatif dan solusi banyak, sehingga apabila banyak penyebab maka dipilih 1 yang paling menjanjikan.
2. Pengambilan sampel satu kelas, semua mahasiswa yang mengikuti kelas pada waktu itu. Namun dipisah ada kelompok A dan kelompok B didasarkan pretest (alat untuk mengelompokkan)
3. Karena menggunakan 1% saja sudah dapat terbedakan, jadi justru apabila menggunakan 5% jelas dapat. Bagaimana kita bisa percaya dengan itu.

### Sanggahan dan Saran: Elly Setyawati.

Karena pak Joni ilmu terapan, jadi lebih baik menggunakan 5% agar hasilnya tetap konsisten karena yang 1% untuk ilmu murni.

