

# PENGUASAAN KONSEP FLUIDA STATIS DALAM PEMBELAJARAN KOLABORATIF DENGAN PENILAIAN FORMATIF

Nita Nur Aini<sup>1</sup>, Sentot Kusairi<sup>2</sup>, Markus Diantoro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

<sup>2</sup>Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

---

## INFO ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Diterima: 10-3-2017

Disetujui: 20-10-2017

### Kata kunci:

*static fluid;*  
*collaborative;*  
*formative;*  
*mastery of concepts;*  
*fluida statis;*  
*kolaboratif;*  
*formatif;*  
*penguasaan konsep*

---

## ABSTRAK

**Abstract:** The purpose of this study was to describe the process of implementing collaborative learning with formative assessment on static fluid materials and diagnosing the mastery of students' static fluid concepts in collaborative learning with formative assessment. So far, the study of static fluid is limited to experimenting and producing students who are unable to solve concrete problems. This research uses mixed methods method. The results showed that collaborative learning with formative assessment consisting of five phases has been successfully implemented in students well and showed positive results on mastery of student concepts. Percentage of mastery of student concept with scientific knowledge category has increased. Conversely students with misconceptions, positive misconceptions, and negative misconceptions decline.

**Abstrak:** Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan proses pelaksanaan pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif pada materi fluida statis dan mendiagnosis penguasaan konsep fluida statis siswa dalam pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif. Selama ini pembelajaran tentang fluida statis sebatas melakukan percobaan dan menghasilkan siswa yang tidak mampu menyelesaikan soal berbentuk konsep. Penelitian ini menggunakan metode *mixed methods*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif yang terdiri atas lima fase telah berhasil diimplementasikan pada siswa dengan baik dan menunjukkan hasil yang positif terhadap penguasaan konsep siswa. Persentase penguasaan konsep siswa dengan kategori pengetahuan ilmiah mengalami kenaikan. Sebaliknya siswa dengan miskonsepsi, miskonsepsi positif, dan miskonsepsi negatif menurun.

---

### Alamat Korespondensi:

Nita Nur Aini  
Pendidikan Fisika  
Pascasarjana Universitas Negeri Malang  
Jalan Semarang 5 Malang  
E-mail: alhamdulillahnita@gmail.com

Pembelajaran Fisika di sekolah melatih siswa untuk berpikir dan bertindak seperti para ilmuwan. Pelatihan tersebut dimaksudkan untuk memudahkan penguasaan konsep fisika secara menyeluruh (Fakcharoenphol dkk, 2015; ElKhalick dkk, 2004; Chinn & Malhotra, 2003; Hammer, 1997). Dengan melatih siswa untuk berpikir seperti ilmuwan maka siswa akan menyadari bahwa fisika bukan sekedar kumpulan dari fakta dan rumus (Ojediran dkk, 2014; Akerson & Hanuscin, 2007). Sejauh ini masih banyak kendala dalam melatih siswa untuk berpikir seperti ilmuwan. Siswa menganggap materi fisika sebagai sesuatu yang abstrak dan terpisah-pisah (Docktor & Mestre, 2014; Barmby & Defty 2006; Spall dkk, 2003), bukan sebagai kesatuan yang saling berhubungan antara satu konsep dengan konsep lainnya. Anggapan tersebut membuat siswa mengalami kesulitan untuk menguasai konsep fisika (Lindsay & Nagel, 2015; Wieman, 2007; Docktor dkk, 2015; Kim & Park, 2002; Maloney dkk, 2001; McDermott, 1993; Bowden dkk, 1992).

Salah satu konsep fisika yang dikuasai dengan lemah oleh siswa yaitu konsep fluida statis. Banyak konsep dasar fluida statis yang tidak dikuasai dengan baik oleh siswa (Goszewski dkk, 2013). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatasi kelemahan konsep fluida oleh siswa tersebut di antaranya Ultay & Ultay (2012), Çepni dkk (2012), dan Fraser dkk (2007). Ultay & Ultay (2012) berupaya mengatasi kesulitan siswa dalam menguasai konsep gaya apung melalui penerapan pembelajaran dengan pendekatan konteks. Sayangnya, pembelajaran dengan pendekatan konteks ini kurang efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep fluida statis oleh siswa. Fraser dkk (2007) menggunakan simulasi komputer dan mampu

mengatasi kesulitan siswa dalam beberapa hal, sedangkan Çepni dkk (2012) mampu mengatasi miskonsepsi siswa tentang fluida statis menggunakan model pembelajaran 5E yang diperkaya dengan variasi teknik dan metode mengajar.

Pada tanggal 06 Mei 2016 dilakukan wawancara dengan dua orang guru Fisika dengan masa kerja 10 dan 8 tahun dan 10 siswa kelas XII IPA SMAN 1 Besuk yang sudah menerima materi Fluida Statis. Hasil wawancara menunjukkan materi fluida statis dianggap sebagai materi pelajaran Fisika yang relatif mudah. Kemudahan tersebut dikarenakan soal-soal ulangan harian ataupun soal-soal UN fluida statis cenderung matematis. Soal-soal tersebut berupa menghitung tekanan hidrostatik suatu titik, menggunakan rumus hukum pascal dalam soal matematis, ataupun menganalisis soal mengapung dan tenggelam dengan perhitungan semata. Sayangnya, pendapat mudah tersebut tidak sejalan dengan hasil studi awal yang menggunakan soal-soal konsep tanpa perhitungan matematis. Berdasarkan studi awal penguasaan konsep siswa kelas XII SMAN 1 Besuk terhadap fluida statis ditemukan bahwa soal-soal konseptual fluida statis tidak mampu dijawab dengan benar oleh sebagian besar siswa (Aini, 2016). Demikian pula, kebanyakan guru fisika yang tergabung dalam MGMP Fisika Kab. Probolinggo tidak menjawab soal konsep tekanan dalam fluida dengan benar (Aini, 2016). Salah satu penyebab fenomena tersebut yaitu siswa dan guru belum terbiasa menyelesaikan masalah-masalah fisika tanpa melibatkan matematika (Doktor dkk, 2015) dan masih memandang konsep fisika sebagai bagian yang tidak saling berkaitan (Doktor & Mestre, 2014).

Berdasarkan wawancara dengan dua guru Fisika SMAN 1 Besuk, siswa mempelajari fluida statis tahun sebelumnya dengan melakukan percobaan sederhana. Metode pembelajaran tersebut mampu menaikkan nilai rata-rata ulangan harian siswa terkait materi fluida statis. Studi awal soal-soal konsep fluida statis terhadap siswa-siswa yang mempelajari fluida statis dengan percobaan sederhana menunjukkan penguasaan konsep fluida statis yang lemah (Aini, 2016) meskipun siswa mempelajari fisika dengan melakukan percobaan. Pembelajaran Fisika dengan percobaan sederhana dan latihan soal yang melibatkan perhitungan semata kurang efektif mementuk penguasaan konsep fisika yang baik (Aini, 2016; Pesman & Eryilmaz, 2010). Selain dibelajarkan sesuai dengan hakikat fisika sebagai bagian dari sains, fluida statis perlu dibelajarkan secara kolaboratif disertai dengan penilaian formatif. Pembelajaran kolaboratif mendorong siswa untuk bekerja bersama dalam kelompok kecil dimana siswa berbagi dan mendiskusikan rencana, ide, pertanyaan, dan penjelasan melalui interaksi yang sepadan dan berkesinambungan (Webb, 2013; Bell dkk, 2010; Roschelle & Teaseley, 1995; Sagan, 1980).

Interaksi dalam pembelajaran kolaboratif tidak hanya terjadi antarsiswa, namun juga antara siswa dengan guru (Saito dkk, 2015:15). Guru biasanya memberikan tugas untuk memeriksa apakah siswa dapat menjawab masalah terkait suatu konsep atau tidak. Saat siswa salah menjawab, selalu ada alasan mengapa kesalahan jawaban terjadi. Penting bagi guru untuk mendengarkan mengapa dan bagaimana siswa berada pada kesimpulan yang salah. Apabila guru mengubah kesalahan tersebut menjadi teks dan narasi yang bisa dibagi dan diselidiki bersama-sama secara kolaboratif, siswa dan guru dapat belajar jauh lebih dalam tentang konsep yang disajikan. Bahkan, jika banyak siswa membuat kesalahan yang sama, maka dengan membongkar proses kesalahpahaman bersama-sama secara kolaboratif, dapat ditunjukkan apa yang salah dan menghentikan siswa lain dari jatuh ke dalam perangkap yang sama.

Beberapa penelitian menunjukkan dampak positif pembelajaran kolaboratif diantaranya Gijlers & de Jong (2013) dan Sampson & Clark (2009). Pendekatan pembelajaran ini berdampak positif terhadap hasil belajar siswa karena adanya peluang bagi siswa untuk mengemukakan ide baru, cara berpikir, mengklarifikasi cara pandang, membandingkan gagasan dengan sudut pandang berbeda dari orang-orang lain, serta membangun pengetahuan ilmiah (Laal & Ghodsi, 2012; Kolloffel, 2012). Selain itu, pengetahuan yang diperoleh dari kolaborasi lebih bisa diterima daripada hasil individu karena data yang diperoleh lebih objektif dan ada pengulangan terhadap pengamatan objek yang diteliti (Sagan, 1980). Adanya penilaian formatif dalam pembelajaran memungkinkan penguasaan konsep siswa segera terdeteksi. Jika ada kekeliruan, baik miskonsepsi ataupun kurang pengetahuan, dapat segera diberikan umpan balik (Hargreaves, 2008). Penilaian formatif dengan memberikan umpan balik secara cepat dan tepat dapat membantu penguasaan konsep siswa yang masih rendah (Cruz, 2011).

Penelitian untuk menyelidiki penguasaan konsep fluida statis sudah banyak dilakukan, misalnya oleh Gynnild (2007) dan Fraser dkk (2007), namun penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada miskonsepsi, bukan untuk mengkaji jenis dan kedalaman penguasaan konsep siswa. Bahkan penelitian yang dilakukan Ultay & Ultay (2012) menghasilkan kekurangefektifnya pendekatan konteks untuk mengatasi kesulitan siswa menguasai konsep. Sementara Çepni dkk (2012) mampu meningkatkan penguasaan konsep siswa karena dibelajarkan dengan berbagai teknik dan metode. Pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif diusulkan mampu untuk menyelesaikan permasalahan penguasaan konsep fluida statis. Hal ini dikarenakan penguasaan konsep fluida statis yang baik oleh siswa lebih mungkin terjadi, cepat dikenali, dan diperbaiki jika ada kekeliruan pada pembelajarannya secara kolaboratif dengan penilaian formatif. Adanya kolaborasi dalam pembelajaran memberi kesempatan yang setara, sepadan, dan berkesinambungan kepada siswa untuk menguasai suatu konsep fisika dengan lebih baik (Saito dkk, 2015:15). Sementara penilaian formatif membantu guru mengatur dan menggambarkan kemajuan belajar siswa secara terus-menerus dan menginformasikan keputusan tentang langkah selanjutnya dalam pembelajaran (Popham, 2008). Penilaian formatif memungkinkan guru dan siswa mengenali dan merespon belajar siswa dalam rangka meningkatkan penguasaan konsep (Cowie & Bell, 2002:6).

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pelaksanaan proses pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif pada materi fluida statis dan penguasaan konsep fluida statis siswa kelas XI IPA 1 SMA Negeri 1 Besuk dalam pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif. Penguasaan konsep dalam penelitian ini berkaitan dengan pemilahan siswa yang terbagi dalam beberapa kategori sesuai dengan Arslan (2012:1677) dan Pesman & Eryilmaz (2010). Salah satu bentuk instrumen yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi penguasaan konsep siswa yaitu *three tier test*. Instrumen ini dapat mengetahui penguasaan konsep siswa dengan mudah dan tidak membutuhkan banyak waktu. Selain itu, dapat pula dibedakan antara siswa yang menjawab salah karena mengalami miskonsepsi atau kurang menguasai materi (Dindar & Geben, 2011:603).

Kategori penguasaan konsep siswa ditentukan oleh jawabannya di tier 1, tier 2, dan tier 3. Ada enam kategori penguasaan konsep siswa. Kategori tersebut disajikan dalam Tabel 1. Pembelajaran kolaboratif dalam penelitian ini mengikuti lima fase pembelajaran kolaboratif Reid dkk (1989). Pada fase refleksi, ada kuis dan *it's time to teach*. Kuis dan *it's time to teach* merupakan bentuk penilaian formatif yang digunakan dalam penelitian ini.

Penilaian formatif merupakan kegiatan penilaian selama proses berlangsungnya kegiatan pembelajaran yang mempunyai tujuan untuk memonitor dan memberikan umpan balik terhadap pembelajaran yang dilakukan oleh guru dan siswa (Hargreaves, 2008). Penilaian formatif sebagai proses yang digunakan oleh guru dan siswa dalam mengenali dan merespon belajar siswa dalam rangka meningkatkan belajarnya dalam proses pembelajaran (Cowie & Bell, 2002:6).

**Tabel 1. Klasifikasi Penguasaan Konsep Siswa**

Tier 1	Tier 2	Tier 3	Kategori
Benar	Benar	Yakin	Menguasai konsep
Benar	Salah	Yakin	Miskonsepsi positif
Salah	Benar	Yakin	Miskonsepsi negatif
Salah	Salah	Yakin	Miskonsepsi
Benar	Benar	Tidak Yakin	Menebak, tidak ada keyakinan diri
Benar	Salah	Tidak Yakin	Kurang pengetahuan
Salah	Benar	Tidak Yakin	Kurang pengetahuan
Salah	Salah	Tidak Yakin	Kurang pengetahuan

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode *mixed methods* untuk menggali secara lengkap subyek penelitian. Penelitian yang dilakukan menggunakan desain *embedded experimental model* yang diadaptasi dari Creswell & Clark (2007:68). Subjek dalam penelitian ini yaitu 26 siswa kelas XI IPA 1 SMAN 1 Besuk tahun pelajaran 2015/2016. Subjek penelitian dipilih dengan *purposive sampling* dimana kelas dipilih sesuai dengan jadwal dan materi penelitian, yaitu fluida statis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif dalam penelitian ini dilakukan pada Fluida Statis dengan materi tekanan hidrostatis, Hukum Pascal, Hukum Archimedes, dan tegangan permukaan. Pelaksanaan pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif untuk materi tekanan hidrostatis diuraikan sebagai berikut.

Materi tekanan hidrostatis dipelajari sebanyak dua pertemuan pada tanggal 12 dan 18 Agustus 2016. Pada kegiatan pendahuluan, guru menanyakan penyebab dam didesain melebar ke bawah, tidak lurus, atau bentuk lain sesuai dengan keinginan pembuatnya. Siswa-siswi berusaha menjawab pertanyaan guru, namun guru tidak menanggapi dengan menjawab benar atau salah. Guru selanjutnya menyampaikan akan belajar tentang tekanan hidrostatis dan tujuan pembelajarannya.

### *Engagement*

Guru mendemonstrasikan dua botol air mineral yang diberi pewarna makanan berwarna ungu dan dihubungkan oleh selang kecil. Siswa mengamati adanya perpindahan air melalui selang jika salah satu botol dibuat lebih tinggi atau lebih rendah dari yang lain. Demikian pula jika kedalaman selang di kedua botol diubah.

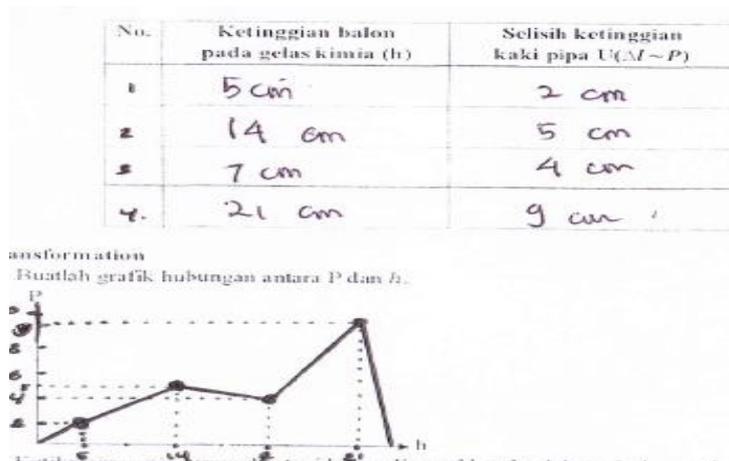
Siswa-siswi hampir serempak menanyakan mengapa hal itu bisa terjadi, namun guru meminta siswa untuk menyimpan pertanyaannya sendiri dan menuliskannya di kolom rumusan masalah di LKS I masing-masing. Ada pula siswa yang berkata bahwa apa yang dilakukan oleh guru sama dengan yang dilakukan oleh penjual bensin eceran. Siswa-siswi kemudian menuliskan hipotesis mereka di kolom hipotesis setelah semua siswa dan siswi menuliskan rumusan masalah mereka.

### *Explorasi*

Siswa berkelompok melakukan percobaan sesuai dengan LKS I tentang tekanan hidrostatis. Siswa membuat huruf S yang diputar 90° ke kanan dari selang berdiameter beberapa milimeter.

### Transformasi

Setelah selesai melakukan percobaan, siswa kembali ke kelas dan berdiskusi dengan kelompoknya menjawab pertanyaan yang ada di LKS masing-masing terkait data hasil percobaan tekanan hidrostatik. Gambar 1 merupakan contoh siswa yang salah menggambar grafik.



**Gambar 1. Siswa Salah Menggambar Grafik Hubungan Tekanan Hidrostatik dengan Kedalaman**

### Presentasi

Kelompok V mempresentasikan hasil percobaan dan diskusi kelompoknya di depan kelas sementara kelompok lain menyimak dan menanggapi presentasi tersebut. Kebingungan terjadi saat ada kelompok siswa yang menanggapi volume sebagai salah satu faktor yang memengaruhi tekanan hidrostatik. Diskusi yang terjadi sebagai berikut.

- Siswa kV : "Faktor yang memengaruhi tekanan hidrostatik adalah kedalaman selang di dalam air".
- Siswa 2 : "Kelompok kami kurang setuju. Ada faktor lain yaitu banyaknya air di dalam selang. Ketika selang dimasukkan semakin ke dalam, air yang ikut selangnya makin banyak. Itu sebabnya selisih air semakin besar".
- Siswa kV : "Tapi kan itu karena selangnya semakin dalam, ya!?"  
(Jeda)
- Guru : "Ada yang bisa membantu kelompok V?"
- Siswa 3 : "Saya setuju dengan kelompok V, Bu".
- Siswa 2 : "Tapi kalo air dalam botolnya sedikit, kan selisih ketinggiannya juga sedikit, artinya jumlah air memengaruhi tekanan hidrostatik".

Keterangan:

Siswa kV: Siswa kelompok V yang mempresentasikan hasil percobaan dan diskusi kelompoknya  
Siswa 2, siswa 3: Siswa dari kelompok yang menanggapi

### Refleksi

Guru menjelaskan bahwa jumlah air tidak memengaruhi besar tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh jenis fluida dan kedalaman titik dihitung dari permukaan. Selanjutnya siswa berusaha untuk menjawab rumusan masalah dan mencocokkan hipotesis yang sudah mereka tulis. Beberapa siswa mampu menilai kesesuaian antara rumusan masalah dan hipotesisnya dengan konsep tekanan hidrostatik yang sudah dipelajari. Siswa kemudian membuat dan menuliskan kesimpulannya. Siswa yang memperoleh data yang tepat, menggambar grafik dengan benar, dan bisa menjawab pertanyaan di LKS, umumnya bisa membuat kesimpulan yang benar.

Tahap selanjutnya, siswa berpasangan dengan teman sebangku melakukan *it's time to teach*. Setelah 5 menit berlalu, siswa diberi kesempatan untuk bertanya. Siswa 17 bertanya bagaimana mengukur kemiringan dam yang dibuat dihubungkan dengan tekanan hidrostatik. Guru menjawab bahwa hal tersebut tidak bisa dikaitkan dengan tekanan hidrostatik semata, namun ada faktor-faktor lain seperti kecepatan arus, lebar sungai, dan lebar bendungan. Jika dikaitkan dengan tekanan hidrostatik maka dibandingkan dengan kedalamannya. Guru kemudian memberikan kuis *three tier* tekanan hidrostatik seperti berikut.

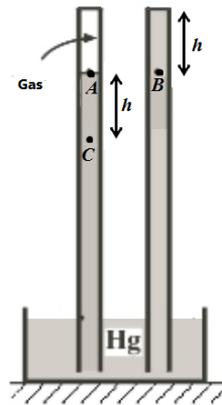
Barometer merupakan alat untuk kolom raksa dalam pipa. Dua buah barometer kiri lebih rendah karena Pernyataan: Tekanan di A paling

I. Benar

II. Salah

Alasan jawaban saya adalah ....

- Titik A berhubungan langsung dan C ada di kedalaman  $h$
- $P_A < P_B$  karena titik A menahan jenis gas lebih kecil dari massa
- $P_A = P_B$  karena titik A dan**
- $P_B = P_C$  karena ketinggian
- Perbandingan tekanan tidak



mengukur tekanan atmosfer atau udara dengan melihat tinggi barometer raksa seperti pada Gambar dengan tinggi raksa terdapat gas di atasnya.

kecil dibandingkan tekanan di titik B dan titik C.

dengan gas yang bisa dianggap sebagai udara, sedangkan titik B cairan sehingga memiliki tekanan lebih besar. fluida gas dan titik B menahan fluida raksa, yang mana massa jenis raksa.

**titik B terletak pada kedalaman yang sama.**

raksa di atas kedua titik sama.

mampu ditentukan karena massa jenis gas tidak diketahui.

Lebih dari 50% siswa memilih jawaban IIAY. Hal ini dikarenakan siswa menganggap titik A ada di permukaan, berbeda dengan titik B dan titik C yang ada di kedalaman. Guru meluruskan jawaban siswa dengan mengajak siswa berdialog klasikal seperti berikut.

- Guru : "Perhatikan titik A, B, dan C. Apa perbedaanya?"  
 Siswa : "Titik A di permukaan, titik B dan C ada dalam cairan"  
 Siswa : "Titik B dan C ada di kedalaman yang sama"  
 Guru : "Alasan yang benar yang mana?"  
 Siswa : "A, Bu" (15 siswa)  
 Siswa : "B, Bu" (3 siswa)  
 Siswa : "C, Bu" (1 siswa)  
 Siswa : "D, Bu" (6 siswa)  
 Siswa : "E, Bu" (1 siswa)  
 Guru : "Ingat, bagaimana bunyi hukum utama hidrostatika?"  
 Siswa : "Titik yang sejajar tekanan hidrostatiknya sama, Bu"  
 Guru : "Alasan mana yang benar kalo gitu?"  
 Siswa : "C, Bu"  
 Guru : "Kalau pernyataan, benar atau salah?"  
 Siswa : "Salah"  
 Guru : "Bagus"

Siswa diberi kesempatan untuk bertanya jika masih ada pertanyaan. Kesempatan tersebut bisa dilakukan dengan bertanya langsung kepada guru namun diutamakan bertanya dan membahasnya dengan teman sebangkunya. Pada kegiatan penutup, guru dan siswa mendiskusikan penyebab desain bendungan dibuat menyempit ke bawah.

### Penguasaan Konsep Siswa

Tahap analisis data secara kualitatif dilakukan dengan reduksi dan pengodean (*coding*). Berdasarkan jawaban siswa saat pretes dan postes, penguasaan konsep siswa terhadap materi dalam fluida statis bisa dibedakan menjadi enam kategori. Kategori tersebut mengacu pada koding di Tabel 1 yaitu siswa dengan pengetahuan ilmiah (PI), tidak ada keyakinan diri (TP), miskonsepsi negatif (Mn), miskonsepsi positif (Mp), miskonsepsi (M), dan kurang pengetahuan (KP). Persentase rata-rata jumlah siswa sesuai dengan kategori penguasaan konsep tersebut disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Rata-Rata Jumlah Siswa dengan Kategori Penguasaan Konsep Fluida Statis**

	Jumlah Siswa Sesuai dengan Kategori Penguasaan Konsep (%)					
	PI	TP	Mn	Mp	M	KP
Pretes	8	3	9	24	32	24
Postes	25	8	3	20	17	28

Keterangan:

- PI : Pengetahuan Ilmiah  
 Mn : Miskonsepsi Positif  
 TP : Tidak Ada Kepercayaan Diri  
 M : Miskonsepsi  
 Mp : Miskonsepsi Negatif  
 KP : Kurang Pengetahuan

Berdasarkan Tabel 2 jumlah siswa yang termasuk dalam kategori pengetahuan ilmiah naik dari 8% menjadi 25% setelah mempelajari fluida statis dalam pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif. Jumlah siswa dengan miskonsepsi, miskonsepsi positif, dan miskonsepsi negatif mengalami penurunan. Penurunan tersebut dikarenakan oleh beberapa hal. Pertama, siswa sudah mempelajari fluida statis; kedua, siswa dengan jawaban salah di tier 1 dan/atau tier 2 dan memilih "yakin" di tier 3, mengubah jawaban di tier 3 tersebut menjadi "tidak yakin". Hal itu menyebabkan rata-rata persentase jumlah siswa yang termasuk dalam kategori kurang pengetahuan meningkat sebanyak 4%.

Berdasarkan Tabel 2, persentase terbesar penurunan rata-rata jumlah siswa dengan kategori penguasaan konsep dialami oleh yang termasuk dalam kategori miskonsepsi. Siswa termasuk dalam kategori miskonsepsi jika jawaban di tier 1 dan tier 2 salah dan memilih yakin di tier 3. Setelah mempelajari fluida statis, siswa memilih jawaban yang benar di tier 1 dan/atau di tier 2 dan /atau memilih tidak yakin di tier 3. Tingkat keyakinan siswa untuk 15 soal konseptual fluida statis yang diujikan termasuk dalam kriteria tinggi. Rerata total keyakinan siswa 72,3% untuk pretes dan menurun menjadi 67,9% pada postes. Penurunan tingkat keyakinan tersebut dikarenakan siswa sudah mengalami sendiri mempelajari fluida statis dan memperoleh pengetahuan yang relatif baru bagi dirinya. Hasil penelitian tingkat keyakinan siswa yang relatif tinggi yaitu lebih dari separuh siswa memilih "yakin" pada hampir semua soal, sejalan dengan temuan Pallier dkk (2002) dan Renner & Renner yang menyatakan bahwa penilaian diri (*self assessment*) dalam domain kognitif hampir selalu berlebihan (*overconfidence*).

Lebih dari separuh siswa mengalami miskonsepsi positif pada soal nomor 1 saat pretes. Miskonsepsi positif disebabkan 31% siswa hanya memerhatikan kedalaman dua titik tanpa memerhatikan segaris horizontal atau tidak. Sejumlah 23% lainnya menganggap titik yang segaris vertikal memiliki tekanan hidrostatis sama. Jawaban postes soal nomor 1 menunjukkan bahwa pembelajaran kolaboratif merubah 11 siswa yang awalnya mengalami miskonsepsi positif, miskonsepsi, dan kurang pengetahuan menjadi memiliki pengetahuan ilmiah. Ada satu siswa yang pada postes tidak memberikan jawaban tier 3 untuk soal nomor 1 yaitu siswa 9 sehingga tidak bisa ditentukan kriteria penguasaan konsepnya. Miskonsepsi banyak dialami siswa ketika menjawab soal nomor 2 yaitu sebanyak 73% saat pretes dan turun menjadi 35% saat postes. Siswa menganggap kolom terbuka atau tertutup membuat titik-titik yang segaris horizontal tidak memiliki tekanan hidrostatis yang sama. Soal yang melibatkan kolom terbuka atau tertutup ini tidak bisa dijawab dengan benar oleh semua siswa saat pretes dan mampu dijawab benar oleh 10 siswa saat postes.

Soal nomor 3 tentang tekanan hidrostatis manometer. Pada pretes, tidak ada siswa yang memiliki pengetahuan ilmiah, tiga siswa mengalami miskonsepsi positif, dan 14 lainnya miskonsepsi. Sebanyak 76,9% siswa menganggap bahwa titik yang berada di antara dua fluida memiliki tekanan hidrostatis terbesar. Anggapan tersebut menurun menjadi 19,2% saat postes. Titik di antara dua fluida yang saat pretes dianggap memiliki tekanan hidrostatis terbesar, saat postes dianggap memiliki tekanan hidrostatis terkecil oleh 30,8% siswa. Mereka beranggapan bahwa massa jenis kedua fluida bisa diselisihkan. Setelah postes, ada 8 siswa yang memiliki pengetahuan ilmiah terkait dengan tikanan hidrostatis manometer dan 2 siswa menjawab dengan benar tier 1 dan tier 2 namun tidak yakin dengan jawabannya tersebut.

Sebanyak 38% siswa memiliki pengetahuan ilmiah saat postes nomor 11. Demikian pula siswa dengan kurang pengetahuan sebanyak 38%. Soal ini tentang tekanan hidrostatis di lapisan-lapisan fluida yang berbeda. Sebanyak 57,7% siswa meyakini bahwa massa jenis fluida merupakan penentu besarnya tekanan hidrostatis lapisan-lapisan fluida dengan kedalaman yang sama. Setelah postes, hanya ada dua siswa yang memiliki pengetahuan ilmiah terkait dengan soal nomor 4. 14 siswa atau lebih dari separuh kelas mengalami miskonsepsi dongkrak hidrolik mobil. Sebanyak 80,8% siswa mengalami kesulitan dalam menjabarkan persamaan dalam hukum pascal dan memberikan makna antara kata "berbanding lurus" dan "berbanding terbalik". Soal hukum pascal di nomor 6 mampu dijawab dengan benar dan yakin oleh tujuh siswa. Soal ini memiliki persebaran kriteria penguasaan konsep yang relatif rata. Siswa yang memiliki pengetahuan ilmiah berjumlah sama dengan siswa yang kurang pengetahuan yaitu sebanyak 27%. Enam siswa lainnya memiliki miskonsepsi positif dan 3 lainnya miskonsepsi negatif.

Keadaan gaya dan tekanan orang yang menyelam memberikan sumbangsih miskonsepsi pada lebih dari separuh siswa yang kesulitan menganalisis arah gaya ataupun tekanan dalam fluida saat pretes. Jumlah siswa dengan miskonsepsi tersebut berkurang hingga setengahnya saat postes. Pembelajaran kolaboratif mampu menghantarkan enam siswa memiliki pengetahuan ilmiah tentang arah gaya apung dari segala arah dan tegak lurus permukaan tubuh orang yang menyelam. Satu orang siswa tidak bisa ditentukan kriteria penguasaan konsepnya pada postes karena tidak menjawab, baik tier 1, tier 2, ataupun tier 3. Siswa tersebut adalah siswa 2.

Empat belas siswa atau 54% siswa memiliki pengetahuan ilmiah saat postes dalam menyelesaikan soal nomor 7. Soal ini menanyakan tentang gaya apung dua benda dalam fluida dengan posisi yang sama namun massa berbeda. Pada pretes, 50% siswa kesulitan memaknai persamaan dalam gaya apung. Saat postes, kesalahan memaknai gaya apung yang tidak lagi dipengaruhi oleh kedalaman dan kesulitan memaknai persamaan menyumbang persentase dominan pada kesalahan siswa dalam memilih tier 2. Ada tujuh siswa yang mendapat skor lebih rendah pada postes daripada pretes dalam menjawab soal nomor 7 ini.

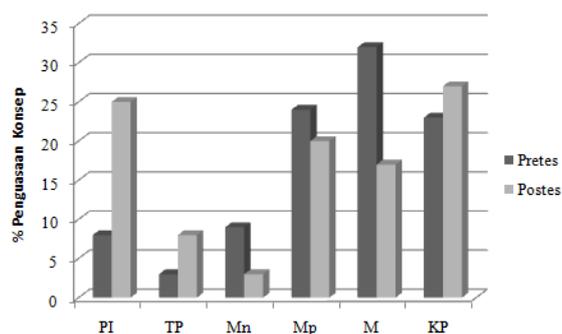
Senada dengan nomor 7, ada tujuh siswa dengan skor postes lebih rendah saat menjawab soal nomor 8. Saat pretes, lebih dari setengah siswa memiliki miskonsepsi 61,5% memperbesar gaya apung dengan menambah volume fluida. 23,1% menganggap cara memperbesar gaya apung dengan memanjangkan tali yang mengikat benda. Persentase ini menurun hingga 33,3% untuk volume fluida dan 19,2% untuk tali saat postes. Pembelajaran kolaboratif menambah siswa yang memiliki pengetahuan ilmiah dari dua siswa saat pretes menjadi lima siswa saat postes.

Soal nomor 9 sejak pretes dijawab benar oleh lebih dari setengah siswa yaitu 14 orang. Jumlah ini meningkat menjadi 22 siswa saat postes yang berarti 85% siswa memiliki pengetahuan ilmiah. Ada dua siswa dengan skor postes yang lebih rendah dalam menjawab soal nomor 9 ini. Keduanya yaitu siswa 19 dan siswa 24. Siswa 19 yang awalnya memiliki pengetahuan ilmiah berkenaan dengan soal nomor 9, setelah pembelajaran kolaboratif mengalami miskonsepsi positif karena meyakini bahwa massa benda merupakan penentu tenggelam atau tidaknya suatu benda. Siswa 24 juga meyakini hal yang sama. Senada dengan siswa 19, awalnya memiliki pengetahuan ilmiah terkait dengan soal nomor 9, namun mengalami miskonsepsi setelah belajar secara kolaboratif.

Soal konsep hukum Archimedes tentang dua benda yang mengapung lalu direkatkan diyakini oleh 50% siswa akan tenggelam. Ada beberapa alasan siswa beranggapan demikian yaitu berat benda bertambah, massa benda bertambah, dan ukuran benda bertambah. Pembelajaran kolaboratif menambah siswa yang memiliki pengetahuan ilmiah 12% menjadi 35% saat postes, namun enam siswa tetap merasa pengetahuannya kurang untuk menjawab soal nomor 10. Soal nomor 12 bisa dijawab dengan benar dan yakin hanya oleh dua siswa pada postes, yaitu siswa 2 dan siswa 7. Siswa 11 menjawab tier 1 dan tier 2 dengan benar, namun tidak yakin dengan jawabannya. Sebanyak 77% siswa mengalami miskonsepsi dengan 73,1% meyakini bahwa benda di dasar wadah menumpahkan air paling banyak. 61,4% siswa bertahan dengan keyakinannya yang keliru tersebut setelah belajar secara kolaboratif.

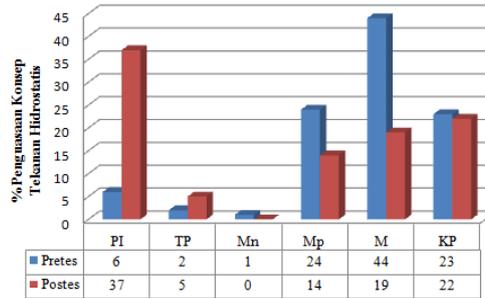
Pengetahuan ilmiah berkaitan dengan soal nomor 13 tidak dimiliki oleh satupun siswa. Masing-masing sebanyak 42% siswa memiliki miskonsepsi positif dan kurang pengetahuan saat pretes. Siswa dengan miskonsepsi positif naik menjadi 58% setelah belajar fluida statis secara kolaboratif. Siswa-siswa mengalami kesulitan untuk mengaitkan antara usaha, tegangan permukaan, dan bentuk permukaan. Siswa 10 tidak bisa ditentukan kriteria penguasaan konsepnya karena di pretes tier 2 memilih dua jawaban. Penguasaan konsep siswa 10 juga tidak bisa ditentukan kriteria penguasaan konsepnya di soal nomor 14 karena jawaban di pretes tier 2 tidak ada. Saat postes, siswa 10 termasuk dalam kriteria kurang pengetahuan. Sejumlah lima siswa saat postes mampu menjawab dengan benar tier 1 dan tier 2 serta meyakini jawabannya. Sepuluh siswa lainnya mengalami miskonsepsi saat pretes, dua siswa miskonsepsi positif, dan enam siswa miskonsepsi negatif dengan lima siswa tercatat kurang pengetahuan. Siswa yang menebak dengan benar jawaban nomor 14 naik dari dua orang menjadi empat orang saat postes. Variasi kriteria penguasaan konsep yang menyebar tersebut karena siswa-siswa kesulitan memahami kaitan antara perubahan suhu, kohesi, gerakan molekul, dan tegangan permukaan. Pembelajaran kolaboratif tidak bisa menambah siswa untuk memiliki pengetahuan ilmiah terkait dengan soal nomor 15. Soal ini berkaitan dengan fenomena adhesi dan kohesi dalam kehidupan sehari-hari. Sebanyak 36% siswa kurang pengetahuannya berkaitan dengan soal nomor 15, sementara 31% lainnya mengalami miskonsepsi positif saat postes.

Secara keseluruhan, penguasaan konsep siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Besuk disajikan dalam Gambar 3. Tampak di gambar tersebut persentase siswa dengan pengetahuan ilmiah tentang fluida statis meningkat setelah menjalani pembelajaran kolaboratif. Peningkatan jumlah siswa sebesar 17% tersebut karena beberapa persen siswa tidak lagi memiliki miskonsepsi, miskonsepsi positif, ataupun miskonsepsi negatif. Peningkatan persentase siswa juga terjadi pada jumlah siswa yang tidak ada keyakinan diri dan siswa yang kurang pengetahuan. Pertambahan jumlah siswa yang tidak ada keyakinan diri dikarenakan beberapa siswa yang menjawab benar di tier 1 dan tier 2 serta memilih jawaban "yakin" di tier 3 saat pretes mengubah jawaban "yakin" tersebut menjadi "tidak yakin" saat postes.



**Gambar 3. Persentase Rerata Penguasaan Konsep Fluida Statis**

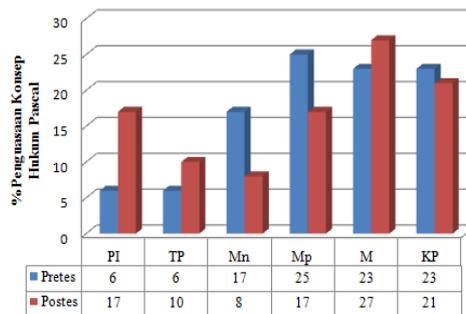
Sebaliknya, siswa dengan miskonsepsi negatif, miskonsepsi positif, dan miskonsepsi mengalami penurunan persentase dari pretes ke postes. Penurunan persentase terbanyak dialami oleh persentase siswa dengan miskonsepsi yaitu sebesar 15%. Siswa dengan miskonsepsi positif paling sedikit mengalami penurunan yaitu sebesar 4%. Hal ini disebabkan siswa masih tidak bisa menjawab dengan benar tier 2, namun sudah memilih jawaban yang benar pada tier 1. Miskonsepsi positif terhadap tekanan hidrostatik berkurang 10%, lebih sedikit dibandingkan dengan persentase miskonsepsi yang berkurang sebanyak 25% seperti yang disajikan di Gambar 4.



**Gambar 4. Rerata Persentase Penguasaan Konsep Siswa Dalam Tekanan Hidrostatik**

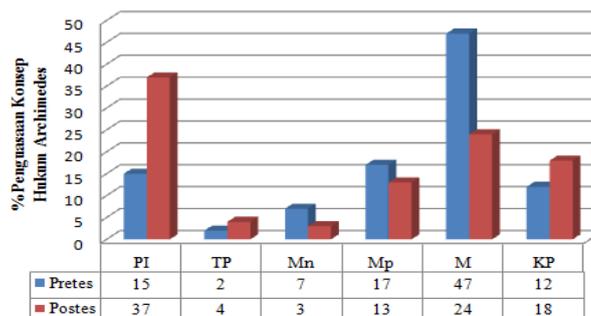
Persentase siswa dengan pengetahuan ilmiah tentang tekanan hidrostatik meningkat sebanyak 31%. Hal ini dikarenakan miskonsepsi siswa bisa diubah sesuai dengan konsep yang benar. Terlihat penurunan persentase siswa dengan miskonsepsi relatif besar.

Berdasarkan Gambar 5 tentang persentase penguasaan konsep Hukum Pascal bagi siswa kelas XI IPA SMAN 1 Besuk relatif sulit. Persentase siswa dengan kategori miskonsepsi mengalami kenaikan sebesar 4%, siswa dengan kategori kurang pengetahuan menurun 2% saja dan siswa dengan kategori pengetahuan ilmiah naik sebesar 11%. Soal *three tier* berkenaan dengan Hukum Pascal membutuhkan ketelitian siswa karena berkaitan dengan hubungan antarbesaran. Siswa masih kebingungan menentukan hubungan "berbanding lurus" dan "berbanding terbalik".



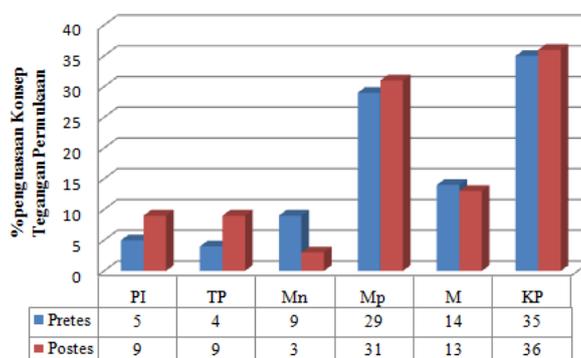
**Gambar 5. Persentase Penguasaan Konsep Siswa Dalam Hukum Pascal**

Satu pertiga siswa kelas XI IPA SMAN 1 Besuk termasuk dalam kategori pengetahuan ilmiah. Hal ini dapat dilihat di Gambar 6 Penelitian tentang miskonsepsi Hukum Archimedes sudah banyak diteliti seperti oleh Lima dkk (2014), Wagner dkk (2013), Loverude dkk (2010), Wong dkk (2010), Wagner dkk (2009), Yin dkk (2008), Unal & Costu (2005), dan Bierman dkk (2003). Banyaknya penelitian tentang Hukum Archimedes dikarenakan banyaknya miskonsepsi tentang materi tersebut. Senada dengan hasil-hasil penelitian tersebut, tampak dalam Gambar 6 bahwa siswa dengan kategori miskonsepsi, termasuk siswa dengan kategori miskonsepsi positif dan miskonsepsi negatif, mencapai persentase 71% saat pretes. Persentase tersebut menurun menjadi 40% saat postes dengan miskonsepsi turun sebanyak 23%. Penurunan sebanyak 31% karena siswa mulai bisa menganalisis benda-benda yang terapung, melayang, ataupun tenggelam.



**Gambar 6. Persentase Penguasaan Konsep Siswa Dalam Hukum Archimedes**

Kategori penguasaan konsep dalam tegangan permukaan seperti yang disajikan di Gambar 7 didominasi oleh miskonsepsi positif dan kurang pengetahuan. Hal ini dikarenakan untuk memiliki penguasaan konsep yang baik tentang tegangan permukaan membutuhkan penguasaan konsep yang baik berkaitan dengan suhu, luas permukaan, usaha, kohesi, ataupun adhesi.



**Gambar 7. Persentase Penguasaan Konsep Siswa Dalam Tegangan Permukaan**

Uji normalitas terhadap jawaban pretes dan postes siswa yang berbentuk *three tier* menggunakan uji skewness dan kurtosis. Hasil uji skewness dan kurtosis menunjukkan bahwa data yang diperoleh normal dengan rasio skewness 0,62 dan rasio kurtosis -0,64. Nilai z skewness postes sebesar -1,46 sementara z skewness pretes sebesar 0,59. Nilai z kurtosis postes sebesar -0,26 dan z kurtosis pretes -0,59 yang menunjukkan data memiliki keruncingan mesokurtik.

Perhitungan uji beda antarsampel berpasangan diperoleh nilai  $t_{hitung} = 6.240 > t_{tabel} (5\%, 25) = 1.708$  yang berarti pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif efektif dalam upaya meningkatkan penguasaan konsep fluida statis. *N gain* dan *effect size* dihitung untuk mengetahui besarnya pengaruh pembelajaran kolaboratif terhadap penguasaan konsep siswa. Hasil perhitungan menunjukkan *N gain* sebesar 0,47. Nilai *N gain* 0,47 termasuk dalam kriteria peningkatan medium atas. Kekuatan perbedaan antarskor pretes dan postes sebesar 1,69. Nilai *d* sebesar 1,69 menunjukkan bahwa perbedaan antarskor pretes dan postes sangat besar.

Secara keseluruhan, penguasaan konsep siswa berkenaan dengan fluida statis masih rendah meskipun persentase skor postes naik, baik di persentase jawaban benar "hanya tier 1, tier 1 & 2", ataupun "semua tier". Penguasaan konsep dikatakan rendah karena persentase jawaban benar kurang dari 50%, kecuali persentase postes tier 1 untuk tekanan hidrostatis dan tegangan permukaan. Persentase yang lebih dari 50% tersebut tidak bisa menunjukkan bahwa penguasaan konsep siswa baik, karena tier 1 berkenaan dengan isi atau pernyataan. Isi atau pernyataan merupakan hal yang derajatnya lebih rendah dari tier 2. Tier 2 dinilai lebih tinggi karena merupakan "alasan" atas jawaban siswa. Alasan tersebut menunjukkan siswa mengalami miskonsepsi ataupun kesulitan memahami materi.

Adanya peningkatan persentase siswa yang termasuk dalam kategori pengetahuan ilmiah dikarenakan interaksi dalam pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif tidak hanya terjadi antarsiswa, namun juga antara siswa dengan guru (Saito dkk, 2015:15). Guru tidak hanya memeriksa jawaban siswa, melainkan juga memberikan umpan balik yang segera (Cruz, 2011; Hargreaves, 2008). Pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif memberi kesempatan kepada siswa untuk mengklarifikasi konsep (Laal & Ghodsi, 2012; Sampson & Clark, 2009) yang dimiliki tentang materi fluida statis melalui kegiatan *it's time to teach* dan kuis yang langsung dibahas di kelas. Kedua kegiatan penilaian formatif yang dilakukan dalam pembelajaran kolaboratif tersebut meluruskan konsep-konsep siswa yang masih salah dan menguatkan konsep yang lemah.

Penguasaan konsep siswa dalam pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif ini meningkat. Gijlers & de Jong, (2013) dan Kolloffel (2012) meneliti pembelajaran kolaboratif juga menghasilkan penguasaan konsep yang lebih baik. Hasil penelitian ini senada dengan hasil penelitian Arslan dkk (2012), Pesman & Eryilmaz (2010), dan Hestenes & Halloun (1995) bahwa miskonsepsi positif lebih sulit untuk dikurangi. Kesulitan ataupun miskonsepsi siswa tersebut sejalan dengan hasil penelitian Ünal dan Coştu (2005), Hardy dkk (2006), Şahin dan Çepni (2011), Yin (2008), Çepni dkk (2010), Loverude (2010), Wagner (2013, 2009), Unal (2008), She (2002), dan Goszewski (2012).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang diuraikan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. *Pertama*, pembelajaran fluida statis melalui pembelajaran kolaboratif dengan penilaian formatif yang terdiri atas lima fase telah berhasil diimplementasikan pada siswa kelas XI IPA 1 SMA Negeri 1 Besuk dengan baik dan menunjukkan hasil yang positif terhadap penguasaan konsep siswa. *Kedua*, penguasaan konsep siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Besuk terhadap materi fluida statis terbagi dalam enam kategori. Persentase penguasaan konsep siswa terhadap materi fluida statis mengalami perubahan dari pretes ke postes. Siswa dengan kategori pengetahuan ilmiah mengalami kenaikan sebesar 17% dan siswa yang tidak ada

kenaikan ataupun kurang pengetahuan masing-masing naik sebanyak 4%. Sebaliknya siswa dengan miskonsepsi positif dan negatif berturut-turut menurun 15%, 4%, dan 6%.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dikemukakan beberapa saran sebagai berikut. *Pertama*, bagi pendidik, hendaknya pembelajaran kolaboratif dapat dijadikan sebagai alternatif bagi guru untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa. *Kedua*, bagi peneliti berikutnya, hendaknya melakukan penelitian tentang pembelajaran kolaboratif dengan meneliti aspek psikomotor afektif siswa, tidak hanya dalam kemampuan kognitif. *Ketiga*, penelitian tentang penguasaan konsep dapat diperluas dengan menggabungkan kategori dalam penguasaan konsep dengan domain kognitif Bloom ataupun Anderson.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Akerson, V. L. & Hanuscin, D. L. 2007. Teaching Natural of Science Through Inquiry: Results of a Three Year Professional Development Program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (5):653—680.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. 2010. Collaborative Inquiry Learning: Models, Tools, and Challenges. *International Journal of Science Education*, 32 (3):349—377.
- Bowden, J., Dall'Alba, G., Martin, E., Laurillard, D., Marton, F., Ramsden, P., Stephanou, A., & Walsh, E. 1992. Displacement, Velocity, and Frames of Reference: Phenomenographic Studies of Students' Understanding and Some Implications for Teaching and Assessment, *American Journal of Physics*. 60 (262).
- Bransford, J. D., Brown, A. L. & R. R. Cocking, A. L. 1999. *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, D.C: National Academy Press.
- Çepni, S. & Şahin, Ç. 2012. Effect of Different Teaching Methods and Techniques Embedded in the 5 E Instructional Model on Students' Learning about Buoyancy Force. *Eurasian Journal of Physics & Chemistry Education*. 4 (2):97—127.
- Creswell, J. W. & Clark, V. L. 2007. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. New York: Sage Publication Ltd.
- Chinn, A. C., & Malhotra, A. B. 2003. Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Task. *Science Education*, 86.
- Dindar, Ayla Cetin & Omer Geban. 2011. Development of a Three Tier Test to Asses High School Student Understanding of Acids and Bases. *Procedia Social and Behavioral Science* 15: 600—604.
- Docktor, J. L & Mestre, J. P. 2014. Synthesis of Discipline-Based Education Research in Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10 (2), 020119.
- Docktor, J., Mestre, J. P., Ross, B. H. 2015. Conceptual Problem Solving in High School Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11 (2).
- El-Khalick, A., Boujaoude, F., Duschl, S., Lederman, R., Mamlok-Naaman, N. G., Hofstein, R. 2004. Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 88 (3):3997—419.
- Fakcharoenphol, W., Morpew, J. W., Mestre, J. P. 2015. Judgments of Physics Problem Difficulty Among Experts and Novices. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 11 (2).
- Fraser, DM., Pillay, R., Tjatindi, L., Case, J. M., Enhancing the Learning of Fluid Mechanics Using Computer Simulations. *Journal of Engineering Education*. October 2007. 381—388.
- Gijlers, H., & de Jong, T. 2013. Using Concept Maps to Facilitate Collaborative Simulation-Based Inquiry Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 22 (3): 340—374.
- Gynnild, V., Myrhaug, D., & Pettersen, B. 2007. Introducing Innovative Approaches to Learning in Fluid Mechanics: A Case Study. *European Journal of Engineering Education*, 32 (5):503—516.
- Goszewski, M., Moyer, A., Bazan, Z., Wagner, DJ. 2013. Exploring Student Difficulties with Pressure in a Fluid. Physics Education Research Conference. *AIP Conference Proceedeeng* 1513:154—157.
- Hammer, D. 1997. Discovery Learning and Discovery Teaching. *Cognition and Instruction*, 15 (4):485—529.
- Kolloffel, B., Eysink, T. H. S., & Jong, T. D. 2012. *Comparing the Effect of Representational Tools in Collaborative and Individual Inquiry Learning*. Springer: 6: 223—251.
- Laal, M. & Ghodsi, S.M. 2012. Benefits of Collaborative Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31:486—490.
- Loverude, M. E., Heron, P.R L., & Kautz, C. H. 2010. Identifying and Addressing Student Difficulties with Hydrostatic Pressure. *American Journal of Physics*, 78 (1).
- Maloney, D., O'Kuma, T., Hieggelke, C. J., & Heuvelen, A. V. 2001. Surveying Students' Conceptual Knowledge of Electricity and Magnetism, *Am. J. Phys.* 69.
- McDermott, L. C. 1993. Guest Comment: How We Teach and How Students Learn—A Mismatch?, *Am. J. Phys.* 61, 295
- Morgan, G. A., Leech, N. L., G., & Barret, K. 2004. *SPSS for Introductory Statistics*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Ojediran, I. A., Oludipe, D. I., & Ehindero, O. J. 2014. Impact of Laboratory-Based Instructional Intervention on the Learning Outcomes of Low Performing Senior Secondary Students in Physics. *Creative Education*, 5, 197—206.
- Oxford R. 1997. Cooperative Learning, Collaborative Learning, and Interaction: Three Communication Strands in The Language Classroom. *Mod Lang Journal*, 81 (4):443—456.
- Reid, J., Forrestal, P., & Cook, J. 1989. *Small Group Learning in The Classroom*. Portsmouth, New Hampshire: Heinemann.
- Saito, E., Murase, M., Tsukui, A., & Yeo, J. 2015. *Lesson Study for Learning Community*. New York: Routledge.

- Sagan, C. 1980. *Evaluating Research: The Scientific Approach*. 31—57.
- Sampson, V., & Clark, D. 2009. The Impact of Collaboration On the Outcomes of Scientific Argumentation. *Science Education*, 93 (3):448—484.
- Spall, K., S. Barrett, M. Stanisstreet, D. Dickson., & E. Boyes. 2003. “Undergraduates’ Views about Biology and Physics. *Research in Science & Technological Education*, 21: 193—208.
- Ultay, E., & Ultay, N. 2012. Designing, Implementing and Evaluating a Context-Based Instructional Materials on Buoyancy Force. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*. 201-205.
- Unal, S. & Costu B. 2005. Problematic Issue for Students: Does It Sink or Float. *Asia-Pasific forum on Science Learning and Teaching*, 6 (1):1—16.
- Wagner, D. J., Carbone, E., & Lindow, A. 2013. Exploring Students Difficulties with Buoyancy. *Physics Education Research Conference*, Portland: 357—360.
- Wagner, D. J., Cohen, S., & Moyer, A. 2009. Addressing Students Difficulties with Buoyancy. *Physics education Research Conference*, 1179 (1):289—292.
- Webb, N.B. 2013. Information Processing Approaches to Collaborative Learning. In Hmelo-Silver, C.E., Chinn, C.A., Chan, C.K.K. and O’Donnell, A. (Eds) *The International Handbook of Collaborative Learning* (19–40). New York: Routledge.
- Wieman, C. 2007. Why Not Try a Scientific Approach to Science Education. *Change*: September/October 2007.
- Wieman, C., & Sarah Gilbert. 2015. Taking a Scientific Approach to Science Education, Part I—Research. *Microbe*, 10 (4).
- Wong, D., Lim, C., Munirah, S., & Foong, K. 2010. Students and Teacher Understanding of Buoyancy. *Physics Education Research Conference*.
- Yin, Y., Tomita, M.K., & Shavelson, R.J. 2008. Diagnosing and Dialling with Student Misconception: Floating and Sinking. *Science Scope*, 31 (8):34—39.