

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bumi dan Antariksa (BA) merupakan rumah dan atap kita. Kita mengandalkan keduanya untuk keberadaan dan kelangsungan hidup. Sumber dayanya memberi kita bahan makanan yang diperlukan untuk kehidupan. Perubahan sederhana pada sistem Bumi dan Antariksa memiliki pengaruh besar pada masyarakat dan pada perjalanan peradaban manusia. Memahami sistem BA dan bagaimana kita berinteraksi dengannya, sangat penting bagi kelangsungan hidup.

Sains BA merupakan salah satu bagian dari fisika, yang secara khusus menelaah tentang fenomena alam di bumi dan benda langit sekitar sebagai bagian dari tata surya serta jagat raya secara keseluruhan. Beberapa teori dan hukum fisika dapat digunakan untuk menjelaskan lebih mendalam keadaan bumi sebagai bagian kecil interaksi dan dinamika jagat raya. Matematika sebagai alat bantu yang digunakan dalam ilmu fisika dan terapannya, berperan pula untuk penelaahan lebih lanjut tentang jagat raya. Konsep atau prinsip fisika dan beberapa gejala alam dapat ditelaah dengan bantuan matematika. Sajian matakuliah sains BA bertujuan untuk menanamkan pemahaman tentang alam semesta melalui telaah gejala alam secara fisis dengan bantuan sains dasar, yaitu biologi, fisika, dan kimia.

Fenomena sains BA muncul pada berita setiap hari dan mempengaruhi semua kehidupan umat manusia. Kita berurusan dengan akibat bencana alam, membuat keputusan tentang penggunaan sumber daya energi, dan menyesuaikan kegiatan dengan ramalan cuaca harian. Peserta didik sekolah menengah dapat belajar tentang topik sains BA dalam pembelajaran yang terkait pengetahuan lingkungan, IPA terpadu, geografi, atau dalam mata pelajaran sains lainnya. Namun, sains BA belum tercantum secara lengkap pada kurikulum sebagian sekolah, terutama di tingkat perguruan tinggi di Amerika bahkan di dunia (AGI,

2013). Peserta didik di sekolah memiliki kesempatan untuk mempelajari sains BA tentang: bagaimana Bumi bekerja sebagai suatu sistem yang saling berhubungan; bagaimana perilaku manusia dapat berakibat kerusakan pada berbagai bagian dari sistem Bumi; mengapa bencana alam terjadi dan tindakan apa yang harus diambil; posisi Bumi di dalam dan di luar Tata Surya; dari mana sumber daya alam berasal serta bagaimana menggunakan dan melestarikannya; dan bagaimana terjadinya perubahan sistem bumi dari waktu ke waktu dan apa bukti dari perubahan tersebut.

Pusat pendidikan geosains dan pemahaman masyarakat (*The Center for Geoscience Education and Public Understanding*) pada tahun 2013 telah merilis laporan tahunan terkait status sains BA di sekolah menengah Amerika Serikat (AGI, 2013). Laporan ini mencakup informasi tentang keberadaan sains BA pada standar pendidikan sains, persyaratan kelulusan SMA, sebagai bagian penilaian sains pada tingkat negara bagian, persyaratan penerimaan di perguruan tinggi, dan program penempatan lanjut (*advanced placement*). Kedudukan sains BA pada *Next Generation Science Standards* ditempatkan pada standar yang sama dengan biologi, fisika, kimia, rekayasa dan teknologi atau sains terapan. Hal ini menunjukkan pentingnya pembelajaran sains BA diberikan mulai pada tingkat sekolah dasar sampai di perguruan tinggi (Wysesession, 2013).

Fenomena BA dapat dibawa ke dalam kelas untuk dieksplorasi oleh peserta didik, mereka dapat dituntun untuk mencari jawaban sendiri bagaimana terjadinya fenomena tersebut. Dengan cara seperti ini, pembelajaran BA akan melatih keterampilan berpikir kritis. Peserta didik dapat menggunakan model komputer dan data yang sesungguhnya, misalnya untuk mempelajari siklus air dan kemudian mengevaluasi kebutuhan air tawar di berbagai wilayah di dunia. Mereka mengeksplorasi hubungan antara tingkat air tanah, permeabilitas sedimen, curah hujan, dan dampak aktivitas manusia terhadap tingkat aliran air. Peserta didik belajar bagaimana air mengalir melalui sedimen, bagaimana tingkat resapan dibandingkan dengan tingkat lolosan, serta bagaimana menilai keberlanjutan penggunaan air secara lokal dan global. Pembelajaran seperti ini akan menumbuhkan berpikir kritis dengan memungkinkan peserta didik untuk

mengkaji perilaku sistem yang kompleks yang sebelumnya dirasakan sulit untuk memahaminya (Pallant dkk., 2012).

Berpikir kritis merupakan aktivitas mental yang melibatkan pikiran dan hati dalam hal mencari solusi, memecahkan masalah, mengambil keputusan, menganalisis asumsi, mengevaluasi, memberi rasional, dan melakukan penyelidikan terhadap sesuatu hal yang sedang dihadapi, yang sudah berlalu, maupun yang akan dihadapi (Abrami dkk., 2014). Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) merupakan bagian penting dalam segala aspek kehidupan seseorang. KBK digunakan dalam berbagai situasi dan kesempatan dalam upaya memecahkan persoalan kehidupan. Oleh karena itu menjadi penting pula seseorang untuk belajar tentang bagaimana berpikir kritis, karena seseorang tidak serta merta mampu berpikir kritis tanpa melalui proses belajar. KBK adalah sebuah ketrampilan yang didapatkan melalui proses belajar (Phan, 2010; Abrami dkk., 2014). Untuk itu perlu upaya untuk mengajarkan bagaimana berpikir kritis kepada peserta didik sedini mungkin (Jurecki & Wander, 2012).

Menurut hasil konsensus panel Delphi, berpikir kritis dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yakni keterampilan kognitif dan disposisi. Keterampilan berkaitan dengan aspek kognitif, sedangkan disposisi berkaitan dengan afektif. Inti dari keterampilan berpikir kritis mencakup: interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri (Facione & Gittens, 2013; APA Delphi Report, 2014). Panel Delphi terdiri dari psikolog, filsuf, ilmu sosial, yang semuanya memberikan masukan sehingga definisi berpikir kritis yang dihasilkan dianggap mencakup seluruh disiplin ilmu. Menurut Liliyasi (2010) keterampilan berpikir kritis merupakan efek iringan dari pembelajaran sains melalui pendekatan inkuiri, yang memiliki banyak kemiripan dengan sifat pengembangan berpikir kritis, sehingga pembelajaran sains sangat cocok untuk mengembangkan berpikir kritis.

Hasil penelitian tentang sikap non ilmiah terkait BA di Amerika selama 22 tahun terakhir menunjukkan bahwa cara berpikir non ilmiah sering ditemukan di kalangan mahasiswa. Sikap terhadap pseudosains ini, memberikan tantangan bagi pendidik untuk berusaha meningkatkan literasi BA di kalangan lulusan perguruan

tinggi dan anggota masyarakat umum (Impey dkk., 2012). Banyak tingkah laku anggota masyarakat yang menunjukkan seakan-akan belum pernah menerima pendidikan sains BA. Pendidikan sains BA di sekolah seakan-akan tidak ada dampaknya dalam cara hidup dan cara berpikir sebagian besar masyarakat (Love dkk., 2013). Konten materi sains BA cenderung diadopsi dari Barat. Padahal, budaya yang mendasari pengembangan sains Barat tidak sama dengan budaya lokal di Indonesia, maka pembelajaran sains berpotensi menimbulkan kesenjangan antara sains ilmiah dengan cara pandang atau budaya lokal.

Ketika masyarakat berpikir tentang bahaya alam, cuaca antariksa bukanlah hal pertama yang ada pada pikiran mereka. Namun sebenarnya peristiwa cuaca antariksa yang ekstrim dapat memiliki dampak ekonomi yang mirip seperti banjir besar atau gempa bumi. Meskipun telah ada upaya di berbagai sektor masyarakat untuk mengomunikasikan cuaca antariksa ini, banyak orang yang masih bingung tentang hal itu, karena hanya memiliki pemahaman relevansi terbatas tentang cuaca antariksa dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, sangat penting untuk menyampaikan fenomena ini kepada peserta didik (Ferreira, 2014).

Abad ke-21 akan ditentukan oleh tantangan seperti pemahaman dan persiapan untuk perubahan iklim dan memastikan ketersediaan sumber daya alam seperti air dan energi, merupakan permasalahan yang berakar pada sains BA. Memahami konsep sains BA sangat penting bagi umat manusia untuk berhasil menjawab tantangan ini, yang akan berkembang dalam beberapa dekade ke depan. Sebagai bagian dari upaya untuk mengatasi hal ini, sebuah program baru yang disebut *Earth Science Literacy Initiative* (ESLI) dibentuk dengan dukungan *National Science Foundation* (NSF, 2010). Program ini menghasilkan dokumen berupa standar pendidikan terkait literasi sains yang disebut dengan *Earth Science Literacy Principles* (Wysession dkk., 2012).

Literasi Bumi Antariksa (LBA) sangat penting dalam pembentukan sejarah. Banyak tantangan yang dihadapi umat manusia (semakin menipisnya energi dan sumber daya mineral, perubahan iklim, kekurangan air, bencana alam) berkaitan langsung dengan sains BA. Ada keputusan sulit yang harus diambil pemerintah (daerah dan pusat) terkait dengan masalah-masalah perubahan iklim, dan

kelangsungan hidup masyarakat dari abad ke-21 ini akan bergantung pada keberhasilan pelaksanaan keputusan ini. Sejarah manusia merupakan catatan kreativitas dan kecerdikan orang-orang dalam memecahkan masalah. Solusi yang berkaitan dengan masalah sains BA dan tantangan saat ini, akan datang dari kreativitas manusia, baik sebagai individu maupun masyarakat. Kita perlu masyarakat dan pemerintah yang berbasis literasi sains BA.

Gormally dkk. (2012) mengembangkan *Test of Scientific Literacy Skills* (TOSLS), yang mengelompokkan keterampilan literasi sains kedalam dua kategori utama yaitu: a) Keterampilan mengenali dan menganalisis penggunaan metode penyelidikan yang mengarah pada pengetahuan ilmiah; b) Keterampilan yang berhubungan dengan mengorganisir, dan menafsirkan data kuantitatif dan informasi ilmiah. Literasi Bumi Antariksa (LBA) merupakan pemahaman tentang pengaruh BA pada manusia dan pengaruh manusia terhadap BA. Prinsip LBA didefinisikan oleh para ilmuwan yang aktif melakukan penelitian dalam banyak bidang sainsBA dan menjelaskan kompleksitas bagaimana planet kita bekerja. Literasi BA dibentuk melalui pendidikan sains, yang menerjemahkan ide-ide dan konsep besar sains BA ke dalam proses belajar yang dapat dipahami oleh peserta didik. Salah satu tantangan yang paling mendasar dalam menciptakan masyarakat yang berpikir kritis dan berliterasi BA adalah menanamkan konsep dasar dan pemahaman tentang BA sesuai usia anak didik, dan ini dapat dibangun melalui pengalaman belajar (Lesley & Giroux, 2010).

Dari pemaparan di atas, jelas bahwa KBK dan LBA ditumbuhkembangkan melalui pendidikan. Untuk menciptakan masyarakat yang berketerampilan berpikir kritis dan berliterasi BA (KBKBA dan LBA), dipengaruhi oleh kualitas pendidikan termasuk aspek pendidikan calon guru sains di dalamnya, yang diyakini memegang peranan penting untuk reformasi pendidikan sains. Calon guru harus dipersiapkan sehingga dapat memahami, menguasai, dan menumbuhkan keterampilan berpikir kritis bumi antariksa (KBKBA) dan literasi bumi antariksa (LBA) bagi kehidupan sehari-hari peserta didiknya.

Pada era informasi ini temuan-temuan dalam bidang pendidikan Fisika berkembang sangat cepat, dan ini harus diimbangi dengan media pembelajarannya.

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Selama ini pemakaian komputer sebagian besar hanya terbatas sebagai alat pengetikan belaka. Demikian pula dalam pembelajaran sains BA, kemampuan komputer sebagai alat bantu pembelajaran untuk akuisisi data, belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal kemampuan teknologi pendidikan ini dapat digunakan untuk eksplorasi data riil, simulasi yang akurat, atau menampilkan citra tiga dimensi fenomena BA, pada beberapa kerangka acuan dan berbagai skala yang tepat (Yu, Sahami & Sessions, 2015). Eksplorasi pada sains BA merupakan pengalaman penting dan memiliki implikasi luas. KBKBA dan LBA tidak hanya berarti pengetahuan dan pemahaman tentang bumi dan interaksi dengan benda-benda langit lainnya, tetapi juga pemahaman tentang proses ilmiah yang digunakan untuk menghasilkan konsep-konsep dasar BA.

Pada 15 tahun terakhir, penelitian tentang pendidikan sains BA meningkat relatif tajam dibandingkan dengan penelitian pendidikan sains lainnya, hal ini sejalan dengan isu-isu yang memang sering muncul dan menjadi bahan pembicaraan serta kebutuhan masyarakat di Amerika, bahkan di dunia (Lelliott & Rollnick, 2011). Miskonsepsi sains BA pada siswa dan mahasiswa, serta pada buku teks masih sering ditemukan (Miller & Brewer, 2010; John & King, 2010; Sadler dkk., 2010). Pada sisi lain fenomena keseharian dari sains BA, diantaranya badai Katrina di AS, tsunami, cuaca ekstrim, banjir, letusan gunung berapi, begitu akrab dengan masyarakat, karena itu beberapa penelitian menyoroti perlunya meningkatkan literasi sains BA di sekolah maupun di perguruan tinggi. Masyarakat secara luas mempelajari BA melalui pembelajaran yang dikaitkan dengan inkuiri dan pengalaman langsung (LaDue & Clark, 2012).

Inkuiri dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, yang menjadi dasar untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi lainnya, yakni: keterampilan pemecahan masalah, keterampilan pengambilan keputusan, dan keterampilan berpikir kreatif (Jurecki & Wander, 2012). Tes KBK pada program pendidikan memang tidak mudah, tetapi sesungguhnya format tes pilihan ganda, dengan struktur taksonomi Bloom yang tepat, dapat digunakan untuk membuat tes berpikir tingkat tinggi (Young & Shawl, 2013)

Beberapa universitas di USA telah memulai program master pendidikan sains BA untuk guru sains, dengan tujuan menumbuhkan pemahaman yang mendalam mengenai prinsip-prinsip sains BA, dengan menggabungkan komponen studi lapangan dan penelitian (Rutherford, 2008). Fenomena yang muncul dalam BA sering menjadi bahan kajian fisika. Namun, biasanya hipotesis BA terkait dengan peristiwa yang tidak teramati atau peristiwa masa lalu, dan terkadang tidak berlaku universal (Kleinhans dkk., 2010). Pembentukan hipotesis seperti ini sejalan dengan karakteristik inkuiri abduktif. Karakteristik inkuiri abduktif sangat penting dalam sains BA, karena inkuiri ini berkaitan dengan masalah retrodiksi yakni proses penalaran penyebab masa lalu atau efek sejarah, untuk menyimpulkan kondisi dan fenomena yang diamati (Oh, 2010).

Inkuiri abduktif merupakan logika inkuiri ilmiah model inferensi, yang juga sering disebut inferensi yang inovatif (Raholm, 2010). Seringkali, kita tidak banyak memiliki pengetahuan dan data yang benar, sehingga abduksi, yang mengandalkan penalaran yang masuk akal, tampaknya menjadi metode yang lebih layak untuk membimbing pengembangan hipotesis. Dalam hal ini, fungsi abduksi adalah untuk mencari pola dari fenomena sains BA dan menyarankan hipotesis terbaik yang paling masuk akal. Temuan hasil penelitian oleh Kwon dkk. (2006) menunjukkan bahwa peserta didik yang terlibat dalam penalaran abduktif lebih berhasil dalam menghasilkan hipotesis. Dengan demikian para peneliti merekomendasikan bahwa peserta didik dilatih dalam penalaran abduktif, karena akan mengembangkan kemampuan membuat hipotesis mereka (Mirza dkk., 2014).

Contoh berikut, dimodifikasi dari makalah yang dikumpulkan dari Charles S. Peirce (dalam Raholm, 2010), yang menunjukkan hubungan yang lebih jelas antara ketiga bentuk penalaran, deduksi, induksi, dan abduksi. Dalam contoh ini, **Kasus** (Hipotesis), **Hasil** (Observasi) dan **Aturan** (Kondisi) didefinisikan untuk menunjukkan perbedaan dalam urutannya.

Deduksi:

Aturan : Semua bintang memancarkan cahaya.

Kasus : Antares adalah bintang.

Hasil : Antares memancarkan cahaya.

Induksi:

Hasil : Antares memancarkan cahaya.

Kasus : Antares adalah bintang.

Aturan : Semua bintang memancarkan cahaya.

Abduksi:

Hasil : Antares memancarkan cahaya.

Aturan : Semua bintang memancarkan cahaya.

Kasus : Antares adalah bintang.

Dari contoh tersebut jelas bahwa proses penalaran abduksi berbeda dengan deduksi dan induksi. Deduksi menarik **Hasil** dari **Aturan** dan **Kasus**; induksi menggeneralisasi **Aturan** dari **Kasus** dan **Hasil** (Haig, 2005; Walton, 2006). Namun, dalam abduksi, **Aturan** dan **Hasil** yang digunakan bersama-sama untuk mencari **Kasus**. Hal ini dijabarkan lebih lanjut bahwa: Deduksi membuktikan bahwa sesuatu harus ada; Induksi menunjukkan bahwa sesuatu benar-benar telah berfungsi; Abduksi hanya menunjukkan bahwa sesuatu mungkin. Hal ini semakin menunjukkan deduksi dapat memprediksi yang dapat diuji dengan induksi, dan abduksi digunakan untuk memahami fenomena secara lengkap (Mahootian & Eastman, 2009). Pembahasan dan contoh-contoh tersebut di atas menunjukkan bahwa ada kesempatan dan tantangan untuk mengeksplorasi karakteristik inkuiri abduktif ini. Peserta didik dituntut untuk merumuskan hipotesis ilmiah dalam menjelaskan fenomena alam (Kleinhans dkk., 2010; Oh, 2011).

Sains BA di LPTK pada jenjang S1 diberikan dalam matakuliah IPBA. Berdasarkan *field study* di departemen pendidikan Fisika FPMIPA UPI, tujuan matakuliah IPBA lebih berfokus pada penguasaan konsep, tanpa disertai dengan keterampilan lainnya. Konten IPBA tidak menekankan pada prinsip-prinsip esensial literasi BA seperti yang tercantum dalam *the Next Generation Science Standards: Earth and space science* (Wysesession, 2013). Perolehan nilai IPBA pada sepuluh tahun terakhir menunjukkan bahwa penguasaan konsep mahasiswa masih rendah (rata-ratanya lebih kecil dari 60). Pada kegiatan pembelajaran IPBA,

mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam mengembangkan ide-ide ilmiah untuk menjelaskan fenomena BA. Pedoman praktikum IPBA tidak memberikan dukungan dan bimbingan yang diperlukan untuk membantu mahasiswa merumuskan hipotesis, hanya mengharuskan mahasiswa untuk menyatakan hipotesis dan desain eksperimen untuk mengujinya. Kemampuan komputer sebagai alat bantu pembelajaran tidak (belum) dimanfaatkan secara optimal dalam pembelajaran IPBA. Hal ini sesuai dengan temuan dari *field study* yang memberikan informasi bahwa skor paling rendah dari respon mahasiswa terhadap perkuliahan IPBA yaitu pada aspek penggunaan media dan peralatan dalam perkuliahan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penting dilakukan pengembangan pembelajaran dengan model inkuiri abduktif berbasis sistem akuisisi data multi parameter (MIA-BAD) untuk meningkatkan literasi BA dan keterampilan berpikir kritis BA calon guru. Untuk mendukung pembelajaran, dirancang perangkat sistem jaringan akuisisi data antariksa dan cuaca.

B. Rumusan Masalah

Permasalahan penelitian dirumuskan sebagai berikut: Bagaimanakah pengembangan pembelajaran sains BA model inkuiri abduktif berbasis sistem akuisisi data (MIA-BAD) untuk membekali mahasiswa calon guru Fisika yang dapat meningkatkan literasi BA, keterampilan berpikir kritis BA, dan penguasaan konsep BA?

Rumusan masalah ini dijabarkan untuk memperoleh jawaban dari pertanyaan penelitian:

1. Bagaimanakah karakteristik program pembelajaran inkuiri abduktif sains BA berbasis akuisisi data yang dikembangkan?
2. Bagaimanakah tipe abduktif calon guru yang teridentifikasi pada pembelajaran inkuiri abduktif sains BA berbasis akuisisi data?
3. Bagaimanakah literasi BA, keterampilan berpikir kritis BA, dan penguasaan konsep BA pada pembelajaran inkuiri abduktif sains BA berbasis akuisisi data?

4. Bagaimanakah hubungan antara literasi BA, keterampilan berpikir kritis BA, dan penguasaan konsep BA calon guru Fisika, pada pembelajaran inkuiri abduktif sains BA berbasis akuisisi data?
5. Bagaimanakah keunggulan dan keterbatasan pembelajaran sains BA model inkuiri abduktif berbasis sistem akuisisi data?

C. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah tersebut dapat dinyatakan tujuan penelitian ini, yakni: Menghasilkan program pembelajaran BA inkuiri abduktif berbasis sistem akuisisi data multi-parameter untuk meningkatkan literasi BA, keterampilan berpikir kritis BA, dan penguasaan konsep BA calon guru Fisika.

D. Originalitas dan Kontribusi Penelitian

Dari penelusuran dan kajian berbagai pustaka, memang sudah banyak penelitian tentang literasi dan keterampilan berpikir kritis, tetapi belum ada yang berkaitan dengan inkuiri abduktif sains BA. Selain itu, penelitian inkuiri abduktif yang sudah dilakukan tidak berbasis akuisisi data. Inilah yang menjamin originalitas penelitian ini, sehingga dapat menjadi inovasi dalam pembelajaran sains BA. Dari segi teori, penelitian ini diharapkan memberi kontribusi dalam menambah khasanah pembelajaran sains BA, literasi BA dan keterampilan berpikir BA, serta memberikan ide-ide dasar dalam mengembangkan model pembelajaran sains lainnya.

Dari sisi praktisnya, hasil penelitian ini dapat dijadikan salah satu rujukan model pembelajaran KBK dan literasi BA bagi peserta didik calon guru sains, baik bagi pengampu sains BA maupun institusi LPTK dalam mengembangkan kurikulum berbasis partisipatif. Selain itu, model pembelajaran ini dapat memberikan inspirasi untuk diterapkannya inkuiri abduktif pada pembelajaran matakuliah lainnya di institusi pendidikan fisika.

E. Penjelasan Istilah

Inkuiri abduktif merupakan bentuk penalaran kreatif dan evaluatif yang memungkinkan peserta didik untuk menghasilkan hipotesis yang masuk akal berdasarkan teori dasar sebelumnya dan menggunakan keterampilan berpikir kritis untuk menjelaskan fenomena yang diamati. Model inkuiri abduktif diberikan melalui program perkuliahan berbasis sistem akuisisi data, yang terdiri dari empat elemen (Oh, 2011) yakni: eksplorasi (*exploration*), pengujian (*examination*), seleksi (*selection*), dan eksplanasi (*explanation*).

Literasi BA (LBA) merupakan bagian keterampilan dari TOSL (*Test Of Science Literacy*) (Gormally dkk., 2012), mencakup keterampilan mengenali dan menganalisis penggunaan metode inkuiri, serta keterampilan yang berhubungan dengan mengorganisir, menganalisis, dan menafsirkan data BA.

KBK Bumi Antariksa (KBKBA) merupakan inti sub keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan terdiri dari sub keterampilan interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri (Facione & Gittens, 2013). Konsensus Panel Delphi mengenai definisi keterampilan berpikir kritis adalah definisi yang digunakan dalam penelitian ini.

Penguasaan Konsep BA (PKBA) merupakan capaian pembelajaran berupa aspek kognitif pemahaman, aplikasi, analisis, dan evaluasi. Konsep BA disusun berdasarkan prinsip-prinsip penting dan konsep-konsep dasar sains BA, merujuk pada pada standar isi Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP), *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*, *the American Association for the Advancement of Science (AAAS)*, *National Science Foundation (NSF)*, *the Next Generation Science Standards: Earth and space science*, dan standar kompetensi guru sains BA *Indiana Department of Education (IDE)*.

Akuisisi data multi parameter (selanjutnya disebut Akuisisi Data) merupakan sistem pengambilan data melalui berbagai instrumen berupa perangkat keras maupun perangkat lunak, buatan pabrik maupun buatan sendiri, akses internet secara *on-line* maupun *off-line*.