

BAB II

KERANGKA TEORETIS DAN PERUMUSAN HIPOTESIS

2.1 DESKRIPSI TEORI

2.1.1 Pembentukan Pengetahuan Menurut Model Konstruktivis

Pembentukan pengetahuan menurut model konstruktivisme memandang subyek aktif menciptakan struktur-struktur kognitif dalam interaksinya dengan lingkungan. Dengan bantuan struktur kognitifnya ini, subyek menyusun pengertian realitasnya. Interaksi kognitif akan terjadi sejauh realitas tersebut disusun melalui struktur kognitif yang diciptakan oleh subyek itu sendiri. Struktur kognitif senantiasa harus diubah dan disesuaikan berdasarkan tuntutan lingkungan dan organisme yang sedang berubah. Proses penyesuaian diri terjadi secara terus menerus melalui proses rekonstruksi (Piaget, 1988 : 60).

Yang terpenting dalam teori konstruktivisme adalah bahwa dalam proses pembelajaran siswalah yang harus mendapatkan penekanan. Merekalah yang harus aktif mengembangkan pengetahuan mereka, bukannya guru atau orang lain. Mereka yang harus bertanggung jawab terhadap hasil belajarnya. Penekanan belajar siswa secara aktif ini perlu dikembangkan. Kreativitas dan keaktifan siswa akan membantu mereka untuk berdiri sendiri dalam kehidupan kognitif siswa (Suparno, 1997 : 81).

Belajar lebih diarahkan pada *experiential learning* yaitu merupakan adaptasi kemanusiaan berdasarkan pengalaman konkrit di laboratorium, diskusi dengan teman sejawat, yang kemudian dikontemplasikan dan dijadikan ide dan pengembangan konsep baru. Karenanya aksentuasi dari mendidik dan mengajar tidak terfokus pada si pendidik melainkan pada pebelajar. Belajar seperti ini selain berkenaan dengan

hasilnya (*outcome*) juga memperhatikan prosesnya dalam konteks tertentu. Pengetahuan yang ditransformasikan diciptakan dan dirumuskan kembali (*created and recreated*), bukan sesuatu yang berdiri sendiri. Bentuknya bisa objektif maupun subjektif, berorientasi pada penggunaan fungsi konvergen dan divergen otak manusia (Semiawan, 2001: 6).

Siswa akan menjadi orang yang kritis menganalisis sesuatu hal karena mereka berpikir bukan meniru. Konstruktivisme sebagai aliran psikologi kognitif menyatakan manusialah yang membangun makna terhadap suatu realita. Implikasinya dalam belajar dan mengajar, bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan secara utuh dari pikiran guru ke pikiran siswa. Siswa sendirilah yang aktif secara mental dalam membangun pengetahuannya (Howe, 1996 : 45 ; Carl Bereiter, 1994 : 21-22).

Pengetahuan dalam pengertian konstruktivisme tidak dibatasi pada pengetahuan yang logis dan tinggi. Pengetahuan di sini juga dapat mengacu pada pembentukan gagasan, gambaran, pandangan akan sesuatu atau gejala sederhana. Dalam konstruktivisme, pengalaman dan lingkungan kadang punya arti lain dengan arti sehari-hari. Pengalaman tidak harus selalu pengalaman fisis seseorang seperti melihat, merasakan dengan indranya, tetapi dapat pula pengalaman mental yaitu berinteraksi secara pikiran dengan suatu obyek (Suparno, 1997 : 80). Dalam konstruktivisme kita sendiri yang aktif dalam mengembangkan pengetahuan. Pemerolehan ini dilakukan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan, menggali dan menilai sendiri apa yang kita ketahui (Anonim, 2002 : 1)

Proses pembelajaran yang terjadi menurut pandangan konstruktivisme menekankan pada kualitas dari keaktifan siswa dalam menginterpretasikan dan

membangun pengetahuannya. Setiap organisme menyusun pengalamannya dengan jalan menciptakan struktur mental dan menerapkannya dalam pembelajaran. Suatu proses aktif dalam mana organisme atau individu berinteraksi dengan lingkungannya dan mentransformasinya ke dalam pikirannya dengan bantuan struktur kognitif yang telah ada dalam pikirannya (Cobb,1994:15). Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan pembelajaran konstruktivis, yaitu : (1) mengutamakan pembelajaran yang bersifat nyata dalam konteks yang relevan, (2) mengutamakan proses, (3) menanamkan pembelajaran dalam konteks pengalaman sosial, (4). pembelajaran dilakukan dalam upaya mengkonstruksi pengalaman (Honebein, 1996 : 5).

Dalam perkembangan intelektual ada tiga hal penting yang menjadi perhatian Piaget yaitu struktur, isi dan fungsi (Piaget , 1988 : 61 ; Turner, 1984 : 8).

- a. Struktur**, Piaget memandang ada hubungan fungsional antara tindakan fisik, tindakan mental dan perkembangan logis anak-anak. Tindakan (*action*) menuju pada operasi-operasi dan operasi-operasi menuju pada perkembangan struktur-struktur. Operasi memiliki empat ciri yaitu : (1) operasi merupakan tindakan yang terinternalisasi. Tidak ada garis pemisah antara tindakan fisik dan mental, (2) operasi itu bersifat reversible, (3) operasi itu selalu tetap walaupun terjadi transformasi atau perubahan, (4) tidak ada operasi yang berdiri sendiri. Suatu operasi selalu berhubungan dengan struktur atau sekumpulan operasi.
- b. Isi**, merupakan pola perilaku anak yang khas yang tercermin pada respon yang diberikannya terhadap berbagai masalah atau situasi yang dihadapinya.
- c. Fungsi**, adalah cara yang digunakan organisme untuk membuat kemajuan intelektual. Menurut Piaget perkembangan intelektual didasarkan pada dua fungsi

yaitu *organisasi* dan *adaptasi*. (1) *Organisasi* memberikan pada organisme kemampuan untuk mengestimasi atau mengorganisasi proses-proses fisik atau psikologis menjadi sistem-sistem yang teratur dan berhubungan. (2) *Adaptasi* terhadap lingkungan dilakukan melalui dua proses yaitu *asimilasi* dan *akomodasi*.

- ♣ *Asimilasi* adalah proses kognitif dimana seseorang mengintegrasikan persepsi, konsep ataupun pengalaman baru ke dalam skema atau pola yang sudah ada dalam pikirannya. *Asimilasi* dipandang sebagai suatu proses kognitif yang menempatkan dan mengklasifikasikan kejadian atau rangsangan baru dalam skema yang telah ada. Proses asimilasi ini berjalan terus. Asimilasi tidak akan menyebabkan perubahan/pergantian skemata melainkan perkembangan skemata. Asimilasi adalah salah satu proses individu dalam mengadaptasikan dan mengorganisasikan diri dengan lingkungan baru pengertian orang itu berkembang.
- ♣ *Akomodasi*. Dalam menghadapi rangsangan atau pengalaman baru seseorang tidak dapat mengasimilasikan pengalaman yang baru dengan skemata yang telah dipunyai. Pengalaman yang baru itu bisa jadi sama sekali tidak cocok dengan skema yang telah ada. Dalam keadaan demikian orang akan mengadakan akomodasi. Akomodasi terjadi untuk membentuk skema baru yang cocok dengan rangsangan yang baru atau memodifikasi skema yang telah ada sehingga cocok dengan rangsangan itu. Bagi Piaget adaptasi merupakan suatu kesetimbangan antara asimilasi dan akomodasi. Bila dalam proses asimilasi seseorang tidak dapat mengadakan adaptasi terhadap lingkungannya maka terjadilah ketidakseimbangan (*disequilibrium*). Akibat ketidakseimbangan itu maka

terjadilah akomodasi dan struktur kognitif yang ada akan mengalami perubahan atau munculnya struktur yang baru. Pertumbuhan intelektual ini merupakan proses terus menerus tentang keadaan ketidakseimbangan dan keadaan setimbang (*disequilibrium-equilibrium*). Tetapi bila terjadi kesetimbangan maka individu akan berada pada tingkat yang lebih tinggi daripada sebelumnya.

2.1.2 Model Konstruktivis Dalam Pembelajaran Fisika

Relasi antara organisme dengan lingkungannya sebagai suatu kesatuan yang dinamis bertolak dari organisme yang aktif. Organisme tidak terpisah dari lingkungannya dan juga tidak semacam penerima yang reaktif. Relasi antara organisme dengan lingkungannya lebih bersifat interaksi timbal balik. Interaksi di sini berarti bagaimana organisme bergaul dengan lingkungannya dan bagaimana struktur-struktur mental yang lama diperluas dan diperbaharui berdasarkan pengaruh lingkungan itu. Setiap perkembangan merupakan pengaruh timbal balik antara organisme dan lingkungannya. Dalam interaksi ini, organisme bersifat sangat aktif. Konstruksi dan aktivitas merupakan perwujudan proses pengaturan diri tak sadar dari organisme yang sedang mencari keseimbangan dengan menciptakan susunan-susunan kognitif secara spontan (Piaget, 1988 : 60).

Anak akan berusaha menafsirkan pengalaman yang baru dari lingkungan sehari-harinya. Pengalaman tersebut digunakan sebagai kerangka untuk menempatkan pengalaman yang baru. Anak akan melihat pengalaman-pengalaman yang baru dari perspektif pengalaman lama agar pengalaman yang baru dapat dipahaminya. Miskonsepsi akan muncul bila interpretasinya bertentangan dengan konsepsi ilmiah (Wilarjo 1998: 60).

Dalam mengubah miskonsepsi siswa menuju konsepsi ilmiah diperlukan strategi perubahan konsep (*conceptual change*) yang tepat dan diberikan pada saat yang tepat pula. Perubahan konsepsi dapat dilakukan dengan menyajikan konflik kognitif (*cognitive conflict*). Hal ini dilakukan secara hati-hati jangan sampai konflik kognitif yang disampaikan justru akan memperkuat stabilitas miskonsepsi siswa. Konflik kognitif yang disajikan dalam proses pembelajaran harus mampu menggoyahkan stabilitas miskonsepsi siswa. Jika siswa sudah menjadi ragu terhadap kebenaran gagasannya, maka dapat diharapkan mereka akan mau merekonstruksi gagasan atau konsepsinya sehingga pada akhir proses pembelajaran di kepala siswa hanya terdapat sains guru yang berupa pengetahuan ilmiah (Sadia, 1997: 12).

Konflik kognitif dilakukan bila siswa telah mengalami keraguan atas hipotesis awal yang disusunnya karena bertentangan dengan fakta yang ada. Siswa menjadi tidak puas dan ragu atas konsepsi yang dimilikinya. Konflik kognitif ini harus ditindaklanjuti dengan memberikan dorongan dan tutunan agar mereka menemukan sendiri konsepsi ilmiah tersebut. Konsepsi ilmiah ini memiliki konsistensi internal tinggi yang dicirikan dengan keratahannya (*simplicity*), kehematan, kegunaan dan keapikan (*elegance*)nya (Wilarjo, 1998 : 64).

Model konstruktivis memunculkan pertanyaan penting. *Bila individu-individu membangun pengetahuan mereka sendiri, bagaimana suatu kelompok individu dapat tampil untuk saling tukar pikiran?* Kunci untuk menjawab pertanyaan ini adalah dengan mengingat bahwa pengetahuan harus cocok dengan realitas. Konstruksi adalah suatu proses dimana pengetahuan dibangun dan diuji secara kontinu. Individu tidak

hanya mengkonstruksi pengetahuan, namun pengetahuan mereka juga harus bekerja dan berfungsi secara aktif (Bodner, 1986 : 9).

Konstruktivisme Vygotskian memandang bahwa pengetahuan dikonstruksi secara kolaboratif antar individual dan keadaan tersebut dapat disesuaikan oleh setiap individu. Proses dalam kognisi diarahkan melalui adaptasi intelektual dalam konteks sosial budaya. Proses penyesuaian itu ekuivalen dengan pengkonstruksian pengetahuan secara intra individual yakni melalui proses regulasi diri internal. Dalam hubungan ini, para konstruktivis Vygotskian lebih menekankan pada penerapan teknik saling tukar gagasan antar individual (Sheffer, 1996 : 274 - 275).

Dua prinsip penting yang diturunkan dari teori Vygotsky adalah : (1)mengenai fungsi dan pentingnya bahasa dalam komunikasi sosial yang dimulai proses pencanderaan terhadap tanda (*sign*) sampai kepada tukar menukar informasi dan pengetahuan, (2) *zone of proximal development*. Guru sebagai mediator memiliki peran mendorong dan menjembatani siswa dalam upayanya membangun pengetahuan, pengertian dan kompetensi (Dixon-Kraus, 1996 : 8).

Sumbangan penting teori Vygotsky adalah penekanan pada hakikat pembelajaran sosiokultural. Inti teori Vygotsky adalah menekankan interaksi antara aspek internal dan eksternal dari pembelajaran dan penekanannya pada lingkungan sosial pembelajaran. Menurut teori Vygotsky, fungsi kognitif manusia berasal dari interaksi sosial masing-masing individu dalam konteks budaya. Vygotsky juga yakin bahwa pembelajaran terjadi saat siswa bekerja menangani tugas-tugas yang belum dipelajari namun tugas-tugas tersebut masih dalam jangkauan kemampuannya atau tugas-tugas itu berada dalam *zone of proximal development* mereka. *Zone of proximal*

development adalah daerah antar tingkat perkembangan sesungguhnya yang didefinisikan sebagai kemampuan memecahkan masalah secara mandiri dan tingkat perkembangan potensial yang didefinisikan sebagai kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau teman sebaya yang lebih mampu (Shaffer, 1996 : 274 - 275).

Teori Vygotsky yang lain adalah *scaffolding*. *Scaffolding* berarti memberikan kepada seorang anak sejumlah besar bantuan selama tahap-tahap awal pembelajaran dan kemudian mengurangi bantuan tersebut dan memberikan kesempatan kepada anak tersebut mengambil alih tanggung jawab yang semakin besar segera setelah mampu mengerjakan sendiri. Bantuan yang diberikan guru dapat berupa petunjuk, peringatan, dorongan, menguraikan masalah ke dalam bentuk lain yang memungkinkan siswa dapat mandiri. Vygotsky mengemukakan tiga kategori pencapaian siswa dalam upayanya memecahkan permasalahan, yaitu (1) siswa mencapai keberhasilan dengan baik, (2) siswa mencapai keberhasilan dengan bantuan, (3) siswa gagal meraih keberhasilan. *Scaffolding* berarti upaya guru untuk membimbing siswa dalam upayanya mencapai suatu keberhasilan. Dorongan guru sangat dibutuhkan agar pencapaian siswa ke jenjang yang lebih tinggi menjadi optimum (Vygotsky, 1978 :5).

Pengetahuan dan pengertian dikonstruksi bila seseorang terlibat secara sosial dalam dialog dan aktif dalam percobaan-percobaan dan pengalaman. Pembentukan makna adalah dialog antar pribadi. Dalam hal ini pembelajar tidak hanya memerlukan akses pengalaman fisik tetapi juga interaksi dengan pengalaman yang dimiliki oleh individu lain. Pembelajaran yang sifatnya kooperatif (*cooperative learning*) ini

muncul ketika siswa bekerja sama untuk mencapai tujuan belajar yang diinginkan oleh semua siswa (Johnson dan Johnson, 2000 : 2). Pengelolaan kelas menurut *cooperative learning* bertujuan untuk membantu siswa untuk mengembangkan niat dan kiat bekerja sama dan berinteraksi dengan siswa yang lain. Ada tiga hal penting yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan kelas yaitu : pengelompokan, semangat kooperatif dan penataan kelas (Lie, 2002 : 38).

Piaget dan Vygotsky pada prinsipnya memiliki beberapa perbedaan karakteristik. Piaget menyatakan proses pembelajaran bersifat internal sedangkan Vygotsky menyatakan bersifat external. Menurut Piaget, proses pendewasaan dalam diri menjadi faktor utama yang mempengaruhi proses pembelajaran siswa sedangkan Vygotsky lebih mengutamakan faktor dunia luar. Vygotsky menyatakan pengetahuan dibangun siswa dalam konteks budaya dan atas dasar interaksinya dengan teman sebaya atau faktor eksternal yang lain. Vygotsky menyatakan bahwa konsep tidak bisa dibangun tanpa melakukan suatu interaksi sosial (Howe, 1996 : 42). Suatu model pembelajaran konstruktivis dapat berpijak dari dua teori tersebut.

Harlen (1992 : 51) mengembangkan model konstruktivis dalam pembelajaran di kelas. Pengembangan model konstruktivis tersebut mengikuti langkah-langkah sebagai berikut.

1. *Orientasi dan Elicitasi Ide.* Merupakan proses untuk memotivasi siswa dalam mengawali proses pembelajaran. Melalui *elicitasi* siswa mengungkapkan idenya dengan berbagai cara.

2. *Restrukturisasi ide*. Meliputi beberapa tahap yaitu klarifikasi terhadap ide, merombak ide dengan melakukan konflik terhadap situasi yang berlawanan, dan mengkonstruksi dan mengevaluasi ide yang baru.
3. *Aplikasi*. Menerapkan ide yang telah dipelajari.
4. *Review*. Mengadakan tinjauan terhadap perubahan ide tersebut.

Tahapan - tahapan dalam pengembangan model belajar konstruktivis dengan lebih rinci diimplementasikan oleh Sadia (1996 : 87) dalam upayanya menguji efektivitas pengembangan model pembelajaran konstruktivis di SLTP. Secara signifikan model yang telah dikembangkan ini mampu meningkatkan prestasi belajar fisika siswa. Tahapan-tahapan pengembangan model konstruktivis tersebut mengikuti langkah-langkah sebagai berikut.

1. *Identifikasi tujuan*. Tujuan dalam pembelajaran akan memberi arah dalam merancang program, implementasi program dan evaluasi.
2. *Menetapkan Isi Produk Belajar*. Pada tahap ini, ditetapkan konsep-konsep dan prinsip-prinsip IPA yang mana yang harus dikuasai siswa.
3. *Identifikasi dan Klarifikasi Pengetahuan Awal Siswa*. Identifikasi pengetahuan awal siswa dilakukan melalui tes awal, interview klinis dan peta konsep.
4. *Identifikasi dan Klarifikasi Miskonsepsi Siswa*. Pengetahuan awal siswa yang telah diidentifikasi dan diklarifikasi perlu dianalisa lebih lanjut untuk menetapkan mana diantaranya yang telah sesuai dengan konsepsi ilmiah, mana yang salah dan mana yang miskonsepsi.

5. *Perencanaan Program Pembelajaran dan Strategi Perubahan Konsep.* Program pembelajaran dijabarkan dalam bentuk satuan pelajaran. Sedangkan strategi perubahan konsepsi siswa diwujudkan dalam bentuk modul.
6. *Implementasi Program Pembelajaran dan Strategi Perubahan Konsepsi.* Tahapan ini merupakan kegiatan aktual dalam ruang kelas. Tahapan ini terdiri dari tiga langkah yaitu : (a) *orientasi dan penyajian pengalaman belajar*, (b) *menggali ide-ide siswa*, (c) *restrukturisasi ide-ide*.
7. *Evaluasi.* Setelah berakhirnya kegiatan implementasi program pembelajaran, maka dilakukan evaluasi terhadap efektivitas model belajar yang telah diterapkan.
8. *Klarifikasi dan analisis miskonsepsi siswa yang resisten.* Berdasarkan hasil evaluasi perubahan miskonsepsi maka dilakukan klarifikasi dan analisis terhadap miskonsepsi siswa, baik yang dapat diubah secara tuntas maupun yang resisten.
9. *Revisi strategi perubahan miskonsepsi.* Hasil analisis miskonsepsi yang resisten digunakan sebagai pertimbangan dalam merevisi strategi perubahan konsepsi siswa dalam bentuk modul.

Model belajar konstruktivis yang dikembangkan dalam penelitian ini berpijak pada teori konstruktivis Piaget dan Vygotsky. Tahapan-tahapan terhadap penerapan model pembelajaran konstruktivis dalam penelitian ini merupakan modifikasi dari dua model konstruktivis yang telah dikemukakan yaitu model konstruktivis Harlen (1992:51) dan Sadia (1996:87). Tahapan-tahapan pengembangan model konstruktivis ini sangat memperhatikan *prior knowledge* dan miskonsepsi-

miskonsepsi yang terdapat pada diri siswa, yang menempati posisi yang sentral baik dalam menyusun maupun implementasi program pembelajaran.

Tahapan-tahapan penerapan model konstruktivis dalam penelitian ini mengikuti langkah-langkah sebagai berikut.

1. *Identifikasi awal terhadap prior knowledge dan miskonsepsi.* Identifikasi awal terhadap gagasan intuitif yang mereka miliki dalam mencandra lingkungannya dijamin untuk mengetahui kemungkinan-kemungkinan akan munculnya miskonsepsi yang menghingapi struktur kognitif siswa. Identifikasi ini dilakukan dengan tes awal, interview klinis dan peta konsep.
2. *Penyusunan Program Pembelajaran dan Strategi Perubahan Miskonsepsi.* Program pembelajaran dijabarkan dalam bentuk Satuan Pelajaran. Sedangkan strategi perubahan miskonsepsi diwujudkan dalam bentuk modul kecil yang terdiri dari uraian materi yang memuat konsep-konsep esensial yang mengacu pada konsepsi awal siswa yang telah dijamin sebelum pembelajaran dilaksanakan. Dengan berpedoman pada pra konsepsi ini, siswa diharapkan merasa lebih mudah dalam mereduksi miskonsepsinya menuju konsepsi ilmiah.
3. *Orientasi dan Elicitasi.* Situasi pembelajaran yang kondusif dan mengasyikkan sangatlah perlu diciptakan pada awal-awal pembelajaran untuk membangkitkan minat mereka terhadap topik yang akan dibahas. Siswa dituntun agar mereka mau mengemukakan gagasan intuitifnya sebanyak mungkin tentang gejala-gejala fisika yang mereka amati dalam

lingkungan hidupnya sehari-hari. Pengungkapan gagasan tersebut dapat melalui diskusi, menulis, ilustrasi gambar dan sebagainya. Gagasan-gagasan tersebut kemudian dipertimbangkan bersama. Suasana pembelajaran dibuat santai dan tidak menakutkan agar siswa tidak khawatir dicemoohkan dan ditertawakan bila gagasan-gagasannya salah. Guru harus menahan diri untuk tidak menghakiminya. Kebenaran akan gagasan siswa akan terjawab dan terungkap dengan sendirinya melalui penalarannya dalam tahap konflik kognitif.

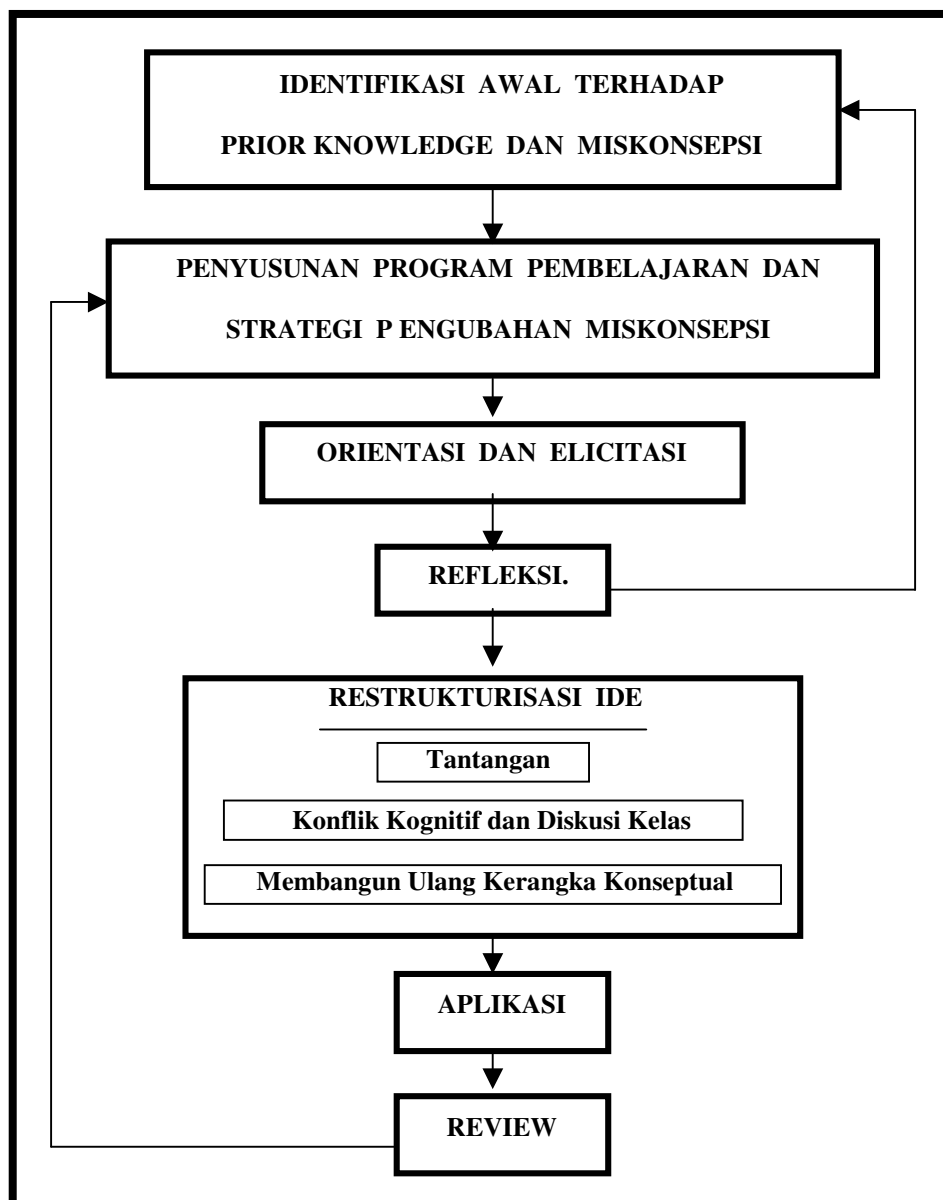
4. *Refleksi*. Dalam tahap ini, berbagai macam gagasan-gagasan yang bersifat miskonsepsi yang muncul pada tahap orientasi dan elicitasi direfleksikan dengan miskonsepsi yang telah dijarang pada tahap awal. Miskonsepsi ini diklasifikasikan berdasarkan tingkat kesalahan dan kekonsistennya untuk memudahkan merestrukturasinya.
5. *Restrukturisasi Ide*.
 - a. *Tantangan*. Siswa diberikan pertanyaan-pertanyaan tentang gejala-gejala yang kemudian dapat diperagakan atau diselidiki dalam praktikum. Mereka diminta untuk meramalkan hasil percobaan dan memberikan alasan untuk mendukung ramalannya itu.
 - b. *Konflik Kognitif dan Diskusi Kelas*. Siswa akan dapat melihat sendiri apakah ramalan mereka benar atau salah. Mereka didorong untuk menguji keyakinan dengan melakukan percobaan di laboratorium. Bila ramalan mereka meleset, mereka akan mengalami konflik kognitif dan mulai tidak puas dengan gagasan mereka. Kemudian mereka didorong

untuk memikirkan penjelasan paling sederhana yang dapat menerangkan sebanyak mungkin gejala yang telah mereka lihat. Usaha untuk mencari penjelasan ini dilakukan dengan proses konfrontasi melalui diskusi dengan teman atau guru yang pada kapasitasnya sebagai fasilitator dan mediator.

c. *Membangun Ulang Kerangka Konseptual.* Siswa dituntun untuk menemukan sendiri bahwa konsep-konsep yang baru itu memiliki konsistensi internal. Menunjukkan bahwa konsep ilmiah yang baru itu memiliki keunggulan dari gagasan yang lama.

6. *Aplikasi.* Meyakinkan siswa akan manfaat untuk beralih konsepsi dari miskonsepsi menuju konsepsi ilmiah. Menganjurkan mereka untuk menerapkan konsep ilmiahnya tersebut dalam berbagai macam situasi untuk memecahkan masalah yang instruktif dan kemudian menguji penyelesaiannya secara empiris. Mereka akan mampu membandingkan secara eksplisit miskonsepsi mereka dengan penjelasan secara keilmuwan.
7. *Review.* Review dilakukan untuk meninjau keberhasilan strategi pembelajaran yang telah berlangsung dalam upaya mereduksi miskonsepsi yang muncul pada awal pembelajaran. Revisi terhadap strategi pembelajaran dilakukan bila miskonsepsi yang muncul kembali bersifat sangat resisten. Hal ini penting dilakukan agar miskonsepsi yang resisten tersebut tidak selamanya menghinggapi struktur kognitif, yang pada akhirnya akan bermuara pada kesulitan belajar dan rendahnya prestasi siswa bersangkutan.

Model belajar konstruktivis yang telah diuraikan, dapat dirangkum dalam paradigma berikut.



**Gambar 2.1 Penerapan Model Belajar Konstruktivis
(Dimodifikasi dari Harlen (1992) dan Sadia (1996))**

2.1.3 Implikasi Model Konstruktivis dalam Pembelajaran Fisika

Model konstruktivis tentang pengetahuan mempunyai implikasi yang penting untuk pengajaran. Pengetahuan sosial seperti nama-nama hari, nama-nama unsur, dapat diajarkan melalui pengajaran langsung. Pengetahuan ilmu-ilmu fisik dan matematika tidak dapat dipindahkan secara utuh dari pikiran guru ke pikiran siswa. Model konstruktivis menghendaki pergeseran yang tajam dari perspektif seorang yang memiliki otoritas penuh dalam mengajar menjadi seorang fasilitator yaitu pergeseran dari mengajar dengan pembebanan menjadi mengajar melalui negosiasi (De Vries and Zan, 1994 : 193 ; Bodner, 1986 : 14 ; Dahar, 1988 : 192).

Jonassen (1994:2) mengemukakan implikasi konstruktivisme dalam pembelajaran. Ada delapan hal penting yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Menyediakan gambaran-gambaran dari realitas yang ada.
2. Menyajikan kompleksitas alamiah dari realitas yang ada.
3. Fokus pengetahuan terletak pada proses konstruksi bukan reproduksi.
4. Memberikan tugas-tugas yang sifatnya otentik bukan bersifat abstraksi.
5. Pembelajaran terfokus pada kasus-kasus alamiah dan nyata.
6. Memperhatikan refleksi pebelajar dalam mencerna informasi.
7. Muatan (*content*) dan konteks (*context*) pembelajaran tergantung konstruksi pengetahuan.
8. Konstruksi kolaborasi (*collaborative construction*) pengetahuan dilakukan dengan melakukan negosiasi sosial.

Implikasi dari teori konstruktivis dalam proses pembelajaran adalah pebelajar melakukan proses aktif dalam mengkonstruksi gagasan-gagasannya menuju konsep yang bersifat ilmiah. Pebelajar menyeleksi dan mentransformasi informasi, mengkonstruksi dugaan-dugaan (hipotesis) dan membuat suatu keputusan dalam struktur kognitifnya. Struktur kognitif (skema, model mental) yang dimiliki digunakan sebagai wahana untuk memahami berbagai macam pengertian dan pengalamannya. Ada beberapa aspek utama dalam upaya mengimplementasikan teori

konstruktivis ini dalam pembelajaran, yaitu : (a) siswa sebagai pusat dalam pembelajaran, (b) pengetahuan yang akan disajikan disusun secara sistematis dan terstruktur sehingga mudah dipahami oleh siswa, (c) memanfaatkan media yang baik (Bruner, 2001 : 12).

Implikasi konstruktivis dalam pembelajaran sains adalah (1) seleksi (*selection*), pembelajaran berbasis pada seleksi pengalaman yang telah dimiliki sebelumnya, (2) perhatian (*attention*), guru harus memperhatikan pengalaman-pengalaman tersebut dengan baik, (3) masukan sensori (*sensory input*), guru harus mampu merefleksikan masukan sensori tersebut dengan pengalaman-pengalaman yang dimiliki pembelajar sehingga guru mengetahui cara mengkonstruksinya, (4) membangkitkan hubungan (*generating links*) pengalaman yang telah dimiliki digali dan dihubungkan dengan masukan sensori baru, (5) konstruksi (*constructing meaning*), sensori yang terseleksi selanjutnya dikonstruksi, (6) evaluasi konstruksi (*evaluation of construction*) evaluasi dilakukan untuk mendeteksi keberhasilan proses konstruksi, (7) penggolongan (*subsumption*), menggolongkan hasil konstruksi ke dalam memori, (8) motivasi (*motivation*), siswa akan mendapatkan motivasi bila proses konstruksi mampu meningkatkan konsep ilmiahnya (Bell, 1993 : 71-77).

Transformasi pengetahuan dalam konstruktivisme adalah pergeseran siswa sebagai penerima pasif informasi menjadi pengkonstruksi aktif dalam proses pembelajaran. Pengetahuan selalu merupakan akibat dari suatu konstruksi kognitif, suatu realita melalui kegiatan mental seseorang. Pengetahuan yang dimiliki siswa digunakan untuk membuat suatu hipotesis-hipotesis, menguji teori dan membuat suatu kesimpulan-kesimpulan (Anonim, 2002 : 5).

Pengetahuan yang dibangun dalam pikiran pebelajar didasarkan atas struktur-struktur kognitif atau skema yang telah ada sebelumnya, memberi basis teoretis untuk membedakan antara belajar bermakna dan belajar hafalan. Belajar secara bermakna, individu-individu harus memilih untuk menghubungkan pengetahuan baru dengan konsep-konsep yang relevan dan proporsi-proporsi yang telah mereka ketahui. Dalam belajar hafalan, pengetahuan baru mungkin dapat dikuasai secara lebih sederhana dengan jalan mengingat kata demi kata secara harfiah dan arbitrer untuk digabungkan ke dalam struktur pengetahuan yang berinteraksi dengan apa yang sudah ada sebelumnya (Bodner, 1986 : 15).

Belajar menurut model konstruktivis merupakan proses aktif siswa untuk mengkonstruksi pikirannya. Belajar juga merupakan proses mengasimilasikan dan menghubungkan pengalaman-pengalaman yang telah dimilikinya. Proses belajar dalam model konstruktivis bercirikan oleh hal-hal sebagai berikut (Suparno, 1997:61).

1. Belajar berarti memberi makna. Makna yang diciptakan oleh siswa berasal dari apa yang mereka lihat, dengar, rasakan dan alami. Konstruksi ini dipengaruhi pengertian yang telah dipunyai.
2. Konstruksi arti adalah proses yang terus menerus. Setiap kali berhadapan dengan fenomena atau persoalan yang baru, akan diadakan rekonstruksi baik secara kuat maupun lemah.
3. Belajar bukanlah kegiatan mengumpulkan fakta melainkan lebih merupakan suatu pengembangan pemikiran dengan membuat pengertian yang baru. Belajar bukanlah hasil perkembangan melainkan merupakan

perkembangan itu sendiri. Suatu perkembangan menuntut penemuan dan pengaturan kembali pemikiran seseorang.

4. Proses belajar yang sebenarnya terjadi pada waktu skema seseorang dalam keraguan yang merangsang pemikiran lebih lanjut.
5. Hasil belajar dipengaruhi oleh pengalaman siswa dengan dunia fisik dan lingkungannya.
6. Hasil belajar seseorang tergantung pada apa yang telah diketahui siswa mengenai konsep-konsep, tujuan dan motivasi yang mempengaruhi interaksi dengan bahan yang dipelajari.

Fosnot (dalam, Suparno 1997 : 62) mengemukakan bahwa bagi kaum konstruktivis, belajar adalah suatu proses organik untuk menemukan sesuatu bukan suatu proses mekanik untuk mengumpulkan fakta. Belajar itu merupakan suatu perkembangan pemikiran dengan membuat kerangka pengertian yang berbeda. Siswa harus memiliki pengalaman dengan membuat hipotesis, mengetes hipotesis, memanipulasi objek, memecahkan persoalan, mencari jawaban, menggambarkan, meneliti, berdialog, mengadakan refleksi, mengungkapkan pertanyaan, mengekspresikan gagasan untuk mengkonstruksi informasi yang baru. Siswa membentuk pengetahuan mereka sendiri dan guru membantu sebagai fasilitator dan mediator dalam proses pembelajaran.

Dalam kapasitasnya sebagai fasilitator dan mediator pembelajaran, fungsi dan peran guru menurut Sadia (2000 : 11-12) adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan kondisi yang kondusif bagi terjadinya proses belajar dengan menyajikan problem-problem yang menantang bagi siswa.

2. Berupaya untuk menggali dan memahami pengetahuan awal siswa dan menggunakannya sebagai rujukan dalam merancang dan mengimplementasikannya dalam pembelajaran.
3. Berusaha untuk merangsang dan memberi kesempatan yang luas bagi siswa untuk mengemukakan gagasan dan argumentasinya agar tercapainya negosiasi makna.
4. Lebih menekankan pada masuk akal atau tidaknya argumentasi yang dikemukakan siswa, bukan pada benar atau salahnya respon siswa.
5. Menghindarkan siswa pada cara belajar menghafal (*root learning*) dan mengarahkan agar pembelajaran terjadi melalui asimilasi dan akomodasi.
6. Menyiapkan dan menyajikan konflik kognitif untuk mengubah prakonsepsi siswa yang miskonsepsi menuju konsepsi ilmiah.

Jadi implikasi model konstruktivis dalam pembelajaran adalah kegiatan aktif siswa dalam usaha membangun sendiri pengetahuannya. Siswa mencari arti sendiri dari apa yang mereka pelajari. Ini merupakan proses menyesuaikan konsep dan ide-ide baru dengan kerangka berpikir yang telah ada dalam pikiran mereka. Menurut konstruktivisme siswa bertanggung-jawab atas hasil belajarnya. Mereka membawa pengertian yang lama dalam situasi belajar yang baru. Mereka sendiri yang membuat penalaran atas apa yang dipelajarinya dengan cara mencari makna, membandingkannya dengan apa yang telah ia ketahui dengan apa yang ia perlukan dalam pengalaman yang baru. Kegiatan yang dapat dilakukan dalam pembelajaran fisika dapat berupa demonstrasi dan eksperimen di laboratorium yang titik acuannya adalah *prior knowledge* dan miskonsepsi-miskonsepsi siswa.

2.1.4 Implikasi Model Konvensional dalam Pembelajaran Fisika

Pandangan tradisional (konvensional) tentang pengetahuan didasarkan atas akal sehat (*common sense*) bahwa dunia nyata ada tanpa memperhatikan apakah kita menaruh minat padanya atau tetap memperhatikannya. Persepektif realis berasumsi bahwa kita menerima dunia sebagai apa adanya, yang membangun realitas di dalam pikiran kita. Persepektif ini menggiring ke suatu ikonik atau gagasan pengetahuan dimana struktur-struktur mental kita berhubungan jika dunia itu berupa tiruan langsung yang berkorespondensi dengan realitas. Pandangan tradisional tentang pengetahuan memandang pengetahuan sebagai sebuah kotak hitam. Kita dapat menilai secara akurat tentang apa yang telah terjadi (*stimulus*) dan apa yang akan terjadi (*respon*), tetapi kita hanya bisa menebak tentang apa yang terjadi dalam kotak hitam itu (Bodner, 1986:5).

Piaget menyatakan bahwa pandangan tradisional terhadap pengetahuan sebagai adanya realitas lahiriah, obyektif dan tetap. Subyek menerima secara pasif realitas obyektif tersebut. Subyek pada dasarnya dilihat sebagai suatu tabula rasa bagaikan sehelai kertas yang kosong (Piaget, 1988 : 60). Di sisi lain pandangan tradisional tentang pengetahuan adalah sebagai usaha untuk mencari suatu realitas dengan berbagai cara. Pengetahuan dikatakan benar bila terdiri dari pernyataan-pernyataan yang berkorespondensi secara akurat dan cocok dengan apa yang ada dalam dunia realitas (Glaserfeld, 1989 : 4).

Model pembelajaran konvensional lebih berpusat pada guru (*teacher centered*). Sudjana (2001 : 39 – 40) menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran yang berpusat pada guru menekankan pentingnya aktivitas guru dalam membelajarkan

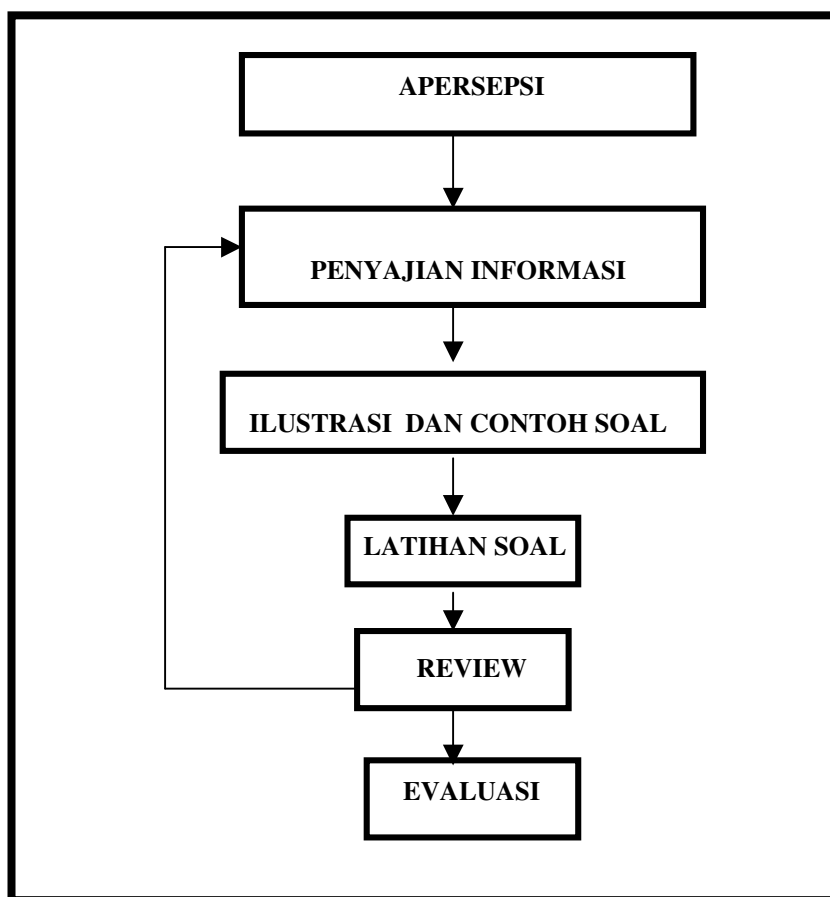
peserta didik. Peserta didik berperan sebagai pengikut dan penerima pasif dari kegiatan yang dilaksanakan. Ciri pembelajaran ini adalah : (1) dominasi guru dalam kegiatan pembelajaran, sedangkan peserta didik bersifat pasif dan hanya melakukan kegiatan melalui perbuatan pendidik, (2) bahan belajar terdiri atas konsep-konsep dasar atau materi belajar yang tidak dikaitkan dengan pengetahuan awal siswa sehingga peserta didik membutuhkan informasi yang tuntas dan gamblang dari guru, (3) pembelajaran tidak dilakukan secara berkelompok dan (4) pembelajaran tidak dilaksanakan melalui kegiatan laboratorium.

Keunggulan dari model pembelajaran yang berpusat pada guru ini adalah: (1) bahan belajar dapat disampaikan secara tuntas, (2) dapat diikuti oleh peserta didik dalam jumlah besar, (3) pembelajaran dapat dilaksanakan sesuai dengan alokasi waktu yang telah disediakan, (4) target materi relatif mudah dicapai. Sedangkan kelemahan yang terjadi adalah : (1) sangat membosankan karena mengurangi motivasi dan kreativitas siswa, (2) keberhasilan perubahan sikap dan perilaku peserta didik relatif sulit untuk diukur, (3) kualitas pencapaian tujuan belajar yang telah ditetapkan adalah relatif rendah karena pendidik sering hanya mengejar target waktu untuk menghabiskan target materi pembelajaran, pembelajaran kebanyakan menggunakan ceramah dan tanya jawab (Sudjana, 2001 : 39 - 40).

Sadia (1996 : 12) mendefinisikan model belajar konvensional sebagai rangkaian kegiatan belajar yang dimulai dengan orientasi dan penyajian informasi yang berkaitan dengan konsep yang akan dipelajari, dilanjutkan dengan pemberian ilustrasi atau contoh soal oleh guru, diskusi dan tanya jawab sampai akhirnya guru merasa bahwa apa yang telah diajarkannya dapat dimengerti siswa.

Jadi model belajar konvensional adalah model belajar yang tidak dilandasi oleh paham konstruktivisme, titik tolak pembelajaran tidak dimulai dari pengetahuan awal yang dimiliki siswa (*prior knowledge*). Pembelajaran dimulai dari penyajian informasi, pemberian ilustrasi dan contoh soal, latihan soal-soal sampai pada akhirnya guru merasakan apa yang diajarkan telah dimengerti oleh siswa.

Penerapan model belajar konvensional yang telah diuraikan, dapat dirangkum dalam paradigma berikut.



Gambar 2.2 Penerapan Model Belajar Konvensional

Sintaks implementasi pembelajaran untuk model konvensional dan konstruktivis disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2.1
Sintaks Implementasi Pembelajaran Model Konvensional dan Konstruktivis

KONVENSIONAL	KONSTRUKTIVIS
Pembelajaran dimulai dari hal-hal yang bersifat khusus. Penekanan pembelajaran pada keterampilan-keterampilan dasar (<i>basic skills</i>).	Pembelajaran menekankan konsep-konsep esensial dimulai dari permasalahan yang bersifat umum dan menyeluruh.
Proses pembelajaran sangat terfokus pada buku pelajaran yang dipegang.	Pembelajaran lebih mengacu pada sumber-sumber langsung dari apa yang telah diungkapkan pada buku pelajaran.
Guru memberikan informasi kepada siswa, dan siswa berperan sebagai penerima pasif dari pengetahuan yang diberikan.	Guru membuka dialog dengan siswa dan membantunya mengkonstruksi pengetahuan yang diterimanya.
Penilaian mengacu pada benar-salahnya siswa menjawab permasalahan yang dilontarkan guru	Penilaian yang dilakukan mengacu pada kerja siswa, hasil oservasi dan hasil tes. Penilaian proses dan produk dilakukan secara berimbang.
Fokus utama pembelajaran pada pencapaian kurikulum.	Menggali permasalahan yang dihadapi siswa menjadi fokus utama dalam pembelajaran.
Pembelajaran menekankan pada pengulangan-pengulangan guna memantapkan konsep yang dimilikinya.	Siswa sangat interaktif membangun pengetahuannya dan berusaha terus untuk memperkaya struktur-struktur kognisinya..
Guru memberikan informasi satu arah dan memiliki otoritas penuh dalam pembelajaran.	Guru melakukan interaksi melalui proses negosiasi makna.
Pengetahuan bersifat pasif (<i>inert</i>).	Pengetahuan bersifat dinamis.
Siswa melakukan pembelajaran guna memecahkan permasalahan secara individual.	Siswa melakukan pembelajaran dalam memecahkan masalah secara berkelompok.

(Anonim,2002)

2.1.5 Hakikat Penalaran Formal

Penalaran (*reasoning*) merupakan suatu konsep umum yang menunjuk pada salah satu proses berpikir untuk sampai kepada suatu kesimpulan sebagai pernyataan baru dari beberapa pernyataan lain yang telah diketahui. Menurut Aristoteles prinsip penalaran memiliki tiga prinsip utama yaitu prinsip identitas (*law of identity*), prinsip non kontradiksi dan prinsip *ekslusi tertii*. (1) prinsip identitas (*law of identity*) merupakan dasar dari semua penalaran sifatnya langsung, analitis dan jelas dengan sendirinya tidak membutuhkan pembuktian. Hal ini dapat diartikan bahwa sesuatu hal adalah sama dengan dirinya sendiri, (2) prinsip non kontradiksi, dua sifat yang berlawanan penuh secara mutlak tidak mungkin ada pada suatu benda dalam waktu dan tempat yang sama dan (3) prinsip *ekslusi tertii*, merupakan prinsip penyisihan jalan tengah atau prinsip tidak adanya kemungkinan ketiga. Secara lugas diartikan bahwa dua sifat yang berlawanan tidak mungkin kedua-duanya dimiliki oleh suatu benda (Bakry, 1986 : 44).

Copi (1986 : 107 - 108) menyebut penalaran sebagai cara berpikir spesifik untuk menarik kesimpulan dari premis-premis. Untuk menegakkan kebenaran dari suatu proporsi, seseorang meramalkan premis-premis yang dapat diterima, dengan proporsi dalam pertanyaan dapat dianggap sebagai pemecahan. Erwin (1999 : 83) mendefinisikan penalaran formal sebagai kemampuan berpikir benar dalam mencapai kebenaran, dapat membedakan antara kenyataan yang diterima dan harapan yang diinginkan. Siswa yang sudah berusia 11 tahun ke atas telah memiliki penalaran formal. Siswa pada usia tersebut telah mampu berpikir secara simbolik dan berpikir abstrak terhadap obyek yang diamati, sistematis, terarah dan mempunyai tujuan yang

akan dicapai, di samping mampu berpikir induktif, deduktif dan empiris rasional. Aspek penalaran formal meliputi penalaran kombinatorial, penalaran korelasional dan penalaran proporsional.

Flavell mengemukakan beberapa karakteristik dari berpikir operasional formal. *Pertama*, berpikir hipotesis deduktif. Ia dapat merumuskan banyak alternatif hipotesis dalam menanggapi masalah dan mengecek data terhadap setiap hipotesis untuk membuat keputusan yang layak. Tetapi ia belum mempunyai kemampuan untuk menerima dan menolak hipotesis. *Kedua* berpikir proporsional, seorang anak pada tahap operasional formal dalam berpikir tidak dibatasi pada benda-benda atau peristiwa-peristiwa yang konkret, ia dapat menangani pernyataan atau proporsi yang memerikan data konkrit. Ia bahkan dapat menangani proporsi yang berlawanan dengan fakta. *Ketiga*, berpikir kombinatorial. Kegiatan berpikir yang meliputi semua kombinasi benda-benda, gagasan-gagasan atau proporsi-proporsi yang mungkin. *Keempat* berpikir refleksif. Anak-anak dalam periode ini berpikir sebagai orang dewasa. Ia dapat berpikir kembali pada satu seri operasional mental. Dengan perkataan lain ia dapat berpikir tentang berpikirnya. Ia juga dapat menyatakan operasi mentalnya dengan simbol-simbol (Dahar, 1989 : 155 - 56).

Pada tahap operasional formal, dalam menyajikan atau menggambarkan abstraksi mental, anak didik tidak bersandar pada operasi konkret. Mereka sudah mampu memperoleh strategi yang logis, rasional dan abstrak. Mereka yang berada pada tahap ini telah mampu mempertimbangkan berbagai pandangan secara simultan dan memandang tindakannya secara obyektif. Berpikir pada tahap ini ditandai oleh pembentukan hipotesis yang diikuti oleh pengujian hipotesis tersebut. Teori

perkembangan intelektual Piaget, walaupun hanya menunjukkan sifat dari perkembangan berpikir anak dan bukan usaha untuk memperbaiki metode belajar mengajar, kenyataannya telah banyak memberi sumbangan bagi pelaksanaan proses belajar-mengajar (Soetopo, 2000 : 204).

Amien (1996 : 284) menyatakan bahwa sesuai dengan teori perkembangan, anak-anak semakin matang dan berpengalaman setiap harinya, maka secara perlahan-lahan mereka akan mengembangkan pola berpikir yang lebih berpengalaman antara usia 12-15 tahun, yaitu anak-anak mulai berpikir seperti orang dewasa . Mereka mulai menyampaikan pola berpikirnya melalui simbol, pertimbangan ide-ide yang berlawanan ke realitas, menyusun teori abstrak, merefleksikannya sesuai dengan proses berpikir dan cara berpikir mereka. Para siswa mulai menggunakan konsep yang berbeda secara bersama-sama, seperti halnya waktu dan jarak untuk menyusun konsep baru, misalnya kecepatan ($\text{jarak} / \text{waktu}$). Selama proses belajar, terjadi *trial and error* sehingga terjadi proses penyesuaian diri, misalnya ada sekelompok keterampilan yang bila dikuasai akan mendekatkan siswa ke pola berpikir formal.

Mengenai penalaran formal ini Lawson (dalam Erwin, 2001:76) menyebutkan ada lima cara yang termasuk di dalamnya, yaitu : (a) identifikasi dan pengontrolan variabel, (b) kemampuan berpikir kombinatorial, (c) kemampuan berpikir korelasional, (d) kemampuan berpikir probabilitas dan (e) kemampuan berpikir proporsional. Dengan demikian anak pada tahap operasional formal menggunakan kelima cara tersebut dalam penalarannya. Lawson mendefinisikan identifikasi dan pengontrolan variabel sebagai kemampuan siswa dalam mengidentifikasi variabel yang paling tepat terutama dalam memecahkan masalah. Sedangkan kemampuan

berpikir yang menggabungkan beberapa faktor kemudian menyimpulkan sebagai hasil penggabungan tersebut terutama dalam memecahkan masalah disebut penalaran kombinatorial. Selanjutnya jika siswa menganalisis masalah dengan menggunakan hubungan-hubungan atau sebab akibat maka kemampuan seperti itu disebut kemampuan penalaran korelasional. Kegiatan berpikir lain untuk memecahkan masalah melalui berbagai kecenderungan mendorong siswa untuk mencari probabilitas. Kemampuan penalaran yang lain yaitu penalaran proporsional adalah kemampuan memecahkan masalah secara proporsi dan menggabungkan proporsi yang satu dengan yang lain. Dalam identifikasi pengontrolan variabel, caranya dapat dilakukan dengan memberikan satu permasalahan yang memiliki bermacam-macam variabel yang berbeda satu sama lain kepada siswa. Setelah itu diukur kemampuan siswa mengidentifikasi dan mengontrol beberapa variabel yang diberikan tersebut.

Ali (2002 : 10) mendefinisikan penalaran formal sebagai kapasitas siswa untuk melakukan operasional formal yang meliputi : (1) berpikir proporsional, (2) berpikir kombinatorial, (3) berpikir mengontrol variabel, (4) berpikir probabilitas dan (5) berpikir korelasional. Dalam proses berpikir proporsional, anak bekerja dengan proposisi-proposisi, anak mencari hubungan antara proposisi satu dengan proposisi lainnya untuk mendapatkan kesimpulan. Dalam hal ini anak melakukan korelasional. Apabila hubungan ini berbentuk kuantitatif, berarti anak dalam memecahkan masalah melakukan operasi berkenaan dengan proporsi dan disebut berpikir proporsional. Bila anak berhadapan dengan sesuatu masalah, pertama-tama dapat melihat segala penyelesaiannya yang mungkin dalam akalinya. Selanjutnya akan membentuk hipotesis atau pikiran secara deduktif dan disimpulkan dapat menyelesaikan masalah

yang terbaik dalam situasi tertentu menurut pertimbangan anak tersebut. Dalam hal ini anak telah melakukan pengontrolan variabel. Masalah yang hendak dapat dipecahkan dapat berupa beberapa kecenderungan atau probabilitas dan anak dapat menentukan faktor yang memiliki kecenderungan atau probabilitas paling besar secara kuantitatif. Ini berarti anak melakukan operasi probabilitas.

Dalam penelitian yang dilakukan Piaget ternyata siswa pada tahap operasional konkret yaitu usia 7-11 tahun, sudah mampu melihat hubungan antara variabel meskipun belum mampu menyimpulkan adanya pengaruh dari variabel-variabel tertentu terhadap suatu peristiwa. Pada usia 11 tahun ke atas atau pada tahapan operasional formal sudah mampu mengidentifikasi beberapa variabel, hubungannya, menetapkan berbagai informasi yang berhubungan dengan masalah dan mempertahankan beberapa variabel tertentu. Piaget memberikan garis besar sistem intelektual anak pada tahap perkembangan. Perkembangan kognitif siswa yang dikemukakannya terdiri dari empat taraf yaitu : (a) *sensori motorik* (0-2 tahun), (b) *pra operasional* (2-7), (c) *operasional konkret* (7-11) dan (d) *operasional formal* (11 tahun ke atas) (Piaget, 1988 ; 64 -71)

Sensori motorik. Taraf ini dicirikan oleh giatnya skemata sensori motoris yang mengatur indra dan gerakan. dalam periode ini tidak ada kegiatan-kegiatan simbolis. Secara berangsur-angsur lewat kegiatan sensorisnya dan gerakan motorisnya anak belajar untuk mengkoordinir berbagai macam pola tindakan. Dalam keadaan kesatuan *osmose afektif*, lama-lama mereka mulai sadar untuk membedakan dengan dunia luar. Kesadaran akan diri sebagai subyek dan pembentukan obyek terjadi secara serentak. Pembentukan obyek ini bukanlah satu kenyataan primer tetapi sebuah

konstruksi yang terjadi secara bertahap. Pembentukan obyek ini akan berkembang menjadi kesadaran akan *permanensi obyek* yang berarti timbulnya kesadaran sebuah obyek yang walaupun tidak dapat diraba secara langsung, toh masih betul-betul berada terus jika suatu saat obyek tersebut tersembunyi bagi si subyek.

Pra Operasional. Pada taraf ini dicirikan oleh berangsur-angsurnya penambahan daya mengabstraksi, yang berarti memiliki kemampuan untuk melepaskan diri dari kenyataan yang konkret secara berganti-ganti. Periode ini dibagi dalam dua sub taraf. (a). *pra konseptual* (2-4 tahun) dan (b). *Sub taraf intuitif* (4 – 7 tahun). Dalam *taraf pra konseptual* perkembangan mental telah berubah karena sudah terjadi perpindahan aksi-aksi sebagai representasi sesaat. Fungsi simbolis muncul sekitar umur 2 tahun. Fungsi simbolis berarti kemampuan untuk mewakili sesuatu yang intern (misal : perasaan dan pikiran). Simbol tidak menunjuk pada diri sendiri, tetapi gambaran yang menunjuk kepada sesuatu yang lain. Perluasan realitas simbolis ini khususnya terjadi dalam bentuk permainan, tiruan dan bahasa. Ketiga faktor tersebut merupakan cara yang khas untuk menghadirkan sesuatu yang secara nyata tidak hadir. Sub taraf pra konseptual ini selanjutnya dicirikan lagi oleh sifat *egosentrisme*. Anak masih menganggap diri sebagai titik pusat mutlak dari dunianya dan menentukan diri sebagai patokan dan ukuran mutlak untuk setiap penilaian dan pertimbangan sehingga anak tidak dapat menempatkan diri dalam sudut pandangan orang lain. Pikiran anak masih bersifat terpusat (*sentras*). Anak yang berhadapan dengan suatu dimensi yang berbeda-beda secara serentak, hanya dapat memfokuskan kepada satu dimensi saja. Aspek yang paling menonjol dalam *Sub taraf intuitif*, anak sudah berhasil mengumpulkan sejumlah benda yang berbeda-beda menurut bentuk,

besar dalam satu kategori tunggal. Anak sudah mampu melihat relasi-relasi koheren tetapi tidak berhasil menguraikan relasi-relasi koheren tersebut karena cara berpikirnya masih bersifat intuitif. Pada taraf ini anak mulai menangkap realitas secara logis dan munculnya aspek konservasi. Aspek konservasi ini merupakan kesadaran bahwa substansi atau benda (tanah, besi, kayu, air) tidak kehilangan sifat tertentu (berat, volume) walaupun secara jelas terjadi perubahan bentuk tertentu (transformasi, seperti bentuk bulat berubah menjadi pipih). Tercapainya aspek transformasi ini menandai kepada peralihan pemikiran menuju konkret operasional.

Operasional Konkret. Taraf ini dicirikan oleh penghapusan berbagai keterbatasan yang ada pada taraf sebelumnya. Cara berpikir anak semakin kurang *egosentris* dan menjadi lebih *terdesentris*. Anak telah memperoleh beberapa pengertian (secara klasifikasi, konservasi dan seriasi) tetapi sekarang mereka juga belajar bagaimana mereka harus menerapkan pengertian tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Dua ciri yang paling mencolok dari taraf ini adalah sifat *operasional* dan *reversible*. Dalam pemikiran *operasional*, melalui tindakan berpikirnya, anak dapat membuat suatu dengan cara membayangkannya. Perbuatan mental semata-mata dilakukan pada tingkat yang konkret. Tindakannya masih bergantung pada kehadiran nyata obyek-obyek konkret. Dalam prinsip reversibilitas, anak dapat kembali kepada titik tolaknya dan dapat memperbaiki tindakan mentalnya dengan melakukan kembali secara mental urutan yang sebaliknya. Dalam hal ini anak mampu mengantisipasi dan memperhitungkan apa yang akan terjadi.

Operasional Formal. Periode ini dicirikan oleh dua sifat khas yaitu :
(a) *hipotesis deduktif* dan (b) *kombinatoris*. Dalam aspek hipotesis deduktif, anak

mampu melihat segala kemungkinan penyelesaian suatu masalah dengan membentuk sejumlah hipotesis atau perkiraan yang secara deduktif disimpulkan dapat memberikan penyelesaian terbaik. Anak tidak lagi berpikir dari sudut realitas tetapi memperhatikan segala kemungkinan yang muncul secara abstrak. Dalam pemikiran *kombinatoris*, anak dalam mengerjakan sesuatu secara metadis-sistematis. Pada taraf ini mereka sudah mampu melepaskan diri semaksimal mungkin dari realitas yang dapat diamati dan diraba secara langsung. Melepaskan diri dari *kekinian* dan *kesinian* (*hit et nunc*). Pemikiran sudah masuk kedalam dunia logis yang berlaku secara mutlak dan universal.

Inhelder dan Piaget membuat suatu inventory untuk mengukur tingkat operasional formal. Inventory ini mengacu pada skemata yang disesuaikan dengan tingkat operasional formal seseorang. Terkait dengan pengetahuan ilmiah yang harus dimiliki seseorang pada tingkat operasional formal ini, Inhelder dan Piaget memberikan beberapa ciri (Travers, 1982 : 294).

- **Operasi Kombinasi (*Combinatorial Operation*)**

Pencapaian menuju tingkat operasional formal harus mencakup kombinasi terhadap suatu proposisi. Sebagai contoh mengenai masalah bandul, anak-anak akan mencoba menemukan faktor yang mempengaruhi cepat lambatnya ayunan suatu bandul. Hipotesis yang mungkin muncul adalah :

- Frekwensi ayunan bandul tergantung dari panjang tali dan berat beban.
- Frekwensi ayunan bandul tergantung dari berat beban dan tidak tergantung dari panjang tali.
- Frekwensi ayunan bandul tidak tergantung dari panjang tali dan berat beban

Anak-anak akan mencoba memecahkan masalah terkait dengan hipotesis yang diberikan dengan nalarnya guna melihat faktor-faktor yang berpengaruh terhadap frekwensi bandul. Bila berhasil memecahkan masalahnya maka mereka akan menyimpulkan hanya panjang bandul yang mempengaruhi frekwensinya, sedangkan faktor lain seperti berat, amplitudo ayunan, gaya tidak berpengaruh.

- **Perbandingan (*Proportions*).**

Pada tahap operasional konkret anak belum memahami sepenuhnya tentang persamaan dari dua buah perbandingan $a/b = x/y$. Anak pada umur 9 tahun sampai 11 tahun akan mencoba memecahkan masalah perbandingan ini dengan menggunakan jari-jarinya. Pada tahap operasional konkret anak tidak mampu dan belum memahami sepenuhnya tentang konsep perbandingan ini. Untuk menghindari konsep yang bersifat numerik, konsep perbandingan dapat dilihat dari analogi. Misalnya anak-anak melihat bulu pada burung memiliki analogi fungsi yang sama untuk rambut pada mamalia. Mereka akan mencoba menganalogikan bahwa bulu untuk burung dan rambut untuk mamalia.

- **Koordinasi Terhadap Dua Sistem Acuan (*The Coordination of Two System of Reference*)**

Studi Piaget tentang konsep koordinasi ini dapat ditinjau dari pengertian terhadap kecepatan dan gerak. Satu masalah unik yang dikemukakan Piaget berkaitan dengan konsep koordinasi ini adalah gerakan seekor keong dalam sebuah papan luncur. Dalam hal ini keong dapat bergerak maju dan mundur, begitu pula papan luncur. Ketika papan luncur dan keong tersebut bergerak, maka kecepatan keong terhadap titik acuan luar adalah merupakan penjumlahan kecepatan dari keong dan

papan luncur. Anak yang berada pada tahap operasional konkret tidak memungkinkan untuk memecahkan masalah ini sebab mereka belum memiliki kemampuan untuk mengoperasikan perhitungan secara simultan untuk kerangka acuan yang berbeda (satu sisi adalah keong di atas papan luncur dan di satu sisi papan luncur yang ada di atas meja). Siswa yang berada pada tahap operasional formal akan mampu memecahkan masalah semacam ini dan memiliki kemampuan untuk membuat ramalan-ramalan. Pada umur 15 tahun anak sudah mampu membandingkan 2 obyek secara simultan.

- **Proses Keseimbangan Mekanik (*The Process of Mechanical Equilibrium*)**

Pada tahap operasional konkret anak yang berumur 8 tahun sampai 11 sudah memahami tentang keseimbangan mekanis bila fakta yang disajikan sangat jelas. Dalam kasus tekanan piston dalam suatu fluida, siswa mengalami kesulitan untuk memahami tekanan oleh dinding-dinding silinder terhadap fluida yang mendesaknya.

- **Probabilitas (*Probability*)**

Piaget percaya bahwa konsep probabilitas membutuhkan pemahaman yang baik. Probabilitas adalah konsep sulit karena bersifat abstrak. Pada tahap operasional konkret anak berpikir bahwa munculnya bagian depan pada pelemparan uang logam memiliki kemungkinan yang berbeda dengan munculnya bagian belakangnya. Pada tingkat operasional konkret kejadian akan munculnya satu sisi mata uang akan menghilangkan peluang munculnya satu sisi yang lain pada kejadian yang lain.

- **Korelasi (*Correlation*)**

Pada tahap operasional formal anak dapat menjelaskan dua pengukuran dan mampu mengkorelasikan antar variabel-variabelnya. Dalam tingkat operasional

konkret anak mampu menggunakan intuisinya untuk memahami hubungan-hubungan tersebut tetapi mereka belum mampu menjelaskan konsep kovarian dari dua variabel. Pada Tahap operasional formal meskipun belum memahami konsep dan rumus tentang statistik korelasi, tetapi mereka sudah memegang konsep variasi variabel. Variasi ini menimbulkan hubungan antara variabel-variabel.

- **Kompensasi (*Compensation*)**

Ide dasar menyertakan konsep kompensasi adalah adanya penurunan dimensi satu akan ditutupi oleh kenaikan pada dimensi yang lain. Meskipun pada tahap permulaan, anak mengerti bahwa cairan yang dituangkan dari tempat yang lebar ke tempat yang sempit tidak berubah volumenya. Tetapi mereka tidak sepenuhnya mengetahui adanya kompensasi bentuk (dimensi) dari lebar ke dalam bentuk yang tinggi. Hal ini sama halnya dengan berat seseorang berhubungan dengan tinggi dan gemuk-kurusnya seseorang. Bila orangnya pendek dan dibarengi dengan kenaikan berat badan maka secara otomatis berat seseorang akan tetap. Inhelder dan Piaget sangat menekankan konsep ini, seperti halnya konsep korelasi yang tanpa penalaran matematika dan mereka tidak sadar telah mengaitkannya dengan konsep proporsi.

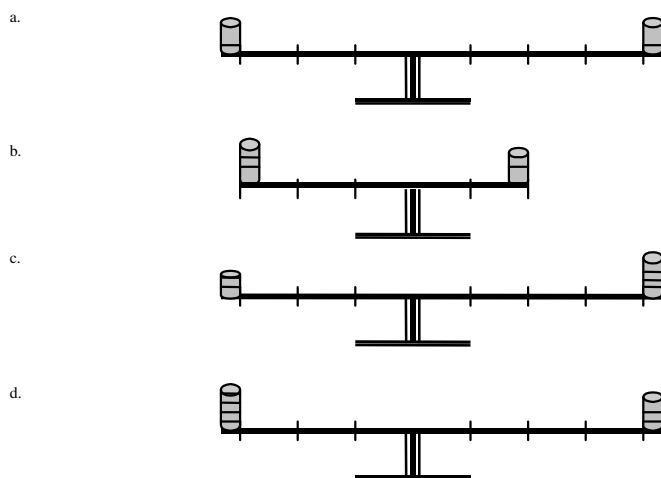
- **Konsep Kekekalan (*Concepts of Conservation*)**

Pemahaman terhadap konsep kekekalan dapat dicermati dari konsep kekekalan momentum. Benda yang bergerak secara seragam maka tidak ada gaya yang bekerja padanya. Sedangkan benda yang tidak bergerak seragam maka akan mengalami kecenderungan untuk bergerak lebih lambat yang pada akhirnya akan berhenti. Gaya yang menghentikannya tidaklah merupakan sesuatu yang dapat diamati. Konsep kekekalan momentum ini diturunkan secara tidak langsung dari data yang ada. Oleh

sebab itu konsep ini bersifat abstrak dan sulit dimengerti. Konsep ilmiah tentang kekekalan momentum ini dapat dibentuk setelah peristiwanya berlalu.

Inventory yang berdasarkan aspek-aspek tersebut digunakan oleh Inhelder dan Piaget untuk menentukan tingkat operasional formal anak. Salah satu contoh tes penalaran formal untuk konsep keseimbangan mekanik yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada soal berikut.

Manakah dari gambar berikut yang menunjukkan suatu keseimbangan ?



Gambar 2.3 Proses Keseimbangan Mekanik

Gambar 2.3 digunakan untuk menguji siswa pada konsep proses keseimbangan mekanik (*the process of mechanical equilibrium*). Siswa membandingkan kombinasi beban dan panjang alas agar sistem mengalami suatu keseimbangan.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa penalaran formal adalah kapasitas siswa untuk melakukan operasi-operasi formal yang meliputi : berpikir kombinatorial, berpikir proporsi, berpikir koordinasi, berpikir keseimbangan mekanik, berpikir probabilitas, berpikir korelasi, berpikir kompensasi dan berpikir konservasi.

2.1.6 Miskonsepsi dalam Pembelajaran Fisika

Novak (1984 : 20) mendefinisikan miskonsepsi sebagai suatu interpretasi konsep-konsep dalam suatu pernyataan yang tidak dapat diterima. Suparno (1998 : 95) memandang miskonsepsi sebagai pengertian yang tidak akurat akan konsep, penggunaan konsep yang salah, klasifikasi contoh-contoh yang salah, kekacauan konsep-konsep yang berbeda dan hubungan hierarkis konsep-konsep yang tidak benar. Dari pengertian di atas miskonsepsi dapat diartikan sebagai suatu konsepsi yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah atau pengertian yang diterima oleh para ilmuwan.

Miskonsepsi didefinisikan sebagai konsepsi siswa yang tidak cocok dengan konsepsi para ilmuwan, hanya dapat diterima dalam kasus-kasus tertentu dan tidak berlaku untuk kasus-kasus lainnya serta tidak dapat digeneralisasi. Konsepsi tersebut pada umumnya dibangun berdasarkan akal sehat (*common sense*) atau dibangun secara intuitif dalam upaya memberi makna terhadap dunia pengalaman mereka sehari-hari dan hanya merupakan eksplanasi pragmatis terhadap dunia realita. Miskonsepsi siswa mungkin pula diperoleh melalui proses pembelajaran pada jenjang pendidikan sebelumnya (Sadia, 1996:13).

Penyebab dari resistennya sebuah miskonsepsi karena setiap orang membangun pengetahuan persis dengan pengalamannya. Sekali kita telah membangun pengetahuan, maka tidak mudah untuk memberi tahu bahwa hal tersebut salah dengan jalan hanya memberi tahu untuk mengubah miskonsepsi itu. Jadi cara untuk mengubah miskonsepsi adalah dengan jalan mengkonstruksi konsep baru yang lebih cocok untuk menjelaskan pengalaman kita (Bodner, 1986 : 14).

Sejumlah miskonsepsi sangatlah bersifat resistan, walaupun telah diusahakan untuk menyangkalnya dengan penalaran yang logis dengan menunjukkan perbedaannya dengan pengamatan-pengamatan sebenarnya, yang diperoleh dari peragaan dan percobaan yang dirancang khusus untuk maksud itu. Jumlah siswa yang berpegang terus pada miskonsepsi cenderung menurun dengan bertambahnya umur mereka dan makin tingginya strata pendidikan mereka. Keterampilan siswa dalam mengubah-ubah bentuk matematis rumus-rumus yang menyatakan hukum-hukum fisika dan kelincahan mereka dalam menggunakan rumus untuk memecahkan soal-soal kuantitatif dapat menyembunyikan miskonsepsi mereka tentang hukum-hukum itu. Belum tentu mereka dapat menyembunyikan hukum-hukum itu secara kualitatif, seperti misalnya besaran mana yang merupakan sebab dan besaran mana yang merupakan akibat pada penerapan hukum Ohm (Wilarjo, 1998 : 55).

Jadi dapat disimpulkan bahwa menurut paradigma konstruktivis, dalam pikiran setiap orang terdapat skemata. Melalui skemata itu ia mampu membangun gambaran mental tentang gejala-gejala yang dialaminya. Miskonsepsi didefinisikan sebagai konsepsi siswa yang tidak cocok dengan konsepsi yang benar, hanya dapat ditemukan dalam kasus-kasus tertentu dan tidak berlaku untuk kasus-kasus lainnya serta tidak dapat digeneralisasi. Miskonsepsi akan terbentuk bila gambaran mental seseorang tidak sesuai dengan konsepsi seorang ilmuwan. Suatu miskonsepsi muncul bila gambaran tersebut dibayangkan secara intuitif oleh seseorang atas dasar pengalaman sehari-harinya.

Dalam menangani miskonsepsi yang dipunyai siswa, kiranya perlu diketahui lebih dahulu konsep-konsep alternatif apa saja yang dipunyai siswa dan dari mana mereka mendapatkannya. Dengan demikian kita dapat memikirkan bagaimana mengatasinya. Diperlukan cara-cara mengidentifikasi atau mendeteksi salah pengertian tersebut yaitu melalui peta konsep, tes esai, interview klinis dan diskusi kelas (Novak, 1985 : 94 ; Pearsall, 1996:199 ; Sadia, 1997:8 ; Harlen, 1992:176).

a. Peta Konsep (Concept Maps)

Novak (1985 : 94) mendefinisikan peta konsep sebagai suatu alat skematis untuk merepresentasikan suatu rangkaian konsep yang digambarkan dalam suatu kerangka proposisi. Peta itu mengungkapkan hubungan-hubungan yang berarti antara konsep-konsep dan menekankan gagasan-gagasan pokok. Peta konsep disusun hierarkis, konsep esensial akan berada pada bagian atas peta. Miskonsepsi dapat diidentifikasi dengan melihat hubungan antara dua konsep apakah benar atau tidak. Biasanya miskonsepsi dapat dilihat dalam proposisi yang salah dan tidak adanya hubungan yang lengkap antar konsep.

Pearsal (1996 : 199) menyatakan bahwa dengan peta konsep kita dapat melihat refleksi pengetahuan yang dimiliki siswa. Dengan mencermati kompleksitas peta konsep tersebut kita dapat mendeteksi konsep-konsep mana yang kurang tepat dan sekaligus perubahan konsepnya. Untuk lebih melihat latar belakang susunan peta konsep tersebut ada baiknya peta konsep itu digabung dengan interview klinis. Dalam interview itu siswa diminta mengungkapkan lebih mendalam gagasan-gagasannya.

b. Tes Esai Tertulis

Guru dapat mempersiapkan suatu tes esai yang memuat beberapa konsep fisika yang memang mau diajarkan atau yang sudah diajarkan. Dari tes tersebut dapat diketahui salah pengertian yang dibawa siswa dan salah pengertian dalam bidang apa. Setelah ditemukan salah pengertiannya, beberapa siswa dapat diwawancarai untuk lebih mendalami mengapa mereka punya gagasan seperti itu. Dari wawancara itulah akan kentara dari mana salah pengertian itu dibawa.

c. Interview klinis

Interview klinis dilakukan untuk melihat miskonsepsi pada siswa. Guru memilih beberapa konsep fisika yang diperkirakan sulit dimengerti siswa, atau beberapa konsep fisika yang essensial dari bahan yang mau diajarkan. Kemudian, siswa diajak untuk mengekspresikan gagasan mereka mengenai konsep-konsep di atas. Dari sini dapat dimengerti latar belakang munculnya miskonsepsi yang ada dan sekaligus ditanyakan dari mana mereka memperoleh miskonsepsi tersebut.

d. Diskusi dalam Kelas

Dalam kelas siswa diminta untuk mengungkapkan gagasan mereka tentang konsep yang sudah diajarkan atau yang mau diajarkan. Dari diskusi di kelas itu dapat dideteksi juga apakah gagasan/ide mereka tepat atau tidak (Harlen, 1992:176). Dari diskusi tersebut, guru atau seorang peneliti dapat mengerti konsep-konsep alternatif yang dipunyai siswa. Cara ini lebih cocok digunakan pada kelas yang besar dan juga sebagai penajakan awal.

Miskonsepsi sangatlah resisten dalam pembelajaran bila tidak diperhatikan dengan seksama oleh guru. Di bawah ini diberikan beberapa contoh miskonsepsi yang sering dijumpai pada siswa.

Gerak

Banyak siswa juga punya salah pengertian tentang percepatan gravitasi. Kebanyakan siswa secara spontan mengatakan bahwa sebuah benda yang lebih berat akan jatuh lebih cepat daripada benda yang ringan pada peristiwa gerak jatuh bebas. Beberapa siswa malah masih menganggap bahwa bola besi dan bola plastik yang dijatuhkan bebas dari ketinggian yang sama akan sampai di tanah dalam waktu yang berbeda karena bola besi akan jatuh lebih cepat dari bola plastik. Padahal menurut prinsip fisika, kedua benda itu akan jatuh dengan percepatan yang sama dan waktu yang ditempuh sampai ke lantai juga sama (bila tidak ada unsur lain yang mempengaruhi).

Cukup banyak siswa juga berpikir bahwa jika dua benda bergerak dalam waktu dan percepatan yang sama, mereka akan punya jarak tempuh sama pula. Mereka lupa bahwa kecepatan awal perlu diperhitungkan karena unsur itu yang membuat jaraknya berbeda. Menurut beberapa penelitian, salah pengertian terbanyak terjadi pada gerak parabola. Siswa masih sulit menangkap mengapa kecepatan pada puncak suatu projektil adalah nol, meski percepatannya tidak nol. Mereka berpikir bahwa jika kecepatan itu nol, percepatannya juga harus nol (Suparno, 1998:97).

Gaya, massa, dan berat

Banyak siswa bingung dengan konsep dari gaya, massa dan berat. Dalam fisika, berat (G) adalah suatu gaya (F) dan punya unit newton; sedangkan massa (m) punya satuan kilogram, dan ini bukan gaya. Namun, banyak siswa menuliskan bahwa berat adalah suatu massa dan punya satuan kilogram.

Beberapa siswa menghubungkan gaya dengan suatu aksi dan gerak. Maka mereka menangkap bahwa jika tidak ada suatu gaya, tidak akan ada suatu gerakan. Akibatnya, mereka berpikir bahwa bila tidak ada gerak sama sekali, juga tidak ada gaya. Misalnya, jika seorang mendorong suatu kereta dan kereta itu bergerak, siswa mengatakan ada suatu gaya bekerja pada kereta itu. Namun, bila kereta itu tidak bergerak, mereka mengatakan bahwa tidak ada gaya pada kereta tersebut, meski orang itu mendorong kereta dengan energi yang besar. Dalam fisika, meski kereta tidak bergerak, tetap ada gaya yang bekerja padanya.

Kerja, kekekalan energi dan momentum

Dalam fisika, kerja (W) sama dengan gaya (F) kali jarak (S) ($W = F.S$). Jika suatu gaya (F) bekerja pada suatu objek dan objek itu tidak bergerak dalam suatu jarak tertentu (S), maka tidak ada kerja (W). Di sini beberapa siswa berpikir bahwa di situ ada kerja (W). Mereka sulit mengerti mengapa jika seseorang mendorong suatu kereta dengan banyak energi, ia tidak membuat kerja. Mereka berpikir bahwa jika seseorang membuat aktivitas dengan suatu energi ia membuat suatu kerja, gagasan ini bertentangan dengan prinsip fisika yang diterima.

Beberapa siswa mengalami kesulitan untuk memahami konsep kekekalan energi. Mereka mengalami dalam hidup mereka bahwa jika mereka mengendarai

mobil atau sepeda motor cukup lama, bensinnya akan habis. Jika mereka bekerja giat, mereka akan lelah kehabisan tenaga. “Bagaimana mungkin dapat dikatakan bahwa energinya tetap/kekal?” demikian mereka menyangsikan. Beberapa siswa mengatakan bahwa jika dua kereta dengan kecepatan yang sama tetapi arahnya berlawanan bertumbukan, mereka akan berhenti karena kecepatan totalnya menjadi nol. Mereka lupa bahwa kekekalan molekul membutuhkan resultan momentum (Σmv) = 0. Maka jika massanya berbeda, mereka tidak akan berhenti langsung (Suparno, 1998:98).

Dalam Bidang Termodinamika

Banyak siswa memiliki pengertian bahwa suatu benda yang mempunyai suhu lebih tinggi selalu punya panas (kalor) yang lebih tinggi. Mereka menyamakan begitu saja pengertian suhu dengan panas/kalor. Kerap kali mereka tidak membedakan antara suhu dan panas. Misalnya, sebuah besi dengan massa 10 gram dan suatu aluminium dengan massa 1 kg dipanaskan dari nol. Besi itu dipanaskan sampai 100°C sedangkan aluminium dipanaskan sampai 10°C. Banyak siswa secara otomatis mengatakan bahwa besi membutuhkan kalor lebih besar daripada aluminium, karena suhu akhirnya lebih tinggi daripada suhu akhir aluminium. Dalam perhitungan, mereka lupa mempertimbangkan massa dan kapasitas panas tiap-tiap benda.

Dalam Bidang Listrik dan Magnet

Beberapa siswa masih salah mengerti mengenai arus dalam sirkuit yang tertutup. Mereka beranggapan bahwa tegangan hanya terjadi dalam suatu rangkaian tertutup. Bila ada suatu rangkaian terbuka yang dihubungkan dengan baterai, maka berkeyakinan bahwa tidak ada tegangan disitu.

Dalam Bidang Optika

Banyak siswa punya salah pengertian mengenai hukum refleksi cahaya kedua. Mereka berpikir bahwa kesamaan antara sudut datang dan sudut refleksi hanya terjadi pada suatu kaca datar. Miskonsepsi yang sering dijumpai adalah bahwa kita melihat sebuah benda bila kita memancarkan sinar cahaya dari mata ke benda itu. Miskonsepsi yang lain bahwa kita dapat melihat bayangan seujur tubuh kita dalam cermin yang kecil asalkan kita berdiri cukup jauh dari cermin itu. Tentu saja semuanya tidak benar, karena ada ukuran minimum agar badan kita tampak seluruhnya dalam cermin.

Miskonsepsi yang lazim dalam Optika ialah bahwa bila kita menatap langit yang bertabur bintang dari bumi pada suatu malam, kita akan melihat bintang-bintang itu berkedip-kedip, sedangkan planet-planet tidak berkedip-kedip. Alasan yang mendukung miskonsepsi ini adalah karena bintang-bintang memancarkan cahaya sendiri, sedangkan planet hanya memancarkan cahaya yang mereka pantulkan dari matahari. Bahwa bintang-bintang menyinarakan cahaya mereka sendiri sedangkan planet hanya sebagai pemantul memang benar, tetapi di langit malam planet juga berkedip-kedip. Kedip-kedipan itu disebabkan oleh berubahnya rapat udara dalam atmosfer bumi. Lapisan atmosfer yang bergejolak ini menyimpangkan garis pandang kita. Planet merupakan obyek yang kelihatan lebih besar sebab letaknya lebih dekat. Itulah sebabnya mengapa kedipan planet kurang nyata dibandingkan dengan bintang, namun planet-planet itu toh berkedip-kedip juga.

Dari beberapa miskonsepsi yang telah dikemukakan ada beberapa faktor kemungkinan penyebab miskonsepsi tersebut, antara lain : (1) buku pelajaran, buku pelajaran yang memuat rumus atau uraian materi yang salah dapat memicu miskonsepsi, (2) guru-guru yang mengalami miskonsepsi dengan sendirinya akan menjadi penyebab utama munculnya miskonsepsi pada siswa, (3) kesalahan bahasa, dalam banyak kasus kesalahan bahasa ini muncul akibat budaya masyarakat yang terlanjur salah-kaprah dalam mendefinisikan sesuatu secara ilmiah, misalnya pengertian berat dan massa, (4) intuisi yang salah, ini merupakan faktor yang paling dominan mengakibatkan miskonsepsi di kalangan siswa, misalnya anggapan massa jenis zat padat selalu lebih besar dari zat cair, (5) metode mengajar yang tidak tepat, metode mengajar yang tidak tepat akan dapat memicu munculnya miskonsepsi.

2.2 KERANGKA BERPIKIR

1. Perbedaan Miskonsepsi Siswa yang Mengikuti Pembelajaran dengan Model Konstruktivis dan Mengikuti Pembelajaran dengan Model Konvensional.

Model konstruktivis sangat memperhatikan struktur kognitif yang dimiliki siswa sebelum pembelajaran dimulai. Asimilasi digunakan siswa sebagai suatu kerangka logis dalam rangka menginterpretasi informasi baru. Akomodasi digunakan dalam rangka memecahkan kontradiksi-kontradiksi sebagai bagian dari proses regulasi diri yang lebih luas dan lebih kompleks. Proses akomodasi akan berlangsung jika terjadi modifikasi terhadap struktur kognitif yang telah ada agar cocok dengan data sensori baru yang diasimilasi. Melalui pembelajaran model konstruktivis ini

diharapkan mampu mereduksi miskonsepsi-miskonsepsi yang bersifat resistan yang dibawa siswa sebelum pembelajaran dimulai, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Dalam model pembelajaran konvensional proses pembelajaran cenderung berpusat pada guru. Dalam merancang dan mengimplementasikan program pembelajaran guru tidak memperhatikan *prior knowledge* yang dimiliki siswa. Proses pembelajaran berlangsung satu arah peran guru tidak lagi sebagai fasilitator dan mediator yang baik melainkan guru memegang otoritas pembelajaran. Proses pembelajaran yang berlangsung menjadi kurang kondusif.

Hal ini didukung oleh temuan Sadia (1996 : 211) dalam upaya pengembangan model belajar konstruktivis dalam pembelajaran IPA. Penelitian ini menggunakan konflik kognitif sebagai strategi perubahan miskonsepsi siswa menuju konsep ilmiah yang berpijak pada teori konstruktivis Piaget dan menggunakan metode diskusi yang berpijak pada teori konstruktivis Vygotsky. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa model belajar konstruktivis memiliki keunggulan komparatif terhadap model belajar konvensional. Lonning (1993 : 1087 - 1101), menemukan bahwa strategi *conceptual change* yang berbasis pada konstruktivis Piaget telah mampu meningkatkan hasil belajar siswa.

Dari pembahasan di atas secara keseluruhan patut diduga bahwa miskonsepsi pembelajaran dengan model konvensional lebih tinggi dari pada model konstruktivis.

2. Perbedaan Miskonsepsi Siswa yang Memiliki Penalaran Formal Tinggi dengan Mengikuti Model Konstruktivis dan yang Memiliki Penalaran Formal Tinggi dengan Model Konvensional.

Bagi siswa yang memiliki penalaran formal tinggi akan memiliki kemampuan berpikir kombinatorial, berpikir proporsi, berpikir koordinasi, berpikir keseimbangan mekanik, berpikir probabilitas, berpikir korelasi, berpikir kompensasi dan berpikir konservasi yang lebih baik. Pada tahap ini, dalam menyajikan atau menggambarkan abstraksi mental, anak didik tidak bersandar pada operasi konkret. Mereka sudah mampu memperoleh strategi yang logis, rasional dan abstrak. Mereka yang berada pada tahap ini telah mampu mempertimbangkan berbagai pandangan secara simultan dan memandang tindakannya secara obyektif. Berpikir pada tahap ini ditandai oleh pembentukan hipotesis yang diikuti oleh pengujian hipotesis tersebut. Pembelajaran dengan model konstruktivis sangat tepat dibandingkan model konvensional untuk diterapkan pada level kemampuan penalaran tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Stavy (dalam Suparno, 1998 : 106) menemukan bahwa implementasi pembelajaran konstruktivis bagi siswa yang memiliki tingkat kemampuan berpikir tinggi yang dicerminkan oleh kemampuannya beranalogi telah mampu mengatasi miskonsepsi siswa dalam pengajaran fisika untuk bidang kekekalan materi. Kemampuan berpikir tinggi ini sangat membantu siswa dalam menangkap konsep yang benar.

Dari pembahasan di atas, patut diduga bahwa siswa yang memiliki penalaran formal tinggi lebih baik bila diajarkan dengan model konstruktivis dari pada diajarkan dengan model konvensional.

3. Perbedaan Miskonsepsi Siswa yang Memiliki Penalaran Formal Rendah dengan Mengikuti Model Konstruktivis dan Siswa yang Memiliki Penalaran Formal Rendah dengan Model Konvensional.

Pada umumnya siswa yang memiliki penalaran formal rendah kurang mampu berpikir kombinatorial, berpikir proporsi, berpikir koordinasi, berpikir keseimbangan mekanik, berpikir probabilitas, berpikir korelasi, berpikir kompensasi dan berpikir konservasi terhadap obyek yang diamati, tidak mampu berpikir sistematis, tidak terarah, di samping itu siswa kurang memiliki kemampuan berpikir induktif, deduktif dan empiris rasional. Pembelajaran melalui model konstruktivistik membutuhkan siswa yang memiliki penalaran logis yang baik. Jika siswa yang memiliki penalaran rendah ini diajarkan dengan model belajar konstruktivis justru akan menimbulkan kendala terhadap usaha untuk menurunkan miskonsepsi siswa. Sedangkan pada pembelajaran dengan model konvensional peran guru sangat dominan, siswa mendapatkan bimbingan yang lebih rinci. Guru akan lebih banyak memberikan informasi-informasi sedangkan siswa sebagai pendengar yang secara seksama akan merekam dan menyimak penjelasan yang diberikan guru.

Hal ini sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Sudjana (2001: 39-40) bahwa melalui pembelajaran dengan model konvensional peserta didik mendapatkan tuntunan informasi yang lebih rinci dari guru dan bahan belajar dapat disampaikan secara tuntas.

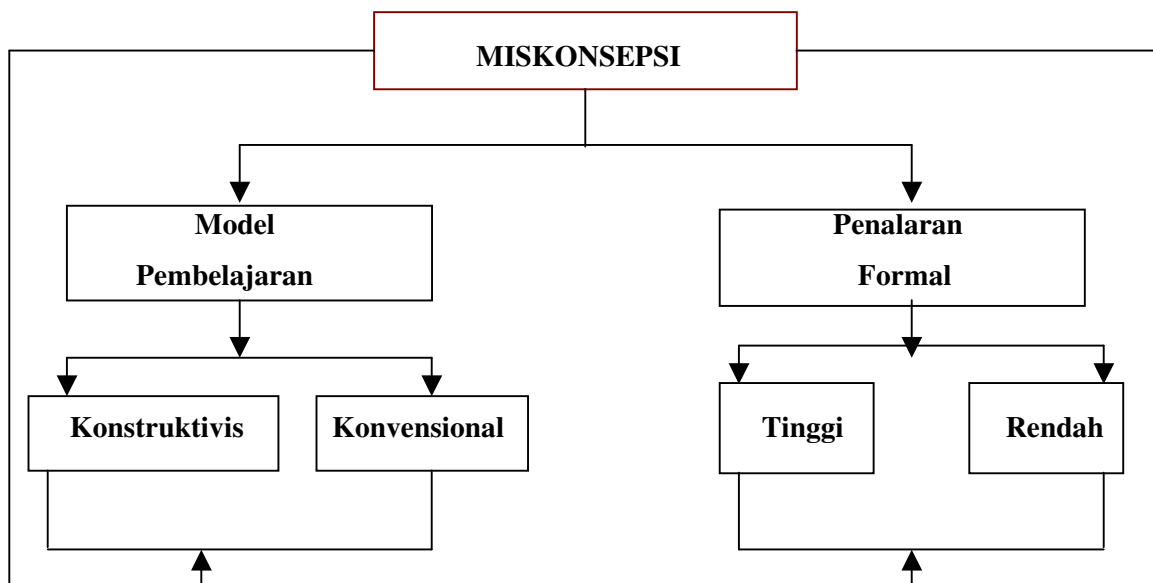
Dari pembahasan di atas, patut diduga bahwa siswa yang memiliki penalaran formal rendah lebih baik bila diajarkan dengan model konvensional dari pada diajarkan dengan model konstruktivis.

4. Pengaruh Interaksi antara Model Pembelajaran dengan Penalaran Formal terhadap Miskonsepsi Siswa pada Mata Pelajaran Fisika.

Siswa yang memiliki penalaran tinggi cenderung memiliki kemampuan berpikir kombinatorial, berpikir proporsi, berpikir koordinasi, berpikir keseimbangan mekanik, berpikir probabilitas, berpikir korelasi, berpikir kompensasi dan berpikir konservasi pada obyek yang diamati sehingga bila diajarkan dengan model konstruktivis akan lebih tepat untuk mereduksi miskonsepsi-miskonsepsi yang dialaminya, namun jika diberikan dengan pembelajaran konvensional justru akan berpengaruh negatif.

Sedangkan bagi siswa yang memiliki penalaran rendah kurang mampu berinteraksi bila diajarkan dengan model konstruktivis. Model konstruktivis berupaya untuk dapat mengkonstruksi pengalaman kita tentang dunia objek dengan memandangnya melalui suatu kerangka logis yang mentransformasi, mengorganisasi dan menginterpretasi pengalaman kita. Siswa yang memiliki penalaran formal rendah akan mengalami banyak kendala, sehingga bila diberikan model konstruktivis akan kurang tepat dan berpengaruh negatif terhadap miskonsepsi siswa. Dengan demikian siswa yang mempunyai kemampuan penalaran rendah akan lebih baik bila diajarkan dengan model konvensional.

Dari pembahasan di atas, patut diduga bahwa terdapat interaksi antara metode pembelajaran yang diimplementasikan di kelas dengan penalaran formal siswa terhadap miskonsepsi siswa.



Gambar 2.4 Miskonsepsi Siswa Ditinjau dari Model Pembelajaran dan Penalaran Formal

2.3 RUMUSAN HIPOTESIS

1. Hipotesis Penelitian.

Berdasarkan berbagai teori dan kerangka berpikir yang telah diuraikan di atas, dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut.

1. Proporsi penurunan miskonsepsi siswa yang mengikuti pembelajaran dengan model konstruktivis lebih tinggi dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran dengan model konvensional.
2. Secara keseluruhan, siswa yang mengikuti pembelajaran dengan model konvensional mengalami miskonsepsi yang lebih tinggi daripada model konstruktivis.
3. Siswa yang memiliki penalaran formal tinggi dengan mengikuti model konvensional mengalami miskonsepsi yang lebih tinggi, dibandingkan dengan siswa yang memiliki penalaran formal tinggi dengan model konstruktivis.
4. Siswa yang memiliki penalaran formal rendah dengan mengikuti model konstruktivis mengalami miskonsepsi yang lebih tinggi, dibandingkan dengan siswa yang memiliki penalaran formal rendah dengan model konvensional.
5. Terdapat pengaruh interaksi antara model pembelajaran dengan penalaran formal terhadap miskonsepsi siswa pada mata pelajaran fisika.

2. Hipotesis Statistik

Keempat hipotesis yang akan diuji dalam penelitian ini dinyatakan dalam bentuk hipotesis statistik sebagai berikut.

$$\text{Hipotesis Satu : } H_0 : p_1 \leq p_2$$

$$H_1 : p_1 > p_2$$

Hipotesis Dua : $H_0 : \mu_{A1} \geq \mu_{A2}$

$H_1 : \mu_{A1} < \mu_{A2}$

Hipotesis Tiga : $H_0 : \mu_{A1B1} \geq \mu_{A2B1}$

$H_1 : \mu_{A1B1} < \mu_{A2B1}$

Hipotesis Empat : $H_0 : \mu_{A2B2} \geq \mu_{A1B2}$

$H_1 : \mu_{A2B2} < \mu_{A1B2}$

Hipotesis Lima : $H_0 : \text{INT A X B} = 0$

$H_1 : \text{INT A X B} \neq 0$

Keterangan :

μ_{A1} = Rata-rata miskonsepsi siswa yang diajarkan dengan menggunakan model konstruktivis

μ_{A2} = Rata-rata miskonsepsi siswa yang diajarkan dengan menggunakan model konvensional

μ_{A1B1} = Rata-rata miskonsepsi siswa yang mempunyai penalaran formal tinggi dengan diberikan model konstruktivis.

μ_{A2B1} = Rata-rata miskonsepsi siswa yang mempunyai penalaran formal tinggi dengan diberikan model konvensional.

μ_{A1B2} = Rata-rata miskonsepsi siswa yang mempunyai penalaran formal rendah dengan diberikan model konstruktivis.

μ_{A2B2} = Rata-rata miskonsepsi siswa yang mempunyai penalaran formal rendah dengan diberikan model konvensional.

A = Model Pembelajaran

B = Penalaran Formal