

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kinematika dipelajari dalam Fisika Umum semester I dan dalam Fisika Dasar I semester II pada mahasiswa Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pendidikan Alam di LPTK. Topik ini membahas tentang bagaimana benda bergerak, konsep posisi, kecepatan, dan percepatan dalam satu dimensi dan dua dimensi, serta bagaimana menginterpretasinya dalam kehidupan nyata. Mahasiswa calon guru fisika diharapkan kompeten dalam menghubungkan dan mengintegrasikan konsep-konsep, ide-ide penting dan aplikasinya di lapangan serta mampu melakukan penyelidikan ilmiah (Kurikulum, 2006). Oleh karena itu diperlukan cara pembelajaran yang dapat menyiapkan peserta didik untuk “melek fisika dan teknologi”, mampu berpikir logis, memecahkan masalah, kritis, kreatif, serta dapat berargumentasi secara benar.

Topik *Kinematika* diperkenalkan pertama kali pada sebagian besar kelas Fisika Dasar, karena berkaitan dengan sebagian besar topik fisika lainnya. Tanpa pemahaman yang kuat tentang konsep-konsep *Kinematika*, siswa mengalami kekurangan fundasi yang diperlukan untuk berhasil memahami konsep-konsep fisika lanjutan yang lebih abstrak. Karena sifat dasar *Kinematika* terdapat pada seluruh konsep fisika, setiap peningkatan pemahaman siswa tentang konsep-konsep ini menciptakan kemungkinan meningkatkan pemahaman pada hampir seluruh konsep fisika lain yang akan dihadapi. Disamping itu topik ini terdapat dalam bidang studi lain seperti Biologi dan Kimia. Banyak kemajuan profil mata

kuliah Biologi dan Kimia yang berakar pada *Kinematika* yang berkaitan dengan teknologi yang dikembangkan pada dekade yang lalu. Sebagai contoh, aliran darah manusia dapat dijelaskan melalui pemahaman *Kinematika*.

Hasil pengamatan penulis (Manurung & Rustaman, 2011) pada guru yang mengajar fisika di SMA menunjukkan bahwa materi mekanika belum diajarkan sebagai “pengalaman” tetapi hanya sebagai “hafalan” (recitation, Kennedy, 1998). Kegiatan eksperimen hanya berkisar pada 10% dari kegiatan proses pembelajaran, karena kesulitan guru merancang dan melakukan ujicoba eksperimen. Studi yang dilakukan dalam analisis materi mengungkapkan bahwa mekanika banyak menampilkan diagram, grafik, dan rumus matematika (Manurung, 2010). Studi yang sama dilakukan pada pembelajaran Fisika Dasar di salah satu LPTK di Medan (Manurung & Rustaman, 2011) menunjukkan bahwa pada umumnya dosen-dosen masih mendominasi pembelajaran, terlihat dari penyampaian yang terbatas pada metode ceramah dan tanya jawab. Pelaksanaan praktikum Fisika Dasar masih bersifat verifikatif, sehingga terkesan hanya melaksanakan setiap langkah dalam prosedur seperti praktikum model resep yang bertujuan untuk membuktikan teori yang sudah ada, yang kurang mendorong mahasiswa untuk mengembangkan pemikirannya dalam bereksperimen dan menemukan hal-hal yang baru.

Metode ceramah yang digunakan dalam perkuliahan Fisika Dasar selama ini, membuat mahasiswa terpaksa hanya mendengarkan dan merasa membosankan, karena situasi pembelajaran diarahkan pada sebatas resitasi, dan soal-soal yang disampaikan cenderung bersifat mekanistik. Mahasiswa kurang memiliki

pengalaman memecahkan soal-soal mengacu pada permasalahan kontekstual yang dekat dengan kehidupan mahasiswa sehari-hari sehingga pembelajaran fisika kurang bermakna. Hal ini tampak pada rendahnya partisipasi mahasiswa dalam kegiatan diskusi selama belajar mengajar dan pada prestasi belajar mereka yang juga kurang memuaskan.

Hasil studi pendahuluan yang dilakukan oleh Manurung & Rustaman (2011) selanjutnya mengungkapkan beberapa kelemahan pembelajaran Fisika Dasar selama ini, yaitu: (a) proses pembelajaran tidak dapat menghadirkan fenomena, (b) kurangnya proses discovery, (c) kurangnya media pembelajaran dan cenderung tidak ada sama sekali, dan (d) pemahaman konsep lemah. Hal ini menyebabkan mahasiswa kesulitan untuk memahami konsep-konsep Fisika Dasar dan grafik-grafik yang disajikan dalam pembelajaran fisika, khususnya Kinematika.

Kesulitan mahasiswa dalam memahami grafik *Kinematika* dapat dibagi atas dua kategori, yaitu kesulitan menghubungkan grafik ke dalam konsep fisik dan kesulitan menghubungkan grafik ke dalam dunia nyata. Kesulitan dalam menghubungkan grafik ke dalam konsep fisik adalah: (a) membedakan antara kemiringan dengan ketinggian grafik; (b) menginterpretasikan perubahan tinggi dan perubahan kemiringan grafik; (c) menghubungkan satu jenis ke jenis grafik yang lain; (d) mencocokkan informasi naratif dari fitur grafik yang relevan; dan (e) menafsirkan luas daerah di bawah grafik. Kesulitan dalam menghubungkan grafik dengan dunia nyata adalah: (a) merepresentasikan gerak kontinu sehari-hari ke dalam bentuk garis kontinu grafik, (b) memisahkan pemahaman bentuk

grafik dari lintasan gerak, (c) merepresentasikan kecepatan negatif pada grafik kecepatan terhadap waktu, (d) merepresentasikan percepatan negatif pada grafik percepatan terhadap waktu, dan (e) menunjukkan percepatan konstan pada grafik kecepatan terhadap waktu.

Khusus dalam menafsirkan grafik Kinematika siswa juga mengalami kesulitan dalam memahami area yang berada di bawah grafik *Kinematika*. Walaupun siswa berhasil menemukan kemiringan garis yang ditarik melalui titik asal, tetapi mereka kesulitan dalam menentukan kemiringan tersebut jika garis ditarik tidak melalui titik asal. Salah satu kesulitan lain adalah membedakan bentuk grafik dari posisi, kecepatan, dan grafik dari percepatan terhadap waktu. Mereka menganggap bahwa grafik dari variabel-variabel ini harus identik dan tampaknya mudah beralih dari label sumbu variabel tertentu ke sumbu variabel lain tanpa menyadari bahwa grafiknya juga harus berubah. Diperlukan serangkaian langkah-langkah yang dapat meningkatkan keterampilan siswa untuk memahami kesulitan grafik ini dan memecahkan masalah yang diberikan. Faktor-faktor lain yang dianggap mampu memberikan kontribusi positif terhadap keterampilan menginterpretasi grafik adalah kemampuan visuospasial, dan kemampuan matematis.

Analisis terhadap tanggapan-tanggapan, menunjukkan bahwa pola pikir siswa tentang *Kinematika*, ternyata bersifat luas, umum, berubah-ubah, kurang sistematis, dan kesalahan interpretasi. Dalam kondisi pembelajaran seperti ini, peranan materi subjek diperlukan sebagai basis pengetahuan mengajar (Shulman, 1986). Shulman membagi pengetahuan tersebut menjadi empat area pengetahuan

guru, termasuk: *subject matter knowledge*, *general pedagogical knowledge*, *knowledge of context*, dan *pedagogical content knowledge* (PCK). Terhadap PCK sendiri, komponen terdiri atas: (1) pengetahuan dan keyakinan tentang tujuan dan tujuan pengajaran sains; (2) pengetahuan tentang pemahaman sains siswa; (3) pengetahuan tentang sains dan kurikulum; dan (4) pengetahuan tentang representasi dan strategi instruksional. Pengembangan lebih lanjut dari pekerjaan Shulman, menyangkut pengalihan *pengetahuan konten knowledge* menjadi struktur pengetahuan berdasarkan analisis wacana. Tugas mengajar perlu dilihat sebagai tugas membangun pengetahuan menggunakan ketrampilan intelektual agar proses ini tampak lebih transparan dan dilaksanakan secara di dalam kelas (Siregar & Dahar, 1999).

Peran penting argumentasi dalam pendidikan sains mempunyai kegunaan, bukan saja dalam membangun pengetahuan, melainkan dalam menampilkan hubungan hubungan substantif antara model teoretis dan argumen pengukuhannya. Argumen lebih jauh perlu dibuat selaras dengan lingkungan wacananya; berarti ini memerlukan bentuk wacana tertentu dan perlu diajarkan melalui tugas pengajaran yang tepat dan terstruktur dalam bentuk model. Model yang dimaksud adalah model yang memberikan kemudahan untuk menganalisis kemampuan, pengukuran yang ternyata dimiliki model argumentasi Toulmin. . Hollabaugh (1995), contohnya telah menerapkan model ini dalam menganalisis kemampuan memecahkan masalah ill-structured mahasiswa fisika.

Salah satu tujuan pendidikan fisika adalah menghasilkan calon guru fisika yang handal dalam memecahkan masalah. Penelitian terkait dengan tujuan ini

telah mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah keterampilan intelektual sebagai ketrampilan penting yang dapat dilatihkan melalui pedagogi tersebut. Pedagogi ini dioperasikan sebagai *Skema Pemecahan Masalah* yang intinya adalah model Toulmin, tetapi dikemas sebagai wacana (diskusi) untuk membuat ketrampilan-ketrampilan yang dilibatkan tampil lebih eksplisit (Siregar & Dahar, 1999)

Dasar pedagogi dari *Skema Pemecahan Masalah* adalah wacana argumentatif dengan pandangan epistemologikal pengalihan eksplanasi ilmiah menjadi eksplanasi pedagogi dijembatani oleh *materi-subyek*. Pengalihan ini berasumsikan perbedaan mendasar dari khalayak target dari masing-masing eksplanasi ini. Sementara khalayak dari eksplanasi ilmiah adalah sesama pakar disiplin, khalayak dari eksplanasi pedagogi adalah pemula yang berbeda secara mendasar tingkat kedewasaan dalam disiplin keiluannya.

Dampak dari perbedaan adalah bahwa pengalihan eksplanasi ilmiah perlu melibatkan kriteria *mudah diajarkan* bagi guru, dan kriteria *mudah dijangkau* bagi pemula yang adalah pembelajar. Inilah dasar epistemologi dari Pedagogi Materi Subyek yang secara paralel juga perlu diterapkan pada argumentasi pakar, yaitu perlunya pengalihan Argumentasi Tolmin menjadi *Skema Pemecahan Masalah*. Pengalihan dimaksud tidak memerlukan dasar epistemologi baru, karena Argumentasi Tolmin sebenarnya juga merupakan pengalihan dari argumentasi formalistik (deduksi) menjadi argumentasi praktis yang tidak membedakan khalayak target pakar atau pemula.

Perbedaan antara Argumentasi Toulmin dan Skema Pemecahan masalah terletak pada konteks pedagogi dari khalayak target penelitian ini. Jika Toulmin tidak mensyarat wacana tertentu, Skema Pemecahan Masalah melibatkan analisis wacana untuk memudahkan tugas menganalisis rekaman dari diskusi kelompok mahasiswa yang dikemas sebagai tugas membangun pengetahuan. Keluaran dari analisis ini adalah struktur global dari diskusi kelompok yang kemudian dapat dialihkan menjadi Skema Pemecahan Masalah untuk memisahkan ketrampilan intelektual ke dalam komponen-komponen Argumentasi Toulmin.

Permasalahan mendasar dalam pengembangan hiperteks terletak pada bagaimana antar-hubungan simpul yang diasumsikan harus non-linier, sementara kondisi yang acak dengan jumlahnya besar akan berdampak negatif terhadap pemrosesannya secara kognitif. Dampak negatif ini dapat berupa *disorientasi* dan *beban kognitif* pada pengguna; yaitu, kehilangan posisi penavigasian dan kurang pasti dalam menentukan simpul-simpul informasi yang dikunjungi. Oleh karena itu, sementara ini diatasi dengan strategi *macro chunking* (Carter, 1997), yaitu, bahwa pengetahuan pengguna mengenai struktur yang membawahi suatu pengetahuan memungkinkannya untuk menentukan simpul yang akan dikunjungi. Jika pengguna memahami Argumentasi Toulmin, ini akan memberikan arah penavigasian. Skema Pemecahan Masalah mengatasi kendala tersebut melalui aturan logis dengan menerapkan penavigasian yang *pre-structured*, dengan menyediakan peta penavigasian yang tidak lain adalah struktur pengetahuan yang mendasari konten dari hiperteks. Wacana argumentatif menyediakan aturan logis

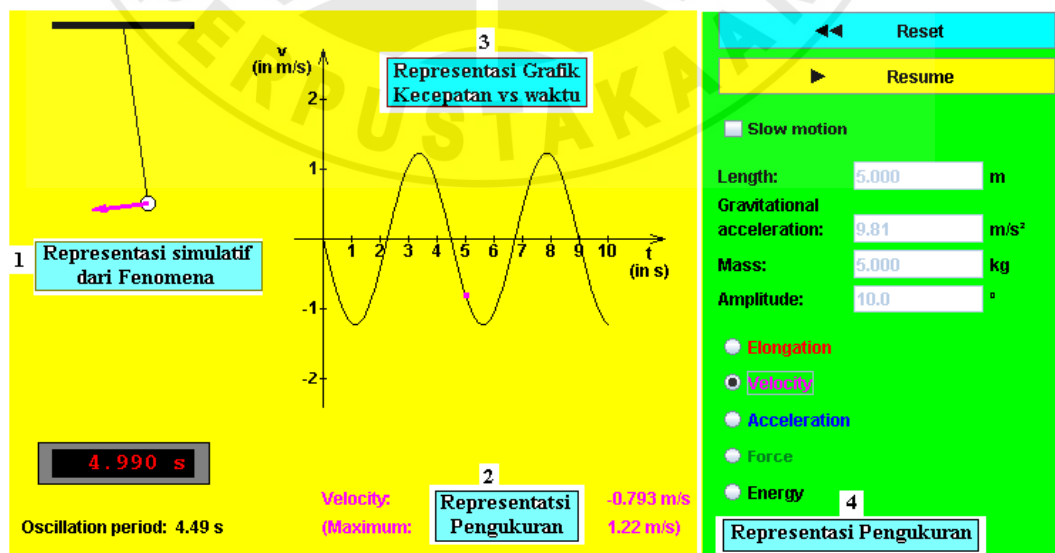
penavigasian melalui kerangka tertentu yang mendasari wacana ilmiah materi subyek (Siregar, 2008).

Pembelajaran dengan media hiperteks berbasis wacana argumentatif, merupakan pengajaran berbasis eksplanasi pedagogi yang diharapkan mampu mengatasi kesulitan merepresentasikan konsep-konsep rumit Fisika. Kondisi *ill-structured knowledge*, seperti Pengetahuan Konten Pedagogikal, kurang mendapat perhatian dalam merancang suatu pembelajaran. Asumsi linear yang diberlakukan terhadap pengetahuan materi-subyek kiranya bertentangan dengan kondisi non-linearnya. Akibatnya sistim pembelajaran yang dikembangkan juga bersifat linear yang kemudian perlu dibuat non-linear guru dalam tugas mengajar untuk memenuhi kondisi mengajar yang pada dasarnya adalah tugas wacana membangun pengetahuan.

Untuk mengatasi kekeliruan asumsi di atas, pakar-pakar pembelajaran kognitif (terutama, Spiro *et al.* (1991) mengambil hiperteks sebagai media pembelajaran yang sifat dasarnya adalah non-linear. Sifat dasar ini memungkinkan pembelajaran yang fleksibel sesuai dengan struktur pengetahuan untuk kemudian disimpan sesuai dengan struktur ini. Gerakan besar hiperteks adalah pengubah pembelajaran linear menjadi pembelajaran non-linear. Perubahan ini menyangkut paradigma linearitas menjadi paradigma non-linearitas. Perubahan ini kiranya cukup mendasar mengingat media instruksional utama adalah buku-cetak yang sifatnya sekuensial menjadi buku elektronik non-sekuensial dengan halaman-halaman yang acak, Dengan demikian, terjadi kesinambungan antara struktur pengetahuan formal, sistim instruksional, dan proses belajar-mengajar, yang

selama ini tidak sinambung, karena adalah gejala *bottle neck* pada sistim instruksional linear.

Hiperteks memungkinkan pengguna merealisasi potensinya yang bukan lagi sebagai khalayak pembaca pasif, melainkan sebagai *co-author*, karena juga menentukan sendiri sekuensi dari pembacaannya. Potensi yang dimaksud adalah kemampuan dalam menyusun kembali pengetahuannya sehubungan dengan kondisi pengetahuan yang kompleks. Contohnya fenomena gerakan harmonic dari bandul yang lazimnya dianggap sederhana, sebenarnya tidak demikian, karena menyangkut sejumlah representasi: (1) dari objek dari fenomena, (2) representasi pengukuran, umpamanya posisi bandul pada siklus tertentu dari osilasi, (3) representasi grafikal dari fenomena bandul menurut waktu dan kecepatan. Gambar 1.1. menampilkan keseluruhan antar-hubungan dari representasi-representasi tersebut sebagai suatu fenomena kompleks (non-linear).



Gambar 1.1. Fenomena Bandul menurut komponen-komponen representasi pengetahuan yang membentuk pengetahuan bandul sederhana.

Ilustrasi di atas memperlihatkan proses membangun pengetahuan menurut kompleksitas dari fenomena yang dapat dilakukan menurut penavigasian pengguna. Simulasi memberikan kesempatan bagi pengguna untuk mengkonstruks dan mekonstruksi kembali yang diperlukan untuk meningkatkan keyakinannya. Kemampuan rekonstruksi dan transfer atau aplikasi konsep-konsep yang rumit tersebut disebut sebagai *advanced knowledge* (pengetahuan lanjut, Spiro *et al.*, 1991) yang melalui pembelajaran simulasi menjadi berkurang kerumitannya.

Konstruksi dan rekonstruksi konsep-konsep fisika dengan demikian memungkinkan peningkatan pemahaman hampir semua konsep fisika. Guru atau calon guru perlu menguasai penggunaan hiperteks berbasis argumentatif yang dapat mengatasi pemahaman konsep-konsep yang rumit. Pembelajaran yang berdasarkan pemecahan masalah berpusat pada siswa sudah banyak dikembangkan akhir-akhir ini dan memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap keberhasilan pendidikan.

Skema pemecahan masalah merupakan salah satu cara untuk mengetahui struktur kognitif siswa dalam memecahkan masalah yang diberikan secara wajar apa adanya dan tidak melibatkan secara eksplisit aspek algoritma tertentu, melainkan aspek logika dan aspek kognitif siswa. Berdasarkan pandangan tersebut, analisis wacana diperlukan untuk mendalami proses konitif maupun logis dari pemecahan masalah SPM dirancang terutama untuk mendeskripsikan strategi kognitif yang dilakukan mengikuti garis penalaran mahasiswa.

Berdasarkan uraian di atas, perlulah dilakukan pengembangan pembelajaran fisika untuk melihat kemampuan menerima atau menolak hubungan bukti dengan justifikasi yang rasional. Kemampuan argumen merupakan aspek penting dari kemampuan membaca ilmiah yang menuntut pertimbangan-pertimbangan epistemologikal seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 1.1. Sepengetahuan penulis, kajian seperti ini belum dikembangkan dengan pendekatan yang lebih kompleks untuk mengimbangi kompleksitas masalah. Dengan demikian, originalitas penelitian ini terletak pada temuan teori yang terdapat pada pengembangan program pembelajaran dengan kemampuan mengungkapkan kemampuan-kemampuan mahasiswa dalam memecahkan masalah yang *ill-structured*. Penelitian ini dirancang sebagai program pembelajaran P4MAH yang merupakan singkatan dari Pengembangan Program Pembelajaran Pemecahan Masalah dengan Argumentasi Hiperteks).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, pertanyaan mendasar dari penelitian adalah: “Bagaimana mengembangkan pembelajaran, yang menggunakan pendekatan pemecahan masalah argumentatif dan yang menggunakan hiperteks sebagai, media pembelajaran untuk memecahkan soal-soal *ill-structured* bagi calon guru fisika?” Penelitian ini diawali dengan tugas pengalihan teks non-linear ke bentuk non-linear (hiperteks) dengan mengambil topik pembelajaran *Kinematika* sebagai materi penelitian. Ini kemudian diikuti dengan analisis wacana argumentatif, menggunakan analisis struktur materi subjek untuk mengembangkan hiperteks pembelajaran *Kinematika*. Melalui konstruksi materi subjek *Kinematika* tersebut,

diharapkan bahwa pihak pembelajar dapat menguasai topik ini baik. Agar permasalahan dapat dijaga tidak meluas, pokok permasalahan di atas diuraikan menjadi pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik P4MAH yang dikembangkan?
2. Bagaimana pemahaman konsep *Kinematika* mahasiswa calon guru fisika setelah melalui pembelajaran P4MAH?
3. Bagaimana kemampuan pemecahan masalah mahasiswa calon guru fisika setelah melalui pembelajaran P4MAH?
4. Adakah hubungan antara kemampuan berpikir logis dengan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa calon guru fisika?
5. Adakah hubungan antara pemahaman konsep dengan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa calon guru fisika?
6. Bagaimana membuat hiperteks yang memudahkan tugas memecahkan soal-soal yang *ill-structured*?
7. Apakah penerapan wacana argumentatif berlangsung secara wajar dalam diskusi.
8. Apa tanggapan mahasiswa terhadap implementasi P4MAH
9. Bagaimana deskripsi keunggulan dan keterbatasan P4MAH

C. Tujuan Penelitian

Mengingat pentingnya peningkatan pembelajaran yang dapat lebih mudah diakses (*accessible*) oleh mahasiswa dan lebih mudah diajarkan (*teachable*) oleh dosen, sudah selayaknya P4MAH dilakukan secara eksplisit. Disamping itu

program pembelajaran ini dapat meningkatkan berpikir mahasiswa yang dilatihkan melalui pedagogi pemecahan masalah berbasis wacana argumentatif.

Secara global penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menghasilkan program pembelajaran berdasarkan pedagogi pemecahan masalah yang argumentatif dalam tampilan hiperteks (P4MAH) pada topik *Kinematika* untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah *ill-structured*.
2. Menemukan cara meningkatkan kualitas perkuliahan fisika dasar yang dapat meningkatkan ketrampilan berargumentasi untuk memecahkan masalah yang *ill-structured*.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat atau kegunaan penelitian ini dapat dibedakan menjadi manfaat teoretis dan manfaat praktis seperti disajikan dalam uraian-uraian di bawah ini.

1. Manfaat Teoretis

Pemanfaatan temuan-temuan ini dapat dijadikan sebagai dasar kajian dan analisis teoretis sejauh mana PMS sebagai hasil pengembangan P4MAH dapat diaplikasikan untuk memudahkan pembelajaran konsep-konsep yang rumit seperti dalam topik *Kinematika*, yang menuntun mahasiswa menguasai dan turut mengembangkannya dalam bentuk-bentuk pembelajaran *non-linear* agar terdapat kesinambungan proses berfikir mulai dari materi-subyek sebagai sumber

pengetahuan, dan pengajar sebagai pengendali dari wacana membangun pengetahuan.

2. Manfaat Praktis

Berdasarkan temuan-temuan penelitian ini, manfaat-manfaat praktis antara lain adalah: (1) untuk dosen dalam melakukan rancangan perkuliahan Fisika Dasar dan mata kuliah lainnya, (2) untuk memberikan pengalaman kepada dosen meningkatkan berpikir logis dan sistematis melalui penugasan dalam pendekatan pemecahan masalah dan tindakan argumentatif, (3) untuk pengembangan penelitian berikutnya dan peningkatan kualitas pembelajaran fisika di tingkat pendidikan terendah maupun tertinggi, (4) bagi LPTK yang mengelola program pendidikan calon guru karena hasil penelitian ini merupakan bentuk akuntabilitas LPTK terhadap masyarakat untuk menghasilkan guru yang profesional.

E. Asumsi Penelitian

Asumsi yang mendasari penelitian ini adalah bahwa analisis argumentasi PMS sebagai dasar pengembangan hiperteks dapat difungsikan sebagai kriteia untuk menyeleksi bagian-bagian tertentu dari simpul-simpul teks sesuai dengan kepentingan interpretasi, pengorganisasian hiperteks, generalisasi secara global makna dan fakta sesuai dengan konteks dari tugas membangun pengetahuan.

Asumsi lain yang mendasari penelitian ini adalah pentingnya menggunakan pendekatan kualitatif, tidak hanya kuantitatif, karena kemampuan argumentasi akan sangat terungkap menurut konteks dan prosesnya.

Kuantitatif hanya akan menghitung “berapa kali jenis kalimat tertentu keluar,” sedangkan dalam berargumentasi dibutuhkan juga penggambaran dan pemahaman sebuah konteks dan prosesnya. Ditambahkan, kualitatif juga dapat melihat respon yang dikeluarkan oleh responden dalam diskusi grup. Persoalan seperti, bagaimana sebuah grup mencapai kesepakatan dan menghasilkan solusi dapat digambarkan melalui pendekatan kualitatif.

F. Hipotesis dan Variabel Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini dapat dirumuskan hipotesis nol (H_o) dan hipotesis kerja atau hipotesis alternatif (H_a), yakni sebagai berikut:

H_o : Tidak ada perbedaan kemampuan antara mahasiswa dalam memahami konsep *Kinematika* dan kemampuan memecahkan masalah sebelum dan sesudah diajar dengan P4MAH.

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan dalam memahami konsep *Kinematika* dan kemampuan memecahkan masalah sebelum dan sesudah diajar dengan P4MAH.

Sesuai dengan rumusan hipotesis tersebut, maka dapat dirumuskan dua variabel dalam penelitian ini, yakni variabel bebas atau *independent variabel* (X) dan variabel tak bebas atau *dependent variabel* (Y). Variabel bebas adalah faktor yang memberikan pengaruh, dalam penelitian ini adalah program P4MAH dalam pengajaran konsep *Kinematika* pada mahasiswa, sedangkan variabel tak bebas adalah faktor yang dipengaruhi, yakni pemahaman konsep *Kinematika* dan kemampuan memecahkan masalah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana terjadinya perubahan pada pemahaman konsep

Kinematika dan kemampuan memecahkan masalah akibat adanya perlakuan, yakni penggunaan P4MAH dalam pengajaran konsep *Kinematika*.

G. Definisi Operasional

1. **Hiperteks:** jenis teks yang dianggap memenuhi kriteria sebagai bentuk wacana argumentatif yang *teachable* dan *accessible* sehingga dapat digunakan sebagai fasilitas pengembangan intelektual tingkat tinggi melalui proses belajar-mengajar.
2. **Pedagogik materi subjek (PMS):** merupakan analisis wacana penurunan struktur keilmuan dari materi subjek, pengetahuan materi-subjek (*subject matter knowledge*). Pengetahuan dilihat sebagai bangunan yang disebut *struktur substantif* yang bagian-bagiannya adalah *struktur konten* dan bangunan tersebut benar dijamin oleh *struktur sintaktikal*. Tugas membangun tersebut diwujudkan oleh dasar wacana agar sejalan dengan kondisi komunitas pengguna dan oleh dasar argumentatif agar hasil dari proses membangun tersebut dapat dijamin benar. Dalam konteks keseharian, *struktur sintaktikal* diwujudkan menggunakan *keterampilan intelektual*, berupa keterampilan menggunakan teori, teorema, hukum, aturan, prosedur, dan sebagainya.
3. **Wacana Argumentatif:** tuntutan yang memberikan dasar dengan contoh dan bukti yang kuat dan meyakinkan sehingga pembaca menjadi terpengaruh dan membenarkan pendapat orang lain untuk menerima suatu kebenaran berdasarkan bukti-bukti mengenai objek yang diargumentasikan.

4. **Struktur Makro-Mikro:** dibangun sejalan dengan proposisi-proposisi yang disarankan oleh struktur permukaan suatu teks sebagai dasar pembentukan struktur global.
5. **Struktur global:** mendasari pengembangan hiperteks berbasis analisis argumentasi (konten, substansi, dan sintaktikal) sesuai dengan fungsi-fungsi menginformasikan (*informing*), menjelaskan (*eliciting*), dan mengarahkan (*directing*) sehingga pengajaran konsep-konsep rumit menjadi dapat dengan mudah dipahami (*intelligible*), realistis (*plausible*), dan berguna' (*fruitful*).
6. **Argumentasi Toulmin:** Argumentasi yang meliputi klaim, *ground/data*, *warrant*, kualifikasi, *backing/* pendukung, *rebuttal/* Sanggahan. (Toulmin, 1958): (1) Penjelasan tentang komponen argumentasi adalah:
 - *Ground/ Data* : bukti- bukti yang digunakan mendukung klaim.
 - *Warrant* : adalah pertimbangan yang menjelaskan hubungan antara data dan klaim.
 - Klaim : pernyataan tentang apa atau apa bukti-bukti nilai yang dianut orang.
 - Kualifikasi : kondisi-kondisi khusus yang mendukung bahwa klaim itu benar yang mewakili keterbatasan klaim.
 - *Backing/* Pendukung: asumsi-asumsi dasar yang seringkali tidak dimunculkan secara eksplisit, tetapi dianggap memberikan pembenaran pada alasan (*warrant*) tertentu.

- *Rebuttal*: sanggahan terhadap -pernyataan yang kontradiksi (keberatan) terhadap kesimpulan.

7. **Kemampuan pemahaman konsep**: Kemampuan mengkonstruksi makna atau pengertian suatu konsep berdasarkan pengetahuan awal yang dimiliki, atau mengintegrasikan pengetahuan yang baru ke dalam skema yang telah ada dalam pemikiran siswa. Adapun indikator tes pemahaman konsep dalam penelitian ini antara lain:

- Menafsirkan permasalahan berdasarkan hukum Fisika
- Menyimpulkan keadaan gerak partikel
- Membandingkan kondisi gerak dua mobil
- Menginterpretasi tampilan grafik kecepatan sebagai fungsi dari waktu untuk menemukan jarak tempuh benda bergerak
- Menterjemahkan tampilan grafik kecepatan sebagai fungsi dari waktu kedalam kalimat
- Menyimpulkan tampilan grafik
- Menginterpretasi tampilan grafik
- Mengabstraksikan permasalahan fisik dari tampilan grafik
- Menafsirkan tampilan grafik jarak sebagai fungsi dari waktu
- Menyimpulkan sifat gerak benda dari tampilan grafik
- Menyimpulkan resultan perpindahan
- Menyimpulkan gejala fisik berdasarkan tampilan grafik
- Mentranslasi bentuk pernyataan gerak ke dalam tampilan grafik

- Menginterpretasi grafik kecepatan sebagai fungsi dari waktu untuk menentukan percepatan negatif
- Mengkategorikan sifat sesuatu gejala fisis
- Mengabstraksikan permasalahan fisis berdasarkan hukum dan ketentuan fisis
- Menafsirkan pemahaman fisis berdasarkan tampilan diagram
- Membandingkan gerak 2 proyektil
- Menjelaskan pengertian gerak melingkar beraturan

8. **Kemampuan pemecahan masalah:** Kemampuan untuk membentuk suatu strategi yang mengacu pada lima langkah pemecahan masalah meliputi memfokuskan masalah, menguraikan secara konsep fisika, merencanakan solusi, melaksanakan rencana pemecahan masalah, dan memberikan evaluasi pada solusi. Adapun indikator yang digunakan dalam tes kemampuan pemecahan masalah antara lain:

- Memahami masalah (Fokus Masalah)
- Mendeskripsikan konsep-konsep fisika dengan menyertakan spesifikasi variabel sasaran dengan melengkapi tampilan gambar dan label informasi (Penjelasan Fisika)
- Menetapkan hukum, aturan dan definisi sebagai alternatif penyelesaian (Perencanaan Pemecahan)
- Mengikuti rencana dan aturan-aturan pelaksanaan (Pelaksanaan Perencanaan)

- Mengevaluasi hasil dengan memperhatikan tanda, satuan atau besaran (Evaluasi)

Masalah ill-structured: merupakan masalah yang tidak bisa diselesaikan dengan penerapan langsung suatu algoritma

