

IDENTIFIKASI MODEL MENTAL SISWA SMA KELAS X PADA MATERI HUKUM NEWTON TENTANG GERAK

Susanti Rahayu¹, Joko Purwanto²

Program Studi Pendidikan Fisika
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

E-mail: lupuz_alhafizh@yahoo.com¹, jkp_wanto@yahoo.com²

Abstract

This study are aimed to identificate student's mental models of Newton's Law of Motion and its factors that possed for X grade at State Senior High School 5 Yogyakarta. This study measured up by Newton II Law.

This is a descriptive research. The population of this research are students of X grade at State Senior High School 5 Yogyakarta, 243 students. This sample selected 101 students by purposive sampling technique. This study used test and non-test methods. Two tier multiple choice diagnostic test used to find coceptual understanding (step I) and identificate the student's mental models (step II). The questionnaire used to identificate the factors that possed the student's mental models. In addition, interview holded for confirm the student's answers.

The results found that students have three determined mental models. The students have Newtonian model with 18%, the most student used Hybrid model with 24%, Ariestotelian model with 11% and another model with 47%. Student's mental models influenced by experiment with 10%, student even see the same case 6% and 30% is learning from physics book. There are 54% of student's mental models influenced by another factor, such as logical resoaning ang teacher's explanation.

Keywords: *mental models, Newton II Law, Newtonian, Ariestotelian, Hybrid.*

I. PENDAHULUAN

Survei Internasional, PISA (*Programme for International Student Assessment*), tentang ketercapaian sains siswa usia 15 tahun menunjukkan kualitas sains yang dimiliki oleh siswa Indonesia masih rendah. Hasil survei PISA tahun 2009 memperlihatkan Indonesia berada di posisi ke-60 dari 67 negara dengan skor rata-rata 383, sementara Shanghai-China memimpin dengan poin 575 untuk kategori *science performance*. Pada

kategori ini PISA melakukan penelitian mengenai aspek kognitif dan afektif dari kompetensi sains siswa. Aspek kognitif meliputi pengetahuan siswa dan kemampuan siswa dalam menggunakan pengetahuan tersebut secara efektif.

Pengetahuan siswa merupakan rangkaian informasi-informasi yang diperoleh siswa melalui proses belajar. Rangkaian informasi ini adalah kemampuan individu yang diperoleh melalui sebuah organisasi, yaitu sekolah.

Sekolah merupakan organisasi pembelajar ideal yang terus menerus berubah sesuai dengan perubahan zaman.

Peter Senge (1990) menjelaskan bahwa untuk menjadi sebuah organisasi pembelajar, sekolah harus mampu mendorong lima hal inti dalam pembentukan organisasi pembelajar. Kelima hal tersebut adalah (1) Pemikiran Sistem (*System Thinking*), (2) Keahlian Pribadi (*Personal Mastery*), (3) Model mental (*Mental Model*), (4) Visi Bersama (*Building Shared Vision*), dan (5) Pembelajaran Tim (*Team Learning*). Dari kelima komponen tersebut, model mental menjadi salah satu hal yang belum diterapkan dalam pembelajaran.

Penelitian model mental berada di kancan kajian psikologi kognitif. Psikologi kognitif merupakan sebuah bidang studi tentang bagaimana manusia memahami, belajar, mengingat, dan berpikir tentang suatu informasi (Sternberg, 2008: 2). Karena adanya proses memahami, belajar, mengingat dan berpikir tentang suatu informasi, model mental tidak hanya digunakan didalam ilmu psikologi saja.

Model mental dapat diterapkan dalam ilmu fisika karena model mental dapat menginformasikan tentang bagaimana seseorang memahami sistem fisis, seperti perilaku objek di dalam hukum-hukum fisika. Salah satu hukum fisika yang erat aplikasinya dengan kehidupan sehari-hari adalah Hukum Newton tentang Gerak.

Belum ada penelitian mengenai model mental yang dilakukan pada jenjang SMA pada materi Hukum Newton tentang Gerak. Oleh karena itu, penelitian tentang model mental siswa mengenai Hukum Newton tentang Gerak penting dilakukan untuk mengevaluasi pemahaman siswa dan kemampuannya mengkorelasikan pemahaman yang telah siswa dapatkan pada dua jenjang

pendidikan sebelumnya. Selebihnya, melalui penelitian ini juga dapat diidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi siswa ketika menjelaskan konsep-konsep fisika di dalam menyusun model mentalnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi gambaran model mental siswa dalam menjelaskan materi Hukum Newton tentang Gerak dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Menjadi keunikan sekaligus tantangan dalam penelitian model mental karena model mental bersifat tidak tetap dan berbeda-beda pada setiap individu. Selain keunikan tersebut, model mental sangat menarik untuk dikaji karena dua alasan, yaitu model mental mempengaruhi fungsi kognitif dan mampu memberikan informasi berharga untuk peneliti pendidikan sains mengenai kerangka konsep yang dimiliki peserta didik (Laliyo, 2011).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data kualitatif. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 5 Yogyakarta. Waktu penelitian adalah semester genap tahun ajaran 2012/2013. Subjek penelitian yang dimaksud dalam penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Negeri 5 Yogyakarta. Pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*. Partisipan pada penelitian ini adalah siswa kelas X sebanyak 101 siswa.

Pengumpulan data dilakukan dengan tes diagnostik *two tier* (dua tingkat). Tes diagnostik ini berbentuk pilihan ganda dengan satu jawaban benar dan 3 jawaban salah. Pada tingkat pertama soal digunakan untuk mengetahui pemahaman siswa dan tingkat kedua digunakan untuk mengidentifikasi model mental yang

dimiliki siswa. Ada tingkat kedua ini terdiri dari tiga alasan yang semuanya benar dan satu alasan kosong yang dapat diisi siswa sesuai dengan bahasanya sendiri. Dari alasan inilah dapat diketahui model mental yang dimiliki siswa dalam menyelesaikan permasalahan. Selanjutnya, untuk menggali jawaban dan faktor-faktor model mental siswa dilakukan wawancara.

III. DASAR TEORI

Model Mental

Di dalam ilmu psikologi, model mental merupakan sebuah representasi dari beberapa domain atau keadaan yang mendukung pemahaman (*understanding*), alasan (*reasoning*), dan prediksi (*prediction*) (Gentner, 2002). Istilah model mental ditemukan dalam kajian psikologi kognitif. Psikologi kognitif (dalam ilmu psikologi) merupakan sebuah bidang studi tentang bagaimana manusia memahami, belajar, mengingat dan berfikir tentang suatu informasi (Sternberg, 2008: 2). Dalam Sternberg (2008, 238), model-model mental yang dimaksud di sini adalah struktur-struktur pengetahuan yang dikonstruksikan individu untuk memahami dan menjelaskan pengalaman mereka (Brewer, 2003; Halford, 1993; Schaeken, Johnson-Laird & D'Ydewalle, 1996; Tversky, 2000).

Model mental digunakan di dalam kehidupan sehari-hari. Karena hal tersebut, model mental tidak hanya dapat digunakan di dalam permasalahan psikologi tetapi juga di dunia pendidikan. Model mental sangat berkaitan dengan proses kognitif pengkodean dan pengaksesan informasi saat belajar (Rapp, 2005). Identifikasi model mental lebih lanjut dapat digunakan di dalam mendesain kurikulum. Menurut pendapat Corpuz (2006), Sands (2005), Rimoldini & Singh (2005), dan Suryadi (2010) di dalam Parno (2012), desain kurikulum di

dalam perkuliahan dilakukan di dalam tiga fase, yaitu: (1) mengidentifikasi model pemahaman yang dimiliki mahasiswa, (2) mengkonstruksi dan merekonstruksi model pemahaman mahasiswa, dan (3) menyusun materi instruksional sekaligus mendesain pembelajaran untuk mengajarkan materi instruksional tersebut.

Model mental yang dibangun oleh setiap individu dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Lin & Cui (2007) dalam Andari (2001: 22), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi model mental siswa yang beragam dapat dikelompokkan menjadi lima, yaitu:

- a) Penjelasan guru
- b) Bahasa dan kata-kata
- c) Pengalaman hidup sehari-hari
- d) Lingkungan sosial
- e) Hubungan sebab-akibat dan intuisi

Menurut Andari meskipun secara jelas sudah dikelompokkan faktor-faktor yang mempengaruhi model mental, tetapi cara menggalinya masih belum jelas. Lin & Cui menggunakan wawancara *open-ended* untuk menggali faktor-faktor yang telah dirumuskan. Untuk penelitian ini, peneliti hanya membatasi pada beberapa poin. Peneliti tidak meneliti faktor-faktor pada poin a) dan e) tetapi terfokus pada poin b), c), dan d).

Model Mental dalam Fisika

Menurut Redish dalam Jusman (2011: 10), pakar-pakar kognitif telah memulai dengan membuat kemajuan nyata ketika mereka ingin merumuskan bagaimana orang berfikir yang diistilahkan dengan pola-pola mental (*mental patterns*) atau model-model mental (*mental models*) yang tidak dapat diukur secara langsung. Para ahli pendidikan fisika memahami pentingnya mengetahui pengetahuan siswa dalam memahami konsep-konsep fisika yang berbeda. Dengan penyelidikan cara siswa

memahami konsep dapat diketahui penalaran siswa ketika memahami, menceritakan dan memprediksi dunia fisis. Model mental sendiri dapat menginformasikan tentang bagaimana sistem fisis bekerja, meliputi perilaku objek di dalam hukum-hukum fisika. Model mental bukan miskonsepsi, di dalam model mental tidak ada “benar” dan “salah”. Model mental individu yang berbeda-beda menunjukkan bentuk konsistensi internal dalam memahami konsep-konsep fisika. Model mental ini tidak dapat digunakan untuk dibandingkan dengan model mental yang dimiliki oleh seorang ilmuwan fisika.

Dari penelitian tentang model mental yang sudah ada, diantaranya: (1) Dalam penelitian Itza-Ortiz (2004), ditemukan bahwa dalam konsep gerak dan gaya, mahasiswa menggunakan model mental tentang Hukum II Newton, yaitu “Newtonian”, “Aristotelian” dan “Hybrid”, dan (2) Penelitian tentang perambatan bunyi yang dilakukan oleh Hrepic (2002). Dari delapan model mental, didominasi oleh tiga model, yaitu: “model entitas”, “model gelombang”, dan “hybrid” (perpaduan dari dua model sebelumnya).

Hukum Newton tentang Gerak

Hukum Newton tentang gerak dikenal di dalam tiga formulasi, yaitu: Hukum I Newton, Hukum II Newton, dan Hukum III Newton.

- a. Hukum I Newton mengatakan bahwa: “Jika resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan nol, maka benda yang mula-mula diam akan terus diam, sedangkan benda yang mula-mula bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan konstan.” (Nugroho, 2009: 55). Hukum I Newton dituliskan dalam formulasi matematis (2.1).

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{0} \quad (2.1)$$

- b. Hukum II Newton menyatakan bahwa: “Percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dengan resultan gaya, searah dengan resultan gaya, dan berbanding terbalik dengan massa benda” (Nugroho, 2009: 55). Formulasi matematis Hukum II Newton ditunjukkan melalui persamaan (2.2).

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a} \quad (2.2)$$

- Hukum II Newton ini juga membuktikan keberlakuan Hukum I Newton ketika titik materi diam maupun bergerak dengan kecepatan konstan ($a=0$).
- c. Hukum III Newton menyampaikan bahwa, “Setiap gaya (gaya aksi) yang mengenai sebuah benda kedua, maka benda kedua tersebut akan menghasilkan gaya (gaya reaksi) yang sama besar dan berlawanan arah pada benda pertama” (Ishaq, 2006: 72). Secara matematis Hukum III Newton ditunjukkan oleh persamaan (2.3).

$$\sum \mathbf{F}_{aksi} = - \sum \mathbf{F}_{reaksi} \quad (2.3)$$

Diantara ketiga Hukum Gerak Newton, Hukum II Newton memiliki banyak aplikasi di dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya:

- a. Konsep Hukum II Newton pada Gerak dengan Kelajuan Konstan
- b. Pengaruh Gaya terhadap Gerakan Benda
- c. Konsep Hukum II Newton pada Elevator
- d. Konsep Hukum II Newton pada Sistem Katrol Sederhana (tanpa gesekan)
- e. Konsep Hukum II Newton pada Sistem Katrol yang Dikaitkan

pada Ujung Meja (dengan gesekan)

Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Itza-Ortiz, dkk ditemukan bahwa siswa menggunakan tiga model dalam menjelaskan Hukum II Newton. Ketiga model tersebut adalah model Newtonian, model Aristotelian dan model hybrid.

a. Model Newtonian

Pada mulanya, Galileo mempertanyakan pernyataan yang telah dikemukakan oleh Aristotle (setelah 200 tahun Aristotle mengemukakan gagasannya). Galileo berpendapat bahwa secara alami, bagi sebuah benda untuk bergerak horisontal dengan kecepatan tetap, seperti ketika benda tersebut berada dalam keadaan diam.

Berdasarkan pernyataan Galileo inilah kemudian Isaac Newton membangun teori gerak yang sangat terkenal (Giancoli, 2001: 92). Teori Gerak Newton atau biasa dikenal dengan Hukum Gerak Newton terbagi menjadi 3, salah satunya adalah Hukum II Newton. Newton berpendapat bahwa resultan gaya konstan (yang bekerja pada sebuah benda) yang tidak sama dengan nol, menyebabkan benda tersebut kelajuannya meningkat dan/atau berubah arah geraknya (Halloun: 1985). Sesuai dengan persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$F = ma$$

Keterangan:

F : gaya (newton)

m : massa (kilogram)

a : percepatan (m/s^2)

b. Model Aristotelian

Aristotle merupakan orang pertama yang menyatakan formulasi tentang fenomena fisika secara eksplisit. Aristotle mendefinisikan

gerak sebagai perubahan posisi, dan harus berada pada kerangka yang sama dengan gerak yang sedang diamati (Halloun, 1985).

Aristotle (384-322 SM) percaya bahwa diperlukan sebuah gaya untuk menjaga agar sebuah benda tetap bergerak sepanjang bidang horizontal. Ia mengemukakan alasan bahwa untuk mendapat sebuah buku bergerak melintasi meja, kita harus memberikan gaya pada buku itu secara kontinu (Giancoli, 2001: 91). Menurut Aristotle, keadaan alami sebuah benda adalah diam, dan dianggap perlu adanya gaya untuk menjaga agar benda tetap bergerak. Semakin besar gaya pada benda, semakin besar pula lajunya.

$$F = mv \quad (2.6)$$

Keterangan:

F : gaya (newton)

m : massa (kilogram)

v : kelajuan (m/s)

c. Model Hybrid

Model *Hybrid* digunakan siswa ketika mereka menjawab pertanyaan dengan menggunakan model Newtonian dan model Aristotelian sekaligus. Itza-Ortiz (2004) dan Hrepic (2002) menggunakan model *Hybrid* dalam penelitiannya apabila responden menjawab dengan mengkombinasikan dua model.

d. Model Lain

Model lain merupakan model yang dimiliki siswa selain ketiga model sebelumnya. Model lain ini digunakan apabila alasan yang dituliskan siswa tidak dapat dikategorikan dalam ketiga model sebelumnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tes diagnostik terhadap 101 siswa kelas X, diperoleh data model mental yang dimiliki siswa pada setiap konsep pada materi Hukum Newton tentang Gerak (Hukum II Newton). Distribusi data model mental disajikan pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Presentase Model Mental Siswa pada Setiap Konsep pada Materi Hukum Newton tentang Gerak (Hukum II Newton)

Model Mental	No. Konsep					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
N	13%	17%	25%	26%	9%	18%
A	5%	10%	11%	14%	17%	11%
H	37%	23%	15%	20%	24%	24%
L	46%	50%	50%	40%	49%	47%

Keterangan:

N : model Newtonian

A : model Aristotelian

H : model *Hybrid*

L : model lain

No. Konsep:

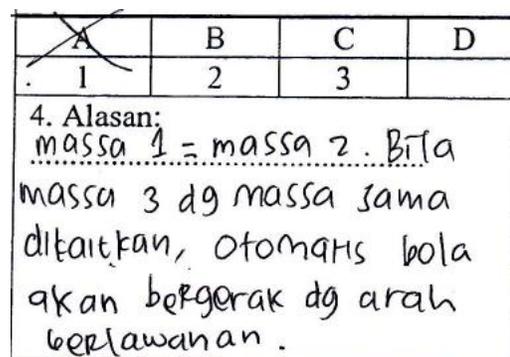
1. Konsep Hukum II Newton pada Gerak dengan Kelajuan Konstan
2. Pengaruh Gaya terhadap Gerakan Benda
3. Konsep Hukum II Newton pada Elevator
4. Konsep Hukum II Newton pada Sistem Katrol Sederhana (tanpa gesekan)

Konsep Hukum II Newton pada Sistem Katrol yang Dikaitkan pada Ujung Meja (dengan gesekan)

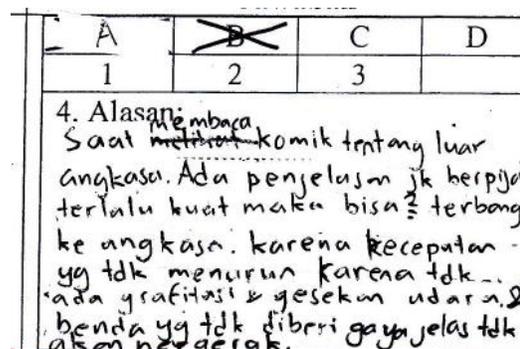
Tabel 4.1 menyajikan data persentase rata-rata yang menunjukkan siswa memiliki model mental yang berbeda-beda dalam menjelaskan materi Hukum Newton tentang Gerak (Hukum II Newton). Meskipun demikian, sebagian besar siswa mampu memodelkan pemahaman mereka

ke dalam tiga model mental yang telah ditentukan melalui alasan dalam soal tes diagnostik.

Model Newtonian dapat didefinisikan sebagai model pemahaman terhadap gaya sebanding dengan percepatan benda yang dikenai gaya. Siswa lebih banyak menggunakan model ini karena melalui gambar siswa dapat memprediksi gerakan sistem. Melalui persamaan Hukum II Newton dapat dikaitkan secara langsung bahwa besarnya gaya yang dikenakan pada suatu benda dapat menyebabkan terjadinya perubahan kelajuan ataupun arah gerak benda. Tidak semua siswa memilih model Newtonian secara langsung pada alasan yang telah disediakan. Beberapa siswa menuliskan alasan dengan bahasanya sendiri yang termasuk dalam kategori model ini (gambar 4. 1).



Gambar 4.1 Model Newtonian



Gambar 4.2 Model Aristotelian

Gambar 4.2 menyajikan alasan siswa yang termasuk dalam kategori model Ariestotelian. Model Ariestotelian menyajikan satu pemahaman yang membandingkan keterkaitan gerak benda yang diukur melalui kelajuan dan gaya yang dikenakan ke benda. Model Ariestotelian ini berasal dari gagasan Aristotle yang menyatakan formulasi tentang fenomena fisika secara eksplisit. Akan tetapi pernyataan Aristotle ini sangat jarang diajarkan di kelas. Sehingga hanya sebagian kecil siswa menjawab melalui model Ariestotelian ini.

Model *Hybrid* merupakan gabungan dari model Newtonian dan model Ariestotelian. Melalui model ini siswa dapat menjelaskan pengaruh pemberian gaya pada benda dan kemudian mengaitkannya pada percepatan benda. Setelah percepatan benda ditentukan, siswa kemudian dapat mengetahui kecepatan benda sebagai akibat dari gaya yang dikenakan. Gambar 4.3 menyajikan alasan siswa yang termasuk dalam kategori model *Hybrid*.

Model lain merupakan model yang digunakan siswa tetapi tidak termasuk dalam ketiga model yang telah disediakan. Secara teknis, terdapat dua kriteria dalam kategori ini. Pertama, siswa tidak dapat menjawab soal tes dengan tepat dengan alasan yang tepat ataupun tidak. Kedua, siswa dapat menjawab dengan tepat pertanyaan konsep yang diberikan, tetapi siswa tersebut menuliskan alasan yang menurutnya tepat sesuai dengan pemahamannya tapi berbeda dengan alasan-alasan yang telah dimodelkan. Beberapa siswa memberikan alasan sesuai dengan bahasa yang siswa tersebut pahami, seperti ditunjukkan pada gambar 4.4.

No.	Jawaban			
	A	B	C	D
1.	1	2	3	
4. Alasan: ..resultan gaya dimiliki benda yang diam dan tidak punya percepatan				

Gambar 4.3 Model *Hybrid*

	A	B	C	D
	1		2	X
4. Alasan: ..gaya...minimal...harus sama kayak gaya normal biar g' jatuh.				

Gambar 4.4 Model Lain

Faktor-faktor yang mempengaruhi model mental diperoleh melalui data angket yang dipilih siswa ketika siswa tersebut dapat menjawab pertanyaan tes dengan benar. Ketika siswa dapat menjawab pertanyaan tes dengan benar maka ia dapat memodelkan pemahaman melalui model yang tersedia pada lembar jawaban. Tabel 4.2 memperlihatkan faktor-faktor yang mempengaruhi siswa pada setiap konsep pada materi Hukum Newton tentang Gerak (Hukum II Newton).

Tabel 4.2 Persentase Faktor-faktor yang Mempengaruhi Model Mental Siswa pada Setiap Konsep pada Materi Hukum Newton tentang Gerak (Hukum II Newton)

Faktor-faktor	No. Konsep					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
A	9%	12%	10%	11%	11%	11%
B	4%	6%	5%	6%	7%	6%
C	58%	21%	18%	19%	18%	27%
D	29%	60%	68%	64%	65%	57%

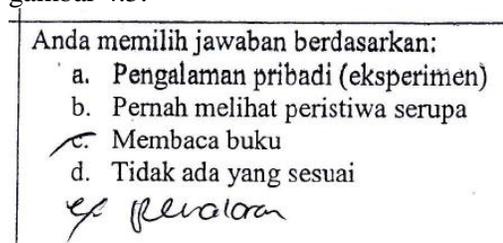
Keterangan:

- Faktor a : pengalaman pribadi/ eksperimen
 Faktor b : pernah melihat peristiwa serupa
 Faktor c : membaca buku
 Faktor d : tidak ada yang sesuai

No. Konsep:

1. Konsep Hukum II Newton pada Gerak dengan Kelajuan Konstan
2. Pengaruh Gaya terhadap Gerakan Benda
3. Konsep Hukum II Newton pada Elevator
4. Konsep Hukum II Newton pada Sistem Katrol Sederhana (tanpa gesekan)
 Konsep Hukum II Newton pada Sistem Katrol yang Dikaitkan pada Ujung Meja (dengan gesekan)

Kurang dari separuh partisipan memilih faktor-faktor yang telah ditentukan. Sedangkan faktor 'tidak ada yang sesuai' atau dapat disebut dengan faktor lain mendominasi. Ketika wawancara siswa memberikan keterangan faktor lain yang mereka maksud, yaitu konsep yang diajarkan guru. Selain itu beberapa siswa menyatakan faktor lain yaitu penalaran, seperti ditunjukkan oleh gambar 4.5.



Gambar 4.5 Faktor lain yang dimiliki siswa dalam menjawab konsep Hukum Newton tentang Gerak (Hukum II Newton)

Penelitian tentang model mental siswa memang layak dilakukan. Melalui hasil penelitian yang ditafsirkan dalam bentuk persentase ini dapat memperlihatkan model mental yang mendominasi. Dari persentase model mental ini dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan pendidik dalam memilih strategi pembelajaran di kelas. Selain itu, menurut Menurut pendapat Corpuz (2006), Sands (2005), Rimoldini & Singh (2005), dan Suryadi (2010) di dalam Parno (2012), identifikasi model mental menjadi salah satu fase dari tiga fase yang harus ditempuh dalam mendesain kurikulum di dalam perkuliahan.

V. KESIMPULAN

Model Hybrid model yang paling banyak dimiliki siswa dengan persentase 24%. Selanjutnya secara berurutan diikuti oleh model Newtonian (18%), dan model Aristotelian (11%). Sementara itu, sebanyak 47% siswa memiliki model lain dalam menjelaskan materi Hukum II Newton.

Proporsi faktor-faktor yang mempengaruhi model mental siswa adalah faktor pengalaman pribadi (eksperimen) sebesar 10%, pengalaman sehari-hari siswa dengan melihat peristiwa serupa sebesar 6% dan 30% merupakan faktor buku-buku fisika yang siswa pelajari. Sementara itu, lebih dari separuh model mental siswa pada pokok bahasan gaya dipengaruhi oleh faktor lain (54%), yaitu penalaran/logika dan penjelasan guru.

Daftar Pustaka

- [1] Andari, Mia. (2012). Analisis Profil Model Mental Siswa SMA dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya pada Topik Larytan Penyangga. Tesis. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
- [2] Gentner, D. (2002). Psychology of. In N.J. Smelser & P. B. Dates (Eds.). *International Encyclopedia of the Social and Behavioral*

- Science* (pp. 9683-9687). Amsterdam: Elsevier Science
- [3] Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid 1, Alih bahasa Yuhilza Hanum..* Jakarta : Erlangga
- [4] Halloun, I. A. & Hestenes D. (1985). Common Sense Concept about Motion. *Am. J. Phys.* 53 (11)
- [5] Hrepic, Z., Zollman, D.A, and Rebello, S. (2002). Identifying Students' Models of Sound Propagation. *Proc. Physics Education Research Conf.* (Boise, ID, Aug.2002)
- [6] Ishaq, Mohamad. 2006. *Fisika Dasar.* Yogyakarta: Graha Ilmu
- [7] Itza-Ortiz, S.F., Rebellu, S and Zollman, D. (2004). Students' models of Newton's Second Law in Mechanics and electromagnetism. *Eur. J. Phys.* 25
- [8] Laliyo, Lukman Abdul Rauf. "Model Mental Siswa dalam Memahami Perubahan Wujud Zat", *Jurnal Penelitian dan Pendidikan, Volume 8 Nomor 1, Maret 2011*
- [9] Mansyur, Jusman. (2011). *Kajian Fenomenografi Aspek-Aspek Model Mental Subjek Lintas Level Akademik dalam Problem Solving Konsep Dasar Mekanika.* Desertasi. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
- [10] Nugroho, Djoko. 2009. *Mandiri Fisika untuk SMA kelas X.* Jakarta: Erlangga
- [11] Parno, Budi J., & Soeparman K. (2012). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Diagram Benda Bebas Terhadap Peningkatan Pemahaman Gaya dan Gerak Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 2 Juni 2012*
- [12] Rapp, D.N. 2005. "Mental Models: Theoretical Issues for Visualizations in Science Education". John K. Gilbert (ed). *Visualization in Science Education*, 43-60. Netherlands: Springer
- [13] Senge, Peter M. 1990. *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization.* New York: Currency Doubleday
- [14] Sternberg, Robert J. 2008. *Psikologi Kognitif: Edisi keempat.* Terj. Tyudi Santoso, S.Fil. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.