

Analisis struktur pengetahuan siswa SMA menggunakan *Pathfinder Networks* pada materi gerak

IImy Nuraeni*, Ridwan Efendi, Sutrisno

Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia
e-mail: ilmynuraeni@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur pengetahuan siswa pada materi gerak menggunakan *Pathfinder Networks*. Struktur pengetahuan siswa dibentuk menggunakan *Pathfinder Networks* berdasarkan nilai tingkat keterkaitan antar konsep. Konsep-konsep esensial pada materi gerak dinilai tingkat keterkaitannya dengan menggunakan 5 poin skala likert. Sejumlah 60 siswa yang telah mempelajari materi gerak menilai tingkat keterkaitan antara 7 konsep esensial. Struktur pengetahuan setiap siswa dibandingkan dengan struktur pengetahuan ahli kemudian dinilai tingkat kemiripannya menggunakan *Similarity (C)*. Perbandingan struktur pengetahuan siswa dan struktur pengetahuan ahli ditujukan untuk mengidentifikasi adanya miskonsepsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara nilai ujian fisika yang diperoleh siswa dan *Similarity (C)*.

Kata Kunci: Struktur Pengetahuan, Evaluasi Struktur Pengetahuan, *Pathfinder Networks*, Peta Konsep.

1. Pendahuluan

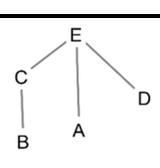
Pengetahuan baru yang diperoleh seorang siswa akan saling berhubungan dengan pengetahuan awal yang telah dimilikinya. Struktur pengetahuan menurut Flavell, Miller & Miller adalah “mental framework yang dibangun seseorang dengan mengambil informasi dari lingkungan dan menginterpretasikan, mengorganisasikan, serta mentransformasikannya”. Struktur pengetahuan merupakan bentuk pengetahuan tingkat tinggi yang dihasilkan dari proses pemikiran seorang siswa berdasarkan keseluruhan pembelajaran yang telah diterimanya.

Struktur pengetahuan berkembang beriringan dengan bertambahnya pengetahuan, sehingga kompleksitas dari struktur pengetahuan seseorang akan berubah-ubah bergantung pada pengetahuan yang diperolehnya. Selain hal tersebut, kompleksitas materi yang diterima oleh siswa juga dapat menyebabkan

sebagian besar struktur pengetahuan tidak tersusun secara relevan, hal tersebut dapat mengakibatkan adanya kesalahan penerjemahan terhadap suatu struktur pengetahuan.

Struktur pengetahuan dapat dibentuk dengan cara dipetakan. Terdapat beberapa metode dalam memetakan struktur pengetahuan diantaranya ialah *Pathfinder Networks* yang dikembangkan oleh Schvanevelt pada tahun 1989.

Pathfinder Networks yang kemudian akan disebut dengan PFnets merupakan “...a java implementation of *Pathfinder software design to create networks from proximity data*”(JPathfinder 1.0). Contoh pada gambar 1. terdapat lima buah konsep yaitu “A”, “B”, “C”, “D” dan “E”. Jika skala yang diberikan ialah 1, 2, 3, 4 dan 5, dan tingkat keterkaitan dinyatakan dengan 1 adalah sangat tidak terkait, 2 adalah tidak terkait, 3 adalah Cukup Terkait, 4 adalah terkait, dan 5 adalah Sangat Terkait.

Proximity data						PFnets
	A	B	C	D	E	
A	0	1	2	3	4	
B	1	0	5	1	2	
C	2	5	0	3	4	
D	3	1	3	0	5	
E	4	2	4	5	0	

Gambar 1. *Proximity data* dan hasil PFnets

Maka hasil pemetaan *PFnet* akan menggambarkan hubungan antara A dan E (ditunjukkan dengan garis penghubung secara langsung), hal ini karena tingkat keterkaitan secara langsung dari A-E yaitu 5 yang merupakan nilai tertinggi dari tingkat keterkaitan, berlaku hal yang sama untuk E-D, E-C dan B-C.

PFnets mengubah matriks *Proximity Data* menjadi sebuah struktur pemetaan dimana setiap konsep direpresentasikan oleh sebuah titik dan tingkat keterkaitan antar konsep digambarkan melalui garis penghubung (Goldsmith, dkk. 1991). Dua buah konsep akan terhubung jika nilai keterkaitan keduanya lebih besar daripada jumlah nilai keterkaitan konsep tersebut dengan konsep yang lainnya.

Terdapat dua buah parameter dalam PFnets, yaitu q dan r . Parameter q merupakan nilai yang membatasi jumlah garis penghubung pada sebuah konsep, dimana nilainya berkisar antara 2 dan $n-1$. Sedangkan parameter r merupakan metrik yang digunakan untuk menghitung jarak antar konsep (the Minkowski r -metric) dimana nilainya antara 1 dan tak hingga. Kedua parameter ini memiliki efek dalam mengurangi jumlah garis penghubung pada saat jumlahnya meningkat.

Dalam penelitian ini miskonsepsi siswa dapat diidentifikasi melalui struktur pengetahuan siswa yang dibandingkan dengan struktur pengetahuan ahli. Hal tersebut dapat dilihat dari adanya garis penghubung antara pasangan konsep yang tidak terkait dan tidak adanya garis penghubung antara pasangan konsep yang terkait (Trumpower, dkk. 2010). Untuk lebih jelasnya kedua struktur pengetahuan dibandingkan dan dianalisis berapa banyak jumlah garis penghubung yang sama, dan berapa banyak jumlah garis penghubung yang berbeda (*Similarity* (S)). *Similarity* (S) antara dua buah struktur pengetahuan merupakan jumlah garis penghubung yang sama antara PFnets satu dan yang lainnya dibandingkan dengan penjumlahan total garis penghubung pada PFnets satu dan PFnets lainnya dikurangi dengan jumlah garis penghubung yang sama antara PFnets satu dan yang lainnya.

Struktur pengetahuan ahli digunakan sebagai struktur pengetahuan acuan untuk menganalisis struktur pengetahuan siswa. Ahli dalam penelitian ini adalah guru yang mengajar siswa tersebut, karena ahli adalah yang menentukan konten materi pelajaran, bagaimana suatu materi ditafsirkan dan diorganisir, hingga bagaimana penilaian materi pelajaran tersebut dilaksanakan (misalnya penilaian ujian). Goldsmith, dkk., 1991; Naveh-Benjamin, dkk., 1986; Sarwar & Trumpower, 2015, telah menggunakan struktur acuan berbasis ahli (guru) dan menemukan bahwa persamaan struktur siswa dengan ahli (guru) berkorelasi dengan hasil akhir (Acton, dkk. 1994).

2. Metode

Partisipan

Partisipan dalam penelitian ini ialah 60 siswa kelas X MIPA yang telah mempelajari materi gerak. Penelitian ini juga menyertakan tiga orang ahli yang telah mengajar siswa tersebut dengan minimal pengalaman mengajar 10 tahun.

Prosedur

Pemilihan konsep dalam penelitian ini didasarkan pada "Kompetensi Dasar 3.4 Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dengan kecepatan konstan (tetap) dan gerak lurus dengan percepatan konstan (tetap) berikut penerapannya dalam kehidupan sehari-hari misalnya keselamatan lalu lintas" (Permendikbud Nomor 24 Tahun 2016). Terdapat 7 konsep esensial yaitu: Posisi, Jarak, Panjang Lintasan, Perpindahan, Kecepatan, Kelajuan dan Percepatan.

Pengumpulan data dilakukan dengan menilai pasangan konsep esensial menggunakan 5-skala likert. Dengan indicator jawaban "1" adalah sangat tidak terkait, "2" adalah tidak terkait, "3" adalah Cukup Terkait, "4" adalah terkait, dan "5" adalah Sangat Terkait.

Dari 7 konsep esensial, terdapat $n(n-1)/2 = 21$ pasangan konsep (tidak termasuk pasangan konsep yang diulang guna menilai reliabilitas). Total terdapat 25 pasangan konsep yang digunakan. Jika korelasi antara empat pasangan konsep yang diulang pada tes yang sama kurang dari 0.5, maka jawaban partisipan tidak

dapat diterima dan partisipan tidak diikuti sertakan dalam analisis. Partisipan diberikan waktu 10-15 menit untuk menilai keseluruhan pasangan konsep.

Data dari setiap pasangan konsep yang telah dinilai tingkat keterkaitannya

dimasukkan kedalam database dan diolah menggunakan *Pathfinder Networks* guna menghasilkan struktur pengetahuan. Berikut contoh dari instrumen yang digunakan:

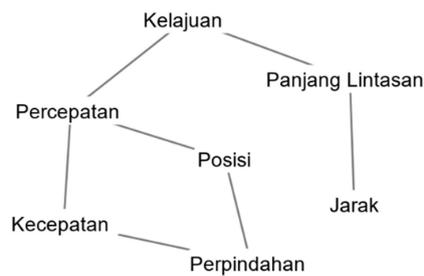
Tabel 1. Instrumen Penelitian

No	Konsep 1	Konsep 2	1	2	3	4	5
1.	Posisi	Percepatan					
2.	Jarak	Posisi					
3.	Perpindahan	Jarak					
4.	Panjang Lintasan	Perpindahan					

3. Hasil dan Pembahasan

Tahap pertama dalam analisis data ialah membuat rerata dari struktur pengetahuan ahli. Dalam penelitian ini tiga orang ahli memiliki struktur pengetahuan yang berbeda, sehingga untuk membuat

struktur pengetahuan acuan dibuat rerata dari struktur pengetahuan ketiga ahli tersebut. Struktur pengetahuan acuan diperoleh dengan cara merata-ratakan data nilai tingkat keterkaitan konsep pada aplikasi *PFnets Average Proximities Mean Data*.



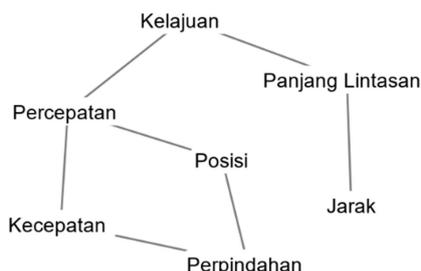
Gambar 2. Struktur Pengetahuan Ahli 1



Gambar 3. Struktur Pengetahuan Ahli 2



Gambar 4. Struktur Pengetahuan Ahli 3.



Gambar 5. Struktur Pengetahuan Acuan (PFnets $r = infinity$ dan $q = n - 1$).

Berdasarkan struktur pengetahuan acuan, terdapat 7 garis penghubung (*links*) diantara 7 konsep yang disediakan. Tahap kedua dalam analisis data ialah membagi siswa kedalam dua buah kelas berdasarkan nilai ujian mata pelajaran fisika, yaitu kelas

atas dan kelas bawah. Terdapat 30 siswa kelas atas dan 30 siswa kelas bawah. Dari 60 siswa yang mengikuti tes 10 orang memiliki nilai reliabilitas dibawah 0.5 sehingga tidak diikut sertakan dalam analisis (tabel 2).

Tabel 2. Jumlah partisipan dalam rentang koefisien korelasi Pearson yang dihitung dari 4 pasangan konsep yang diulang.

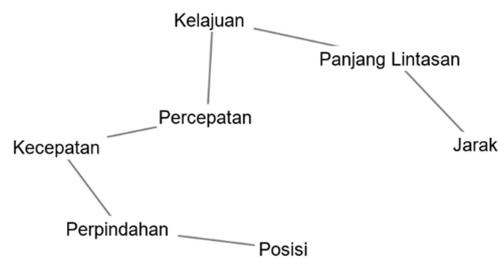
	Koefisien Korelasi Pearson (r)		
	Strong	Moderate	Weak
	$0.8 \leq r \leq 1$	$0.5 \leq r < 0.8$	$r < 0.5$
Kelas Atas	14	13	3
Kelas Bawah	12	11	7

Tabel 3. Jumlah partisipan dalam rentang *Structural similarity closeness* (C)

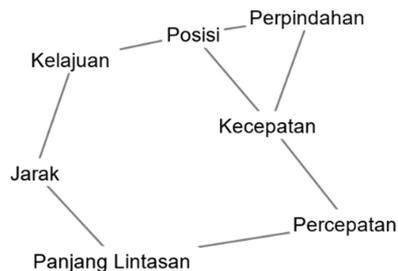
	Strong	Moderate	Weak
	$0.8 \leq C \leq 1$	$0.5 \leq C < 0.8$	$C < 0.5$
	Kelas Atas	16	8
Kelas Bawah	10	9	4

Pada kelas atas terdapat 16 siswa yang memiliki nilai *similarity* antara 1 hingga 0.8, dan 8 siswa yang memiliki nilai *similarity* antara 0.8 hingga 0.5, dan hanya 3 orang

yang memiliki nilai *similarity* dibawah 0.5. Nilai *similarity* dibawah 0.5 dapat diartikan bahwa siswa tersebut memiliki miskonsepsi pada struktur pengetahuan yang dibuatnya.



Gambar 6. Struktur pengetahuan siswa 11P pada kelas atas yang memiliki nilai *similarity* 0.857



Gambar 7. Struktur pengetahuan siswa 34P pada kelas bawah yang memiliki nilai *similarity* 0.364

Gambar 6. dan Gambar 7. menunjukkan struktur pengetahuan siswa pada kelas yang berbeda dengan nilai *similarity* yang berbeda. Siswa 11P memiliki *similarity* 0.857 dengan struktur pengetahuan acuan karena hanya kehilangan satu garis penghubung antara percepatan dan posisi. Sedangkan siswa 34P memiliki *similarity* 0.364 dengan struktur pengetahuan acuan karena kehilangan garis penghubung antara percepatan dengan posisi, percepatan dengan kelajuan, dan kelajuan dengan panjang lintasan serta adanya tambahan garis penghubung pada panjang lintasan ke percepatan dan kecepatan ke posisi.

Dari siswa 36P dapat dianalisis terdapat miskonsepsi antara konsep kelajuan dengan panjang lintasan yang tidak terhubung, sedangkan kelajuan dengan posisi terhubung.

Berdasarkan tabel 2. dan tabel 3. jumlah siswa kelas atas memiliki nilai koefisien korelasi pearson dan *Structural similarity closeness* (C) relatif lebih banyak dibandingkan dengan siswa kelas bawah. Sehingga hasil nilai ujian dan nilai *similarity* pada struktur pengetahuan siswa memiliki korelasi.

4. Simpulan

Struktur pengetahuan dibentuk berdasarkan pemahaman siswa mengenai materi gerak. Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa antara hasil nilai ujian siswa pada materi gerak memiliki korelasi dengan nilai *similarity* pada struktur pengetahuan yang dibuatnya. Karena jumlah siswa yang memiliki nilai ujian tertinggi juga memiliki nilai *similarity* yang tinggi pada struktur pengetahuannya.

Saran untuk penelitian kedepannya ialah dalam penelitian ini tidak dapat membedakan apakah siswa yang memiliki nilai *similarity* yang sama memiliki alasan yang sama pada saat menilai tingkat keterkaitan konsep. Untuk pengembangannya disarankan menggunakan struktur pengetahuan ahli yang berbeda, misalnya struktur pengetahuan dosen.

Daftar Pustaka

Banilower, E., Smith, P. S., Weiss, I. R., & Pasley, J. D. (2006). *The status of K-12 science teaching in the United States: Results from a national observation survey*. Greenwich, CT: Information age Publishing.

- Boud, dkk. (2005). *Reflection: Turning Experience Into Learning*. Nichols Publishing Company; USA.
- Cohen. J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Dewey, John. (1997). *How We Think*. Dover Publication, INC; Mineola, New York.
- Guo, Wenli & Shekoyan, Vazgen. (2014). *Facilitation of Student-centered Formative Assessment using Reflective Quiz Self-Corrections in a Calculus Physics Course*. American Society for Engineering Education.
- Koole, dkk. 2011. *Factors in Confounding the Assessment of Reflection: A Critical Review*. BMC Medical Education.
- Sarwar, G. S. & Trumpower, D. L. (2010). *Effectiveness Of Structural Feedback Provided By Pathfinder Networks*. J. Educational Computing Research, col 43(1) 7-24. DOI:10.2190/EC.43.1.b .
- Sarwar, G. S. & Trumpower, D. L. (2015). *Effects Of Conceptual, Procedural, And Declarative Reflection On Students' Structural Knowledge In Physics*. Education Tech Research Dev. DOI 10.1007/s11423-015-9368-7.
- Sarwar, G. Shahzad. (2012). *Comparing the Effect of Reflection, Written Exercises, and Multimedia Instruction to Address Learners' Misconceptions Using Structural Assessment of Knowledge*, (Tesis). Faculty of Education University of Ottawa.
- Sutrisno. (2003). Ilmu Fisika Jilid I. Bandung: Acarya Media Utama.
- Tippler, Paul A. (1998). Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid I Edisi ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Trumpower dkk. (2010). *Specificity Of Structural Assesment of Knowledge*. The journal of technology, learning and assessment.
- Trumpower, D. L. & Sarwar, G. S. (2010). *Formative Structural Assessment: Using Concept Maps as Assessment for Learning*. Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping.
- Usman, H. dan R. Purnomo Setiady Akbar. 2000. *Pengantar Statistika*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Widowati, Asri. (TT). *Pembelajaran Sains HOT dengan Menerapkan Inquiry Laboratory*. Jurdik Pendidikan Biologi FMIPA UNY.