

KAJIAN TENTANG KATEGORISASI PENGETAHUAN PADA MATA KULIAH LOGIKA & ALGORITMA

Sulis Janu Hartati¹⁾

1) Program Studi Sistem Informasi, STMIK Surabaya, email: sulis@stikom.edu

Abstract: The question in this paper is how to categorize knowledge in logics and algorithm. Method used in this is literature based research methodology. The study objective is to categorize each knowledge learnt on Logics and algorithm. The result of the study is the categorization of the knowledge can be done by using deductive and analogy logic. All knowledge which is learnt on logics and algorithm must be categorized into conceptual and metacognitive knowledge.

Keywords: categorization, factual knowledge, conceptual knowledge, procedural knowledge, metacognitive knowledge.

Belajar menurut Burner (1973) melibatkan tiga proses, yaitu: (1) memperoleh informasi baru, (2) melakukan transformasi informasi, dan (3) menguji relevansi hasil transformasi. Pengertian transformasi informasi pada kalimat tersebut adalah proses penyesuaian, atau perubahan pengetahuan yang sudah dimiliki berdasar informasi baru. Oleh sebab itu, pendekatan dalam belajar dapat menggunakan 2 asumsi (Burner, 1973). Asumsi pertama, pengetahuan seseorang diperoleh secara interaktif. Artinya, dalam belajar harus terjadi proses interaksi secara aktif antara pebelajar dengan lingkungannya, sehingga menghasilkan perubahan perilaku ke arah yang diharapkan. Asumsi kedua, pengetahuan seseorang dikonstruksi dengan cara menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang sudah dimilikinya. Pemahaman seseorang tentang sesuatu, baik pengetahuan prosedural maupun pengetahuan konseptual, bergantung pada struktur kognitif mental atau pikiran.

Pendapat lain, hampir sama dengan Burner datang dari Maher & Davis (1990), dan Steffe (1990). Menurut Steffe (1990), tugas mendasar guru matematika adalah mempercepat pengembangan makna matematis muridnya. Jika Guru tidak bisa melakukan hal ini, maka pembelajaran menjadi sia-sia. Siswa tidak dapat mengingat, mentransfer atau mengaplikasikan informasi yang tidak memiliki makna baginya. Menurut Maher & Davis (1990), salah satu tugas guru dalam

pembelajaran adalah mengkonstruksi pikirannya sendiri suatu representasi mental yang cocok dengan representasi mental siswanya.

Uraian di atas menegaskan bahwa guru harus mampu membuat pembelajaran bermakna. Penegasan tersebut telah dibuktikan oleh Hartati (2009), bahwa pembelajaran bermakna mempengaruhi pemahaman siswa terhadap operasi pembagian.

Untuk mendesain pembelajaran bermakna dibutuhkan beberapa syarat, diantaranya adalah mengenali pengetahuan yang akan diajarkan, serta menetapkan pertanyaan pembelajaran (*learning question*). Kurangnya pemahaman Guru terhadap pertanyaan yang diajukan serta jawabannya dalam pembelajaran mengakibatkan guru sulit melakukan eksplorasi terhadap pengetahuannya sendiri (Star, Stylianides, 2013). *Learning question* berkaitan dengan hal-hal penting untuk dipelajari siswa (Anderson & Kartwoth, 2001).

Pengetahuan digolongkan menjadi empat, yaitu factual, konseptual, prosedural, serta metakognisi (Anderson & Kartwoth, 2001). Pada makalah ini, pengetahuan yang akan dikaji adalah pengetahuan pada mata kuliah logika & algoritma. Hal ini penting dikaji karena lebih dari 70% mahasiswa di STMIK Surabaya kesulitan belajar logika & algoritma.

Kondisi tersebut juga ditemukan pada beberapa Perguruan Tinggi lain di Indonesia (Ardianto, Mayadewi, Frestiyanto, 2011; Sembiring, 2009; Prasetyawan, Barakbah, Munif, 2007).

Berdasar uraian tersebut, maka pertanyaan yang diajukan pada makalah ini adalah: bagaimana karakteristik pengetahuan pada mata kuliah logika & algoritma?. Tujuannya adalah untuk menemukan karakteristik setiap pengetahuan yang dipelajari pada mata kuliah logika & algoritma. Temuan tersebut diharapkan dapat digunakan untuk menetapkan *learning question* pada setiap pokok bahasan. Dengan demikian, pada akhirnya temuan tersebut diharapkan dapat dijadikan pedoman untuk mendesain pembelajaran bermakna.

METODE

Metode yang digunakan adalah kajian pustaka. Teori yang dikaji adalah kategorisasi pengetahuan menurut Anderson & Kartwoth (2001), meliputi: pengetahuan factual, konseptual, prosedural, serta metakognisi. Kemudian, penarikan kesimpulan menggunakan penalaran deduktif dan induktif dari jenis analogi (Fearnside, 2010; Shapiro, 2000).

Pengetahuan factual adalah pengetahuan yang terpisah-pisah, satu pengetahuan dengan lainnya tidak terhubung, seperti bit-bit pada informasi (Anderson & Kartwoth, 2001). Pengetahuan dibedakan menjadi dua, yaitu terminology dan rincian elemen tertentu. Contoh terminology dalam mata kuliah logika & algoritma adalah simbol, diantaranya adalah aturan penulisan nama variabel, simbol-simbol flowchart, ekspresi matematika, operasi logika, relasi logika. Contoh rincian elemen tertentu pada mata kuliah logika & algoritma adalah desain masukan, desain keluaran, bentuk baku proses sekuensial, percabangan, serta perulangan.

Pengetahuan konseptual adalah pengetahuan yang lebih kompleks, terdiri dari pengetahuan factual dan konseptual yang diorganisasikan menjadi pengetahuan konseptual yang lebih kompleks

(Anderson & Kartwoth, 2001). Pengetahuan konseptual merupakan pengetahuan yang dibentuk dari keterhubungan antara elemen dasar dengan struktur yang lebih luas, sehingga membentuk suatu fungsi tertentu (Star, Stylianides, 2013). Pengetahuan ini meliputi: klasifikasi dan kategorisasi, prinsip dan generalisasi, teori, model, dan struktur. Contoh klasifikasi dan kategorisasi adalah data, konstanta, parameter, variabel, berbagai jenis proses pengolahan data, modularitas. Contoh prinsip dan generalisasi adalah prinsip membentuk modul, desain algoritma yang baik. Contoh teori, model, dan struktur adalah: model flowchart percabangan, berbagai perulangan, prinsip *passing* parameter.

Pengetahuan prosedural adalah pengetahuan tentang bagaimana melakukan sesuatu (Star, Stylianides, 2013; Anderson & Kartwoth, 2001). Pengetahuan ini meliputi ketrampilan tertentu dan algoritma, teknik dan metode tertentu, criteria tertentu dalam menggunakan metode yang tepat. Contoh pengetahuan prosedural adalah berbagai algoritma pengurutan dan pencarian, teknik penelusuran algoritma tertentu.

Pengetahuan metakognitif adalah pengetahuan tentang kognisi secara umum, seperti kesadaran tentang sesuatu yang diketahuinya dan tidak, termasuk kognisi itu sendiri (Anderson & Kartwoth, 2001). Pengetahuan metakognitif meliputi strategi dan terbukti dapat meningkatkan kesadaran proses berpikir dan pembelajaran yang berlaku (Caliskan, M., Sunbul, A.M. 2011). Contoh, mahasiswa dapat merancang flowchart untuk menyelesaikan suatu masalah kemudian dapat melakukan evaluasi terhadap flowchart yang sudah dirancangnya dan dapat menentukan nilai kebenarannya.

Logika dan Algoritma adalah mata kuliah yang bertujuan memberikan kemampuan pada mahasiswa dalam hal merancang algoritma yang disajikan dalam bentuk flowchart dan pseudoce untuk menyelesaikan masalah komputasi.

Materi mata kuliah ini ditekankan pada pembuatan proses otomatisasi secara logika, yang disajikan dalam bentuk *flowchart* dan *pseudocode* (Farrell, 2011). Pada penelitian ini, masalah komputasi dibatasi pada masalah pembuatan dokumen bisnis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengetahuan yang dipelajari pada mata kuliah logika & algoritma meliputi: (1) pengolahan data, termasuk di dalamnya pendekatan modular, (2) variabel, parameter, data, konstanta, operator aritmetika dan logika, serta hubungan logika matematika, (3) bermacam-macam proses otomatisasi, meliputi sekuensial, percabangan, perulangan, serta kombinasi dari ketiganya, (4) pengembangan algoritma menggunakan pendekatan *flowchart* dan *pseudocode*, (5) array, serta (6) berbagai algoritma pencarian dan pengurutan (Farrell, 2011; Chaudhuri, 2005; Knuth, 1997; Stern & Ster, 1979).

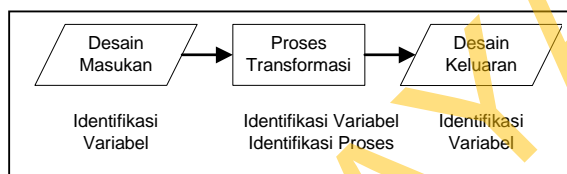
Pengolahan Data dan Pendekatan Modular

Pokok bahasan materi ini adalah konsep pengolahan data secara otomatis, dengan perangkat utamanya adalah komputer. Pembahasan dimulai dari penjelasan tentang bagian-bagian dari perangkat untuk mengolah data, meliputi: sistem komputer, logika program sederhana, langkah-langkah membuat program, penyajian algoritma dengan *pseudocode* dan *flowchart* (Farrell, 2011).

Pengetahuan dasar yang dibutuhkan untuk memahami uraian materi tersebut adalah: variabel, parameter, data, konstanta, ekspresi Matematika, operator aritmetika dan logika, serta berbagai proses pengolahan data. Mengolah data berarti mentransformasikan data masukan menjadi suatu keluaran tertentu. Sehingga proses pengolahan data merupakan kegiatan yang kompleks. Untuk menyederhanakan proses, maka dibutuhkan suatu teknik yang disebut dengan modular.

Tujuannya adalah supaya proses yang kompleks dan rumit dapat diubah menjadi beberapa proses kecil-kecil yang spesifik, sehingga tingkat kompleksitas setiap proses kecil menjadi berkurang dibanding dengan proses keseluruhan.

Secara garis besar komponen dasar pengolahan data dapat digambarkan seperti berikut ini.



Gambar 1: Komponen Dasar Pengolahan Data

Pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami desain keluaran dan masukan adalah (1) pengetahuan tentang bentuk keluaran yang diinginkan oleh pengguna, (2) aturan dan tatacara membuat keluaran tersebut. Oleh karena itu, mahasiswa harus bisa menemukan bentuk keluaran yang diinginkan oleh pengguna. Setelah itu, mereka harus dapat memprediksi bentuk masukan yang diperlukan untuk menghasilkan keluaran. Pada tahapan ini, mereka juga dituntut mempunyai kemampuan mengidentifikasi variabel beserta tipenya. Selanjutnya, mereka harus bisa mendesain proses untuk mentransformasikan masukan menjadi keluaran. Pada tahap proses, kemampuan lain yang harus dimiliki mahasiswa adalah memprediksi ekspresi Matematika, beserta relasi logika yang diperlukan dalam proses transformasi tersebut. Pada akhirnya dengan prediksi yang sudah dibuat, mahasiswa harus dapat menilai kebenarannya.

Jadi, berdasarkan penjelasan di atas terlihat bahwa kategori pengetahuan pengolahan data tidak cukup pengetahuan faktual, tetapi harus diarahkan pada pengetahuan konseptual dan metakognitif. Akibatnya, pertanyaan pembelajaran harus mencakup dua aspek. Aspek pertama berkaitan dengan membuat relasi antara desain masukan, proses, keluaran, serta variabel, ekspresi Matematika, dan relasi logika. Aspek kedua berkaitan dengan kemampuan menilai kebenaran prediksi awal.

Data, Konstanta, Parameter, Variabel, Operator Aritmetika Dan Logika

Setelah menjelaskan pengolahan data, beberapa buku melanjutkan diskusi dengan berbagai tipe data, konstanta, parameter, variabel, operator aritmetika, logika, serta relasi logika (Farrel, 2011). Pengetahuan tersebut jika dipahami secara terpisah tidak akan memberikan pembelajaran yang bermakna. Beberapa kemampuan yang harus dimiliki mahasiswa dalam belajar pengetahuan ini adalah: (1) Mahasiswa harus dapat menemukan perbedaan antara data, konstanta, parameter, dan variabel, (2) mahasiswa harus dapat menuliskan ekspresi Matematika (meliputi: operator aritmetika, logika, serta relasi logika) yang berkaitan dengan proses pengolahan data, serta (3) Mahasiswa harus dapat menemukan perbedaan data, konstanta, parameter, dan variabel sebagai masukan atau keluaran.

Dengan demikian, pembelajaran tentang materi ini tidak boleh dilepaskan dari pengolahan data. Jadi, kategori pengetahuan data, konstanta, parameter, variabel, operator aritmetika, logika, serta relasi logika tidak cukup pengetahuan factual, tetapi harus diarahkan pada pengetahuan konseptual. Akibatnya, pertanyaan pembelajaran harus sampai pada tingkatan membuat relasi pengetahuan tersebut dengan pengolahan data.

Proses Sekuensial, Percabangan, Perulangan

Pengolahan data melibatkan empat proses, yaitu sekuensial, percabangan, perulangan, serta rekursi. Pada setiap jenis proses sering melibatkan ekspresi Matematika. Oleh karena itu, untuk mendesain pembelajaran bermakna, pembelajaran proses pengolahan data tidak boleh berdiri sendiri. Pembahasannya harus dikaitkan dengan penggunaan ekspresi Matematika.

Proses sekuensial merupakan proses pengolahan data yang dilakukan secara urut dari awal sampai akhir. Sehingga ketepatan meletakkan urutan perintah menjadi hal yang harus diperhatikan oleh pemakai proses ini. Perintah tersebut meliputi:

memasukan data, menyimpan data pada variabel, memproses data yang disajikan dalam bentuk persamaan Matematika, mentransformasikan data masukan menjadi keluaran, serta menampilkan data. Mahasiswa perlu disadarkan bahwa mengubah urutan proses secara umum dapat mengubah makna proses sendiri. Akibatnya, keluaran yang dihasilkan bisa berbeda. Dengan demikian, pembelajaran proses sekuensial harus menempatkan urutan proses sebagai unsur utamanya.

Urutan proses dapat dikenalkan dengan cara:

(1) mengidentifikasi model keluaran beserta variabelnya, (2) memprediksikan kebutuhan masukan beserta identifikasi variabelnya, serta (3) menyusun proses transformasi dari model masukan menjadi model keluaran. Beberapa hal yang diperhatikan pada penyusunan proses transformasi adalah menentukan ekspresi Matematika dan ketepatan menyusun urutan untuk proses transformasi. Jadi, pembelajaran proses sekuensial harus mengaitkan dengan ekspresi Matematika dan ketepatan susunan urutan perintah.

Proses transformasi masukan menjadi keluaran sering dihadapkan pada beberapa kemungkinan, tidak hanya menjalankan perintah secara berurutan dari awal hingga akhir. Oleh karena itu, dalam pengolahan data juga diperlukan suatu proses yang memfasilitasi kemungkinan tersebut. Fasilitas yang dimaksudkan adalah proses percabangan. Proses ini membutuhkan relasi logika atau operator logika. Oleh karena itu, pembelajaran proses percabangan harus dikaitkan dengan operator dan relasi logika, selain juga dengan ekspresi matematika.

Mengolah data tidak mungkin dilakukan hanya satu kali. Pada kenyataannya, selalu dijumpai pengolahan yang berulang. Untuk itu, pada proses pengolahan data dibutuhkan proses perulangan. Pada proses ini juga diperlukan pemahaman tentang operator dan relasi logika. Dengan demikian, pembelajaran proses perulangan harus dikaitkan dengan ekspresi Matematika, operator dan relasi logika, proses sekuensial, serta percabangan. Mahasiswa juga diberi

bekal tentang kemampuan membedakan proses perulangan dan percabangan.

Jadi, pembelajaran tentang materi proses sekuensial, percabangan, dan perulangan tidak boleh dilepaskan dari pengolahan data secara keseluruhan. Akibatnya, pertanyaan pembelajaran harus sampai pada tingkatan membuat relasi pengetahuan tersebut dengan pengolahan data.

Pengembangan Algoritma Menggunakan Pendekatan Flowchart Dan Pseudocode

Mengembangkan algoritma merupakan inti dari bahasan pada mata kuliah logika dan algoritma. Beberapa buku, memulai pembahasan tentang mengembangkan algoritma setelah semua komponen pengolahan data dijelaskan secara rinci.

Pokok bahasan ini merupakan kelanjutan dari proses sekuensial, percabangan, serta perulangan. Uraian dimulai dengan simbol-simbol dasar yang digunakan serta struktur penulisan pseudocode. Selanjutnya dijelaskan tentang struktur flowchart dan pseudocode untuk proses sekuensial, percabangan, serta perulangan. Kemudian menggunakan struktur tersebut untuk menyelesaikan masalah komputasi, khususnya dalam pembuatan dokumen-dokumen bisnis, tetapi tidak melibatkan basis data.

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa diharapkan mempunyai kemampuan merancang flowchart atau pseudocode untuk menyelesaikan masalah komputasi, khususnya dalam pembuatan dokumen-dokumen bisnis, tetapi tidak melibatkan basis data. Oleh karena itu, yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran adalah pemilihan dokumen bisnis yang tepat sebagai materi diskusi. Hal ini penting karena jika dokumen bisnis yang didiskusikan tidak dikenali oleh mahasiswa maka tidak akan menghasilkan struktur pengetahuan yang lebih besar dan kompleks.

Jadi, pembelajaran tentang pengembangan algoritma harus memperhatikan pengetahuan di luar mata kuliah logika & algoritma, yaitu pengetahuan tentang pembuatan beberapa dokumen bisnis. Selain itu,

pembelajaran juga tidak boleh dilepaskan dari pengolahan data secara keseluruhan. Akibatnya, pertanyaan pembelajaran harus sampai pada tingkatan membuat prediksi tentang relasi setiap materi pada pengembangan algoritma dengan pengolahan data.

Array

Array merupakan jenis variabel yang dapat digunakan menyimpan sejumlah data. Pada pengolahan data, beberapa array dikaitkan sehingga saling berelasi membentuk tabel dan difungsikan sebagai basis data. Perbedaan antara array dan basis data adalah sifat data yang disimpan. Data yang disimpan pada array hanya bertahan selama computer hidup. Setelah computer dimatikan, maka data tersebut akan hilang dan tidak dapat ditemukan kembali.

Sehingga pembelajaran tentang array harus dikaitkan dengan variabel sederhana dan proses pengolahan data secara keseluruhan. Dengan demikian array dikategori sebagai pengetahuan konseptual dan metakognitif. Jadi, pertanyaan pembelajaran harus mencakup dua aspek, yaitu pengetahuan konseptual dan metakognitif. Aspek pertama, berkaitan dengan membuat relasi antara variabel sederhana dan array pada desain masukan, proses serta keluaran, ekspresi Matematika, dan relasi logika. Aspek kedua berkaitan dengan kemampuan menilai kebenaran desain relasi.

Algoritma Pencarian, dan Pengurutan

Dalam mengolah data sering dibutuhkan algoritma pencarian, dan pengurutan. Fungsi algoritma tersebut adalah menemukan dan mengurutkan data tertentu pada array. Beberapa buku teks menyajikan berbagai algoritma pencarian dan pengurutan dalam bentuk pseudocode (Farrell, 2011; Backhouse, 2011; Chaudhuri, 2005; Knuth, 1997; Stern & Stern, 1979). Sehingga, algoritma pencarian dan pengurutan dapat dikategorikan ke dalam pengetahuan prosedural. Namun demikian, jika kemampuan mahasiswa sebatas menjalankan prosedur maka algoritma yang dipelajari

menjadi tidak bermakna bagi mahasiswa. Oleh karena itu, kemampuan mahasiswa harus ditingkatkan sampai pada memilih algoritma pencarian dan pengurutan yang tepat untuk menyelesaikan masalah komputasi.

Penetapan tingkat kemampuan tersebut mengakibatkan perubahan kategori pengetahuan. Awalnya, algoritma pencarian dan pengurutan dikategorikan sebagai pengetahuan prosedural harus diubah menjadi pengetahuan konseptual dan metakognitif. Sehingga pembelajaran kedua algoritma tersebut harus dikaitkan dengan beberapa hal, meliputi: teknik modular dan *passing* parameter, ketepatan identifikasi variabel masukan, proses serta keluaran, serta ketepatan pemilihan algoritma pencarian dan pengurutan untuk menyelesaikan masalah komputasi tertentu.

Berdasarkan uraian di atas terlihat bahwa algoritma pencarian dan pengurutan dikategorikan ke dalam pengetahuan konseptual, dan metakognitif. Jadi, pertanyaan pembelajaran harus mencakup dua aspek, yaitu pengetahuan konseptual dan metakognitif. Aspek pertama, berkaitan dengan membuat relasi variabel dengan *passing* parameter, serta teknik modular. Aspek kedua berkaitan dengan kemampuan menilai kebenaran desain relasi.

SIMPULAN

Dengan menggunakan penalaran deduktif dan analogi, pengetahuan pada mata kuliah logika & Algoritma dapat dikategorikan ke dalam pengetahuan factual, konseptual, prosedural, serta metakognitif. Namun demikian, untuk mendesain pembelajaran bermakna maka semua pengetahuan pada mata kuliah logika & algoritma harus dikategorikan menjadi pengetahuan konseptual dan metakognitif.

RUJUKAN

Anderson, J. & Karthwohl. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. New York: Addison Wesley Longman, Inc

- Ardianto, A., Mayadewi, P., Frestiyanto, R.. 2011. *Aplikasi Pembelajaran Algoritma Dan Pemrograman Berbasis Web*. Bandung: Skripsi Poltek Bandung, tidak diterbitkan.
- Backhouse, R. 2011. *Algorithmic Problem Solving*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- Bruner, J. 1973. *Going Beyond the Information Given*. New York: Norton
- Caliskan, M., Sunbul, A.M. 2011. *The Effects of Learning Strategies Instruction on Metacognitive Knowledge, Using Metacognitive Skills and Academic Achievement* (Primary Education Sixth Grade Turkish Course Sample). Dissertation: the Degree Doctor of Philosophy in the Sel-çuk University Faculty of Education, Department of Education Sciences, 42090 Meram-Konya/Turkey.
- Chaudhuri, A.B. 2005. *The Art of Programming Through Flowcharts and Algorithms*. Laxmi Publications.
- Farrell, J. 2011. *Programming Logic and Design Introductory, sixth edition*. Canada: Course Technology
- Fearnside, W.W.. 2010. *About Thinking*. New Jersey: Prentice Hall..
- Hartati, S.J. 2009. *Strategi Mengkonstruksi Konsep Pembagian Siswa Kelas III SD Dengan Pembelajaran Kontekstual*. Prosiding: Seminar Nasional Matematika LSM XVII. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Knuth, D. E.. 1997. *Art of Computer Programming, Volume 1: Fundamental Algorithms*. Newyork: John Willey and Sons.
- Maher, A.C, & Davis, R.B.. 1990. Teacher's Learning: Building Representations of Children's Meanings. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, Vol. 4, Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathematics.
- Prasetyawan, G., Barakbah, A.R., Munif, A. 2007. *Pembuatan Perangkat Lunak Alat Bantu Logika dan Algoritma*. Malang: Skripsi Joint Program D4 BA, tidak diterbitkan.
- Shapiro, Stewart. 2000. *Thinking about mathematics, The philosophy of mathematics*. New York: Oxford University Press Inc.
- Sembiring, Y.Y. 2009. *Algoritma Dan Implementasi Alat Bantu Pemecahan Masalah Matematika*. Medan : Skripsi Universitas Sumatra Utara, tidak diterbitkan.
- Star, J.R., Stylianiedes, G.L. 2013. Procedural and Conceptual Knowledge: Exploring the Gap Between Knowledge Type and Knowledge Quality. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. Volume 13, Issue 2, 169-181, ISSN 1942-4051.
- Stern & Stern. 1979. *Principle of Data Processing, second edition*. Newyork: John Willey and Sons.