

Makalah Utama	Peran Pendidik dan Ilmuwan Sains dalam Menyongsong Revolusi Industri 4.0	ISSN : 2527-6670
--------------------------	---	-------------------------

Konflik Kognitif Pada Konsep Elektronika Dasar I

Erawan Kurniadi¹, Farida Huriawati²
^{1, 2} Program Studi Pendidikan Fisika UNIPMA
erawan@unipma.ac.id¹, huriawati@gmail.com²

Abstrak

Konflik kognitif dapat dikatakan sebagai pertentangan dalam pikiran saat memahami sesuatu. Tidak yakin/ragu, bingung, merasa aneh/ganjil, menyadari kontradiksi saat proses memahami suatu konsep merupakan tanda-tanda telah terjadi konflik kognitif. Kondisi-kondisi tersebut wajar, bahkan menjadi hal yang positif dalam membangun pengetahuan. Jika direspon dengan benar, konflik kognitif yang telah diakhiri atau terselesaikan dengan baik akan menghasilkan pemahaman yang mapan/mantap dan benar. Tulisan ini menyajikan beberapa materi/konsep dalam elektronika dasar I yang diprediksi berpeluang menimbulkan konflik kognitif. Hasil penyajian ini sangat berguna sebagai acuan untuk menentukan strategi *scaffolding* dalam mengakhiri konflik kognitif yang mungkin terjadi pada mahasiswa saat pembelajaran elektronika dasar I.

Kata kunci: *konflik kognitif, elektronika dasar I, scaffolding.*

PENDAHULUAN

Manusia seringkali mengalami kebimbangan membuat keputusan atau menentukan solusi terhadap sebuah masalah atau pertanyaan. Dalam keadaan seperti ini dikatakan telah terjadi konflik dalam diri. Konflik ini juga sering terjadi ketika seseorang memahami suatu informasi. Seringkali informasi yang diterima tidak sesuai dengan pemahaman seseorang tersebut. Kadangkala pemahaman antar individu terhadap sebuah informasi mengalami perbedaan bahkan pertentangan. Dalam kondisi seperti ini dikatakan telah terjadi konflik pemahaman antar individu.

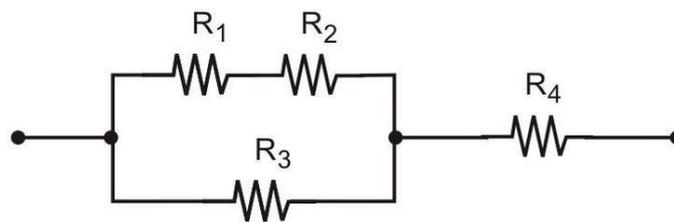
Dalam pembelajaran, mahasiswa sering mengalami ketidakyakinan (kebimbangan) apakah pemahamannya terhadap sebuah konsep sudah benar ataukah belum. Bahkan, ketika pemahamannya sudah benar, seorang mahasiswa kadangkala juga masih ragu menjawab pertanyaan-pertanyaan terkait konsep yang dipahaminya. Kondisi yakin dan tidak yakin dalam memahami suatu konsep atau informasi sangat terkait dengan kemampuan kognitif seseorang. Saat seseorang/individu tidak mampu menyesuaikan struktur kognitifnya dengan situasi belajar yang dihadapinya, maka dia dikatakan mengalami konflik kognitif.

Dengan demikian dapat dikatakan konflik kognitif adalah ketidakseimbangan kognitif yang disebabkan oleh adanya kesadaran seseorang terhadap informasi-informasi yang bertentangan dengan informasi yang tersimpan dalam struktur kognitifnya. Konflik kognitif dapat juga muncul dalam lingkungan sosial ketika ada pertentangan pendapat/pemikiran antara seseorang individu dengan individu lainnya

pada lingkungan individu yang bersangkutan (Damon dan Killen, 1982). Secara individu, dapat dikatakan bahwa konflik kognitif adalah suatu situasi dimana kesadaran seorang individu mengalami ketidakseimbangan.

Konflik kognitif sangat wajar terjadi dalam pembelajaran dan dapat terjadi pada siapapun. Justru ketika seorang mahasiswa mengalami konflik kognitif dalam memahami suatu konsep, maka saat itulah dia mengalami proses pembelajaran yang bermakna. Jika mahasiswa tersebut dapat merespon konflik kognitifnya dengan baik dan positif, maka besar kemungkinan dia akan mampu mengakhiri konflik kognitifnya dan memperoleh pemahaman yang mantap dan benar.

Dalam mempersiapkan pembelajaran, pengajar sebaiknya mampu mengkaji, mengidentifikasi, dan memprediksi konsep-konsep yang berpotensi menimbulkan konflik kognitif. Jika perlu, secara lebih detail pengajar sebaiknya juga dapat menentukan bentuk-bentuk konflik kognitif yang mungkin akan terjadi. Sebagai contoh sederhana, perhatikan rangkaian seri dan paralel pada resistor berikut (gambar 1).



Gambar 1. Rangkaian seri dan paralel

Sesuai gambar 1, contoh konflik kognitif yang berpotensi terjadi:

1. Mahasiswa diprediksi akan mengalami kebingungan saat menentukan resistor mana saja yang dirangkai seri dan resistor mana yang dirangkai paralel.
2. Mahasiswa juga diprediksi mengalami kebingungan menentukan hasil perhitungan nilai hambatan total pengganti.

Gambar 1 hanya sebuah rangkaian sederhana yang terdiri dari beberapa resistor. Dibalik kesederhanaan itu, sebenarnya terdapat banyak peluang konflik kognitif yang dapat digali oleh seorang pengajar yang kritis dan cermat. Hasilnya, pengajar memiliki strategi yang tepat untuk merangsang munculnya konflik kognitif pada mahasiswa sekaligus strategi *scaffolding* (pemberian bantuan pemahaman) yang tepat pula.

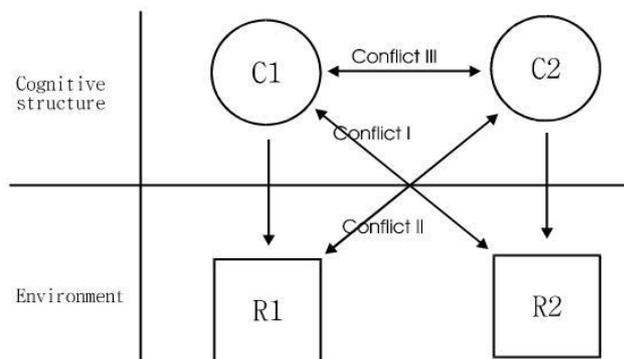
Prediksi terhadap konsep-konsep yang berpotensi menimbulkan konflik kognitif sangat penting dalam mempersiapkan sebuah pembelajaran. Jika pengajar memiliki prediksi-prediksi konflik kognitif yang berpotensi terjadi pada sebuah konsep, maka pengajar akan siap menentukan strategi *scaffolding* dalam rangka menstimulus mahasiswa untuk mampu mengakhiri konflik kognitifnya dengan benar hingga terbangun pemahaman yang benar. Selain itu, pengajar juga dengan mudah dapat menyusun pertanyaan-pertanyaan yang tepat untuk memancing terjadinya konflik kognitif (strategi konflik kognitif) agar terjadi pembelajaran bermakna.

Sokrates adalah pelopor penggunaan strategi konflik kognitif. Beliau berhasil merangsang lawan bicaranya melalui strategi konflik kognitif, namun dasar yang lebih jelas dalam memunculkan konflik kognitif ditemukan oleh Piaget. Versi Piaget, konflik kognitif diberi nama *disequilibrium*. Struktur pengetahuan yang terorganisir dengan baik di otak selalu berintegrasi dengan lingkungannya melalui asimilasi dan akomodasi. Jika asimilasi dan akomodasi terjadi dengan bebas dengan lingkungannya (bebas konflik), maka struktur kognitif dikatakan dalam keadaan *equilibrium* dengan

lingkungannya, namun jika hal ini tidak terjadi maka seseorang tersebut dikatakan pada keadaan yang tidak seimbang (*disequilibrium*).

Konflik kognitif terbentuk dan berkaitan dengan struktur kognitif dari individu dengan lingkungannya. Berdasarkan gambar 2, ungkapan beberapa ahli terkait bagaimana konflik kognitif terbentuk adalah sebagai berikut.

1. Piaget mengemukakan bahwa konflik kognitif terbentuk dari ketidakseimbangan antara struktur kognitif seseorang dengan informasi yang berasal dari lingkungannya (*conflict I*).
2. Kwon mengemukakan bahwa konflik kognitif terjadi antara struktur kognitif yang baru dengan lingkungan yang dapat dijelaskan tetapi penjelasan itu mengacu pada struktur kognitif awal yang dimiliki oleh individu (*conflict II*).
3. Hasweh mengemukakan bahwa konflik kognitif terjadi pada struktur kognitif yang lama dengan struktur kognitif yang baru (*conflict III*).



Gambar 2. Model konflik kognitif Kwon & Lee (2001)

KONFLIK KOGNITIF PADA KONSEP ELEKTRONIKA DASAR

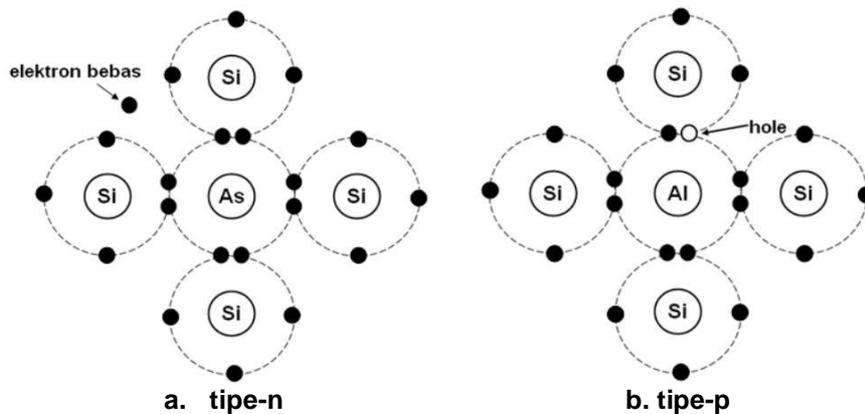
Sebuah konsep seringkali dipahami berbeda-beda oleh individu yang berbeda sehingga menimbulkan konflik (pertentangan pemahaman) antar individu, bahkan secara individupun seringkali terjadi konflik saat memahami sebuah konsep. Elektronika dasar I mempelajari berbagai rangkaian elektronika menggunakan piranti utama diode dan transistor. Materi elektronika dasar lebih lanjut juga melandasi rangkaian terpadu (*integrated circuits* atau *IC*). Pemahaman yang benar terhadap konsep semikonduktor sangat diperlukan sebagai pondasi untuk mempelajari cara kerja piranti utama elektronika dasar I (diode, dan transistor persambungan dua kutub/*Bipolar Junction Transistor*/BJT). Berdasarkan hasil pengkajian terhadap berbagai ragam pemahaman mahasiswa, dan studi pustaka terhadap bahan ajar elektronika dasar I, pada bagian ini disajikan beberapa prediksi konsep dasar yang berpotensi memicu terjadinya konflik kognitif pada mahasiswa yang akan mengikuti pembelajaran elektronika I. Konsep lain yang berpotensi menimbulkan konflik kognitif masih sangat banyak sehingga tidak ditampilkan dalam tulisan ini.

Semikonduktor ekstrinsik

Bahan semikonduktor intrinsik tersusun dari satu jenis atom, contoh yang lazim adalah silikon (Si) dan germanium (Ge). Pada suhu nol mutlak (0 Kelvin atau -273^0 C) atom-atom silikon benar-benar diam sehingga tidak terdapat elektron bebas yang

terbentuk. Pada suhu kamar (sekitar 25°C), atom-atom silikon bergetar cukup hebat sehingga menyebabkan beberapa elektron pada lintasan valensi terlepas. Elektron yang terlepas ini dinamakan elektron bebas. Pada suhu kamar, jumlah elektron yang terlepas dari atom-atom semikonduktor jauh lebih sedikit daripada elektron bebas yang dihasilkan atom-atom konduktor. Inilah alasan mengapa konduktor jauh lebih konduktif daripada semikonduktor.

Untuk meningkatkan konduktivitas, dibuatlah bahan semikonduktor ekstrinsik dengan mencampur atom-atom semikonduktor intrinsik (berelektron valensi 4) dengan atom lain berelektron valensi 3 atau 5. Pada suhu 0 K, campuran silikon (elektron valensi 4) dengan arsenikum (elektron valensi 5) menghasilkan elektron bebas (gambar 3.a), sedangkan campuran silikon (elektron valensi 4) dengan aluminium (elektron valensi 3) menghasilkan hole/lubang (gambar 3.b). Campuran silikon dan arsenikum menghasilkan bahan semikonduktor ekstrinsik tipe-n karena pembawa mayoritasnya adalah elektron bebas, sedangkan campuran antara silikon dengan aluminium menghasilkan bahan semikonduktor ekstrinsik tipe-p karena pembawa mayoritasnya hole.



Gambar 3. Ikatan bersama pada semikonduktor ekstrinsik tipe-n dan tipe-p.

Konsep awal tentang semikonduktor ekstrinsik tipe-n dan tipe-p tidaklah sulit untuk dipahami. Kemungkinan besar, mahasiswa langsung dapat memahami dengan mudah tanpa mengalami keraguan. Konflik kognitif diprediksi mulai terjadi terkait pertanyaan:

1. Berapakah elektron bebas yang terbentuk pada suhu nol mutlak jika 1 milyar atom arsenikum dicampurkan terhadap silikon? Berapa pula hole yang terbentuk?
2. Berapakah hole yang terbentuk pada suhu nol mutlak jika 1 milyar atom aluminium dicampurkan terhadap silikon? Berapa pula elektron bebas yang terbentuk?

Ikatan bersama antara atom-atom silikon dengan atom-atom arsenikum menghasilkan 1 elektron bebas tiap ikatan bersama. Seringkali mahasiswa salah paham tentang hal ini. Jika arsenikumnya 1 milyar, berapakah elektron bebas yang dihasilkan pada suhu nol mutlak? Mayoritas menjawab 250 juta, dengan asumsi arsenikum berada di pinggir. Jawaban ini keliru, sebab dimanapun letak arsenikum, dalam ikatan selalu berada di tengah sehingga jawaban yang benar adalah terdapat satu milyar elektron bebas pada suhu nol mutlak (Kurniadi, 2016:30).

Konflik kognitif awal ini dengan mudah dapat diatasi dengan memberikan sedikit bantuan pemahaman/*scaffolding* memanfaatkan gambar 3 dan mahasiswa diminta membayangkan dan menggambar ikatan yang lebih kompleks. Ini sejalan dengan pemikiran Wood, Bruner dan Ross. Pada tahun 1976, Wood, Bruner dan Ross

memperkenalkan istilah “*scaffolding*” pertama kali dalam artikel berjudul ‘*The Role of Tutoring in Problem Solving*’ (Anghileri, 2006).

Mereka mempercayai bahwa proses perolehan keterampilan seseorang adalah aktivitas dimana keterampilan yang relevan dikombinasikan agar menjadi keterampilan yang lebih tinggi sebagai syarat menyelesaikan tugas baru yang lebih kompleks. Aktivitas ini akan berhasil apabila ada intervensi orang lain sebagai tutor.

Permasalahan belum berakhir, pertanyaan berikut juga berpeluang menimbulkan konflik kognitif lanjutan sesuai pertanyaan 3 dan 4.

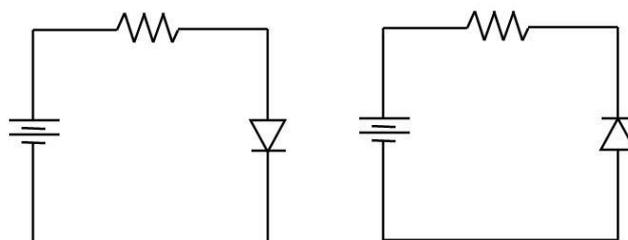
3. Berapakah elektron bebas yang terbentuk pada suhu kamar jika 1 milyar atom arsenikum dicampurkan terhadap silikon?
4. Berapakah hole yang terbentuk pada suhu kamar jika 1 milyar atom aluminium dicampurkan terhadap silikon?

Konflik kognitif lanjutan sesuai pertanyaan 3 dan 4 tergolong dalam jenis *conflict II* pada model konflik kognitif Kwon & Lee (2001). Kwon mengemukakan bahwa konflik kognitif terjadi antara struktur kognitif yang baru dengan lingkungan yang dapat dijelaskan tetapi penjelasan itu mengacu pada struktur kognitif awal yang dimiliki oleh individu (*conflict II*). *Scaffolding* untuk mengakhiri konflik pada tipe ini dapat dilakukan dengan memberikan *clue* (petunjuk) sebagai bantuan menemukan konsep yang benar.

Contoh *clue* yang dapat digunakan untuk pertanyaan 3 dan 4: pada suhu kamar, sebanyak n buah elektron baru dan n buah hole baru akan terbentuk akibat energi termal. Dengan demikian untuk pertanyaan 3, banyaknya elektron bebas yang terbentuk adalah 1 milyar ditambah dengan elektron yang terbangkitkan akibat energi termal. Misal elektron yang dibangkitkan akibat energi termal pada suhu kamar adalah sebanyak 1 juta, maka elektron bebas seluruhnya adalah sebanyak 1,1 milyar. Pada kondisi ini, hole yang terbentuk adalah sebanyak 1 juta.

Diode

Sambungan bahan semikonduktor ekstrinsik tipe-n dan tipe-p membentuk sebuah diode. Kadar tak murnian menjadi salah satu pembeda penentu spesifikasi dari berbagai jenis diode. Pemberian prategangan pada diode dengan polaritas yang berbeda memberikan respon yang berbeda pula pada diode (gambar 4). Pemberian prategangan maju (*forward bias*) memberikan arus yang besar pada diode, sebaliknya pemberian prategangan balik (*reverse bias*) akan memberikan arus yang sangat kecil (idealnya nol).

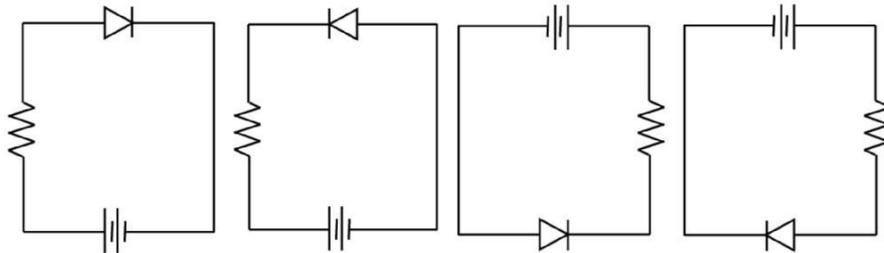


Gambar 4. Prategangan diode (Malvino, 1986).

Rangkaian gambar 4 memang sederhana sekali, namun tanpa bantuan orang lain (dosen/rekan mahasiswa), sebagian mahasiswa diprediksi mengalami keraguan menentukan rangkaian mana yang diodenya mendapatkan prategangan maju, dan mana yang mendapat prategangan balik. Mahasiswa yang ragu tersebut dikatakan mengalami konflik kognitif yang dapat digolongkan kedalam *conflict I* pada model konflik kognitif Kwon & Lee (2001). Piaget mengemukakan bahwa konflik kognitif terbentuk dari ketidakseimbangan antara struktur kognitif seseorang dengan informasi

yang berasal dari lingkungannya (*conflict I*). *Scaffolding* untuk bantuannya cukup simpel yaitu dengan menjelaskan perbedaan prategangan maju dan prategangan balik.

Jika mahasiswa sudah tidak mengalami konflik kognitif terkait gambar 4, uji pemahaman dapat dilanjutkan memanfaatkan gambar 5. Mahasiswa yang sudah paham gambar 4, tetapi masih kebingungan terhadap gambar 5 berarti mengalami *conflict II* pada model konflik kognitif Kwon & Lee (2001).



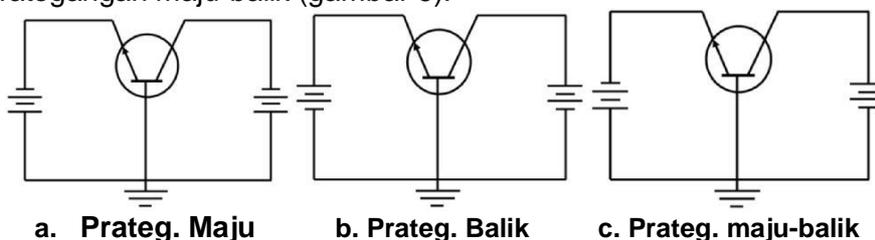
Gambar 5. Prategangan diode disajikan dalam gambar berbeda

Konsep-konsep tentang diode khusus seperti LED, varaktor, diode Schottky, dan diode zenner juga diprediksi banyak berpeluang menimbulkan konflik kognitif, demikian juga terkait teori-teori tentang rangkaian aplikasi diode. Berbagai konflik kognitif pada konsep diode khusus, dan aplikasi diode tidak dibahas dalam tulisan ini, dan akan disajikan dalam tulisan berikutnya.

Transistor

Piranti semikonduktor yang lebih maju setelah ditemukan diode yaitu transistor. Berkat transistor, teknologi elektronika berkembang sangat pesat. Berbagai macam transistor telah diciptakan untuk berbagai keperluan, secara global dikelompokkan dalam *BJT* (*bipolar junction transistor*), *JFET* (*Junction Field Effect Transistor*), dan *MOSFET* (*Metal-Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*). Dalam tulisan ini hanya disajikan sedikit konflik kognitif yang diprediksi berpeluang terjadi (dibatasi pada *BJT* saja).

Transistor bipolar tersusun dari bagian emiter (*E*), basis (*B*) dan kolektor (*C*). Sambungan antara emiter dengan basis disebut diode emiter, sedangkan sambungan antara kolektor dengan basis disebut diode kolektor. Karakter dari masing-masing (*E*, *B*, dan *C*) dibedakan oleh tipe bahan (tipe-n dan tipe-p), ukuran (dimensi), dan kadar tak murnian (*impurity*). Berdasarkan konfigurasi tipe bahan, transistor bipolar dibedakan menjadi transistor npn dan transistor pnp. Pemberian prategangan sangat penting dalam rangkaian transistor. Besar kecilnya arus pada terminal emiter, basis, dan kolektor menjadi salah satu faktor pembawa karakter rangkaian. Pola dasar pemberian prategangan pada transistor dibedakan menjadi prategangan maju, prategangan balik, dan prategangan maju-balik (gambar 6).



Gambar 6. Prategangan pada transistor npn (Malvino, 1986)

Pemberian prategangan maju dilakukan dengan menghubungkan emiter (tipe-n) dan kolektor (tipe-n) dengan kutub negatif baterai, prategangan balik dilakukan dengan menghubungkan emiter dan kolektor dengan kutub positif baterai, sedangkan prategangan maju-balik dilakukan dengan menghubungkan emiter dengan kutub negatif baterai dan kolektor dengan kutub positif baterai (gambar 6). Pada prategangan maju, arus emiter (I_E) besar dan arus kolektor (I_C) juga besar. Prategangan balik akan menyebabkan arus emiter kecil dan arus kolektor juga kecil. Konflik kognitif pada pemberian prategangan maju dan prategangan balik pada transistor tergolong dalam *conflict I* model konflik kognitif Kwon & Lee (2001). *Scaffolding* dapat dilakukan dengan menyegarkan kembali pengertian dan sifat prategangan maju dan prategangan balik pada diode melalui penjelasan atau dengan membaca ulang catatan/buku sumber.

Sesuai teori awal yang menyatakan bahwa arus pada prategangan maju besar, tetapi arus pada prategangan balik kecil, maka prategangan maju-balik akan memberikan arus yang besar pada emiter dan arus yang kecil pada kolektor (pemahaman mahasiswa pasti seperti ini, kecuali yang masih mengalami konflik pada konsep awal ini). Kenyataan (hasil eksperimen) menunjukkan bahwa pada prategangan maju-balik (gambar 6.c) menghasilkan arus emiter besar dan arus kolektor juga besar hampir menyamai arus emiter. Ketidaksesuaian ini hampir dapat dipastikan akan menyebabkan terjadinya konflik kognitif baru yaitu *conflict III* sesuai model konflik kognitif Kwon & Lee (2001). Hasweh mengemukakan bahwa konflik kognitif terjadi pada struktur kognitif yang lama dengan struktur kognitif yang baru (*conflict III*). *Scaffolding* yang dipandang tepat untuk mengakhirinya dapat dilakukan melalui eksperimen dikolaborasi dengan penjelasan memanfaatkan animasi tentang jejak elektron pada rangkaian prategangan maju-balik.

Beberapa konflik kognitif yang telah dicontohkan hanya sebatas prediksi. Jika pada pembelajaran, mahasiswa dapat menemukan sendiri jawaban dari pertanyaan, maka dia dikatakan mencapai kecakapan nyata (*actual ability*). Sejalan dengan data tersebut Sukmadinata (2011:92) memaparkan bahwa kecakapan individu dibagi dalam dua bagian, yaitu kecakapan nyata (*actual ability*) dan kecakapan potensial (*potential ability*). Kecakapan nyata adalah kecakapan yang diperoleh melalui belajar (*achievement*), yang dapat segera didemonstrasikan dan diuji sekarang, sedangkan kecakapan potensial merupakan aspek kecakapan yang masih terkandung dalam diri individu dan diperoleh dari faktor keturunan (*herediter*). Kecakapan potensial dibagi dalam dua bagian, yaitu kecakapan dasar umum (intelegensi atau kecerdasan) dan kecakapan dasar khusus (bakat atau aptitudes).

Konflik kognitif dapat diakhiri dengan menggunakan strategi *scaffolding* yang secara berangsur diukurangi sampai mahasiswa mandiri tanpa perlu bantuan lagi. *Scaffolding* dapat diberikan kepada mahasiswa dengan memodelkan perilaku tertentu (*modeling of desired behaviors*), menyajikan penjelasan (*offering explanations*), mengundang partisipasi mahasiswa (*inviting student participation*), verifikasi dan klarifikasi pemahaman mahasiswa (*verifying and clarifying student understandings*), dan mengajak mahasiswa memberikan petunjuk/kunci (*inviting students to contribute clues*). Pada prinsipnya *scaffolding* diberikan kemudian pemberian *scaffolding* dikurangi dan pada akhirnya dihilangkan setelah mahasiswa benar-benar memperoleh pemahaman (Kurniasih A.W., 2012:122)

KESIMPULAN

Konflik kognitif bisa terjadi pada siapapun dalam pembelajaran. Dalam mempersiapkan pembelajaran, dosen sangat perlu memprediksi konsep mana saja yang berpotensi menimbulkan konflik kognitif. Hasil pengkajian menunjukkan bahwa pada konsep semikonduktor ekstrinsik, konflik kognitif diprediksi berpotensi terjadi dalam penentuan

banyaknya elektron bebas yang terbentuk pada suhu nol mutlak dan suhu kamar. Untuk konsep diode, konflik kognitif diprediksi berpeluang terkait *forward bias* dan *reverse bias* terutama saat rangkaian disajikan dalam gambar yang bervariasi. Pada konsep transistor, konflik kognitif diprediksi berpeluang terjadi pada pemberian prategangan, terutama prategangan maju-balik. Prediksi-prediksi konflik kognitif tersebut sejalan dengan model konflik kognitif Kwon & Lee yang tergolong menjadi *conflict I*, *conflict II*, dan *conflict III*. Hasil prediksi konflik kognitif memudahkan penyusunan pertanyaan pemicu konflik kognitif untuk pelurusan pemahaman. Hasil prediksi konflik kognitif dapat digunakan dalam penentuan strategi *scaffolding* yang tepat.

Strategi *scaffolding* yang cocok digunakan untuk membantu mengakhiri konflik kognitif berbeda-beda sesuai jenis konflik. *Scaffolding* dapat diberikan dengan memodelkan perilaku tertentu (*modeling of desired behaviors*), menyajikan penjelasan (*offering explanations*), mengundang partisipasi (*inviting participation*), verifikasi dan klarifikasi pemahaman (*verifying and clarifying understandings*), dan memberikan petunjuk/kunci (*inviting to contribute clues*).

Konflik kognitif bukanlah hal negatif, justru dengan mengalami konflik kognitif, sebenarnya pembelajaran menjadi lebih bermakna. Konflik kognitif yang direspon secara tepat dapat menyegarkan dan memberdayakan kemampuan kognitif. Selain itu, konflik kognitif yang direspon secara tepat juga dapat membantu memantapkan, memperkuat, dan mempertajam pemahaman. Konflik kognitif dapat diakhiri dengan menggunakan strategi *scaffolding* yang secara berangsur dikurangi sampai mahasiswa mandiri tanpa perlu bantuan lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anghileri, A. 2006. Scaffolding Practices that Enhance Mathematics Learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, vol. 9, pp. 33–52. (online pada <http://www.springerlink.com/content/x7573668m4228781/fulltext.pdf>, diakses tanggal 20 Juli 2018).
- Damon, W., & Killen, M. (1982). Peer interaction and the process of change in children's moral reasoning. *Merrill-Palmer Quarterly*, 28, 347-367.
- Kurniadi, 2016. Pemahaman Konsep Elektronika Pada Pokok Bahasan Fisika Semikonduktor Menggunakan ICT. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika II*, ISSN: 2527-6670. (online pada <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/snpf/article/view/915/825> diakses pada 18 Juli 2018).
- Kurniasih A.W. 2012. *Scaffolding* sebagai Alternatif Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematika. *Jurnal Kreano*, Volume 3 Nomor 2, ISSN: 2086-2334. (online pada <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kreano/article/download/2871/2971> diakses pada 15 Juli 2018).
- Kwon J, Lee,G, 2001. What Do We Know About Students' Cognitive Conflict in Science Classroom: a Theoretical Model of Cognitive Conflict Process, diakses dari <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED472903.pdf> pada tanggal 15 Juli 2018.
- Malvino, 1986. *Aproksimasi Rangkaian Semikonduktor: Pengantar Transistor dan Rangkaian Terpadu*. Terjemahan, Erlangga, Jakarta.
- Sukmadinata, Nana Syaodih, 2011. *Landasan Psikologi Proses Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.