

Analisis Tingkat Pemahaman Mahasiswa Teknik Elektro Terhadap Materi Semikonduktor untuk Memenuhi Kebutuhan Industri: Studi Kasus di Universitas Lampung

Sri Purwiyanti*, Helmy Fitriawan, M. Komarudin, Syaiful Alam

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. S. Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, Lampung 35141, Indonesia

Corresponding Author Email: *sri.purwiyanti@eng.unila.ac.id

Received : 12 July 2025
Revised : 7 October 2025
Accepted : 13 October 2025
Online : 8 October 2025
Published : 30 October 2025

Parameter
Volume 37, Issue 2
P-ISSN : 0216-261X
E-ISSN : 2620-9519



Abstract

The semiconductor industry is a strategic sector that plays a crucial role in supporting digital transformation and national technological independence. To build a competitive semiconductor ecosystem, it is essential to develop human resources (HR) with a strong understanding of semiconductor concepts and applications. This study aims to analyze the level of understanding among electrical engineering students regarding semiconductor materials as a foundation for strengthening HR capacity in this field. A qualitative approach was applied through a survey involving 35 students of the Electrical Engineering Department, University of Lampung, specializing in Electronics and Control. The survey instrument consisted of a questionnaire with three answer categories: “do not know,” “know but cannot explain,” and “know and can explain,” covering four main themes—semiconductor physics, semiconductor technology, IC design, and semiconductor applications. The results revealed that most students only mastered basic concepts, while understanding of more advanced materials remained limited. These findings indicate the need to improve learning effectiveness through more interactive and contextual methods, along with the enrichment of materials relevant to industry needs. The results of this study are expected to provide valuable insights for strengthening semiconductor education in higher institutions to support the growth of Indonesia’s semiconductor industry.

Keywords: semiconductor; electrical engineering students; survey analysis; engineering education

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi global saat ini sangat bergantung pada ketersediaan dan kemajuan industri semikonduktor. Komponen semikonduktor menjadi tulang punggung berbagai perangkat elektronik modern, mulai dari komputer, komunikasi digital, kendaraan

listrik, hingga peralatan industri dan kesehatan. Ketergantungan dunia terhadap chip semikonduktor bahkan telah menjadikan sektor ini sebagai faktor strategis dalam perekonomian dan keamanan nasional berbagai negara (Putra, 2023). Oleh karena itu, kemampuan suatu negara dalam menguasai teknologi dan rantai pasok semikonduktor menjadi indikator penting dari kemandirian dan daya saing industrinya.

Indonesia sebagai negara dengan potensi besar di bidang manufaktur dan sumber daya manusia, mulai menempatkan pengembangan ekosistem semikonduktor sebagai salah satu prioritas nasional untuk mewujudkan visi Indonesia Emas 2045. Pemerintah telah melakukan langkah strategis, termasuk pembentukan satuan tugas pengembangan industri semikonduktor serta inisiasi kerja sama dengan berbagai mitra internasional (Kemdiktisaintek, 2025). Namun, keberhasilan strategi ini sangat bergantung pada ketersediaan sumber daya manusia (SDM) yang kompeten dan memiliki penguasaan mendalam terhadap pengetahuan dasar dan terapan di bidang semikonduktor (Dhumadi, 2022).

Perguruan tinggi, khususnya program studi Teknik Elektro, memiliki peran sentral dalam menyiapkan tenaga ahli yang mampu menjawab kebutuhan tersebut. Pembelajaran materi semikonduktor di tingkat universitas tidak hanya harus memberikan pemahaman konseptual, tetapi juga keterampilan praktis dan wawasan industri yang relevan dengan kebutuhan aktual dunia kerja (Hamid, 2024). Namun demikian, masih terdapat kesenjangan antara kompetensi lulusan dengan standar pengetahuan yang diharapkan oleh industri semikonduktor global. Kondisi ini menuntut adanya evaluasi terhadap kurikulum dan metode pembelajaran yang diterapkan di perguruan tinggi.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana materi pembelajaran semikonduktor yang diajarkan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung telah memenuhi standar minimal pengetahuan yang diperlukan oleh industri semikonduktor. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi penguatan kurikulum, perbaikan metode pembelajaran, serta pengayaan materi kuliah yang mendukung pengembangan SDM unggul di bidang semikonduktor untuk menunjang terbentuknya ekosistem industri semikonduktor nasional yang berdaya saing.

Beberapa literatur telah dipublikasikan terkait pembelajaran bidang semikonduktor di beberapa negara sesuai dengan kondisi negara masing-masing. Seperti yang telah dipublikasikan tentang pembelajaran bidang semikonduktor di Taiwan (Tsai, 2008), Korea (Ha, et al, 2016) dan Malaysia (Abdullah, 2006). Metode pembelajaran inkuiri interaktif untuk

pembelajaran bidang semikonduktor juga dilaporkan telah dilakukan di Cina (Ma, et al, 2021). Sedangkan di Amerika, pembelajaran bidang semikonduktor telah dilakukan hingga untuk sekolah menengah di pedesaan (Ash et al, 2024).

Beberapa metode yang lain juga telah ditawarkan untuk pembelajaran bidang semikonduktor (Ma, et al, 2020; Li & Zhu, 2016; dan Song et al 2020). Dalam mendapatkan kurikulum yang tepat, bahkan dilakukan dengan melibatkan para ahli dari berbagai bidang ilmu yang terkait (Hendrik et al, 2001). Hal yang paling mendasar dalam pembelajaran bidang semikonduktor diuraikan oleh Mowafy (1998), yang mengatakan bahwa kemampuan sumber daya manusia di bidang semikonduktor membutuhkan pengembangan konseptual dalam matematika dan sains, keterampilan dalam mengelola alat dan proses yang canggih, serta kemampuan untuk bekerja dan berkomunikasi sebagai anggota tim yang produktif. Untuk itu, telah diidentifikasi tiga karakteristik yang harus dimiliki oleh kurikulum berkualitas untuk menghasilkan sumber daya manusia di bidang semikonduktor. Karakteristik yang pertama adalah dapat mengintegrasikan kerangka kerja konseptual dalam matematika dan sains dengan pengembangan keterampilan berdasarkan pengalaman dalam tugas-tugas yang berhubungan dengan industri. Karakteristik kedua dapat menyediakan materi dan kegiatan yang efisien secara instruksional yang mendorong pembelajaran lintas disiplin dan pemecahan masalah yang relevan dengan konteks. Sedangkan karakteristik ketiga mencakup proses dan mekanisme untuk merencanakan kurikulum dan materi pembelajaran secara simultan untuk merespons dengan cepat dan efisien terhadap perubahan teknologi di tempat kerja.

Standar kriteria sumber daya manusia (SDM) yang dibutuhkan di bidang semikonduktor juga telah ditetapkan oleh Asosiasi Industri Semikonduktor (2024). Dalam dokumen tersebut diuraikan langkah-langkah pengembangan SDM yang dibutuhkan. Selain itu khusus di wilayah Asia, terdapat juga kriteria oleh industri dengan bidang yang lebih spesifik (Abdullah, 2016). Penelitian mengenai pembelajaran materi semikonduktor di Indonesia hingga saat ini umumnya masih berfokus pada proses pembelajaran (Dewi, 2016; Suryaningsih, 2025) serta pengembangan media pembelajaran (Khair, 2020; Susilaningsrum, 2022). Kajian-kajian tersebut dilakukan baik pada tingkat Sekolah Menengah maupun perguruan tinggi (Dewi, 2018; Nurainun, 2018). Namun demikian, hingga kini belum terdapat penelitian yang secara spesifik menelaah apakah materi semikonduktor yang diajarkan telah memenuhi standar minimum pengetahuan yang dibutuhkan oleh sumber daya manusia di industri semikonduktor. Untuk itu, pada penelitian ini dikaji apakah materi semikonduktor

yang diberikan sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan. Studi kasus dilakukan di Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Lampung. Penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk mengetahui adanya *blueprint* penciptaan tenaga kerja untuk industri semikonduktor, kemudian dilakukan survei untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi semikonduktor, dan kemudian berdasarkan hasil survei tersebut diberikan saran pengembangan mata kuliah yang mendukung program pengembangan industri semikonduktor di Indonesia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

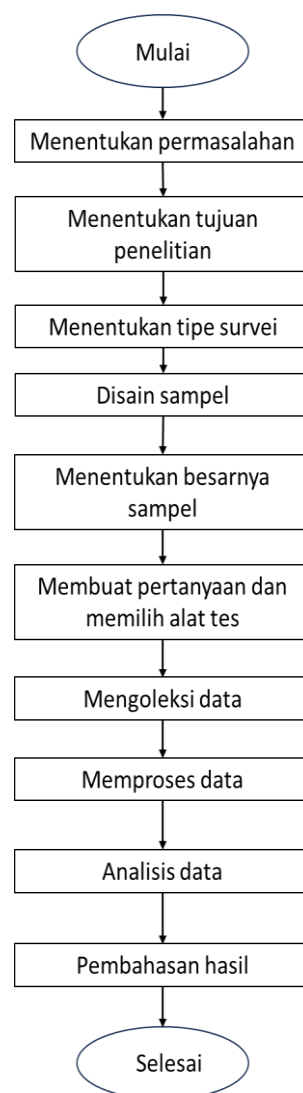
Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode kualitatif berdasarkan survei. Menurut Maidiana (2021), desain penelitian survei harus mengikuti tahapan sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1. Tahapan pertama yaitu menentukan permasalahan dan tujuan penelitian. Permasalahan yang diangkat adalah bagaimana mempersiapkan SDM yang dapat memenuhi kebutuhan industri semikonduktor di Indonesia. SDM tersebut tentunya harus memiliki pengetahuan dan keahlian di bidang semikonduktor. Walaupun materi semikonduktor telah diberikan di kampus, namun apakah keluasan materi tersebut telah memenuhi standar industri semikonduktor? Berangkat dari pertanyaan tersebut ditentukan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui apakah materi semikonduktor yang selama ini diberikan di Prodi Teknik Elektro sudah sesuai dengan standar pengetahuan yang dibutuhkan oleh industri semikonduktor.

Tahapan kedua dengan menentukan tipe survei, disain sampel, dan besarnya sampel. Survei dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner. Kuisisioner berupa pertanyaan yang harus diisi dengan memilih salah satu dari tiga pilihan jawaban. Jawaban tersebut Adalah “Tidak tahu”, “Tahu tapi tidak dapat menjelaskan”, dan “Tahu dan dapat menjelaskan”. Survei dilaksanakan terhadap 35 responden yang merupakan mahasiswa Program studi Teknik Elektro Universitas Lampung peminatan Elektronika dan Kendali semester 5 dan 7. Kelompok mahasiswa tersebut dipilih sebagai sampel karena telah menerima mata kuliah-mata kuliah yang memiliki materi pengetahuan di bidang semikonduktor.

Tahap ketiga dilakukan pembuatan pertanyaan survei. Pertanyaan mencakup empat bidang semikonduktor, yaitu Fisik Semikonduktor, Desain IC, Teknologi Semikonduktor, dan Aplikasi Semikonduktor. Masing-masing bidang terdiri atas lima pertanyaan yang mewakili tingkat kedalaman materi, mulai dari konsep umum hingga aspek yang lebih spesifik.

Pertanyaan-pertanyaan tersebut dirancang untuk mengukur sejauh mana pemahaman responden terhadap setiap bidang kompetensi semikonduktor.

Tahap keempat adalah pengumpulan dan prosesing data. Pada tahap ini hasil survei dikumpulkan dan direkapitulasi sesuai dengan kelompok tema materi bidang semikonduktor. Tahap terakhir adalah menganalisa data dan pembahasan hasil. Analisa dilakukan dengan menghitung jumlah jawaban dari masing-masing pertanyaan tersebut dan disajikan dalam bentuk grafik. Dari sini dapat dianalisa tingkat pemahaman mahasiswa terhadap keempat tema materi bidang semikonduktor tersebut. Hasil ini lalu dibandingkan dengan standar pengetahuan yang terdapat pada *blueprint* SDM industri semikonduktor yang telah ditentukan oleh para ahli.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

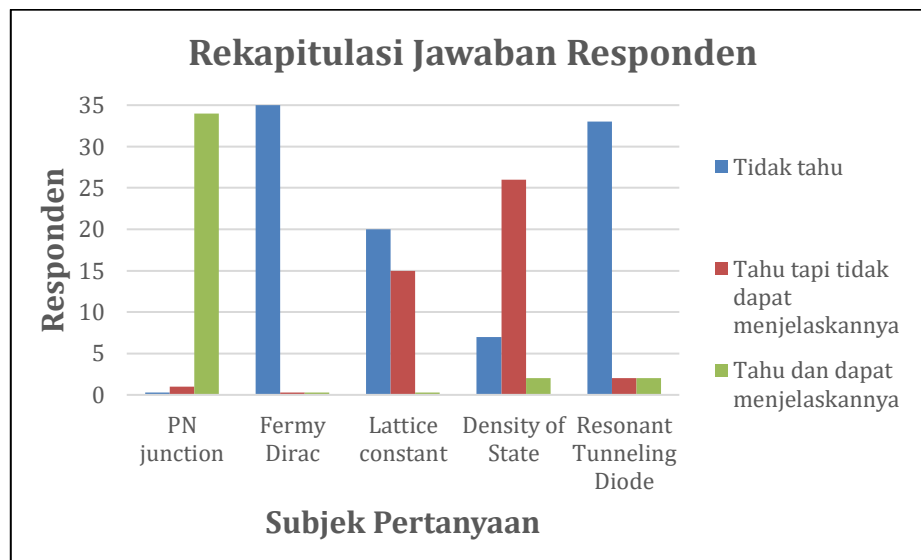
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil survei diperlihatkan pada Tabel 1. Pada tabel tersebut terlihat rekapitulasi jawaban yang mempertanyakan tingkat pemahaman dari 20 pertanyaan yang mewakili keempat tema materi semikonduktor. Setiap tema mencakup lima pertanyaan yang dirancang untuk mengukur sejauh mana mahasiswa memahami konsep dasar hingga aspek lanjutan dari bidang fisik semikonduktor, teknologi semikonduktor, desain IC, dan aplikasi semikonduktor.

Tabel 1. Hasil Survei Rekapitulasi Jawaban

	Tidak tahu	Tahu tapi tidak dapat menjelaskannya	Tahu dan dapat menjelaskannya
Tentukan pemahaman anda tentang:			
1. PN junction		1	34
2. Fermi Dirac	35		
3. Lattice constant	20	15	
4. Density of State	7	26	2
5. Resonant Tunneling Diode	33	2	
6. Fotolithografi	4	9	22
7. Fabrikasi wafer	29	6	
8. Doping diffusion	5	21	9
9. Metode Bridgman	35		
10. Chip scale packages	35		
11. Disain ASIC	35		
12. Disain VLSI	3	27	5
13. Disain MMIC	35		
14. Teknik layout IC	11	17	7
15. Disain IC CMOS	5	18	12
16. Memori			35
17. Mikrokontroler			35
18. Semiconductor Optical Amplifier	27	8	
19. Sensor citra	1	21	13
20. Microelectro mechanical systems (MEMS)	32	3	

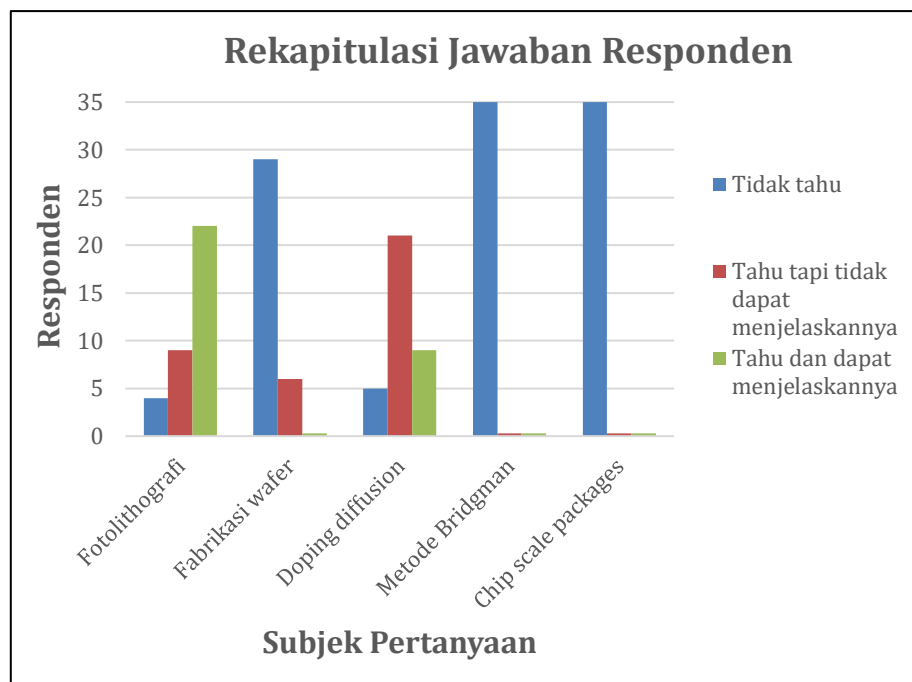


Gambar 2. Rekapitulasi Jawaban Responden untuk Tema Fisik Semikonduktor

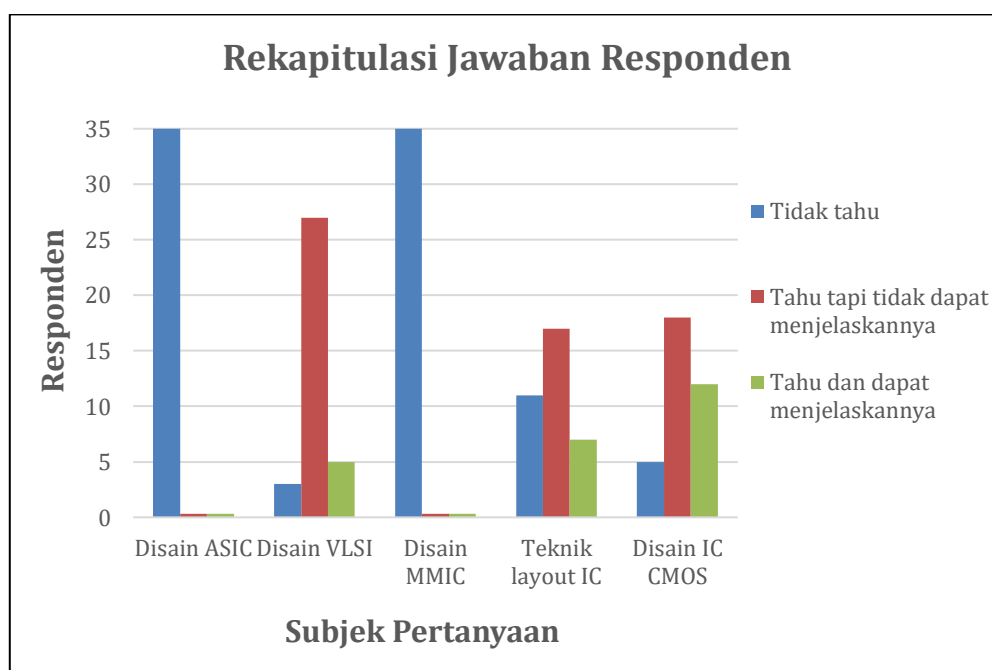
Untuk menganalisa hasil survei tersebut, grafik-grafik berikut memperlihatkan hasil jawaban responden pada setiap tema kajian bidang semikonduktor. Subjek pertanyaan yang diberikan pada setiap tema mencakup subjek yang merupakan pembahasan yang bersifat umum, bersifat analisa fundamental, dan pembahasan lanjutan (bersifat khusus). Gambar 2 memperlihatkan rekapitulasi jawaban untuk tema materi Fisik semikonduktor. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada tema Fisik Semikonduktor, subjek PN junction adalah subjek yang paling umum dan hampir semua responden dapat memahami subjek tersebut dengan baik. Untuk subyek Lattice Constant, Density of State, dan Fermy Dirac merupakan subyek fisik semikonduktor yang bersifat analisa fundamental, sebagian responden pernah mendengar namun tidak dapat menjelaskannya atau tidak memahami subjek itu dengan baik.

Gambar 3 memperlihatkan hasil rekapitulasi jawaban responden untuk tema Teknologi Semikonduktor. Untuk subjek yang berhubungan dengan fabrikasi IC, sebagian besar responden tahu dan banyak yang dapat memahami dengan baik. Namun untuk subjek selain itu hampir seluruh responden menjawab ‘tidak tahu’. Gambar 4 memperlihatkan hasil rekapitulasi jawaban responden untuk tema Disain IC. Responden memberikan jawaban “tahu” hanya untuk subjek yang berkaitan dengan disain VLSI saja. Untuk hasil rekapitulasi jawaban tema Aplikasi Semikonduktor diperlihatkan pada Gambar 5. Dapat dilihat bahwa responden dapat menjelaskan dengan baik untuk subjek yang bersifat umum seperti tentang

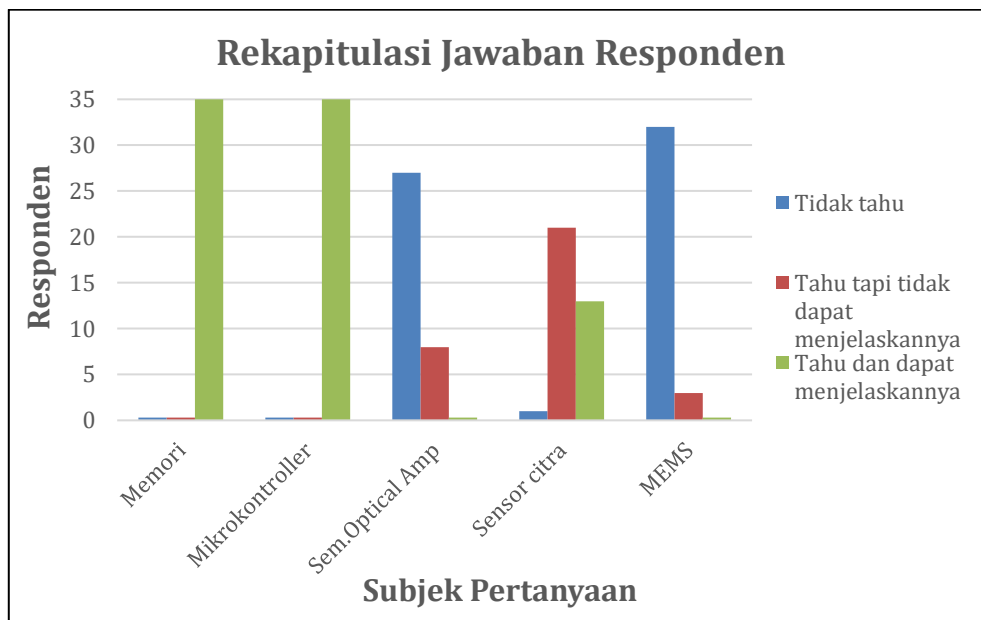
memori dan mikrokontroler. Untuk aplikasi yang merupakan subjek pembahasan lanjut, sebagian besar responden menjawab “tidak tahu”.



Gambar 3. Rekapitulasi Jawaban Responden untuk Tema Teknologi Semikonduktor



Gambar 4. Rekapitulasi Jawaban Responden untuk Tema Disain IC



Gambar 5. Rekapitulasi Jawaban Responden untuk Tema Aplikasi Semikonduktor

Pembahasan

Pada tema Fisik Semikonduktor, khususnya pada topik divais semikonduktor, sebanyak 34 responden mampu memahami dan menjelaskan dengan baik materi yang bersifat umum, seperti konsep PN Junction. Namun demikian, hampir seluruh responden tidak memahami materi yang lebih mendalam dan fundamental dalam tema ini, seperti Resonant Tunneling Diode dan Lattice Constant; bahkan seluruh responden menyatakan tidak tahu terhadap konsep Fermi–Dirac. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran Fisik Semikonduktor selama ini masih berfokus pada konsep-konsep umum dan belum mencakup materi yang lebih mendasar.

Pada tema Teknologi Semikonduktor, hampir semua responden memahami proses fabrikasi IC, namun seluruh responden menjawab “tidak tahu” untuk bahan kajian metode Bridman dan Chip Scale Packages. Hal ini menunjukkan bahwa materi pembelajaran bidang semikonduktor yang diberikan hanya berpusat pada Teknologi Fabrikasi IC saja, tidak mencakup pembahasan tentang proses penumbuhan kristal, fabrikasi wafer, pengemasan IC, dan peralatan-peralatan yang digunakan dalam proses fabrikasi. Kemudian pada tema disain IC, hasil survei menunjukkan bahwa 35 responden atau seluruh responden menjawab “tidak tahu” untuk bahan kajian Disain ASIC dan MMIC, dan masih ada yang menjawab “tahu tapi tidak dapat menjelaskan” untuk bahan kajian lainnya. Hal ini memberikan informasi bahwa

materi yang diberikan selama ini hanya berpusat pada disain VLSI, namun tidak mencakup materi tentang disain IC semikonduktor yang bersifat khusus.

Sedangkan pada tema Aplikasi Semikonduktor, seluruh responden menyatakan mengetahui dan mampu menjelaskan materi yang bersifat umum serta sering digunakan, seperti topik mengenai memori dan mikrokontroler. Namun, pemahaman mereka belum mencakup aplikasi yang lebih luas dan spesifik, misalnya pada materi tentang MEMS dan Optical Amplifier. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran pada tema Aplikasi Semikonduktor masih berfokus pada penerapan teknologi konvensional dan belum memperkenalkan perkembangan terkini dalam bidang semikonduktor modern.

Hasil survei ini lalu dibandingkan dengan standar pengetahuan SDM industri semikonduktor yang telah ditentukan oleh para ahli. Standar pengetahuan tersebut diperoleh dari hasil studi literatur, maupun diskusi secara online dengan melibatkan kalangan akademisi dan industri. Dari keseluruhan informasi selanjutnya ditentukan pengetahuan bidang semikonduktor yang seharusnya dikuasai oleh lulusan Program Studi Teknik Elektro, dengan mengacu pada Standar Pengetahuan Semiconductor Industry Association (2024) meliputi (1) Teori dasar yang terkait dengan fisik semikonduktor yang mencakup pembahasan tentang material dan divais semikonduktor, sampai material khusus; (2) Teknologi semikonduktor yang mencakup pembahasan tentang penumbuhan kristal, fabrikasi wafer, fabrikasi IC, pengemasan IC, dan peralatan proses (3) Disain IC, mencakup pembahasan tentang disain dari *Application Specific IC* (ASIC), VLSI, dan *Monolithics Mirowave IC* (MMIC), (4) Berbagai aplikasi semikonduktor di bidang Komputasi, Komunikasi, Sensor, dll. Bila dibandingkan dengan standar pengetahuan tersebut, hasil survei yang diperoleh menunjukkan bahwa tingkat pemahaman mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung terhadap bidang semikonduktor masih di bawah standar yang diharapkan oleh dunia industri semikonduktor. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan dan pengembangan mata kuliah yang mencakup bidang semikonduktor.

Perbaikan dan Pengembangan

Berdasarkan kurikulum Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung tahun 2020, terdapat 7 mata kuliah di peminatan (*peer-group*) Elektronika dan Kendali yang terkait dengan bidang semikonduktor. Mata kuliah tersebut adalah: Dasar Elektronika, Material elektronika, Sistem tertanam, Mikroelektronika, Perancangan sistem elektronika, Divais

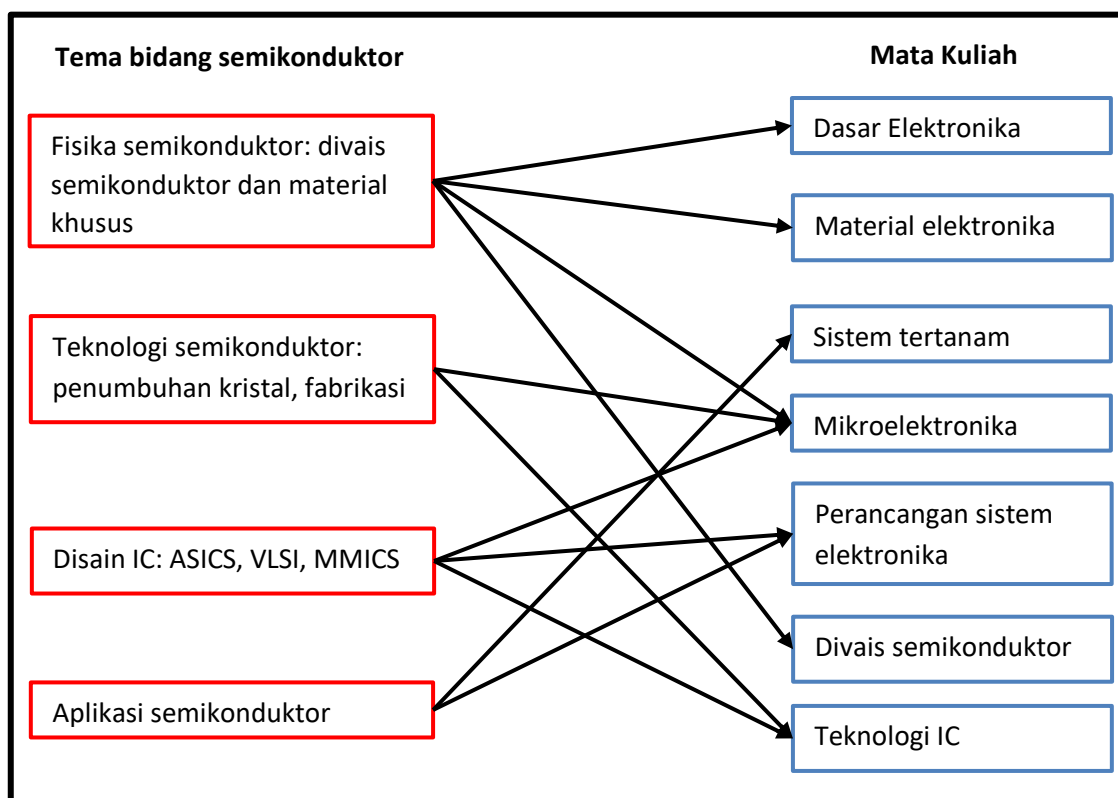
semikonduktor dan Teknologi IC. Untuk memenuhi standar pengetahuan bidang semikonduktor, maka ketujuh mata kuliah tersebut harus dapat memenuhi keempat pengetahuan dasar bidang semikonduktor yang telah diuraikan di atas. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan terhadap mata kuliah-mata kuliah tersebut. Perbaikan yang dilakukan meliputi:

a) Perbaikan metode pembelajaran

Kebanyakan subjek yang ditanyakan pada responden sebenarnya adalah materi pembelajaran yang telah terdapat pada mata kuliah- mata kuliah pada kurikulum 2020, sehingga seharusnya responden dapat memahami subjek tersebut. Namun dari hasil survei diketahui bahwa masih banyak responden yang menjawab “tahu tapi tidak dapat menjelaskannya”. Ini dapat diartikan bahwa subjek tersebut mungkin masuk kategori yang sulit dipahami dan membutuhkan metode khusus. Metode yang dimaksud misalkan menggunakan alat peraga, simulasi, video, dan sebagainya.

b) Pengayaan materi perkuliahan.

Sebagian besar subjek yang ditanyakan pada responden memang belum tercantum pada RPS mata kuliah pada kurikulum 2020. Untuk itu perlu dilakukan pengembangan berupa pengayaan materi terhadap mata kuliah tersebut. Pengayaan dilakukan dengan memetakan tema bidang semikonduktor terhadap mata kuliah tersebut. Pada saat ini memang belum direkomendasikan untuk membuat mata kuliah baru, karena mata kuliah yang terkait sudah mencukupi, yaitu 7 mata kuliah. Gambar 6 berikut memperlihatkan pemetaan standar pengetahuan tema bidang semikonduktor terhadap mata kuliah yang ada. Pada Gambar 6 terlihat bahwa setiap tema dapat diturunkan menjadi materi-materi yang terbagi dalam beberapa mata kuliah. Sebagai contoh pada tema fisik semikonduktor. Untuk materi yang bersifat umum dapat diberikan pada mata kuliah dasar Elektronika dan material elektronika yang merupakan mata kuliah semester 3. Namun untuk materi perkuliahan yang bersifat analisa fundamental ataupun bersifat kajian lebih lanjut akan diberikan pada mata kuliah Divais semikonduktor dan Mikroelektronika yang merupakan mata kuliah pilihan untuk mahasiswa peer group Elektronika dan Kendali semester 5, 6, dan 7. Selanjutnya perlu dilakukan revisi RPS dari ketujuh mata kuliah tersebut. Revisi RPS yang dilakukan meliputi materi perkuliahan, metode pembelajaran, dan silabus yang digunakan. Untuk capaian pembelajaran tidak keluar dari capaian pembelajaran yang telah ditentukan sebelumnya, begitu juga dengan profil lulusan yang telah sesuai dengan standar KKNI.



Gambar 6. Pemetaan Tema Bidang Semikonduktor terhadap Mata Kuliah

4. PENUTUP

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat kesimpulan bahwa tingkat pemahaman mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung di bidang semikonduktor belum memenuhi standar pengetahuan pengetahuan standar yang diharapkan oleh dunia industri semikonduktor. Untuk itu saran perbaikan dan pengembangan telah diberikan yang mencakup perbaikan metode pembelajaran dan pengayaan materi perkuliahan. Metode pembelajaran yang diusulkan adalah dengan menggunakan alat peraga, simulasi, video, dan sebagainya. Sedangkan pengayaan dilakukan dengan memetakan tema bidang semikonduktor terhadap 7 mata kuliah terkait, dan menyesuaikan RPS sesuai dengan materi.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Penugasan Institusi tahun 2024.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. (2006). *Curriculum Development for Semiconductor Industry in Malaysia: A Case Study of Technical Development Programs for Technicians and Engineers in Wafer Manufacturing Company*. IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference. 170-173.
- Ash, J.A., Stine, J.E., Hu, E., and Dyke, E. (2024). *What Does it Take to Implement a Semiconductor Curriculum in High School? True Challenges and The Teachers' Perspectives*. The Future of Engineering Education: 2024 Annual Conference & Exposition.
- Dewi, D. S., Nehru dan Syarkowi, A. (2018). *Pembuatan Modul Elektronika Dasar berbasis Konstruktivisme Pada Materi Semikonduktor*. Jurnal Pendidikan Fisika. Vol. 3 No. 1.
- Dewi, P. T. S. dan Sumbawati, M. S. (2016). *Pengaruh Model pembelajaran Discovery Learning Pada Kompetensi dasar Menerapkan Dioda Semikonduktor sebagai Penyearah kelas X teknik Audio Video di SMKN 2 Surabaya*. Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Vol. 05, No. 02, pp.543-548.
- Dhumadi, A. S. P. (2023). *Studi Eksplanatif Investasi Taiwan Semiconductor Manufacturing Company di Amerika Serikat*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Ha, T. and Hong, S.J. (2016). *Hands-On Experience-Based Comprehensive Curriculum for Microelectronics Manufacturing Engineering Education*. Transactions on Electrical and Electronic Materials. Vol. 17, No. 5, pp. 280-288.
- Hamid, M. F., (2024). *Menyoroti Problem dan Potensi Industri Semikonduktor di Indonesia*. <https://tf.ugm.ac.id/2024/07/25/menyoroti-problem-dan-potensi-industri-semikonduktor-di-indonesia/>
- Hendricks, R. W., Guido, L.J., Heflin, J.R., and Sarin, S. (2001). *An Interdisciplinary Curriculum for Microelectronics*. Proceedings of the 2001 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition.
- Kemdiktisaintek. (2025). *KSTI 2025: Dorong Peta Jalan Indonesia Menuju Kepemimpinan AI dan Semikonduktor*. <https://kemdiktisaintek.go.id/kabar-dikti/kabar/ksti-2025-dorong-peta-jalan-indonesia-menuju-kepemimpinan-ai-dan-semikonduktor/>.
- Khargonekar, P. P. dan Terry, F., L. 1999. *Curriculum Development in Control of Semiconductor Manufacturing under an NSF Combined Research-Curriculum Grant*. Proceedings of the 38th Conference on Decision & Control. 3024-3029.

- Khair, M., Mirna, M., Isminarti, dan Fauziah. (2020). *Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktikum Piranti Elektronika Untuk Memahami Karakteristik Dioda*. Mechatronncs Journal in Professional and Entrepreneur. Vol. 2, No. 1.
- Li, R. and Zhu, H. (2019). *Teaching Reform of Comprehensive Experiments of Semiconductor Devices Simulation*. Research and Exploration In Laboratory, vol. 38, no. 2, pp. 182-184,191.
- Ma, K. (2020). *Some Considerations on the Teaching Method Reform of Semiconductor Device Physics*. Education Teaching Forum, vol. 22, 2020, pp. 216218.
- Ma, S., Xia, F., and Guo, G. (2021) *Hierarchical Modeling & Simulation Curriculum Systematism Promotes the Development of Interactive Inquiry Teaching of Semiconductor-related Courses*. Proceedings of the 2021 International Conference on Diversified Education and Social Development (DESD 2021). 143-147
- Maidiana. (2021). *Penelitian Survey*. Alacrity: Journal Of Education. Vol. 1, Issue 2.
- Mowafy, L. 1998. *An Overview of Curriculum Module Development in Semiconductor Manufacturing Technology*. Procc. Of FIE conference. p. 1339-1342.
- Nurainun, D. dan Saehana, S. (2019). *Pengembangan Media Video Pembelajaran Semikonduktor Fotokatalis*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika. Vol 3 No 3. pp. 89-93.
- Putra, D. C. (2023). Chip Semikonduktor: Teknologi Masa Depan yang Membangun Dunia. <https://www.kompasiana.com/dennis13249/645a4c505479c30195393492/chip-semikonduktor-teknologi-masa-depan-yang-membangun-dunia>.
- Semiconductor Industry Association. (2024). Semiconductor Workforce Development, A Policy Blueprint.
- Suryaningsih, A. A., Haryadi, R., and Septiyanto, R. F. (2025). *Pengembangan Augmented Reality Educational Strategy (ARES) Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Pada Materi Semikonduktor*. Prosiding seminar nasional Pendidikan Fisika (SENDIKFI) UNTIRTA. Vol. 6, No. 1, pp. 76 – 87.
- Song, B., Liu, S., and Wang, X. (2020). *A Preliminary Study on the Teaching of Semiconductor Physics Oriented to Scientific Research*. Education Teaching Forum, vol. 48, 257-259.
- Susilaningrum, A. (2022). *Penerapan Media pembelajaran Software Multisim Dalam Menganalisis Komponen Dioda Semikonduktor*. Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia (JPPI). Vol. 7, No. 2.

Tsai, S. C. 2008. *Courseware Development for Semiconductor Technology and Its Application Instruction*. Computer and Education. Vol 52: 834-847.