

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada saat ini proses industri harus mendukung pembangunan berkelanjutan yang menjamin kebutuhan pasar penduduk. Dengan melalui pengelolaan sumber daya alam yang rasional dan tanpa mengorbankan keberlanjutan masyarakat masa depan. Dimana proses industry dianggap berkelanjutan ketika inovatif dan menjaga keselamatan dan pengolahan limbah (Abad-Segura et al., 2020)

Aktivitas industri dapat terus menerus merusak lingkungan dari waktu ke waktu yang berdampak terhadap lingkungan yang mengarah pada berbagai masalah kesehatan, ekologi dan lainnya, Mengingat pentingnya efek lingkungan pada proses industry diharapkan para insinyur dan orang yang bekerja di industry memiliki apresiasi dan pemahaman tentang dampak lingkungan dari proses industry tersebut (Singh & Kumar, 2017).

Untuk masa depan dunia akan segera menghadapi banyak tantangan lingkungan atau sumber daya alam termasuk perubahan iklim global, dan juga penipisan minyak untuk mengakomodasi konsumsi dari negara negara industry (Palinkas & Wong, 2020). Artikel dari Mahmood yang berjudul *“Chemical Pollutants from An Industrial Estate in Pakistan: a threat to environmental sustainability”* meneliti kasus tentang limbah industry Hattar Industrial Estate, Hattar di Pakistan. Akibat pembuangan limbah menghasilkan konsentrasi polutan yang tinggi pada tanah dan badan air di sekitar pabrik tersebut. Para petani tidak mengetahui bahwa efek kesehatan dari polutan ketika mereka membuang limbah pada irigasi tanaman, seperti tanaman gandum, kacang polong, kentang, bayam, jagung, bawang putih dan tanaman pakan ternak serta buah buahan yang menggunakan air limbah ini. Karena tidak adanya upaya yang serius dari Lembaga di daerah itu akan mengakibatkan biokumulasi polutan dan berbahaya bagi tanaman ini, dapat menimbulkan resiko Kesehatan pada manusia yang mengkonsumsi bahan

pangan ini (Mahmood et al., 2019). Menurut laporan *International Labour Organization Asia -Pasific* industri tekstil memiliki andil yang sangat besar pemakai air untuk pencetakan tekstil, pencelupan dan finishing, dan merupakan pengguna air tawar terbesar di dunia. Di Asia produsen tekstil seperti Bangladesh, Kamboja. India, Indonesia, dan Vietnam melakukan pencemaran air yang mengandung zat berbahaya ke sungai dan aliran air tanpa pengolahan yang tepat (ILO, 2021).

Pentingnya implementasi *Green Manufacturing* pada saat ini dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan penggunaan energi berkelanjutan, mengurangi intensitas energi dan material proses manufaktur. ISO telah mengusulkan kualitas baru tentang system manajemen untuk produk dan system manajemen lingkungan yang bertujuan untuk meminimalkan kerusakan lingkungan akibat industry (Paul et al., 2014)

Kopnina (Kopnina, 2019) dalam artikelnya yang berjudul “*Education for Sustainable Development (ESD): the turn away from ‘ environment’ in environment education?*” adalah pendekatan pluralistik, liberal atau emansipatoris untuk pendidikan menandakan bahwa ilmiah dari dilema dunia nyata yang berkaitan dengan degradasi lingkungan harus menggunakan pendidikan sebagai alat untuk memperoleh pengetahuan dan ketrampilan yang membina generasi mendatang untuk mengatasi masalah lingkungan. Permasalahan lingkungan hidup berakar dari perilaku manusia yang masih sering ditemukan dalam kehidupan sehari hari. Salah satu penyebabnya adalah belum maksimalnya capaian pembelajaran lingkungan hidup pada dunia pendidikan. dimana menurut Palopo (IAIN Palopo, 2019) dampak dan hasil Pendidikan Lingkungan yang telah dilaksanakan di Lembaga Pendidikan belum banyak terlihat baik pada masyarakat maupun lingkungan, oleh karena itu perlu kajian terhadap pelaksanaan pembelajaran sangat perlu dilakukan sehingga perlu pengembangan buku ajar yang mampu membuat pendidikan lingkungan berdasarkan lingkungan peserta didik secara langsung.

Menurut Rita Retnowati(Retnowati, 2019) dalam buku bahan ajarnya “ Pendidikan Lingkungan Hidup “ menyatakan bahwa pengkajian terhadap pelaksanaan Pendidikan Lingkungan yang selama ini perlu dikaji lagi bagaimana

strategi pembelajaran dan penyediaan pengalaman belajar pada peserta didik untuk mencari alternatif bentuk model pembelajaran yang dianggap efektif dari sebelumnya. Permasalahan yang terjadi di lingkungan harus diselesaikan dengan menumbuhkan kesadaran masyarakat dari berbagai lapisan dengan melalui Pendidikan Lingkungan secara formal mulai dari tingkat Pendidikan Dasar hingga Pendidikan Tinggi.

Darwis dan Hammado (Dr. IR. H. Darwis & Prof. Dr. H. Lahming, 2017) dalam bukunya menyatakan masalah lingkungan hidup yang dihadapi saat ini sangat mengganggu bumi sebagai dunia dengan lingkungan yang lestari, memelihara hidup dan tanggungjawab terhadap lingkungan kualitas kehidupan sekarang dan masa yang akan melalui proses pendidikan yang ditujukan untuk mengubah sikap dan perilaku manusia.

Produksi industri saat ini meningkat karena dorongan globalisasi menyebabkan peningkatan volume produksi dan kompleksitas produk untuk memenuhi kebutuhan pelanggan maka penting *Industrial Ecology* (IE) dalam Pendidikan Teknik untuk pembangunan berkelanjutan (B & Naidu G, 2017). Dimana Ioppolo (Ioppolo et al., 2014) menyatakan bahwa *Industrial Ecology* memperkenalkan paradigma baru tentang prinsip dan instrument analisis dan penunjang keputusan yang dapat dianggap sebagai dasar utama untuk mengintegrasikan aspek lingkungan dalam setiap strategi, desain produksi, produksi akhir dan pengelolaan akhir kehidupan melalui rekayasa ulang proses dan aktivitas menuju pengembangan system eko industry. Duchin dalam artikelnya menyatakan bahwa ekologi industri juga perlu mengembangkan pendekatan baru yang fundamental untuk mengurangi dan menggunakan kembali dan mendaur ulang (Duchin & Levine, 2018). Pendidikan adalah sebagai sarana dari *Sustainable Development Goals* (SDGs) untuk mencapai tujuan target dari negara untuk mengubah masyarakat. (Kioupi & Voulvoulis, 2019)

Dengan adanya kebutuhan pembelajaran berbasis lingkungan hidup diharapkan dosen sebagai pendidik diharapkan mampu mengembangkan bahan ajar berbasis lingkungan hidup sebagai sumber belajar mahasiswa. Dimana sumber belajar itu penting bagi mahasiswa karena dapat digunakan sebagai rujukan keilmuan (Priyanto, 2012). Pendidikan menurut Hashim (Hashim, 2018)

dalam artikelnya perlu ditingkatkan karena generasi sekarang memiliki tingkat literasi teknologi yang tinggi, untuk kemajuan dunia Pendidikan perlu menemukan bentuk bentuk baru pengajaran dan pembelajaran serta pentingnya mendesain ulang dan memikirkan Pendidikan di era digital. Pada era Revolusi Industri 4.0 dan era digital Junaidi menyatakan dimana pelaksanaan pembelajaran secara bauran (Blended Learning) atau disebut pembelajaran Hybrid (*Hybrid Learning*) yang merupakan kombinasi pembelajaran konvensional berbasis kelas atau tatap muka langsung dan pembelajaran daring (Junaidi , Aris, 2020).

Pendidikan Lingkungan Hidup merupakan upaya untuk mengubah perilaku dan sikap yang dilakukan dan meningkatkan kesadaran tentang nilai nilai lingkungan dan isu permasalahan lingkungan untuk pelestarian dan keselamatan lingkungan sekarang dan masa yang akan datang (Liesnoor et al., 2014).

Di Perguruan Tinggi tentang Pendidikan Lingkungan penting sekali diajarkan karena mahasiswa ini akan menjadi sarjana sebagai pemimpin yang mempunyai pengaruh dalam lingkungan. Dengan membekali mahasiswa dengan seperangkat pengetahuan dan nilai nilai lingkungan. sehingga diharapkan dapat berperilaku peduli lingkungan (Setyowati et al., 2014).

Biswas dalam jurnalnya *The Importance of Industrial Ecology in Engineering Education for Sustainable Development* melakukan penelitian telah mengembangkan hasil pembelajaran berkelanjutan dengan konsep ekologi industry ke dalam Program Sarjana dan Pascasarjana Teknik pada Fakultas Teknik di Curtin University (Biswas, 2012).

Model *Problem Base Learning* (PBL) dapat dipakai sebagai salah satu cara untuk meningkatkan pengetahuan peserta didik untuk memecahkan masalah lingkungan, dan menurut Pujianti (2018) bahwa hasil literasi lingkungan peserta didik di daerah Subang sebelum pembelajaran dan setelah pembelajaran berbeda dan literasi peserta didik meningkat tinggi (Ririn Santoso, 2021). Upaya pembelajaran yang bermakna dapat dilakukan dengan memfasilitasi pembelajaran peserta didik melalui *Problem Base Learning*, masalah yang dipecahkan merupakan masalah otentik yang ditemukan dalam kehidupan sehari hari. Pembelajaran ini dapat meningkatkan motivasi yang berdampak peningkatan kemampuan pemecahan masalah (Suryawati et al., 2020)

Penelitian dilakukan pada mahasiswa di program studi Teknik Industri Fakultas Teknik Angkatan tahun 2020/2021 dan 2021/2022. Wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Pengetahuan Lingkungan Industri belum adanya bahan ajar pengetahuan lingkungan berbentuk cetak. Hasil wawancara dengan mahasiswa bahwa mereka masih banyak yang belum menyadari betapa pentingnya pengetahuan lingkungan untuk dunia industri dan masyarakat sekitarnya. Ada yang merokok di ruang tertutup, membuang sampah disembarang tempat, dan bahkan ada yang keluarga mahasiswa yang membuang sampah ke sungai dekat rumahnya. Beberapa mahasiswa sudah bekerja, dimana manufaktur tempat mereka bekerja masih ada yang membuang limbah dan membuat pencemaran udara atau air di sungai.

Buku yang ditulis oleh Meilani Belladona dan Alex Surapati berjudul “Pengetahuan Lingkungan” berisi materi tentang pemahaman dasar dasar lingkungan, hubungan antara manusia dengan lingkungannya, perencanaan pembangunan infrastruktur yang berwawasan lingkungan dan rencana pengelolaan dan pemantauan lingkungan (Surapati, Meilani Belladona, 2019). Buku “Pengantar Ilmu pengetahuan Lingkungan” yang ditulis oleh Muhammad Irham membahas tentang dasar dasar lingkungan, energi dan ekosistem (Irham, 2021). Latar M. Arief menulis buku berjudul “Pengolahan Limbah Industri” berisi tentang industri, dampak serta konsep pengolahan limbah industri, buku ini ditulis berdasarkan aplikasi di tempat kerja (Latar, 2016).

Dengan memperhatikan berbagai pendapat di atas maka dalam upaya pencapaian tujuan pengetahuan lingkungan pada mahasiswa Teknik Industri maka dibutuhkan bahan ajar yang tepat. Bahan ajar pengetahuan lingkungan untuk meningkatkan kesadaran, pemahaman dan kemampuan mereka dalam mengintegrasikan prinsip prinsip keberlanjutan dan pengelolaan lingkungan ke dalam praktek industri. Menciptakan solusi yang ramah lingkungan dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Bahan ajar yang tersedia saat ini belum sesuai dengan kebutuhan dengan materi kurikulum mata kuliah Pengetahuan Lingkungan Industri. Untuk itu maka disusunlah pengembangan bahan ajar pengetahuan lingkungan yang berbasis *Problem Based Learning* pada mahasiswa Teknik Industri untuk meningkatkan *Pro Environmental Behavior*.

Pengembangan produk bahan ajar pengetahuan lingkungan menggunakan model instruksional *R&D Dick and Carey*.

B. Pembatasan Penelitian

Bahan ajar yang akan dikembangkan adalah pengetahuan lingkungan berbasis *Problem Base Learning* yang berbentuk buku cetak. Dengan alasan ketidakadaan bahan ajar yang berbentuk cetak untuk mahasiswa Teknik Industri

Penelitian ini dievaluasi dan diujicoba pada mahasiswa angkatan tahun 2020/2021 dan 2021/2022 Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jakarta. Kedua Angkatan yang berbeda yang dijadikan objek analisis kebutuhan. Alasan diambil mahasiswa Teknik Industri karena Prodi Teknik Industri mempunyai mata kuliah Pengetahuan Lingkungan Industri. Dosen yang terlibat dalam eksperimen ini adalah dosen pengampu dari mata kuliah Pengetahuan Lingkungan Industri. Rujukan yang digunakan bahan ajar ini akan digunakan pengembangan model instruksional Dick and Carey.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan bahan ajar pengetahuan lingkungan berbasis *Problem Based Learning* pada mahasiswa Teknik Industri dapat meningkatkan *Pro Environmental Behavior*?
2. Apakah pengembangan bahan ajar pengetahuan lingkungan berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan *Pro Environmental Behavior* yang dikembangkan efektif pada mahasiswa Teknik Industri?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar Pengetahuan Lingkungan berbasis *Problem Based Learning* bagi mahasiswa Teknik Industri untuk meningkatkan *Pro Environmental Behavior*. Secara lebih lanjut tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendeskripsikan proses pengembangan dan kelayakan dari bahan ajar pengetahuan lingkungan berbasis *Problem Based Learning* pada mahasiswa Teknik Industri untuk meningkatkan *Pro Environmental Behavior*.
2. Untuk menguji efektifitas bahan ajar pengetahuan lingkungan berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan *Pro Environmental Behavior* pada mahasiswa Teknik Industri.
3. Untuk memperoleh data bagi penyusunan pengembangan bahan ajar pengetahuan lingkungan dan meningkatkan *Pro Environmental Behavior* bagi mahasiswa Teknik Industri.

E. Signifikansi Penelitian

Hasil penelitian secara signifikan menghasilkan produk bahan ajar pengetahuan lingkungan berbentuk cetak yang sangat dibutuhkan oleh mahasiswa.

Bahan ajar pengetahuan lingkungan ini memiliki manfaat yang signifikan bagi mahasiswa Teknik Industri Berikut beberapa manfaat utamanya adalah:

1. Pemahaman dengan dampak lingkungan
 - a. Mahasiswa memahami bagaimana proses industri mempengaruhi lingkungan seperti polusi udara, air, tanah serta pengolahan limbah.
 - b. Membantu mahasiswa memahami dan mengerti peraturan dan standar lingkungan seperti ISO 14001
2. Penerapan Konsep Keberlanjutan
 - a. Membekali mahasiswa wawasan tentang prinsip sustainability dalam desain system industri
 - b. Mahasiswa dapat mengintegrasikan efisiensi energi, pengelolaan sumber daya dan pengurangan emisi karbon dalam penerapan system produksi
3. Kompetensi dalam Perencanaan Industri Ramah Lingkungan
 - a. Mahasiswa belajar merancang proses yang lebih ramah lingkungan seperti clean technology, recycle dan circular economy
 - b. Mendorong inovasi untuk menciptakan produk dan system industri yang lebih berkelanjutan

4. Peningkatan Kesiapan Kerja

- a. Memahami aspek lingkungan mempunyai nilai tambah bagi mahasiswa saat memasuki dunia kerja
- b. Membantu mahasiswa bekerja di berbagai sector seperti di manufaktur, energi atau menjadi konsultan lingkungan

5. Kesadaran akan Tanggungjawab Sosial

- a. Mahasiswa belajar pentingnya tanggungjawab industri terhadap masyarakat disekitarnya.
- b. Meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga keseimbangan antara kebutuhan industri dan pelestarian lingkungan

6. Penguatan Analisis Resiko Lingkungan

Mahasiswa mampu menganalisa resiko lingkungan terkait operasional industri dan mengembangkan strategi mitigasi yang efektif

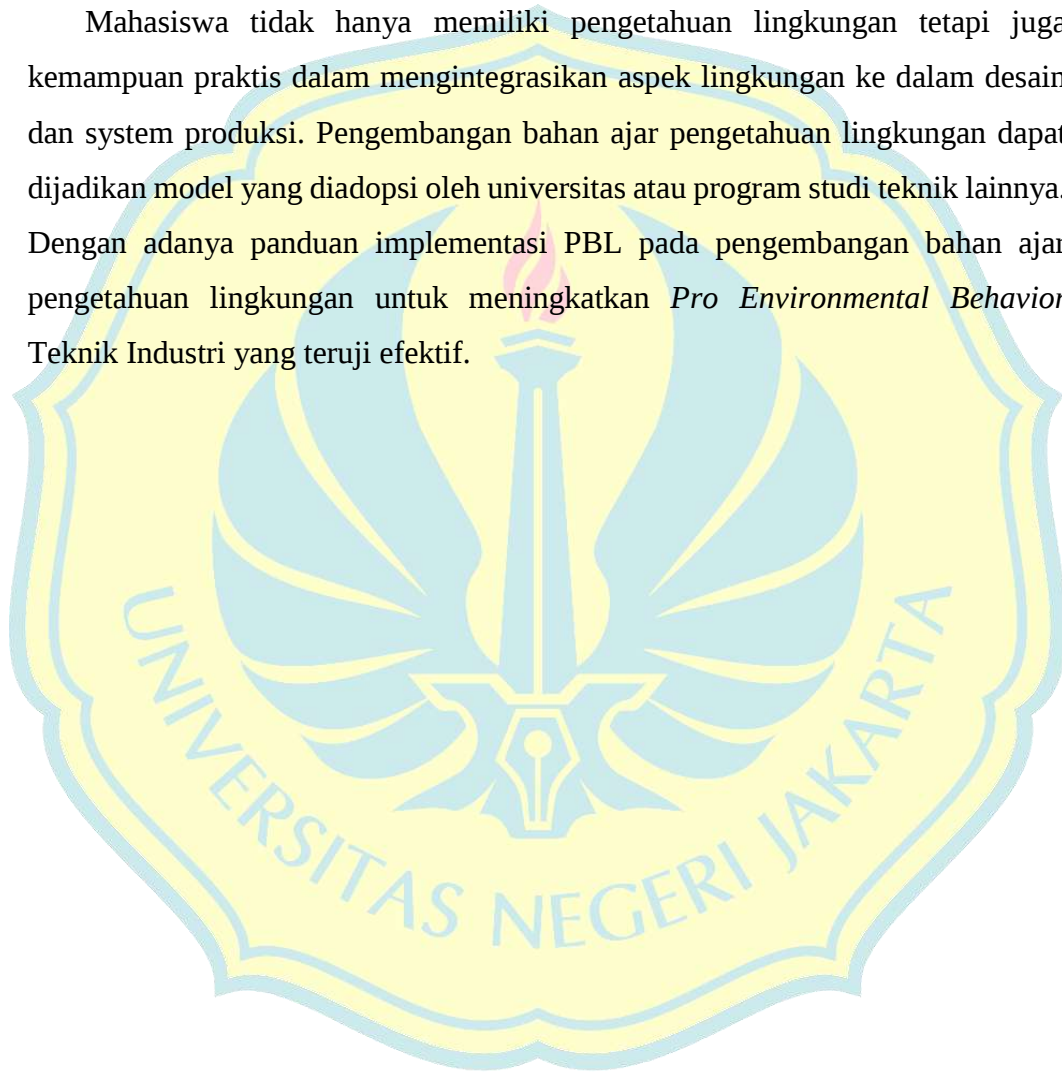
F. Kebaruan Penelitian

Penelitian ini memiliki kebaruan yaitu berupa pengembangan bahan ajar pengetahuan lingkungan yang berbasis *Problem Base Learning* berupa cetak. Belum adanya bahan ajar berbentuk cetak pada mata kuliah Pengetahuan Lingkungan Industri. Bahan ajar berbentuk cetak seperti buku mempunyai keuntungan karena yang memberikan sumber referensi terstruktur, dapat dibaca dimana dan kapan saja dan tidak tergantung koneksi internet. Bahan ajar berbentuk cetak dapat dijadikan referensi dalam diskusi kelompok di kelas maupun luar kelas, kegiatan kolaboratif seperti untuk PBL. Bahan ajar cetak mudah diarsipkan dan menjadi bagian literatur akademik yang bisa dirujuk kembali untuk penelitian atau pengembangan lebih lanjut.

Bahan ajar yang dikembangkan mampu mengintegrasikan konsep pengetahuan lingkungan dengan permasalahan nyata di industri, seperti efisiensi energi dan keberlanjutan produksi. Studi kasus dari industri lokal yang memungkinkan mahasiswa memecahkan masalah nyata dan meningkatkan kesadaran lingkungan. Dengan diterapkan PBL dengan tahapan yang terencana pengembangan bahan ajar mulai dari identifikasi masalah, eksplorasi solusi hingga implementasi proyek nyata. Penilaian hasil belajar mahasiswa tidak hanya

berbasis teori tetapi menjadi juga pada kemampuan analisis, pemecahan masalah dan inovasi solusi lingkungan di bidang teknik industri. Mahasiswa mampu mengaitkan solusi yang dihasilkan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDG) khususnya tujuan terkait energi bersih, inovasi industri dan konsumsi produksi yang ramah lingkungan.

Mahasiswa tidak hanya memiliki pengetahuan lingkungan tetapi juga kemampuan praktis dalam mengintegrasikan aspek lingkungan ke dalam desain dan system produksi. Pengembangan bahan ajar pengetahuan lingkungan dapat dijadikan model yang diadopsi oleh universitas atau program studi teknik lainnya. Dengan adanya panduan implementasi PBL pada pengembangan bahan ajar pengetahuan lingkungan untuk meningkatkan *Pro Environmental Behavior* Teknik Industri yang teruji efektif.



Intelligentia - Dignitas