



# MODUL PEMBELAJARAN JARAK JAUH

**MATA KULIAH SISTEM LINGKUNGAN INDUSTRI**

Disusun Oleh:  
Tatbita Titin Suhariyanto, S.T., M.Sc.  
Afan Kurniawan, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN  
YOGYAKARTA, INDONESIA**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala atas terselesainya Modul Pembelajaran Jarak Jauh untuk Mata Kuliah Sistem Lingkungan Industri. Modul ini bertujuan untuk membantu mahasiswa dalam memahami konsep Sistem Lingkungan Industri yang dapat diakses oleh mahasiswa kapan pun dan dimana pun. Kami berharap bahwa modul ini juga dapat menambah referensi bagi mahasiswa dan dosen tentang mata kuliah Sistem Lingkungan Industri.

Modul ini memuat tentang uraian materi-materi yang sudah disesuaikan dengan Rencana Pembelajaran Semester. Selain itu, materi dalam berbagai media (teks, audio, dan video) juga diberikan untuk memudahkan pemahaman mahasiswa. Kami juga menyisipkan video dan audio pembelajaran terkait dengan Sistem Lingkungan Industri. Kami berusaha menyusun modul ini sesuai dengan kebutuhan mahasiswa dan dosen sehingga dapat terjadi kegiatan belajar mengajar yang lebih komunikatif dan optimal.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan modul ini. Semoga dapat berkontribusi dalam kemajuan mahasiswa untuk mempelajari Sistem Lingkungan Industri. Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan modul ini. Oleh karena itu, kritik dan saran bagi kesempurnaan modul ini sangat kami harapkan. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat bagi pemahaman dan hasil belajar mahasiswa sehingga dapat diterapkan dalam kehidupan sehari – hari.

Hormat kami,

Penulis

## DAFTAR ISI

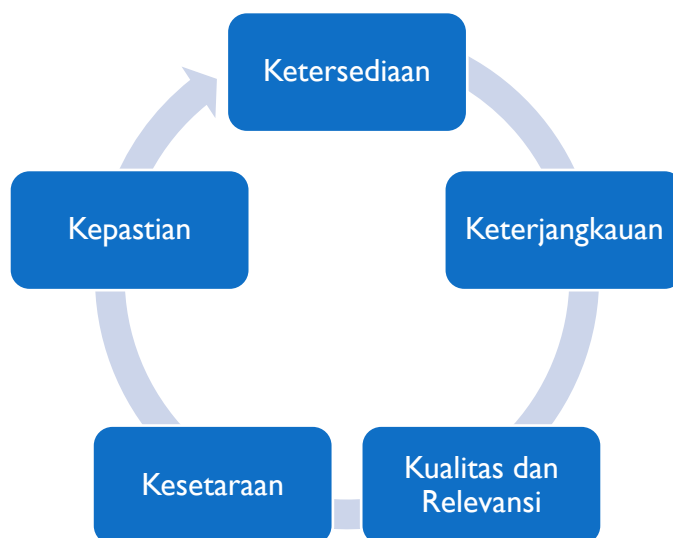
Kata Pengantar.....	1
Daftar Isi.....	2
<b>Bab I</b> .....	3
Pengenalan	
<b>Bab II</b> .....	7
Industri dan Lingkungan	
<b>Bab III</b> .....	8
Penggunaan Energi dalam Industri	
<b>Bab IV</b> .....	9
Pengelolaan Sumber Daya Air	
<b>Bab V</b> .....	10
<i>Eco-labelling</i>	
<b>Bab VI</b> .....	11
Produksi Bersih	
<b>Bab VII</b> .....	12
Sistem Manajemen Lingkungan (SML)	
<b>Bab VIII</b> .....	13
Teknologi dan Lingkungan	
<b>Bab IX</b> .....	14
<i>Green Manufacturing</i>	
<b>Bab X</b> .....	15
Desain Produk Ramah Lingkungan	
<b>Bab XI</b> .....	16
<i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	
<b>Bab XII</b> .....	17
Ekologi Industri	
<b>Bab XIII</b> .....	18
<i>Sustainable Consumption</i>	
<b>Bab XIV</b> .....	19
Evaluasi Pembelajaran	
<b>Bab XV</b> .....	20
Kegiatan Video Penalaran, Sosial Budaya, Dan Pengabdian Masyarakat	
Referensi.....	20

## BAB I - PENGENALAN

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan di awal tahun 2020 telah mengeluarkan empat kebijakan mengenai Pendidikan tinggi yang terangkum dalam Merdeka Belajar-Kampus Merdeka, diantaranya mengenai pembukaan program studi baru, sistem akreditasi perguruan tinggi, perguruan tinggi negeri badan hukum, dan hak belajar 3 semester di luar program studi.

### PEMBELAJARAN JARAK JAUH

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi saat ini membawa berbagai perubahan dalam kehidupan manusia. Peranan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) semakin dirasakan di berbagai sektor, utamanya di bidang pendidikan. Peran TIK dalam pendidikan diharapkan dapat meningkatkan kualitas pendidikan sebagai salah satu pilar pendidikan. Peningkatan kualitas pendidikan menjadi prioritas dengan kesadaran bahwa keberhasilan suatu bangsa di masa depan sangat tergantung pada kualitas pendidikan. Oleh karena itu, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sangat serius menempatkan pilar-pilar pendidikan melalui misinya yang dikenal dengan 5K yaitu Ketersediaan, Keterjangkauan, Kualitas dan Relevansi, Kesetaraan dan Kepastian (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Lima Pilar Pendidikan (Kemdikbud, 2014)

Sumber belajar merupakan salah satu aspek dalam pendidikan yang harus tersedia, terjangkau, berkualitas, relevan dengan kebutuhan dunia kehidupan bermasyarakat, dan dapat diakses oleh semua, dengan tidak membedakan jenis kelamin, usia, agama, ras, serta dijamin kepastian dalam aksesibilitasnya. Saat ini ketercapaian cita-cita tersebut dapat dilakukan hanya dengan satu kata yaitu teknologi. Perkembangan TIK sudah sedemikian pesatnya, yang berdampak pada mudahnya orang berjejaring sosial, dan mendapat akses informasi, serta berinteraksi langsung tanpa batas ruang dan waktu.

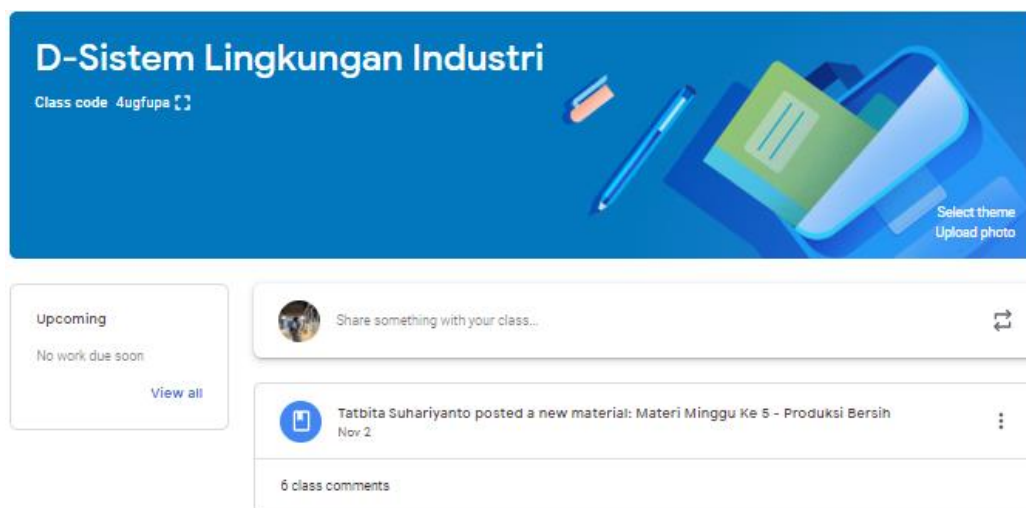
✓ *Learning Management System (LMS)*

Keinginan untuk menyediakan bahan ajar agar mudah diakses mahasiswa dan memberikan catatan-catatan kuliah maupun penugasan menjadi motivasi bagi banyak pengajar untuk membuat laman-laman web berisi bahan ajar dan tautan ke sumber-sumber yang terkait dengan topik yang diajarkan. Pada perkembangan berikutnya, terdapat platform khusus yang mampu menyediakan keperluan pembelajaran. Secara sederhana, untuk belajar, diperlukan

aktivitas presentasi, interaksi, dan evaluasi. Ketiga fasilitas itulah yang disediakan secara menyatu dalam situs *learning management system* (LMS). LMS pada dasarnya adalah jenis perangkat lunak yang dijalankan dalam server dan diakses menggunakan peramban pada komputer pembelajar atau penggunanya.

Pada mata kuliah ini, LMS yang digunakan adalah Google Classroom (*G-Class*). *G-Class* adalah layanan gratis untuk sekolah, lembaga non-profit, dan semua orang yang memiliki akun Google pribadi (lihat Gambar 2). *G-Class* memudahkan dosen dan mahasiswa agar tetap terhubung—di dalam dan di luar sekolah. *G-Class* menghemat waktu dan penggunaan kertas, serta memudahkan dalam membuat kelas, memberikan tugas, dan berkomunikasi. Ada banyak keuntungan dengan menggunakan *G-Class*, antara lain:

- Dapat disiapkan dengan mudah – Dosen dapat menambahkan mahasiswa secara langsung atau dengan membagikan kode di kelasnya untuk bergabung.
- Menghemat waktu – Alur kerja tugas yang mudah dan tidak menggunakan kertas memungkinkan dosen untuk membuat, meninjau, dan menilai tugas dengan cepat, semuanya di satu tempat.
- Meningkatkan pengelolaan – Mahasiswa dapat melihat semua tugasnya di satu halaman tugas, dan semua materi kelas (seperti dokumen, foto, dan video) otomatis dimasukkan ke dalam folder di Google Drive.
- Menyempurnakan komunikasi – *G-Class* memungkinkan dosen untuk mengirimkan pengumuman dan memulai diskusi kelas dengan cepat. Mahasiswa dapat berbagi materi satu sama lain atau menjawab pertanyaan melalui sarana diskusi ini.
- Aman dan terjangkau – Sama seperti layanan G Suite untuk Pendidikan lainnya, *G-Class* tidak berisi iklan dan tidak berbayar.



Gambar 2. Google Classroom sebagai LMS pada MK Sistem Lingkungan Industri

#### ✓ Aktivitas Pembelajaran Jarak Jauh

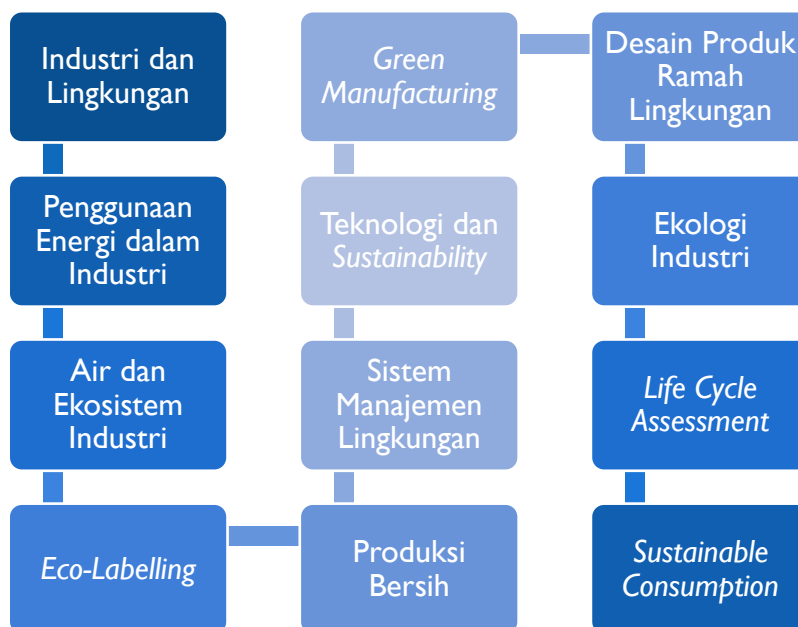
Bila diidentifikasi, ada beberapa aktivitas pembelajaran tatap muka yang perlu diwujudkan kesetaraannya dalam pembelajaran daring, antara lain masuk kelas dan mengikuti kegiatan pembelajaran, menyimak dan mengeksplorasi bahan ajar yang disajikan dosen, berpartisipasi dalam diskusi kelas maupun diskusi kelompok, berkolaborasi mengerjakan tugas kelompok,

bertanya, dan bersosialisasi di luar kegiatan belajar. Perangkat pengelola pembelajaran atau LMS, apapun jenisnya, hanya merupakan penyedia lingkungan pembelajaran daring. Proses pembelajaran hanya terjadi apabila ada aktivitas belajar di dalam lingkungan pembelajaran tersebut. Oleh karena itu, diperlukan adanya aktivitas belajar baik atas inisiatif mahasiswa maupun atas inisiasi dosen.

Pada lingkungan pembelajaran daring saat ini, jenis pembelajaran umumnya dibagi menjadi dua kategori, yaitu sinkron (*synchronous*) dan asinkron (*asynchronous*). Dalam mata kuliah ini, kedua jenis pembelajaran ini dilakukan secara beriringan. Jenis pembelajaran sinkron dilakukan menggunakan pesan instan (*Whatsapp*) dan konferensi video (*Zoom Meeting* atau *Google Meet*) yang memungkinkan mahasiswa dan dosen untuk bertanya, berdiskusi, dan menjawab pertanyaan sesuai dengan jam perkuliahan. Jenis pembelajaran juga dilakukan secara asinkron melalui video dan audio. Video berisi materi perkuliahan dibagikan melalui saluran *Youtube* sehingga dapat diakses oleh mahasiswa kapan pun dan dimanapun. Selain itu, bentuk audio dibagikan kepada mahasiswa melalui *podcast* yang dapat dibuka menggunakan aplikasi *Spotify* ataupun *Google Chrome*. Kedua jenis pembelajaran ini idealnya dilakukan secara beriringan agar pembelajaran daring dapat berjalan efektif.

## MATERI PERKULIAHAN

Bobot mata kuliah ini sebesar 2 SKS dan direncanakan selama 16 minggu, dengan rincian sebagai berikut: 14 minggu penyampaian materi perkuliahan dan 2 minggu untuk Ujian Tengah Semester dan Ujian Akhir Semester. Materi perkuliahan yang akan disampaikan dalam mata kuliah ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Materi Perkuliahan pada MK Sistem Lingkungan Industri

## BAB II - INDUSTRI DAN LINGKUNGAN

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa mampu memahami akibat-akibat aktivitas industri terhadap lingkungan serta kaitannya dengan pembangunan berwawasan lingkungan. Setelah mengikuti kuliah ini, mahasiswa mampu menunjukkan sektor industri dan polusi yang dapat dihasilkannya yang memberi dampak terhadap pengrusakan lingkungan.

### MATERI

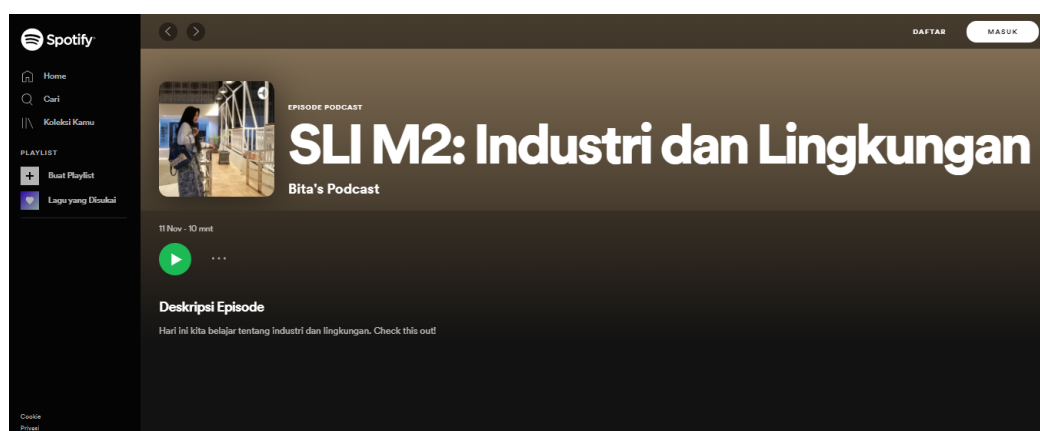
Materi minggu ini menjelaskan tentang keterkaitan dampak industri terhadap lingkungan, yang meliputi ekologi dan ekosistem, akibat-akibat aktivitas industri terhadap lingkungan, dan pembangunan berwawasan lingkungan.

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron dan asinkron. Forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan pesan instan melalui Whatsapp. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks dan audio. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

Teks : <https://drive.google.com/file/d/1oFDiULXbVfigWPqtgucp6zk3kyt9UVJj/view?usp=sharing>

Audio : <https://link.tospotify.com/qXJUyNo3kbb>



### EVALUASI

Indonesia saat ini menduduki peringkat kedua sebagai pemroduksi sampah terbanyak di dunia, berada satu peringkat dibawah China. Pada tahun 2014, Indonesia telah memproduksi sebanyak 3.2 juta ton sampah plastik, yang mana 1.3 dari sampah tersebut berasal dari sampah yang dipungut dari laut dan sungai. Persoalan sampah ini belum dapat ditangani dengan baik oleh pemerintah.

Menurutmu, apa saja yang mempengaruhi banyaknya sampah di Indonesia? Bagaimana solusi yang kamu tawarkan untuk menangani masalah sampah?

## BAB III – PENGGUNAAN ENERGI DALAM INDUSTRI

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa memahami dan mengerti peran energi dalam pembangunan termasuk dampak yang ditimbulkan akibat produksi dan konsumsi energi terhadap lingkungan.

### MATERI

Materi minggu menjelaskan tentang energi dan ekosistem industri meliputi penggunaan sumber-sumber energi di industri, dampak produksi dan konsumsi energi terhadap lingkungan, efisiensi penggunaan energi, dan penggunaan sumber energi ramah lingkungan.

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron dan asinkron. Forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan pesan instan melalui Whatsapp. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks dan video. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

Teks : <https://drive.google.com/file/d/1WgAlIbriXq09W8SQIWb6ftvMIZCOSgx9/view?usp=sharing>

Video : <https://youtu.be/luM7jh5u0d0>



### EVALUASI

Setelah membaca dan menyimak materi, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini:

1. Bagaimana aturan penggunaan energi di Indonesia? Carilah contoh undang-undang atau peraturan yang mengatur penggunaan energi di Indonesia dan jelaskan bagaimana penerapannya pada sebuah perusahaan!
2. Pilihlah salah satu jenis energi terbarukan, kemudian jelaskan bagaimana cara kerjanya, apa saja kelebihan dan kekurangannya, serta inovasi apa yang bisa dilakukan agar penggunaan energi tersebut menjadi lebih baik!
3. Pilihlah salah satu jenis sumber energi biomassa, kemudian jelaskan bagaimana cara pembuatannya, apa saja kelebihan dan kekurangannya, serta inovasi apa yang bisa kamu usulkan untuk mengatasi kekurangan tersebut!



## BAB IV – PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa memahami pengelolaan sumber daya air dalam industri.

### MATERI

Materi minggu ini menjelaskan tentang air dan ekosistem industri meliputi kearifan pengelolaan air, air sebagai sumber daya, daur air di bumi, minimasi air limbah industri, dan daur air limbah.

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron dan asinkron. Forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan pesan instan melalui Whatsapp. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks dan video. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

Teks : [https://drive.google.com/file/d/166WFQ2wV-5m\\_jDT-Fup729dqqZUA0JQk/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/166WFQ2wV-5m_jDT-Fup729dqqZUA0JQk/view?usp=sharing)

Video : <https://drive.google.com/file/d/1SQ8bOCzkkp4j4rP8kO3yGfz7CzP5ISIR/view?usp=sharing>



### EVALUASI

1. Bagaimanakah siklus hidrologi terjadi di alam?
2. Apa yang dimaksud dengan kualitas air lebih buruk jika dikembalikan ke lingkungan?
3. Sebutkan contoh perubahan kualitas air akibat penggunaan air!
4. Sebutkan jenis-jenis badan air yang tidak termasuk air laut!
5. Bagaimana konsep pengelolaan sumber daya air dalam sebuah industri?
6. Apa saja hambatan pengaturan dalam pemanfaatan air?
7. Siapa saja yang terlibat dalam pengelolaan sumber daya air?

## BAB V - ECO-LABELLING

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa memahami konsep dan aturan dalam *eco-labelling*.

### MATERI

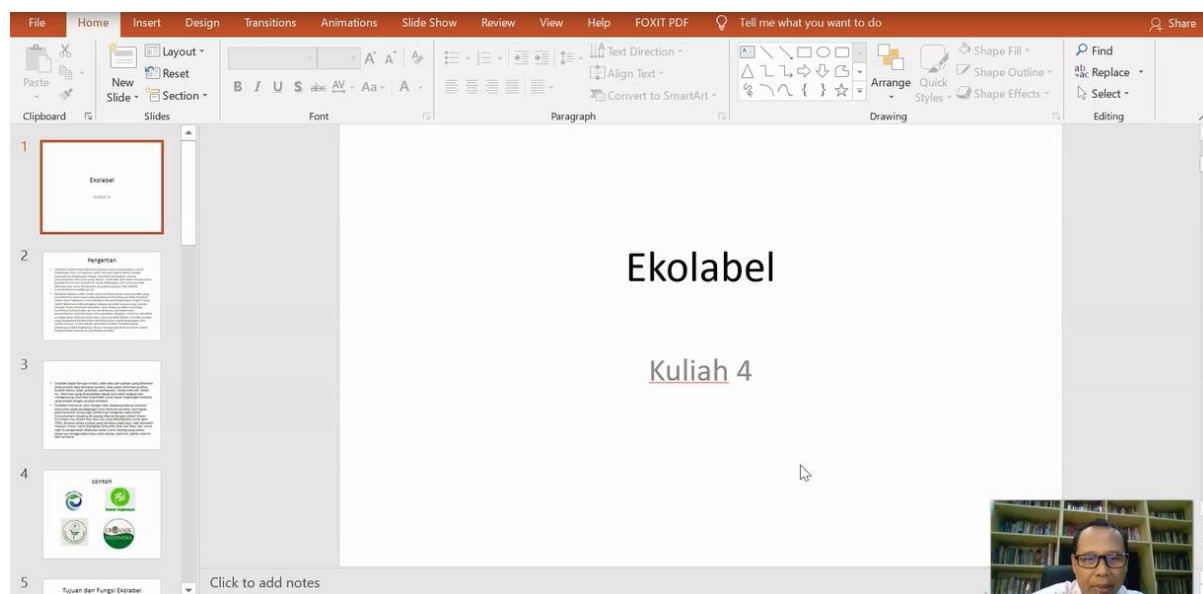
Materi minggu ini membahas tentang pesan-pesan nilai ramah lingkungan dan *eco-labelling* yang meliputi konsep ekolabel, aturan-aturan dalam ekolabel, pemilihan material, produksi dan distribusi, dan contoh produk yang menerapkan *eco-labelling*.

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron dan asinkron. Forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan pesan instan melalui Whatsapp. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks dan video. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

Teks : [https://drive.google.com/file/d/1L2DvPrbaUJCvaXBJffM-IPnHI9po\\_\\_Or/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1L2DvPrbaUJCvaXBJffM-IPnHI9po__Or/view?usp=sharing)

Video : <https://drive.google.com/file/d/1Ilrix-GqfX5EaH8aXhjRELe-PwyTjRa/view?usp=sharing>



### EVALUASI

1. Apakah pengertian ekolabel dalam sebuah produk?
2. Apa tujuan dan fungsi ekolabel?
3. Sebutkan prinsip-prinsip dalam Sertifikasi Ekolabel!
4. Sebutkan dan jelaskan tipe-tipe ekolabel!
5. Bagaimana tahapan proses sertifikasi Lembaga Ekolabel Indonesia?
6. Apakah implikasi Sertifikasi Ekolabel dalam perdagangan?

## BAB VI - PRODUKSI BERSIH

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa mampu memahami mengapa konsep produksi itu penting bagi perusahaan, bagaimana penerapan produksi bersih pada sebuah perusahaan, dan komitmen pemerintah untuk mendukung implementasi produksi bersih.

### MATERI

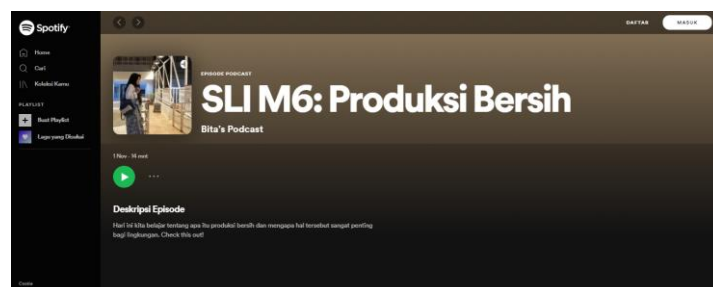
Materi minggu ini meliputi mengapa konsep produksi itu penting bagi perusahaan, program produksi bersih, proses dan konsep dasar produksi bersih, manfaat penerapan produksi bersih, peluang dan tantangan penerapan produksi bersih, prioritas pelaksanaan produksi bersih, serta komitmen pemerintah untuk mendukung produksi bersih.

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron dan asinkron. Forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan pesan instan melalui Whatsapp. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks dan audio. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

Teks : [https://drive.google.com/file/d/1WtiU4zgcr-UldU6I2-QkQEyt\\_jRSCwOB/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1WtiU4zgcr-UldU6I2-QkQEyt_jRSCwOB/view?usp=sharing)

Audio : <https://open.spotify.com/episode/4Yq8IEHYAsI drFKMwPb8O8?si=GrRw76akTxiPIeH6krACKw>



### EVALUASI

Berbagai krisis lingkungan yang melanda negara kita saat ini menunjukkan adanya kesalahan dalam cara pembangunan ekonomi yang kita tempuh khususnya dalam bidang perindustrian. Hal itu memicu kita untuk mengembangkan strategi pembangunan ekonomi khususnya di bidang perindustrian yang bersifat sustainable dan berwawasan lingkungan.

Setelah membaca artikel jurnal ini (link di bawah), silakan jawab pertanyaan berikut:

1. Apa yang melatarbelakangi PT. Indah Kilat Pulp and Paper (IKPP) Serang menerapkan "Produksi Bersih"?
2. Ada tiga pelaksanaan produksi bersih di PT IKPP, sebutkan dan jelaskan tujuan perusahaan melakukan hal tersebut!
3. Apa manfaat yang diperoleh perusahaan dari penerapan konsep "Produksi Bersih"?

Link artikel jurnal:

<https://drive.google.com/file/d/1gVaR3VC3IP9cTu-kwT5bIRsIfTihhDnV/view?usp=sharing>

## BAB VII - SISTEM MANAJEMEN LINGKUNGAN (SML)

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa memahami pengertian dan prinsip SML, serta pengelolaan perusahaan dengan Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14000.

### MATERI

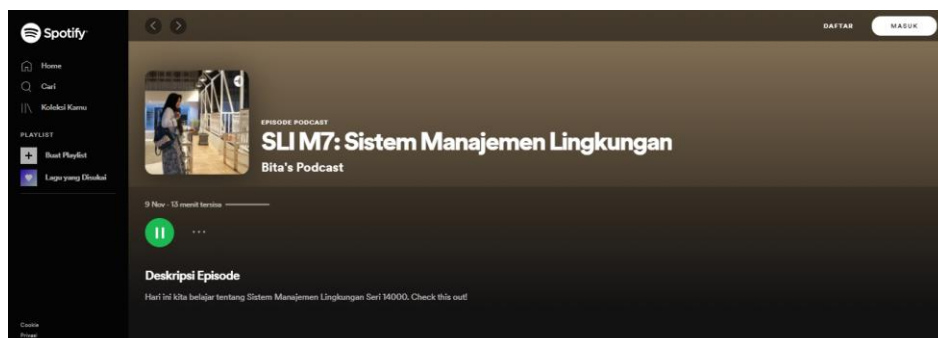
Materi minggu ini membahas tentang pengenalan Sistem manajemen lingkungan ISO 14000, pengelolaan lingkungan di perusahaan dengan SML ISO 14000, tujuan penerapan SML ISO 14000, serta manfaat dan implikasi penerapan SML ISO 14000.

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron dan asinkron. Forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan pesan instan melalui Whatsapp. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks dan audio. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

Teks : <https://drive.google.com/file/d/18j8mNI8Oz98etYj-CchXaxlflVaG6ewE/view?usp=sharing>

Audio : <https://open.spotify.com/episode/6Ra5LbQWOt9wwlu7IrpwaH?si=-FbEHWSySkq2VRRo7fxWtg>



### EVALUASI

Setelah membaca dan mendengarkan materi, jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini:

1. Mengapa penerapan SML sangat penting bagi sebuah perusahaan?
2. Apa saja prinsip-prinsip dalam menerapkan SML?
3. Carilah contoh sebuah perusahaan yang sudah menerapkan SML dan ceritakan bagaimana penerapan SML dalam perusahaan tersebut!

## BAB VIII - TEKNOLOGI DAN LINGKUNGAN

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa memahami tanggung jawab perkembangan teknologi terhadap kelestarian lingkungan untuk generasi medatang.

### MATERI

Materi minggu ini membahas tentang revolusi industri dan teknologi, ruang lingkup lingkungan, jenis-jenis pencemaran lingkungan akibat perkembangan teknologi dan industri, dan dua mata pisau 'teknologi'.

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron melalui forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan Zoom Meeting. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

- Teks : [https://drive.google.com/file/d/1KVbW5UB\\_-Oa2XKDtHNNZK9cxxHpUjGrH/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1KVbW5UB_-Oa2XKDtHNNZK9cxxHpUjGrH/view?usp=sharing)
- Video (Zoom Recording) : <https://drive.google.com/file/d/1qJUmwQWngpFkLpmAgHxjVYI7dIqyWVsg/view?usp=sharing>



### EVALUASI

1. Ceritakan dengan bahasamu sendiri bagaimana proses revolusi industri 1.0 hingga revolusi industri 4.0!
2. Bagaimana ruang lingkup lingkungan dari sudut pandang sistem industri?
3. Apa saja dampak pencemaran yang timbul dari perkembangan teknologi dan industri?
4. Menurutmu, apakah keberadaan teknologi itu merusak atau memperbaiki lingkungan?

## BAB IX - GREEN MANUFACTURING

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa mengetahui dan memahami konsep *green manufacturing*, keuntungan dan proses *green manufacturing*.

### MATERI

Materi minggu ini membahas tentang mengapa manufaktur menjadi lebih sadar lingkungan, konsep keberlanjutan, *sustainable manufacturing*, *clean technologies*, *green products*, dan penerapan manufaktur berkelanjutan.

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron dan asinkron. Forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan pesan instan melalui Whatsapp. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks dan audio. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

Teks : <https://drive.google.com/file/d/1wES7DjCwkrTWbIOnjbGT97d1lz9FOXY/view?usp=sharing>

Audio : <https://open.spotify.com/episode/23kV4Lr6vMnCZjCezf8tzq?si=NVXPsj5LTPayochFc-7UBw>



### EVALUASI

Setelah membaca studi kasus pada tautan bawah ini, jawablah soal-soal berikut:

1. Apa yang melatar belakangi tercetusnya ide briket arang tempurung kelapa?
2. Jika melihat konsep “*Triple Bottom Line*”, bagaimana bisnis ini dapat dikategorikan sebagai Manufaktur Berkelanjutan?
3. Apakah produk ini dapat dikategorikan sebagai produk ramah lingkungan dan berkelanjutan? dan mengapa?
4. Tantangan apa yang dihadapi oleh perusahaan briket arang batok kelapa saat ini?
5. Faktor penting apa yang harus ditingkatkan untuk mempertahankan keberlangsungan perusahaan?

Link studi kasus Green Manufacturing: <https://drive.google.com/file/d/1XIEmEYh-6jCOmi8pjyO0cBhymbs8OyDI/view?usp=sharing>

## BAB X - DESAIN PRODUK RAMAH LINGKUNGAN

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa mengetahui dan memahami konsep pengembangan produk untuk keberlanjutan masa depan.

### MATERI

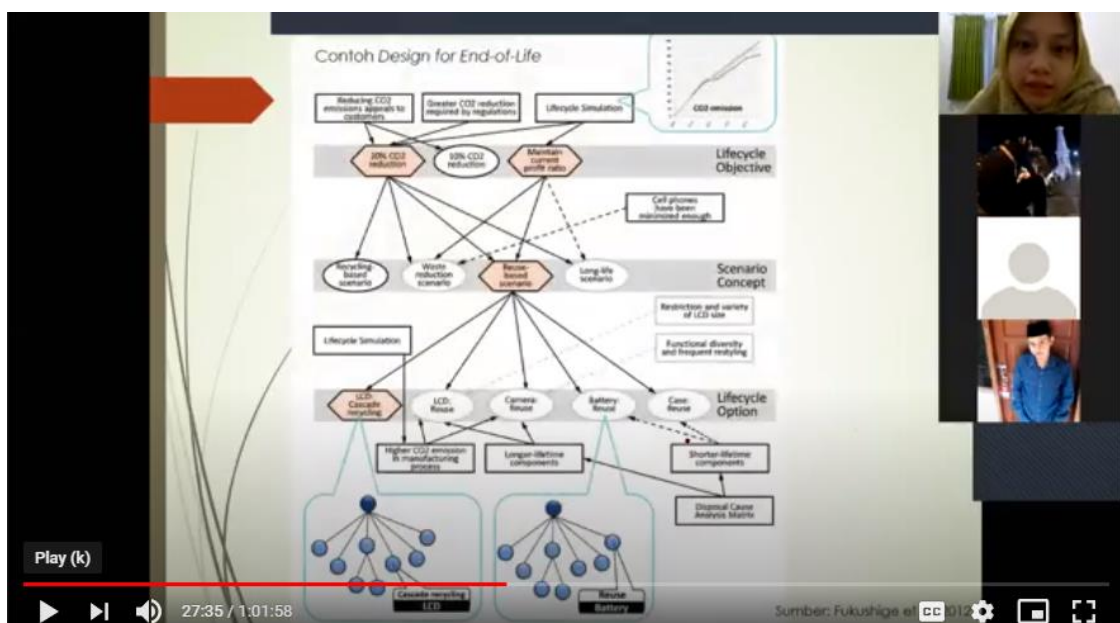
Materi minggu ini membahas tentang konsep siklus hidup produk, kerangka desain ramah lingkungan, dan jenis-jenis desain ramah lingkungan (*design for end-of-life*, *design for environment*, *design for reuse*, *design for recycling*, dan *design for remanufacturing*).

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron melalui forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan Zoom Meeting. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

Teks : [https://drive.google.com/file/d/1xcp\\_CpCgIePrISOTQyt8NkF3vY2zllz4/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1xcp_CpCgIePrISOTQyt8NkF3vY2zllz4/view?usp=sharing)

Video (Zoom Recording) : <https://drive.google.com/file/d/1ve5ETCCnKLUVMlHsVIRJ2VIFd2zDYyJ4/view?usp=sharing>



### EVALUASI

Berikanlah contoh masing-masing dua produk dari konsep *Design for End-of-Life*, *Design for Environment*, *Design for Reuse*, *Design for Recycle*, dan *Design for Remanufacturing*!

## BAB XI - LIFE CYCLE ASSESSMENT

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa memahami prinsip dan penerapan Life Cycle Assessment (LCA) sebagai alat untuk menilai potensi dampak lingkungan dari sistem produk atau jasa pada semua tahap siklus hidup mereka, mulai produksi dan penggunaan produk menggunakan kembali, daur ulang dan pembuangan akhir.

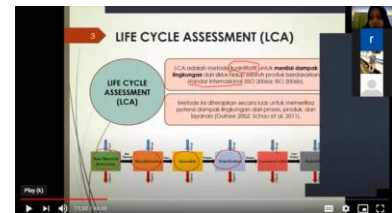
### MATERI

Materi minggu ini membahas tentang pengantar LCA yang meliputi pengenalan konsep, tujuan dan ruang lingkup, serta tahapan LCA.

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron melalui forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan Zoom Meeting. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

- Teks : <https://drive.google.com/file/d/ITlg59BqsugkfWeh9X37-ohI5TpfkU60C/view?usp=sharing>
- Video (Zoom Recording) : <https://drive.google.com/file/d/INs4x-2I7tBgNHUBsozxiUWvu9aSdYIU7/view?usp=sharing>



### EVALUASI

Setiap mahasiswa akan diberikan satu artikel penelitian LCA dan diminta menganalisis artikel tersebut berdasarkan pertanyaan di bawah ini:

1. Apakah motivasi dan latar belakang penulis melakukan penelitian tersebut?
2. Apakah tujuan (*goal*) dari *Life Cycle Assessment* (LCA) yang dilakukan penulis?
3. Bagaimanakah ruang lingkup (*scope*) dari LCA yang dilakukan penulis? Jabarkan fungsi sistem produknya, unit fungsionalnya, dan batasan sistemnya!
4. Apa saja data *Life Cycle Inventory* (LCI) yang diperlukan dan disajikan dalam penelitian? Jabarkan input, output, jumlah (massa atau volume), dan sumbernya!
5. Apa saja dampak lingkungan yang dipilih oleh penulis ketika melakukan *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA)?
6. Metode LCIA apa yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian?
7. Bagaimana interpretasi penulis terhadap hasil LCIA? Dampak apa yang signifikan dalam sistem produk tersebut?
8. Apa rekomendasi penulis untuk mengatasi dampak lingkungan yang ditimbulkan?
9. Apa kelebihan dan kelemahan artikel penelitian tersebut? Apa saja yang kurang dan perlu diperbaiki dari artikel tersebut?
10. *Software* LCA apa yang digunakan dalam penelitian tersebut?

Artikel jurnal dapat diakses pada link berikut ini:

[https://drive.google.com/drive/folders/16ZLaLiYL57BNLH4BHyBm\\_dghHQ2Jpko?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/16ZLaLiYL57BNLH4BHyBm_dghHQ2Jpko?usp=sharing)



## BAB XII - EKOLOGI INDUSTRI

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa memahami analisis aliran material dalam lingkup ekosistem industri yang menggabungkan aspek-aspek sumberdaya dan masalah-masalah lingkungan

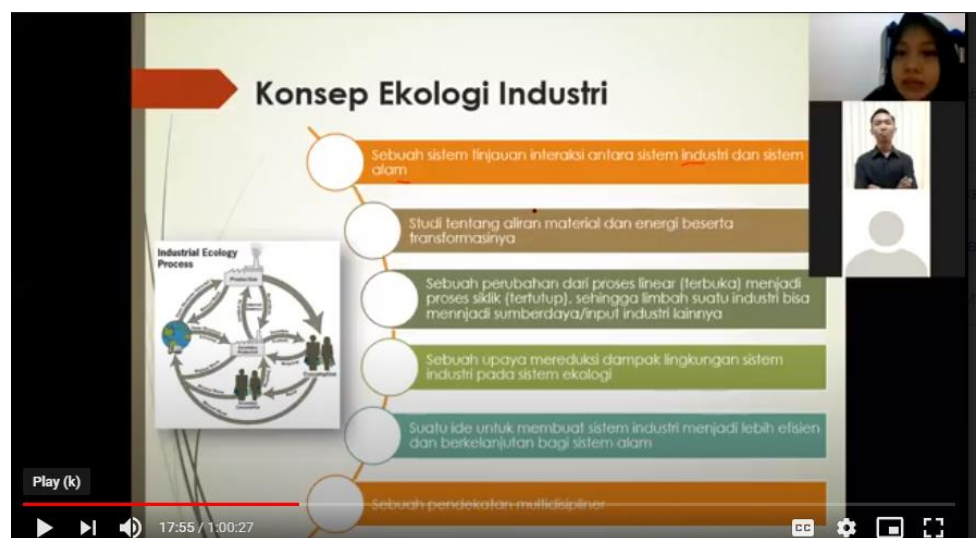
### MATERI

Materi minggu ini membahas tentang analisis aliran material (*material flow analysis/MFA*) yang meliputi tujuan analisis aliran material dalam lingkup ekologi industri, jenis aliran material, aliran material di industri, dan pengelolaan sampah modern.

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron melalui forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan Zoom Meeting. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

- Teks : [https://drive.google.com/file/d/1frH\\_oPf5NF7ZBtLsWODr8jOQu\\_dpjgwPm/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1frH_oPf5NF7ZBtLsWODr8jOQu_dpjgwPm/view?usp=sharing)
- Video (Zoom Recording) : <https://drive.google.com/file/d/1hLl63sberEjZncbNmGSxnyu3qj-JPKdj/view?usp=sharing>



### EVALUASI

1. Bagaimana sejarah teretusnya konsep Ekologi Industri?
2. Dengan bahasamu sendiri, jelaskan dengan ringkas bagaimana konsep Ekologi Industri!
3. Apa saja tujuan dari Ekologi Industri?
4. Sebutkan lima konsep kunci dalam Ekologi Industri!
5. Apa yang dimaksud dengan sistem industri terbuka dan tertutup?
6. Jelaskan maksud dari simbiosis industri dan ekosistem!

## BAB XIII - SUSTAINABLE CONSUMPTION

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa memahami penerapan konsumsi dan produksi berkelanjutan, serta pembangunan kota berkelanjutan melalui pengelolaan limbah perkotaan.

### MATERI

Materi minggu ini membahas tentang implementasi konsep dan produksi berkelanjutan, serta urban dan ekosistem industri yang meliputi pembangunan kota berkelanjutan, permasalahan sampah plastik di perkotaan, dan sampah teknologi elektronika dan komputer (e-waste).

### METODE PEMBELAJARAN

Pada minggu ini, pembelajaran dilakukan secara sinkron melalui forum diskusi dengan mahasiswa dilakukan menggunakan Zoom Meeting. Kemudian, metode pembelajaran asinkron yang digunakan pada minggu ini adalah penyampaian materi dalam bentuk teks. Kedua bahan materi tersebut dapat diakses melalui link di bawah ini.

- Teks : [https://drive.google.com/file/d/1HE3jNhwpu29emHQFX\\_4GDJ5svuyqBrjt/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1HE3jNhwpu29emHQFX_4GDJ5svuyqBrjt/view?usp=sharing)
- Video (Zoom Recording) : <https://drive.google.com/file/d/1hilCkuobjTAoS4-VVquNmmMWvnsKh0gF/view?usp=sharing>

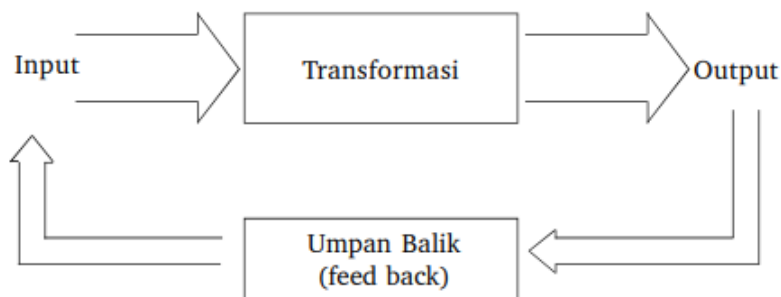


### EVALUASI

- Tugas dikerjakan berkelompok maksimal 3 orang
- Buatlah sebuah poster yang mengkampanyekan “Konsumsi Berkelanjutan”
- Boleh tentang hemat energi, penggunaan produk ramah lingkungan, tips gaya hidup ramah lingkungan, dan lain sebagainya
- Ukuran poster bebas
- Tuliskan NAMA, NIM, KELAS semua anggota kelompok pada poster
- Tuliskan nama mata kuliah “Sistem Lingkungan Industri” pada poster
- Penamaan judul saat pengumpulan poster: NAMA ANGGOTA 1\_NAMA ANGGOTA 2\_NAMA ANGGOTA 3
- Poster terbaik tiap kelas akan mendapat tambahan nilai 10 untuk UAS

## BAB XIV - EVALUASI PEMBELAJARAN

Apabila universitas diumpamakan sebagai tempat untuk proses produksi, dan mahasiswa diumpamakan sebagai bahan mentah, maka lulusan dari universitas itu hampir sama dengan produk hasil olahan yang sudah siap digunakan disebut juga dengan ungkapan transformasi. Jika digambarkan dalam bentuk diagram akan terlihat transformasi pada Gambar 4.



Gambar 4. Transformasi Proses Belajar (Asrul, dkk. 2014)

Secara umum, tujuan evaluasi pembelajaran adalah untuk mengetahui keefektifan dan efisiensi sistem pembelajaran secara luas. Sistem pembelajaran dimaksud meliputi: tujuan, materi, metode, media, sumber belajar, lingkungan maupun sistem penilaian itu sendiri. Selain itu, evaluasi pembelajaran juga ditujukan untuk menilai efektifitas strategi pembelajaran, menilai dan meningkatkan efektifitas program kurikulum, menilai dan meningkatkan efektifitas pembelajaran, membantu belajar peserta didik, mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan peserta didik, serta untuk menyediakan data yang membantu dalam membuat keputusan.

Dalam mata kuliah ini, ada beberapa evaluasi pembelajaran yang dilakukan, baik dalam periode mingguan ataupun akhir semester (lihat Gambar 5). Untuk periode mingguan, evaluasi pembelajaran yang diberikan adalah latihan soal, studi kasus, presentasi, mereview jurnal, dan membuat poster edukasi. Evaluasi ini diharapkan dapat memperdalam pemahaman dan penalaran mahasiswa tentang materi yang diberikan. Selain itu, evaluasi ini juga diharapkan dapat meningkatkan *softskills* mahasiswa tentang berkomunikasi dan memecahkan permasalahan. Pada tengah dan akhir semester, evaluasi pembelajaran dilakukan menggunakan sistem ujian untuk menilai kemampuan mahasiswa dalam memahami materi secara keseluruhan.



Gambar 5. Evaluasi Pembelajaran pada Mata Kuliah Sistem Lingkungan Industri

## BAB IXV - KEGIATAN VIDEO PENALARAN, SOSIAL BUDAYA, DAN PENGABDIAN MASYARAKAT

Kegiatan ini merupakan interaksi lintas budaya dan sosial kemasyarakatan antar peserta serta kegiatan pengabdian masyarakat. Project ini boleh dilakukan secara individu ataupun berkelompok (maksimal 3 orang). Mahasiswa diminta melakukan satu aksi nyata untuk mendukung gaya hidup ramah lingkungan (*sustainable life-style*). Aksi nyata tersebut harus melibatkan minimal satu warga dari lingkungan sekitar dan menunjukkan budaya lokal setempat. Selanjutnya, mahasiswa diminta untuk mendokumentasikan aksi tersebut dalam bentuk video (minimal 5 menit). Periode pengerjaan tugas ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Periode Pengerjaan Video

## REFERENSI

1. Atlas, M. and R. Florida, "Green Manufacturing: Handbook of Technology Management", CRC Press, 1998.
2. Bambang H. Hadiwardjo, "ISO 14000: Panduan Penerapan Sistem Manajemen Lingkungan", PT. Gramedia Pustaka Utama, 1997.
3. Harry M. Freeman., "Industrial Pollution Prevention Handbook", Mc-Graw Hill, 1995.
4. Surna T. Djajadiningrat, Melia F., "Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan (Eco Industrial Park)", Penerbit Rekayasa Sains, Bandung, 2004.
5. Suwarno Tauhid, Yunia Dwie N, "Konsep Teknologi dalam Pengembangan Produk Industri", Prenada Media Group, 2007.
6. Paul H. Brunner and Helmut Rechberger, "Practical Handbook of Material Flow Analysis", Lewis Publishers, 2005.
7. Mukhlis Akhadi, "Ekologi Energi: Mengenali Dampak-Dampak Lingkungan Dalam Pemanfaatan Sumber-Sumber Energi", Graha Ilmu, 2009.
8. Suprihatin, Ono Suparno, Teknologi Proses Pengolahan Air, IPB Press, 2013.
9. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud), "Pengembangan dan Penyelenggaraan Kuliah Daring Indonesia Terbuka dan Terpadu", Kemdikbud, 2014.
10. Asrul, Ananda, dan Rosnita, "Evaluasi Pembelajaran", Citapustaka Media, 2014.