



REFLEKSI PEMBELAJARAN  
INOVATIF

P-ISSN. 2654-6086

E-ISSN. 2656-3991

Direktorat Pengembangan  
Akademik (DPA), Universitas  
Islam Indonesia (UII)

---

Riwayat Artikel:

Dikirim: 10 Januari 2020

Direvisi: 15 Februari 2020

Diterima: 17 Februari 2020

---

Jenis Artikel:

Penelitian Empiris

**Cholila Tamzysi**

**Lilis Kistriyani**

Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Jln. Kaliurang Km.14,5  
Yogyakarta

**Corresponding Author:**

Lilis Kistriyani

[lilis.kistriyani@uui.ac.id](mailto:lilis.kistriyani@uui.ac.id)



This is an open access under  
CC-BY-SA license

## Implementasi Metode *Blended Learning* Pada Mata Kuliah Teknik Lingkungan Melalui Integrasi Kuliah Tatap Muka Dan Praktikum Pengolahan Limbah Plastik Dengan Metode Pirolisis Di Lingkungan FTI-UII

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pembelajaran yang menuntut mahasiswa agar bisa belajar lebih efektif dan memiliki kemampuan sesuai yang dibutuhkan dalam dunia kerja, juga memicu mahasiswa untuk kreatif dan antusias pada mata kuliah Teknik Lingkungan. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa PSTK UII yang mengikuti mata kuliah Teknik Lingkungan tahun ajaran 2019/2020. Data dikumpulkan sesuai objek penelitian, yaitu: (1) implementasi blended learning melalui observasi dan (2) persepsi mahasiswa terhadap pembelajaran melalui angket. Data tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif. Metode pembelajaran yang dikembangkan dalam program ini adalah integrasi kuliah tatap muka, praktikum dan expo. Hasil pengukuran capaian dari indikator keberhasilan program adalah kemampuan mahasiswa dalam memahami dan melaksanakan praktikum pirolisis ditunjukkan dengan hasil nilai pre test, UTS, post test dan praktikum, tingkat ketercapaian pembelajaran yang dihitung dari jumlah mahasiswa dengan nilai akhir  $\geq B$  adalah sebesar 94% dan tingkat ketercapaian kepuasan mahasiswa dihitung dari jumlah mahasiswa yang memberikan respon setuju dan sangat setuju terhadap kegiatan praktikum dibagi dengan jumlah responden adalah sebesar 100%. Berdasarkan hasil yang telah dicapai, metode pembelajaran yang telah diusulkan akan dilanjutkan untuk masa yang akan datang, namun perlu adanya peninjauan kembali terhadap kurikulum, capaian pembelajaran mata kuliah dan pelaksanaan pre test serta post test yang berkaitan dengan kehadiran mahasiswa.

**Kata kunci:** Teknik lingkungan, blended learning, praktikum pirolisis

### Abstract

This research aims to create a learning system that requires students to learn more effectively and and to trigger students to be enthusiastic about the subject of Environmental Engineering. The subjects in this study were the students of PSTK UII who took the Environmental Engineering course in the academic year 2019 / 2020. Data were collected according to the research object, namely: (1) implementation of blended learning through observation and (2) students' perceptions of learning through questionnaires. The data is then analyzed descriptively. The learning methods developed in this program are the integration of face-to-face lectures, practicum and expo. The measurement results of the achievements of the program's success indicators are the ability of students to understand and carry out pirolisis practices as indicated by the results of the pre test, UTS, post test and practicum, the level of learning achievement calculated from the number of students with a final grade  $\geq B$  is 94% and the level achievement of student satisfaction is calculated from the number of students who gave a response agree and strongly agree with practicum activities divided by the number of respondents is 100%. Based on the results achieved, the proposed learning method will be continued for the future, but a review for the curriculum, course learning outcomes and the implementation of pre-test and post-test relating to student attendance is needed.

**Keywords:** Environmental engineering, blended learning, pyrolysis practice

**Sitasi:** Tamzysi, C. & Kistriyani, L. (2020). Implementasi Metode Blended Learning Pada Mata Kuliah Teknik Lingkungan Melalui Integrasi Kuliah Tatap Muka Dan Praktikum Pengolahan Limbah Plastik Dengan Metode Pirolisis Di Lingkungan FTI-UII. *Refleksi Pembelajaran Inovatif*, 2(1), 244-259.  
<https://doi.org/10.20885/rpi.vol2.iss1.art4>

## **Pendahuluan**

Program Studi Teknik Kimia UII, selanjutnya disebut dengan PSTK UII, menyadari bahwa dalam rangka mencetak sarjana teknik kimia yang handal memerlukan proses dan dukungan sumber daya. Berbagai usaha telah dilakukan, mulai dari perbaikan kualitas pembelajaran, penyempurnaan kurikulum, workshop keahlian khusus teknik kimia, dan kerja sama dengan beberapa universitas di luar negeri dalam program *student exchange*. Sampai saat ini proses pembelajaran di PSTK UII masih didominasi oleh metode konvensional dimana komunikasi antara dosen dengan mahasiswa praktis hanya satu arah. Hal ini menyebabkan tingkat pemahaman mahasiswa masih cukup rendah. Di dalam buku "*Learning and Understanding*" dijelaskan bahwa prinsip ke-3 agar *transfer of knowledge* dapat berjalan efisien ialah *metacognition* (Jerry, P. 2002). Agar menjadi *problem solver* yang handal, peserta didik perlu untuk memahami apa yang telah dan harus mereka ketahui untuk menyelesaikan suatu masalah dalam kondisi apapun. Mereka harus dapat memadukan antara pengetahuan faktual serta kemampuan untuk menyusun strategi tentang bagaimana dan kapan untuk melakukan *prosedur problem solving* yang tepat.

Mata Kuliah Teknik Lingkungan merupakan salah satu mata kuliah wajib untuk konsentrasi teknik kimia PSTK UII dan masuk dalam kategori Mata Kuliah Keahlian Berkarya (MKB). Mata kuliah ini memiliki bobot 2 (dua) SKS. Mata Kuliah Teknik Lingkungan membahas mengenai peristiwa pencemaran lingkungan dan metode-metode untuk mengolah limbah cair, padat dan gas. Selain untuk dapat digunakan di kehidupan bermasyarakat, pengetahuan mengenai teknologi pengolahan limbah sangat dibutuhkan saat mahasiswa mengambil Tugas KKN, Penelitian, Kerja Praktek, dan Tugas Akhir (TA) Pra-Rancangan Pabrik Kimia yang berkaitan dengan pengolahan limbah.

Metode pembelajaran yang diterapkan pada beberapa periode sebelumnya, masih bersifat *instructor-centered-learning* sehingga menyebabkan mahasiswa bosan dan lebih cepat lupa terhadap materi yang disampaikan. Solusi yang diajukan agar mahasiswa lebih antusias adalah dengan mengubah sistem pembelajaran dengan menggunakan metode *Blended Learning* dengan mengintegrasikan kuliah tatap muka dan praktikum penyelesaian permasalahan lingkungan di area Fakultas Teknologi Industri. Metode *Blended Learning* merupakan salah satu metode alternatif yang berbasis pada *Student-Centered Learning*. Metode *Blended Learning* mengharuskan mahasiswa terlibat aktif dalam kelompok untuk menyelesaikan tugas maupun praktikum. Metode ini diharapkan mampu meningkatkan partisipasi mahasiswa di dalam proses pembelajaran. Dengan terlibat secara aktif, maka tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi dapat ditingkatkan. Dalam Metode *Blended Learning* yang akan diterapkan, mahasiswa tidak hanya mengerjakan tugas atau praktikum secara berkelompok, tetapi juga terlatih untuk berkomunikasi dan mengatur proyek dari awal sampai akhir. Studi kasus yang akan digunakan dalam metode ini ialah pengolahan limbah plastik menjadi bio oil. Metode ini pernah diuji coba dalam perkuliahan Teknik Lingkungan tahun 2018/2019 dengan hasil peningkatan antusias mahasiswa yang cukup bagus. Harapannya, selain dapat mengasah kemampuan mahasiswa, kegiatan ini juga dapat digunakan sebagai acuan program *bio-energy* untuk memperkuat program *renewable energy* FTI UII.

Berdasarkan kurikulum 2016, mata kuliah Teknik Lingkungan memfokuskan pada tiga Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), yaitu: (1). Kemampuan untuk mengaplikasikan pengetahuan matematika, sains dan teknik (*engineering*), (3). Kemampuan untuk merancang suatu sistem, komponen, atau proses untuk memenuhi suatu kebutuhan dan (11). Kemampuan untuk memanfaatkan teknik-teknik, keahlian-keahlian, dan peralatan teknik modern yang diperlukan

untuk pelaksanaan tugas-tugas profesionalnya. Karena pentingnya CPL tersebut, maka diperlukan penyusunan konsep dan sistem yang baik untuk mewujudkannya. Penelitian ini ditujukan untuk menjawab pertanyaan berikut:

1. Apakah pemahaman mahasiswa akan lebih meningkat dan mahasiswa lebih antusias ketika proses pembelajaran disertai dengan praktikum?
2. Apakah dengan menggunakan media praktikum, kreativitas dan *skills* mahasiswa dapat dikembangkan?

## **Kajian Literatur**

### ***Blended Learning***

Metode *Blended Learning* merupakan gabungan dari dua metode atau lebih dalam pembelajaran. Tujuan dari penerapan metode *Blended Learning* adalah agar proses pembelajaran tidak monoton dan bervariasi sehingga tujuan dalam proses pembelajaran tercapai. Menurut Bersin (2004:15), *Blended learning is the combination of different training media (technologies, activities, and types of events) to create an optimum training program for a spesific audience. The term (blended) mean that traditional instructor-led training is being supplemented with other electronic formats. In the contex of the book blended learning program use many different forms of e-learning, perhaps complement with instructor-led training in other live formats.* Berdasarkan pendapat Bersin (2004:15) di atas, maka dapat disimpulkan bahwa *Blended Learning* adalah kombinasi dari berbagai media teknologi, kegiatan dan jenis peristiwa untuk menciptakan program pelatihan yang optimal bagi peserta secara spesifik. Program pembelajaran ini menggunakan berbagai bentuk *e-learning* baik dengan instruktur pelatihan maupun format langsung. Dengan demikian *Blended Learning* merupakan suatu model pembelajaran yang memadukan kekuatan pembelajaran tradisional tatap muka dengan lingkungan pembelajaran elektronik (Sutisna, 2016).

### ***Peran Teknik Lingkungan dalam Lingkup Teknik Kimia***

*American Academy of Environmental Engineers & Scientist (AAEES)* menyatakan bahwa Teknik Lingkungan atau yang sering disebut sebagai *environmental engineering* adalah aplikasi dari prinsip-prinsip teknik untuk meningkatkan dan mempertahankan keselamatan manusia yang berkaitan dengan bahaya yang ditimbulkan dari lingkungan. Berdasarkan definisi tersebut, Teknik Kimia dan Teknik Lingkungan memiliki hubungan yang sangat erat.

Istilah teknik lingkungan mulai dikenalkan pada pertengahan abad ke-19 oleh Joseph Bazalgette di London yang pada saat itu penyakit kolera tengah melanda seluruh kota. Setelah melakukan penyelidikan, diketahui bahwa penyakit ini menyebar melalui sumber air bersih masyarakat yang tercemar oleh air limbah perkotaan yang belum tertata dengan baik. Sejak itu muncullah beberapa tokoh yang memprakarsai gerakan-gerakan yang berkaitan tentang kesehatan lingkungan seperti Ellen Henrietta, seorang ahli kimia lingkungan dan industri dan G.D. Agrawal, seorang insinyur india yang mampu membersihkan sungai Gangga.

Kini ilmu teknik lingkungan telah berkembang sangat pesat. Beberapa peluangperan sarjana teknik kimia dalam ruang lingkup teknik lingkungan diantaranya ialah:

- Studi kelayakan lingkungan (AMDAL) untuk proyek/industri yang akan didirikan
- Pengukuran parameter-parameter standar lingkungan sesuai baku mutu limbah di area tercemar
- Evaluasi standar operasi bagi pelaku industri di bawah pemerintah

- Penyedia jasa layanan konsultan pengelolaan limbah dan remediasi tanah tercemar

### ***Pirolisis***

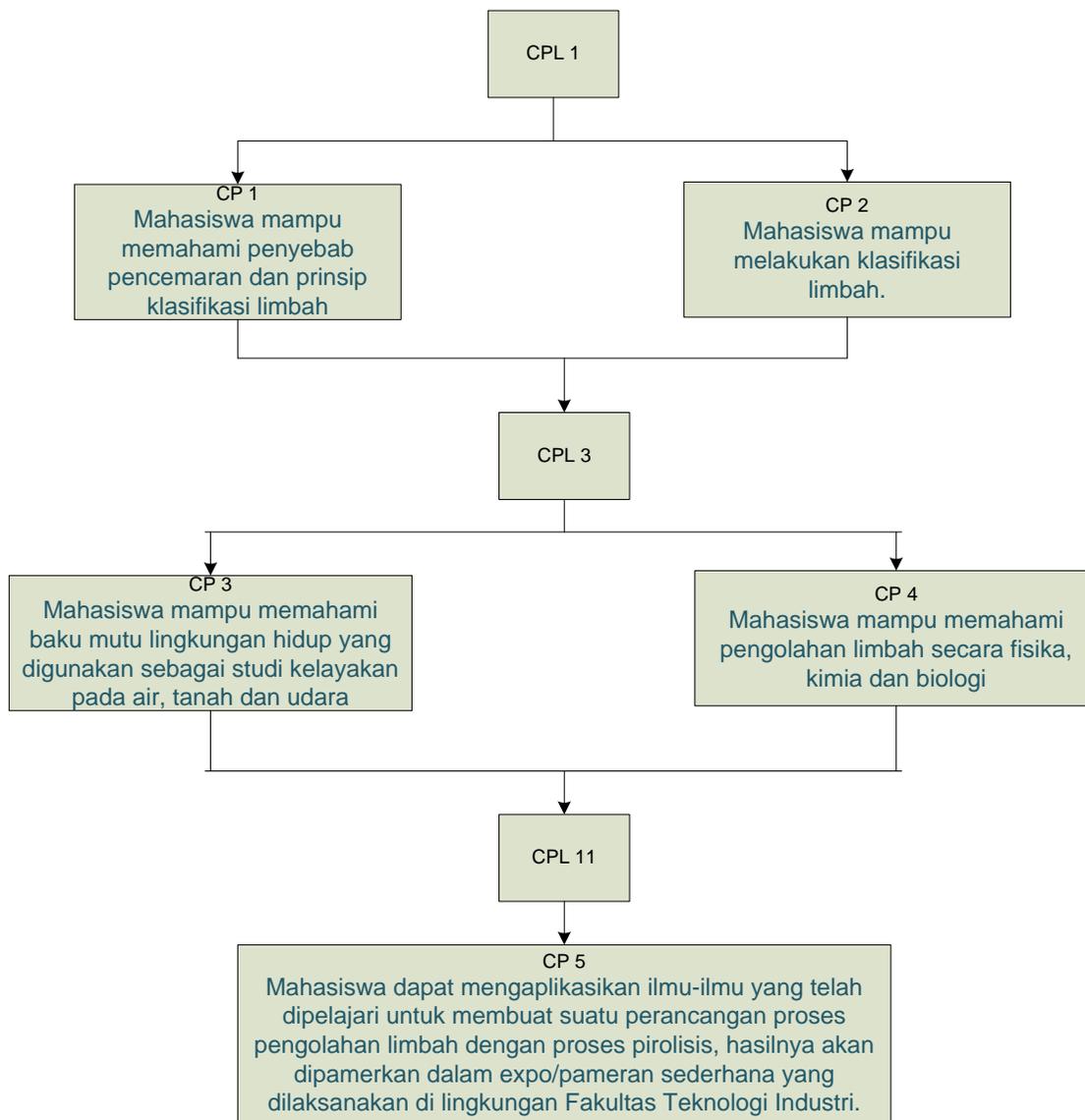
Pirolisis adalah metode dekomposisi termal dari suatu material pada suhu tinggi dan lingkungan inert (tanpa reaksi pembakaran) (McNaught dan Wilkinson, 1997). Pada umumnya, pirolisis suatu zat organik akan menghasilkan uap air dan minyak, serta residu arang (char). Di akhir abad 19, metode pirolisis mulai dimanfaatkan untuk memproduksi *intermediate product* dari minyak bumi (*hydrocarbon*) yang dimanfaatkan sebagai bahan baku dasar bagi industri petrokimia. Saat ini metode pirolisis tidak hanya digunakan untuk proses perengkahan minyak bumi saja, namun sudah sampai ke tahap dekomposisi limbah menjadi biofuel.

Proses pirolisis untuk pengolahan limbah menjadi biofuel pada dasarnya cukup mudah untuk dipahami. Limbah yang sudah dikeringkan, dipanaskan pada ruang tertutup yang tersambung dengan pipa pengembunan. Suhu operasi pada proses tersebut berkisar antara 200-400 °C. Uap yang dihasilkan kemudian diembunkan melalui *multi step condenser* agar dapat dimurnikan menjadi biofuel. Sisa gas pengembunan pada umumnya mengandung gas metana yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar gas, sedangkan sisa limbah padat akan menghasilkan arang. Limbah yang dapat diproses dengan metode pirolisis mencakup plastik, biomassa, karet, dan berbagai limbah yang mengandung unsur-unsur hidrokarbon. Dengan teknologi pirolisis, mahasiswa diharapkan dapat mengembangkan ide kreativitas untuk mengolah limbah yang di lingkungan sekitar. Selain itu mahasiswa juga akan mendapatkan pengalaman yang dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat lapangan pekerjaan di bidang pengelolaan lingkungan yang berbasis produk bernilai jual.

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan dua instrumen, yaitu observasi angket persepsi mahasiswa. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa PSTK UII yang mengikuti mata kuliah Teknik Lingkungan tahun ajaran 2019/ 2020. Data dikumpulkan sesuai objek penelitian, yaitu: (1) implementasi *blended learning* melalui observasi dan (2) persepsi mahasiswa terhadap pembelajaran melalui angket. Data tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif

Setiap mata kuliah memiliki suatu target sesuai dengan karakteristik lulusan yang dinamakan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL). Untuk mendukung tercapainya CPL dilakukan *breakdown* dari CPL tersebut menjadi beberapa Capaian Pembelajaran (CP) agar lebih mudah untuk menentukan aktivitas pada setiap pertemuan. Diagram alir rumusan Capaian Pembelajaran (CP) Teknik Lingkungan ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Rumusan Capaian Pembelajaran (CP)

Metode pengukuran CPMK, instrumen penilaian, serta metode evaluasi mata kuliah Teknik Lingkungan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Metode pengukuran CPMK, instrumen penilaian, serta metode evaluasi mata kuliah

Kode CPMK	Rumusan CPMK	Metode Pengukuran CPMK	Instrumen Penilaian	Metode Evaluasi Mata Kuliah
CP1	Mahasiswa mampu memahami penyebab	Tatap muka	Lembar Penilaian	Kuis, UTS

Kode CPMK	Rumusan CPMK	Metode Pengukuran CPMK	Instrumen Penilaian	Metode Evaluasi Mata Kuliah
	pencemaran dan prinsip klasifikasi limbah			
CP2	Mahasiswa mampu melakukan klasifikasi limbah.	Tatap muka dan praktek	Lembar Penilaian	Praktikum
CP3	Mahasiswa mampu memahami baku mutu lingkungan hidup yang digunakan sebagai studi kelayakan pada air, tanah dan udara	Tatap muka	Lembar Penilaian	Kuis
CP4	Mahasiswa mampu memahami pengolahan limbah secara fisika, kimia dan biologi	Tatap muka	Lembar Penilaian	Kuis
CP5	Mahasiswa dapat mengaplikasikan ilmu-ilmu yang telah dipelajari untuk membuat suatu perancangan proses pengolahan limbah dengan proses pirolisis, hasilnya akan dipamerkan dalam expo/pameran sederhana yang dilaksanakan di lingkungan Fakultas Teknologi Industri.	Praktek	Lembar Penilaian	Praktikum

Metode pembelajaran yang dikembangkan dalam program ini adalah integrasi kuliah tatap muka dan praktikum. Pendekatan pembelajaran yang digunakan adalah metode *Blended Learning*. Strategi pembelajaran yang akan diterapkan dapat dilihat pada diagram berikut ini.

**Blok 1**

**Klasifikasi Limbah: (teori konsep dan praktikum)**

- *Life Cycle Assessment* (LCA)
- Penyebab pencemaran air, udara, tanah dan penanganannya
- Limbah organik, limbah anorganik, limbah B3
- Dispersi limbah gas
- Dispersi limbah cair
- Praktikum klasifikasi limbah

**Blok 2**

**Baku Mutu Lingkungan: (teori)**

- Peraturan dan perundang-undangan lingkungan hidup tentang baku mutu tanah, air, udara

**Blok 3**

**Pengelolaan Lingkungan (teori)**

- Proses pengolahan air limbah secara fisika
- Proses pengolahan air limbah secara kimia
- Proses pengolahan air limbah secara biologi
- Produksi bersih (alat-alat pengolahan limbah)

**Blok 4**

**Metode Pengolahan Limbah secara Pirolisis: (praktikum)**

- Teori dan Prinsip Dasar (Bahan baku, produk, manfaat, reaktor pirolisis)
- Praktikum

**Gambar 2.** Diagram Strategi Pembelajaran Mata Kuliah Teknik Lingkungan

Sebagaimana dapat dilihat pada diagram alir diatas, teori dan konsep akan disampaikan oleh dosen pengampu mata kuliah. Pada pertemuan pertama mahasiswa akan diberikan pre test sebagai tolak ukur awal dalam pembelajaran. Untuk memudahkan pelaksanaan praktikum, masing-masing mahasiswa akan diberikan modul praktikum yang digunakan sebagai panduan. Materi didalam modul praktikum disusun sesuai dengan CMPK yang dirancang sehingga mahasiswa akan terpandu untuk mencapai target yang diinginkan. Setelah mendapatkan teori tentang prinsip-prinsip dasar Teknik Lingkungan dalam satu blok, mahasiswa akan langsung mempraktekkan materi yang sudah diberikan dalam bentuk praktikum terstruktur. Mahasiswa akan diberi Kuis/Post test disetiap selesai melaksanakan satu blok guna mengukur kemampuan mahasiswa dalam mengikuti materi yang diberikan. Untuk mengukur CPMK masing-masing mahasiswa, akan dilakukan evaluasi menggunakan instrumen penilaian sebagaimana terlampir dalam waktu yang sudah direncanakan oleh dosen pengampu mata kuliah.

**Hasil**

Pelaksanaan pembelajaran dilakukan di kelas masing-masing sesuai dengan pembagian jadwal dosen. Ketua pengusul hibah pengajaran, Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng. mengampu kelas A dan B, sedangkan anggota pengusul hibah pengajaran, Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng. mengampu kelas C, D, E dan F. Secara umum kegiatan perkuliahan dilakukan di dalam kelas seperti biasa. Sebelum memulai materi perkuliahan, dilaksanakan *pre test* sesuai judul dan waktu perencanaan masing-

masing blok. Setelah materi dalam satu blok selesai diajarkan, dilakukan *post test* untuk menguji tingkat pemahaman mahasiswa. Praktikum klasifikasi dan pengolahan limbah berupa penugasan video dilaksanakan menjelang UTS di lingkungan UII. Sedangkan praktikum pirolisis dilaksanakan menjelang UAS di Laboratorium Teknik Kimia UII.

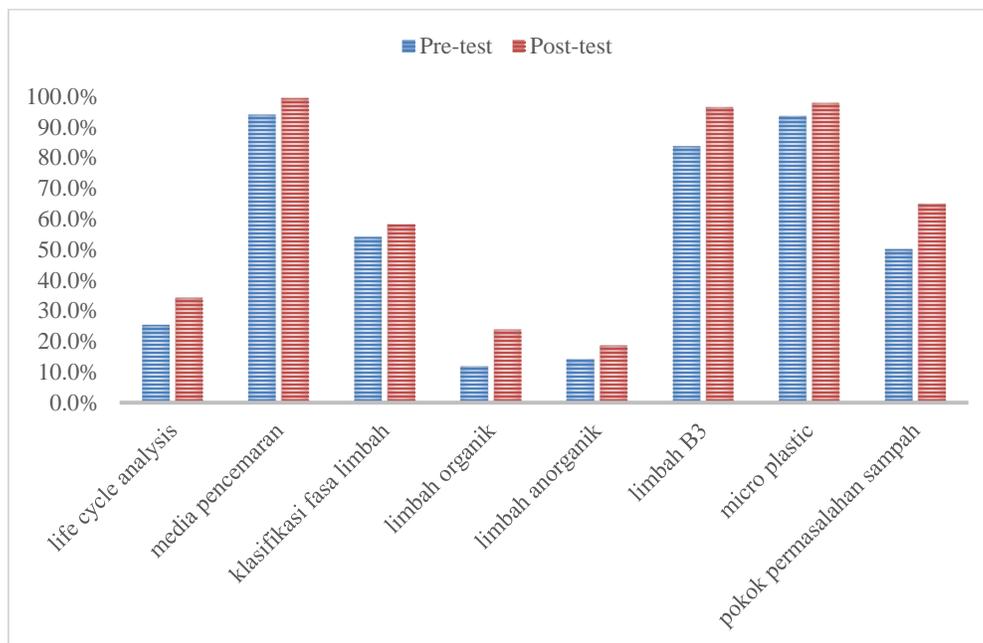
Target Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) yang ingin dicapai dan realisasi yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. CP 1: Mahasiswa mampu memahami penyebab pencemaran dan prinsip klasifikasi limbah. Materi yang berkaitan dengan CP 1 disampaikan pada pertemuan pertama sampai pertemuan ke-5. Pertemuan pertama diisi dengan *pre test* blok klasifikasi limbah dan *life cycle analysis*. Pertemuan ke-2 diisi tentang penyebab pencemaran berdasarkan fasa zat. Pertemuan ke-3 diisi tentang klasifikasi limbah organik, non-organik, dan limbah B3. Pertemuan ke-4 dan ke-5 diisi dengan materi dispersi limbah fasa cair dan gas sekaligus *post tes* sebagai penutup blok 1.
2. CP 2: Mahasiswa mampu melakukan klasifikasi limbah. Materi yang berkaitan dengan CP 2 disampaikan dalam pertemuan ke-6 yang diisi dengan praktikum klasifikasi dan pengolahan limbah secara mandiri oleh mahasiswa. Dalam kegiatan tersebut, mahasiswa diminta membuat video edukasi tentang klasifikasi dan pengolahan limbah secara kreatif di lingkungan mahasiswa.
3. CP 3: Mahasiswa mampu memahami baku mutu lingkungan hidup yang digunakan sebagai studi kelayakan pada air, tanah dan udara. Materi yang berkaitan dengan CP 3 disampaikan pada pertemuan ke-7 yang diisi dengan perkuliahan tentang baku mutu lingkungan hidup meliputi kriteria penilaian dan pengendalian pencemaran air (PROPER) dari Kementerian Lingkungan Hidup.
4. CP 4: Mahasiswa mampu merancang alat-alat pengolahan limbah yang menerapkan prinsip fisika, kimia dan biologi. Materi yang berkaitan dengan CP 4 terdiri dari metode-metode pengolahan limbah yaitu: pengolahan limbah secara fisis pada pertemuan ke-8, pengolahan limbah secara biologi pada pertemuan ke-9, dan pengolahan limbah secara kimiawi pada pertemuan ke 10. Disamping itu, pada pertemuan ke-11 disampaikan materi dari kunjungan studi banding oleh Universiti Teknologi Petronas ke UII dengan mengangkat tema lingkungan. Pada pertemuan ke-12 diisi kuliah tamu oleh Prof Joana dari Universidade de Aveiro dengan pemaparan hasil penelitian tentang pengolahan limbah dengan menggunakan Alga.
5. CP 5: Mahasiswa dapat merancang dan mengaplikasikan proses pengolahan limbah organik maupun anorganik dengan metode pirolisis. Materi yang berkaitan dengan CP 5 dilaksanakan pada pertemuan ke-13 dan ke-14 dalam bentuk kuliah tatap muka dengan tema pengantar pirolisis, serta praktikum pirolisis. Praktikum dilaksanakan dalam beberapa tahap yaitu:
  - a. Pengumpulan bahan baku berupa sampah plastik di lingkungan mahasiswa dan FTI UII selama bulan November 2019.
  - b. Praktikum pirolisis yang diselenggarakan selama bulan Desember 2019.
  - c. Pembuatan laporan praktikum yang dikumpulkan saat UAS

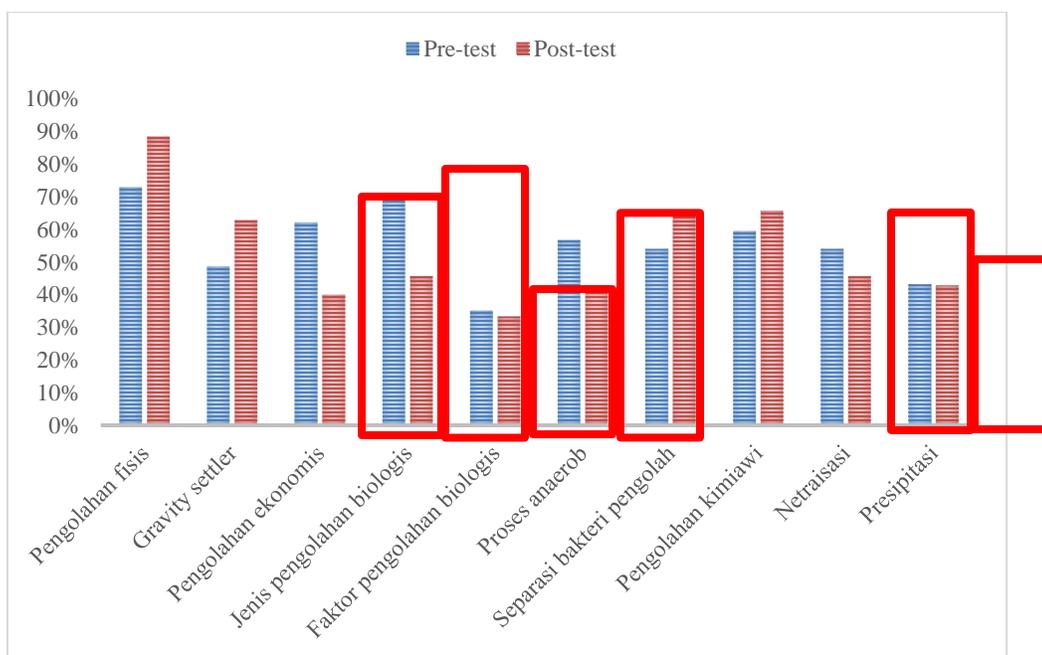
Indikator keberhasilan program diukur dari dua hal yang meliputi kemampuan mahasiswa dalam memahami teori dan melaksanakan praktek klasifikasi dan pengolahan limbah. Hal tersebut dapat diukur dengan hasil yang ditunjukkan pada nilai *pre test*, *post test*, tugas praktikum UTS, serta tugas praktikum UAS.

#### ***Pre-test dan Post-test***

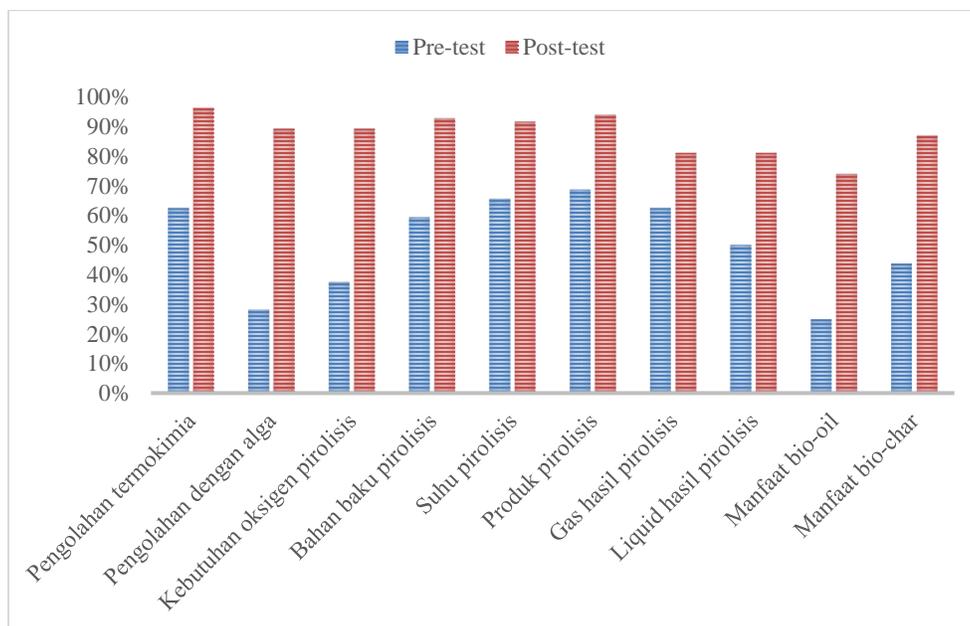
Secara umum, terjadi peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap materi-materi ketercapaian CPMK di blok 1-4. Namun demikian, pertanyaan yang diberikan dalam survey belum dapat mewakili materi atau pemahaman secara keseluruhan. Hasil survey tersebut dipaparkan dalam Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



**Gambar 3.** Hasil survey tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi blok 1: klasifikasi limbah



**Gambar 4.** Hasil survey tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi blok 3: pengolahan limbah



**Gambar 5.** Hasil survey tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi blok 4: pengantar pirolisis

Dari Gambar 3, 4 dan 5 secara keseluruhan mahasiswa mengalami peningkatan nilai pada post testnya. Akan tetapi, pada beberapa pertanyaan, nilai post test mahasiswa lebih rendah daripada pre-test. Hal ini dikarenakan soal pada post test sedikit diubah sehingga tidak sama persis dengan soal pre-test.

### ***Tugas Praktikum Video Edukatif***

Hasil dari tugas pembuatan video cukup bagus, diluar ekspektasi dosen pengampu, walaupun masih terdapat beberapa kelompok yang tidak mengikuti ketentuan yang diterapkan. 3 video terbaik dapat diakses pada tautan berikut: <http://tiny.cc/fnklgz>. dalam video tersebut mahasiswa mampu mengekspresikan kreativitas dan kemampuan untuk melaksanakan tugas dengan sumber daya yang terbatas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Beberapa diantara kelompok tersebut memanfaatkan barang-barang bekas sebagai alat untuk mengolah limbah. Pada saat UTS dilaksanakan “nonton bareng”, kemudian materi video dievaluasi sesuai dengan instrument penilaian pada Tabel 1.



**Gambar 6.** Peralatan rumah tangga yang digunakan untuk mengolah limbah pada tugas video edukatif

Evaluasi tugas pembuatan video menunjukkan hasil yang cukup bagus dengan rentang nilai 73,0-79,5 pada kelas A, 75,0-76,25 pada kelas B, 80,25-82,87 pada kelas C, 70,75-74,5 pada kelas D, 71,0-75,5 pada kelas E, dan 72,0-78,2 pada kelas F.

### ***Tugas Praktikum Pirolisis***

Praktikum pirolisis dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu pengumpulan bahan baku, percobaan, dan pengujian produk pirolisis seperti terlihat pada Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9.



**Gambar 7.** Pengumpulan limbah plastik di lingkungan mahasiswa dan FTI UII

Pengumpulan limbah plastik dilakukan dengan meletakkan tempat sampah khusus plastik di 6 titik lingkungan FTI, kemudian membuat pengumuman tentang kegiatan praktikum pirolisis. hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk menarik partisipasi aktif masyarakat FTI dalam mewujudkan lingkungan bebas limbah plastik. Selain itu masing-masing mahasiswa juga membawa 1 botol kemasan plastik saat pelaksanaan praktikum.



**Gambar 8.** Pelaksanaan praktikum pirolisis yang dilakukan oleh mahasiswa



**Gambar 9.** Pengujian produk praktikum pirolisis berupa fasa cair, gas dan padat

Praktikum pirolisis yang dilaksanakan oleh 18 kelompok mahasiswa selama 1 minggu berjalan lancar. Mahasiswa cukup kooperatif dan antusias sehingga praktikum berjalan dengan aktif dua arah dan menyenangkan. Hal tersebut secara umum berdampak cukup signifikan pada tingkat penyerapan ilmu-ilmu pengolahan limbah yang diindikasikan oleh peningkatan nilai rata-rata post test pirolisis pada Gambar 5. Dalam prosesnya, mahasiswa belajar mengidentifikasi bahan baku, merangkai dan mengoperasikan alat, serta menganalisis produk hasil pirolisis. Pirolisis plastik menghasilkan 3 produk berupa flammable gas, bio-oil, dan bio-char. Masing-masing produk tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Saat suhu operasi pirolisis mencapai  $450^{\circ}\text{C}$ , gas dan minyak yang dihasilkan cukup banyak. Dua produk tersebut diuji dengan membakar pipa output gas dan membakar minyak hasil pirolisis di area yang aman, sedangkan

arang diuji untuk dibakar pada keesokan harinya oleh kelompok lain mengingat proses pendinginan reaktor cukup lama.

Setelah proses praktikum selesai, mahasiswa membuat laporan praktikum dengan metode studi literatur yang dikaitkan dengan eksperimen yang telah dilakukan. Hasil laporan tersebut dikumpulkan saat UAS dan dievaluasi berdasarkan instrument penilaian praktikum pada Tabel 2. Selain itu, laporan juga dievaluasi menggunakan software *similarity checker* dengan standar similaritas dibawah 30%.

Evaluasi laporan praktikum pirolisis menunjukkan hasil yang cukup bagus dengan rentang nilai 80-83 pada kelas A, 82-85 pada kelas B, 80-81 pada kelas C, 80-82 pada kelas D, 80-83 pada kelas E, dan 80-81 pada kelas F.

### **Perbandingan Metode Pembelajaran**

Penyelenggaraan Mata Kuliah Teknik Lingkungan pada periode semester sebelumnya (2018/2019) tidak menerapkan sistem blok, quisioner, dan penugasan video sebelum UTS sehingga tingkat pemahaman dan kemampuan aplikasi mahasiswa tidak terukur. Pada periode ini, sampai tahap evaluasi akhir terdapat peningkatan kemampuan mahasiswa dari berbagai segi meliputi pemahaman konseptual dan aplikasi lapangan yang terukur melalui instrument-instrumen penilaian yang telah dibuat. Disisi lain, inovasi metode pembelajaran dalam bentuk praktikum juga memberikan pengalaman-pengalaman tersendiri bagi mahasiswa sehingga memudahkan penyerapan materi.

### **Pembahasan**

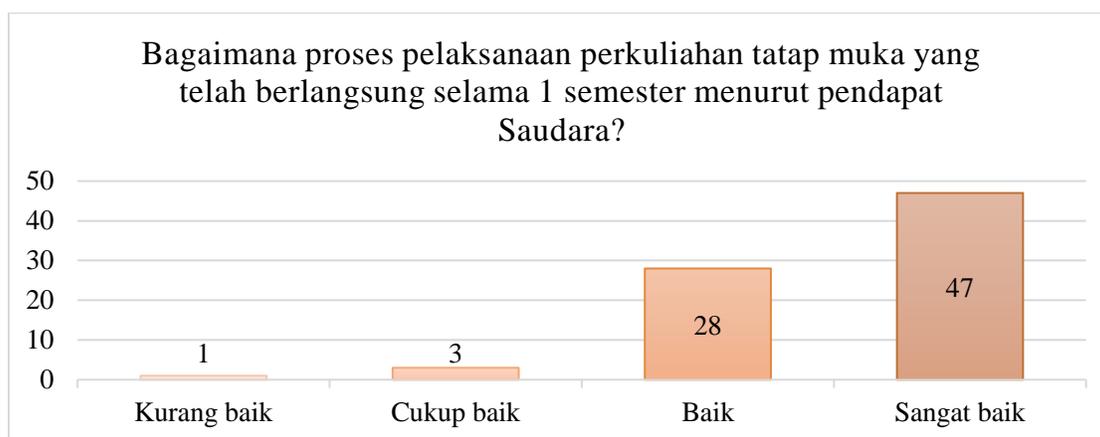
Penyelenggaraan hibah pengajaran pada mata kuliah Teknik Lingkungan saseuai dengan rencana yang dituliskan dalam proposal hibah. Dalam pelaksanaannya, tentunya terdapat kendala baik dalam melaksanakan metode kuisisioner, praktikum klasifikasi dan pengolahan limbah, serta praktikum pirolisis. Beberapa permasalahan dan solusi yang dilakukan diantaranya dituliskan pada Table 3.

**Tabel 3.** Kendala dan upaya yang dilakukan dalam penyelenggaraan hibah

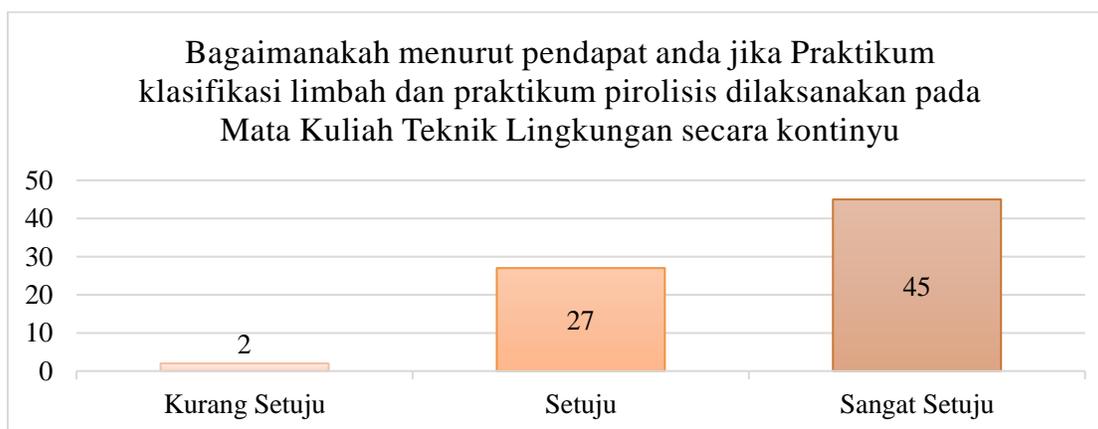
<b>Masalah/kendala yang dihadapi</b>	<b>Upaya penyelesaian/perbaikan</b>	<b>Hasil dari penyelesaian/perbaikan yang telah dilaksanakan</b>
<i>Pre-test dan post-test</i> untuk materi setiap blok dan praktikum kurang efektif karena ada beberapa mahasiswa yang tidak hadir.	Banyak mahasiswa yang melaksanakan Kerja Praktik (KP) atau ada kegiatan di luar lingkungan UII.	Mahasiswa yang KP tetap mengerjakan pretest dan/atau posttest yang belum diikuti. Pengerjaan dilakukan setelah mereka kembali aktif di kampus.
Keterbatasan sumber daya pada praktikum klasifikasi dan pengolahan limbah.	Praktikum klasifikasi dan pengolahan limbah dirancang untuk tidak membutuhkan biaya yang besar serta menggunakan alat dan bahan yang terdapat di lingkungan sekitar.	Mahasiswa melakukan inovasi dalam merangkai alat operasi dari peralatan dapur dan mengolah bahan limbah yang tersedia di lingkungan sekitar.

Masalah/kendala yang dihadapi	Upaya penyelesaian/perbaikan	Hasil dari penyelesaian/perbaikan yang telah dilaksanakan
Harga manufaktur reaktor pirolisis yang akan digunakan pada blok 4 (UAS) dengan spek yang diinginkan cukup mahal.	Survey bengkel yang terpercaya dengan penambahan sebagian dana dari sumber lain.	Alat telah dikerjakan dengan progress 80% pada minggu ke-3 bulan November 2019.
Jumlah kelompok cukup banyak sehingga kesulitan mengatur jadwal jika harus disesuaikan dengan jadwal resmi.	Masing-masing kelompok dibebaskan memilih jadwal selama satu minggu penyelenggaraan.	Masing-masing dapat melaksanakan praktikum dengan lancar.

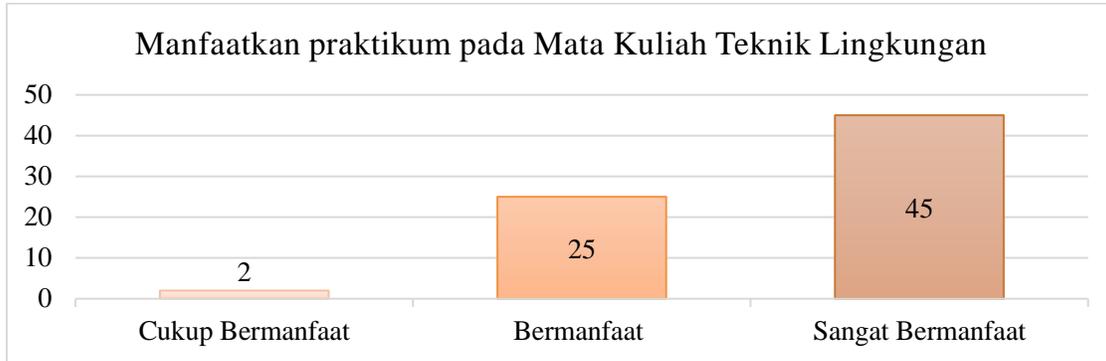
Evaluasi akhir dilaksanakan dengan metode survey pendapat kepada mahasiswa kelas Teknik Lingkungan terhadap metode *blended learning* dalam bentuk evaluasi kuliah tatap muka, kontinuitas penugasan video edukatif dan praktikum, dan manfaat praktikum pada perkuliahan. Hasil survey tersebut dijabarkan pada Gambar 11-13.



**Gambar 11.** Hasil survey pelaksanaan kuliah tatap muka



**Gambar 12.** Hasil survey pelaksanaan praktikum



**Gambar 13.** Hasil survey manfaat praktikum pada kuliah Teknik Lingkungan

Berdasarkan evaluasi paruh pertama perkuliahan (sampai UTS), metode yang digunakan untuk pengajaran dan penilaian seperti quisioner online dan metode praktikum sudah baik namun belum cukup efisien. Untuk itu dilakukan peningkatan seperti evaluasi langsung terhadap jumlah responden serta nilai mahasiswa hanya dapat dikeluarkan jika mahasiswa aktif dalam mengisi kuisisioner. Disisi lain, akan dilakukan penilaian oleh mahasiswa sendiri terhadap rekannya guna mengevaluasi keaktifan dan memacu kerjasama tim. Dengan metode tersebut, terbukti jumlah responden pada *post-test* akhir meningkat drastis menjadi 198 mahasiswa atau 82% dari total mahasiswa yang terdaftar di mata kuliah Teknik Lingkungan.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil yang telah dicapai, metode pembelajaran yang telah diusulkan akan dilanjutkan untuk masa yang akan datang. Namun, terdapat beberapa rekomendasi yang harus diperhatikan agar pelaksanaan berikutnya lebih baik, yaitu antara lain sebagai berikut:

1. Secara umum masing-masing aspek pertanyaan menunjukkan tingkat antusiasme dan kepuasan mahasiswa yang sangat tinggi. Dari semua uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa metode blended learning dalam bentuk penambahan praktikum dalam perkuliahan Teknik Lingkungan dapat menjawab rumusan masalah yaitu peningkatan pemahaman dan antusiasme mahasiswa. Dalam proses perkuliahan dan penugasan, kreatifitas dan skill mahasiswa terasah, dibuktikan dengan hasil penugasan video edkatif yang cukup baik.
2. Perlu adanya peninjauan kembali berkaitan dengan capaian pembelajaran mata kuliah sehingga realisasi dari capaian pembelajaran tersebut dapat berjalan baik dan sesuai dengan rancangannya.
3. Untuk meningkatkan keberhasilan dari metode *blended learning* yang diusulkan ini, sebaiknya perlu dilakukan pengawasan serta peninjauan kembali khususnya untuk pelaksanaan pretest blok atau praktikum, dimana hal ini harus mempertimbangkan ketidakhadiran dari mahasiswa pada setiap pretest berlangsung.

### **Ucapan Terima Kasih**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Pengembangan Akademik Universitas Islam Indonesia yang telah membiayai Hibah Pengajaran Reguler untuk Periode Semester Ganjil 2019/2020.

## **Referensi**

1. Jerry P. Gollub, dkk. 2002. *Learning and Understanding: Improving Advanced Study of Mathematics and Science in U.S. High Schools*. Washington DC: The National Academies Press
2. Bersin, Josh. 2004. *The Blended Learning Book Best Practices, Proven Methodologies and Lesson Learned*. San Fransisco: John Wiley
3. McNaugt, A.D. dan Wilkinson, A. 1997. *IUPAC, Compendium of Chemical Terminology, 2<sup>ND</sup> ED*. Oxford: Blackwell Scientific Publication
4. Sutisna, Anan. 2016. Pengembangan Model Pembelajaran Blended Learning pada Pendidikan Kesetaraan Program Paket C dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar. *Jurnal Teknologi Pendidikan* Vol 18 No3 Hal 156-168.