



PENGEMBANGAN MODUL PENGOPERASIAN DAN PERAWATAN ALAT RETORT KILN UNTUK LIMBAH BIOMASSA

DEVELOPMENT OF MANUAL OPERATION AND MAINTENANCE MODULE FOR BIOMASS WASTES RETORT KILN

Cut Yuliani Sari¹, Adi Setiawan^{2*}, Islami Fatwa¹, Taufiq¹, Riza Andriani³

¹Program Studi pendidikan Vokasional Teknik Mesin Universitas Malikussaleh

²Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh

³Program Studi Pendidikan Fisika

Corresponding Author: adis@unimal.ac.id

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: Mar 2025

Disetujui: Apr 2025

Dipublikasikan:

Mei 2025

Kata kunci:

Biomassa,
Modul
pengoperasian
dan perawatan,
Retort Kiln

Keywords:

Biomass
Retort Kiln,
Waste,

Abstrak

Alat *retort kiln* merupakan alat yang umum digunakan untuk mengkonversi limbah organik menjadi produk *biochar* yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan bakar, pembenah tanah dan keperluan lainnya. Dalam implementasi teknologi ini dibutuhkan pemahaman yang baik tentang prosedur pengoperasian dan perawatan yang tepat. Saat ini, modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* masih sangat dibutuhkan agar pemanfaatan teknologi ini dapat tersosialisasi secara luas. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* kapasitas 160 liter yang layak dan praktis. Penelitian menggunakan jenis *Research & Development (R&D)* dengan menggunakan model *Borg dan Gall*. Ditinjau dari aspek kelayakan isi bahwa ahli materi I diperoleh 98,75%, ahli materi II diperoleh 95,75% dengan kategori sangat layak. Untuk aspek kelayakan bahasa, ahli materi I diperoleh 96,52%, ahli materi II diperoleh 87,50%. Selain itu, hasil uji coba produk yang dilakukan kepada 25 masyarakat diperoleh 87,45% dengan kategori sangat praktis.

Abstract

The *retort kiln* is commonly used to convert organic waste into *biochar* which can be used as fuel, soil amandemend and other applications. However, its implementation requires a good understanding of proper operation and maintenance. Currently, *retort kiln* operation and maintenance module is needed to disseminate this technology widely. This research aims to develop a feasible and practical module for the operation and maintenance of a 160 liter capacity *retort kiln*. The research uses the type of *Research & Development (R&D)* using the *Borg and Gall* model. Judging from the content feasibility aspect, material expert I obtained 98.75%, material expert II obtained 95.75% in the very appropriate category. For the language suitability aspect, material expert I obtained 96.52%, material expert II obtained 87.50%. Apart from that, the results of product trials carried out on 25 people were 87.45% in the very practical category.

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang sangat dibutuhkan. Dalam praktiknya masyarakat memenuhi kebutuhan energi masih sangat bergantung pada energi fosil. Mayoritas dari energi fosil ini didominasi oleh gas alam. Produksi bahan bakar fosil terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan populasi di seluruh dunia. Namun, konsekuensi dari penggunaan berlebihan energi fosil sangatlah serius. Oleh karena itu penggunaan energi fosil menyebabkan banyak permasalahan dan dampak terhadap lingkungan (Kasmaniar et al., 2023).

Salah satu cara untuk meminimalisir penggunaan energi fosil adalah dengan memanfaatkan energi terbarukan. Biomassa merupakan salah satu energi terbarukan yang dihasilkan dari bahan organik melalui proses fotosintesis. Contoh biomassa antara lain adalah tumbuhan, pohon, rumput, ubi jalar, limbah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak. Biomassa tidak hanya dimanfaatkan sebagai pangan, pakan, minyak nabati, dan bahan bangunan, namun juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Biomassa yang biasa digunakan sebagai bahan bakar mempunyai nilai ekonomis yang kecil atau menjadi limbah setelah produk (Parinduri & Parinduri, 2020).

Energi biomassa perlu ditingkatkan lebih lanjut karena ramah lingkungan, murah dan tidak membahayakan nyawa manusia. Peningkatan energi ini memerlukan teknologi yang efektif, seperti retort kiln. *Retort* adalah perangkat proses dimana reaksi kimia, reaksi nuklir, dan berbagai reaksi lainnya terjadi, bukan hanya reaksi fisik. Proses ini berlangsung dengan bantuan *retort* dan ditandai dengan terjadinya reaksi yang mengubah bahan dari satu bentuk ke bentuk yang lainnya. Perubahan bentuk bahan baku terjadi secara spontan atau dengan sendirinya dengan bantuan energi, seperti energi panas. *Kiln* adalah suatu alat atau sebuah perangkat yang digunakan untuk proses pirolisis atau pengarangan berbagai limbah biomassa. Proses pengarangan metode pirolisis adalah suatu proses yang mengubah bahan biomassa, seperti limbah organik, menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam tungku dengan pengaturan suplai udara yang sangat terbatas (Efendi & Sungkono, 2021).

Alat *retort kiln* telah muncul sebagai teknologi yang menjanjikan untuk mengubah limbah organik menjadi *biochar* yang dapat digunakan sebagai energi alternatif. Namun implementasinya memerlukan pemahaman yang mendalam tentang pengoperasian yang efisien dan perawatan yang tepat. Saat ini, belum tersedianya modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln*, menyebabkan hambatan dalam memanfaatkan teknologi ini secara luas.

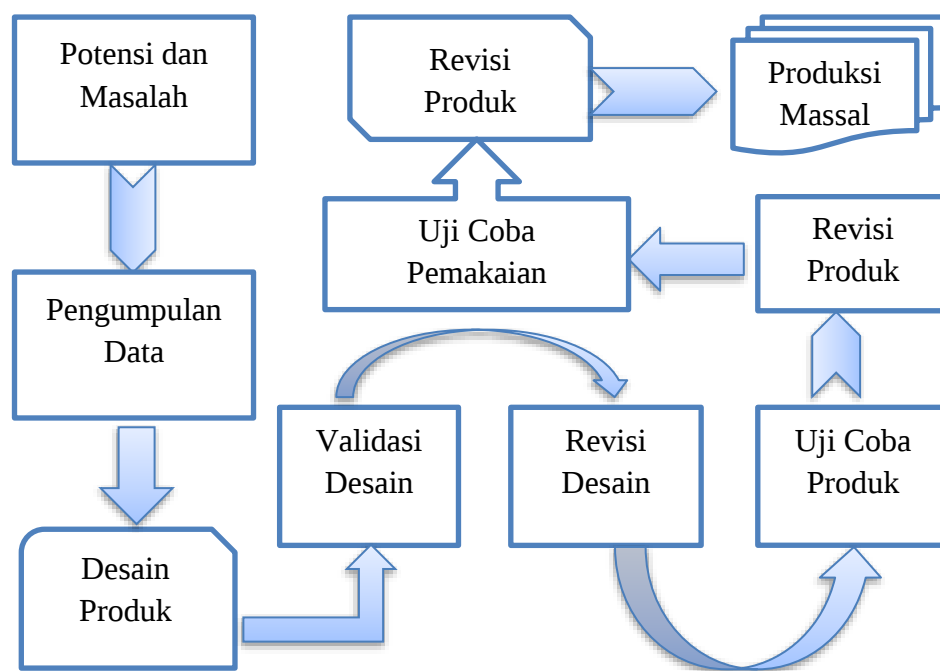
Modul merupakan petunjuk penggunaan yang terstruktur, tepat sasaran, disusun dalam bahasa yang mudah dipahami dan dapat digunakan baik secara klasikal maupun secara mandiri (Handayani & Siregar et al., 2022). Modul yang disusun secara teratur dan mudah dipahami memegang peran penting dalam memberikan pemahaman tentang pengelolaan energi yang efisien dan berkelanjutan. Fasilitas pendukung seperti internet telah tersedia, namun sayangnya masyarakat sering memanfaatkannya untuk manajemen diri dibandingkan belajar. Sehingga masyarakat tidak tahu apa itu kompetensi dalam dirinya. Dengan kata lain, kompetensi adalah pengetahuan dan keterampilan penting yang harus dimiliki seseorang untuk melaksanakan pekerjaan sesuai dengan tugasnya. Untuk mengembangkan kompetensi tersebut, seseorang perlu mendapatkan pelatihan atau terus belajar (Dwi et al., 2024). Permasalahan ini dapat berdampak pada rendahnya pengetahuan masyarakat dalam memanfaatkan energi alternatif, sehingga mengakibatkan kinerja masyarakat kurang optimal dan berdampak pada lingkungan. Penggunaan modul sebagai alat untuk petunjuk penggunaan dapat membuat masyarakat lebih memahami kerumitan kebutuhan energi dan dampaknya terhadap lingkungan dan masyarakat. Berdasarkan hal tersebut tujuan dari penelitian ini

adalah untuk menyusun modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* yang layak dan praktis, mengetahui kelayakan modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* kapasitas 160 liter dan untuk mengetahui kepraktisan modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* kapasitas 160 liter.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian R&D (*Research and Development*) atau penelitian pengembangan. *Research and development* ialah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Wedyawati et al., 2024). Untuk mendapatkan hasil produk tertentu, maka digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi di masyarakat luas.

Penyusunan Modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* mengacu pada model *Borg and Gall*, dikemukakan oleh (Sugiyono, 2019: 298). Model ini meliputi 1) Potensi masalah, 2) Pengumpulan data, 3) Desain produk, 4) Validasi desain, 5) Revisi desain, 6) Uji coba produk, 7) Revisi produk, 8) Uji coba pemakaian, 9) Revisi produk, 10) Produk massal. Langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



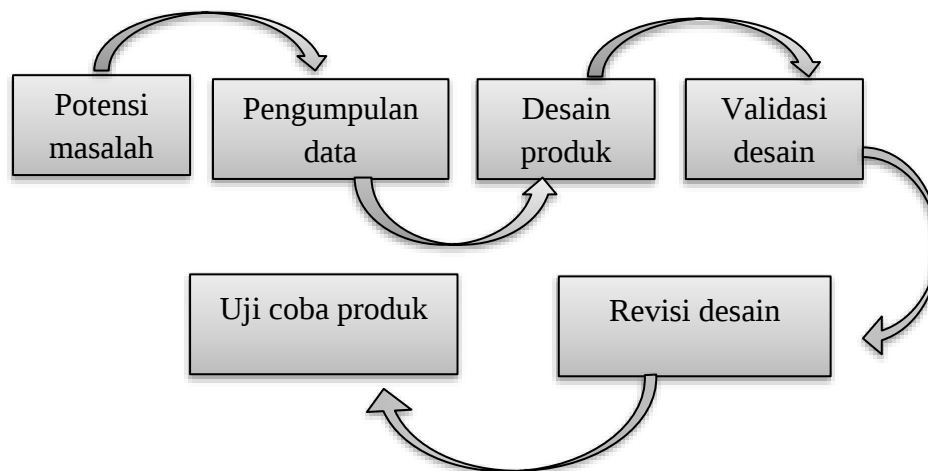
Gambar 1. Langkah-langkah Penggunaan Metode *Research and Development*
Sumber: Sugiyono (2019:298)

Subjek Penelitian

Subjek validasi dalam penelitian ini adalah dua dosen ahli media dan dua dosen ahli materi. Adapun subjek uji coba produk modul penelitian ini adalah 25 orang masyarakat sebagai responden.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Rekayasa Material dan Konversi Energi Teknik Mesin Universitas Malikussaleh. Penelitian perancangan ini menggunakan adopsi dari langkah-langkah penelitian menurut Sugiyono yang dilakukan hanya sampai tahap ke enam saja sesuai kebutuhan yang terbatas hanya sampai tahap rancangan, efisiensi waktu, tenaga dan dana dari peneliti, sehingga prosedur penelitiannya hanya uji coba produk. Sugiyono (2019:298) mengemukakan, “langkah penelitian dan pengembangan pada model *Borg and Gall* yang dimodifikasi menjadi menjadi enam langkah meliputi 1). Potensi dan masalah, 2). Pengumpulan data, 3). Desain produk, 4). Validasi desain, 5). Revisi desain, 6). Uji coba produk. Berikut tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain Penelitian Perancangan
Sumber : Modifikasi dari Sugiyono (2019:298)

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan angket agar diketahui kelayakan produk. Teknik ini memberikan sekumpulan pertanyaan atau pernyataan tertulis yang harus dijawab atau diisi oleh responden atau individu yang akan diukur (Of et al., 2024). Pernyataan atau tanggapan tertulis dalam penelitian ini di berikan kepada ahli media, ahli materi, dan responden dengan memilih jawabannya menggunakan tanda ceklist (✓) pada kolom pilihan yang sudah disediakan.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data atau metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif (kualitatif) yang terdiri dari hasil angket penilaian kualitas produk dari hasil ahli media, ahli materi, dan respon pengguna/masyarakat. Selain itu, data lainnya berupa saran dari ahli media dan ahli materi serta komentar dari responden. Data angket dari masing-masing validasi ahli yang digunakan dalam kategori tersebut dapat ditunjukkan pada tabel dengan menggunakan skala *likert*, yaitu merubah data kualitatif menjadi kuantitatif dengan ketentuan skor seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketentuan Penilaian Skor

Skor	Kategori
4	Sangat Baik (SB)
3	Baik (B)
2	Kurang (K)
1	Sangat Kurang (SK)

(Arikunto, 2016: 282) menyatakan bahwa evaluasi pakar atau pakar pada analisis data kuisioner atau angket menggunakan skor yang berfungsi sebagai alat untuk mengukur persentase kesesuaian produk dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Keterangan simbol :

P = Persentase validasi

$\sum x$ = Jumlah total skor yang diperoleh

$\sum xi$ = Jumlah total skor maksimum

100% = Konstanta

Kriteria validasi dalam pedoman validitas penelitian berdasarkan pendapat Arikunto (2016:35) dapat diikuti seperti pedoman berikut:

Tabel 2. Tingkat Pencapaian dan Kualitas Kelayakan

No	Tingkat Pencapaian	Kualifikasi
1	$\leq 55\%$	Tidak Layak
2	56% - 75%	Kurang layak
3	76% - 85%	Layak
4	86% - 100%	Sangat Layak

Sumber : Sugiyono (2012:133)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyusunan modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* khususnya untuk masyarakat atau pengguna. Penyusunan modul ini diperlukan karena masalah yang diperoleh pada studi pendahuluan. Pada proses penyusunan modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* menghasilkan sebuah modul panduan yang sudah dilengkapi dengan materi dan tata cara pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* yang melalui tahap validasi ahli materi dan tahap validasi ahli media. Tujuan dilakukan validasi agar memperoleh masukan, arahan, kritik dan saran untuk kelayakan modul pengopersian dan perawatan alat *retort kiln*. Setelah modul mendapat rekomendasi dari validator maka modul diujikan ke pengguna/masyarakat. Penyusunan modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* mengacu pada model *Borg and Gall*, dikemukakan oleh (Sugiyono, 2019: 298). Model ini meliputi 1) Potensi masalah, 2) Pengumpulan data, 3) Desain produk, 4) Validasi desain, 5) Revisi desain, 6) Uji coba produk. Berikut tahap-tahap penyusunan modul:

1) Potensi dan Masalah

Pada bagian ini dilaksanakan berupa pra perencanaan, pemikiran, atau ide awal tentang produk modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* yang akan di susun. Mengidentifikasi produk yang sesuai dengan tujuan penyusunan, isi atau materi dan strategi atau model apa yang yang digunakan dalam penyampaianya. Adapun hasil yang diperoleh

dari studi pendahuluan adalah belum tersedianya modul untuk dijadikan panduan pengoperasian alat dan masyarakat tidak dapat mengoperasikan alat *retort kiln*.

2) Pengumpulan Data

Data yang didapatkan pada penelitian ini dilakukan dengan cara yaitu, angket/kuisisioner. Penelitian ini menggunakan tiga angket atau lembar kuisisioner dalam proses pengumpulan data yang diperlukan. Pertama, lembar uji kelayakan oleh ahli media yang digunakan untuk melihat bagaimana hasil produk yang disusun berdasarkan aspek tampilan kemudahan penggunaan, konsentrasi, dan format yang telah ditetapkan sebelumnya. Kedua, lembar uji kelayakan ahli materi dengan aspek penilaian kelayakan isi dan aspek kelayakan bahasa yang terdapat dalam modul yang disusun. Ketiga, angket atau kuisisioner berisikan dengan sejumlah pernyataan tertulis untuk memperoleh informasi, dengan cara responden memberikan pilihan jawaban dengan tanda centang pada kolom yang sudah disediakan.

3) Desain Produk

Tahap desain produk diisi dengan kegiatan merancang produk modul meliputi tiga tahapan yaitu penyusunan modul, pemilihan format modul dan perancangan awal modul.

a) Penyusunan Modul

Materi yang dijelaskan dalam modul pada bagian tata cara pengoperasian merujuk pada skripsi (Pahlawan, 2023) yaitu pembuat alat *retort kiln*, serta disesuaikan dengan tata cara setelah alat *retort kiln* dimodifikasi.

b) Pemilihan Format Modul

Pemilihan format modul untuk menyusun bagian-bagian modul pengoperasiann dan perawatan alat *retort kiln* kapasitas 160 liter. Bagian-bagian pembuatan modul sebagai berikut:

Tabel 3. Kerangka Modul Pengoperasian dan Perawatan Alat *Retort Kiln*

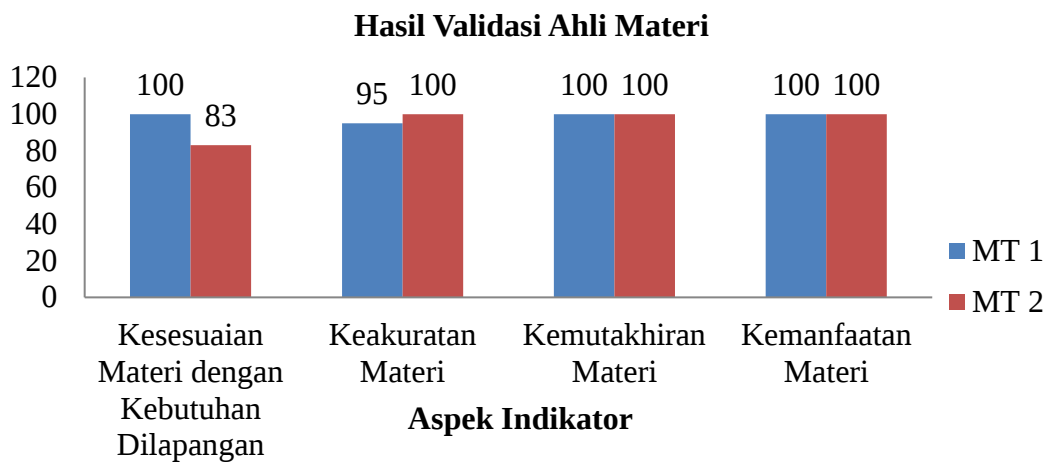
Bagian Modul	Modul Pengoerasian Alat <i>Retort Kiln</i>
Bagian Awal	1. Cover depan modul
	2. Lembar pengesahan program studi
	3. Kata pengantar
	4. Daftar isi
	5. Daftar gambar
	6. Pendahuluan
Bagian Isi	1. Teknologi alat <i>retort kiln</i>
	2. Komponen utama alat <i>retort kiln</i>
	3. Komponen pendukung alat <i>retort kiln</i>
	4. Tata cara pengoperasian alat <i>retort kiln</i>
	5. Kalibrasi dan perawatan alat <i>retort kiln</i>
	6. Keselamatan dan kesehatan kerja (k3)
	7. Bahan bakar dan bahan baku yang digunakan
Bagian Penutup	1. Glosarium
	2. Daftar pustaka
	3. Biodata penulis
	4. Biodata dosen
	5. Cover belakang modul

Validasi Produk

Validasi produk merupakan bagian dari tahap pengembangan (*development*). Tahap validasi dilakukan untuk mengetahui kualitas isi dan tampilan modul yang disusun.

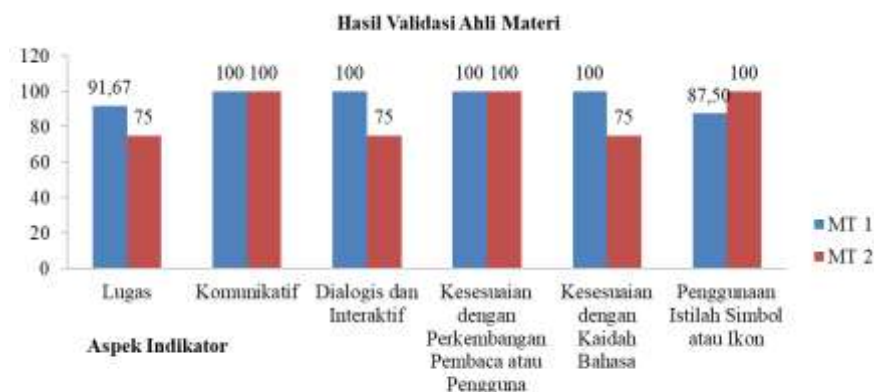
Validasi Ahli Materi

Sebelum digunakan untuk penelitian, terlebih dahulu Modul diuji validasinya oleh dosen ahli materi di Prodi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin Universitas Malikussaleh. Penilaian yang dilakukan mencakup aspek kelayakan isi dan aspek kebahasaan. Validasi ahli materi bertujuan untuk mengetahui kualitas materi didalam modul.



Gambar 3. Hasil Validasi Ahli Materi Aspek Kelayakan Isi

Berdasarkan garfik diatas, dapat diketahui bahwa hasil validasi oleh dosen ahli materi dari aspek kelayakan isi dengan interprestase penilaian “Sangat layak”. Indikator kesesuaian materi dengan kebutuhan dilapangan ahli materi I mendapatkan persentase sebesar 100%, ahli materi II sebesar 83%. Indikator keakuratan materi, ahli materi I mendapatkan persentase sebesar 95%, ahli materi II sebesar 100%. Indikator kemutakhiran materi, ahli materi I mendapatkan persentase sebesar 100%, ahli materi II sebesar 100%, dan untuk indikator kemanfaatan materi, ahli materi I mendapatkan persentase sebesar 100%, dan ahli materi II dengan persentase sebesar 100%.

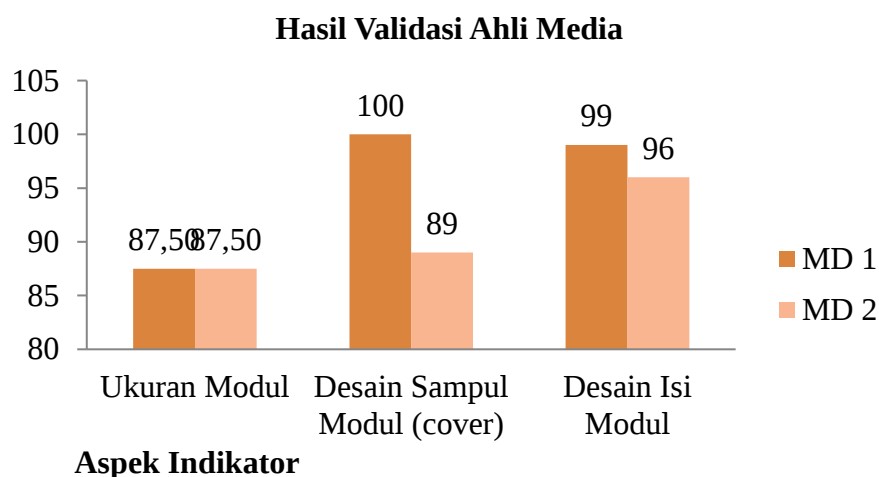


Gambar 4. Hasil Validasi Ahli Materi Aspek Kelayakan Bahasa

Hasil validasi ahli materi untuk aspek kelayakan bahasa, pada ahli materi I dari indikator lugas mendapatkan persentase sebesar 91,67%, ahli materi II sebesar 75%, ahli materi I, untuk indikator komunikatif mendapatkan persentase sebesar 100%, ahli materi II sebesar 100%. Untuk indikator dialogis dan interaktif ahli materi I mendapatkan persentase sebesar 100%, ahli materi II sebesar 75%, untuk indikator kesesuaian dengan perkembangan pembaca atau pengguna ahli materi I mendapatkan persentase sebesar 100%, ahli materi II sebesar 100%, untuk indikator kesesuaian dengan kaidah bahasa ahli materi I mendapatkan persentase sebesar 100%, ahli materi II sebesar 75% dan indikator pengguna istilah simbol atau ikon ahli materi I mendapatkan persentase sebesar 87,50%, ahli materi II mendapatkan persentase sebesar 100% dengan interpretasi penilaian sangat layak.

Validasi Ahli Media

Penilaian ahli media mencakup ukuran modul, desain sampul modul (*cover*), dan desain isi modul. Sebelum digunakan untuk penelitian, modul yang sudah di desain terlebih dahulu diuji validasinya oleh dosen ahli media. Validasi ahli media bertujuan untuk mengetahui kualitas tampilan yang didesain dalam modul yang disusun. Adapun persentase yang diperoleh dalam penelitian ini berdasarkan lembar validasi yang diisi oleh ahli media dapat dilihat pada Gambar 5.



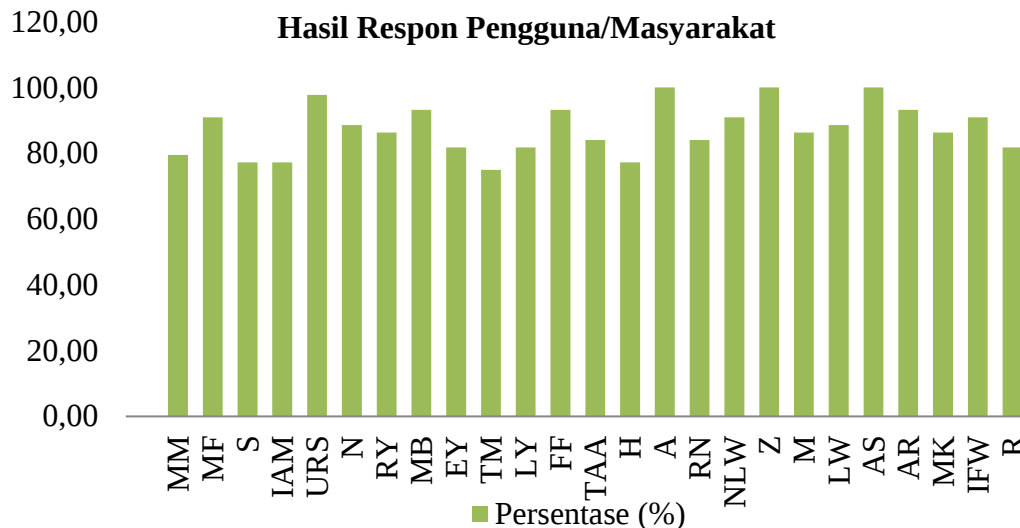
Gambar 5. Hasil Validasi Ahli Media

Berdasarkan hasil validasi ahli media bagian aspek indikator ukuran modul diperoleh persentase yang sama yaitu 87,50% pada ahli media I dan ahli media II. Untuk aspek indikator desain sampul modul (*cover*) ahli media I mendapat persentase sebesar 100%, ahli media II sebesar 89%, aspek indikator desain isi modul ahli media I mendapatkan persentase sebesar 99%, ahli media II sebesar 96%. Ahli media 1 mendapatkan nilai persentase keseluruhan sebesar 95,50%, sedangkan ahli media II dengan persentase keseluruhan sebesar 90,83%, sehingga termasuk ke dalam kategori “sangat layak”.

Hasil Uji Coba Produk

Hasil uji coba produk merupakan bagian dari tahap implementasi (*implementation*). Tahap ini modul diuji coba kepada 25 pengguna (masyarakat) untuk mengetahui respon pengguna. Sebelum modul digunakan, peneliti membagikan modul yang sudah dicetak berbentuk buku. Tujuannya agar responden mengetahui bagaimana cara pengoperasian dan

perawatan alat *retort kiln*. Setelah responden selesai membaca dan menggunakan modul, selanjutnya langsung ke tahap pengoperasian alat. Tahap terakhir responden diminta untuk mengisi angket respon atau pendapatnya terhadap modul yang telah dibaca/digunakan. Tujuannya agar diketahui apakah modul tersebut praktis dan dapat membantu pengguna dalam pengoperasian alat *retort kiln*. Berikut dapat dilihat hasil uji coba produk pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Respon Pengguna/Masyarakat Terhadap Modul

Berdasarkan hasil uji coba respon masyarakat diperoleh jumlah skor yang didapatkan 962, jumlah skor total 1.100, dan persentase skor akhir 87,45% dengan kualifikasi sangat praktis. Dengan demikian modul yang disusun dapat digunakan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan penyusunan modul pengoperasian dan perawatan alat retort kiln dapat disimpulkan bahwa, (1) Hasil uji kelayakan modul sangat layak berdasarkan validasi ahli materi dan ahli media. Validasi penelitian dari dosen ahli materi I untuk aspek kelayakan isi diperoleh skor sebesar 98,75% dan untuk aspek kelayakan bahasa dengan skor sebesar 96,52%. Validasi dari dosen ahli materi II untuk aspek kelayakan isi diperoleh skor 95,75% dan untuk aspek kelayakan bahasa diperoleh skor 87,50%. Selain itu validasi hasil kelayakan modul pengoperasian dari dosen ahli media I dengan skor sebesar 95,36% dan ahli media II dengan skor sebesar 90,83%. (2) Hasil uji coba respon pengguna atau masyarakat terhadap modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* mendapatkan respon yang sangat baik, dimana nilai keseluruhan yang diperoleh sebesar 87,45% dengan kualifikasi sangat praktis.

Adapun saran bagi pengguna bahwa modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln* dapat dijadikan panduan untuk memudahkan masyarakat dalam pengoperasian alat. Selain itu modul dapat dijadikan sebagai rujukan dalam pembuatan e-modul pengoperasian dan perawatan alat *retort kiln*.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, S. (2016). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. PT. Bumi Aksara.

Dwi, A., Indriawan, N., & Khumaedi, M. (2024). *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Karakter pada Mata Kuliah Computer AIDED Design (CAD) Development of Character-Based Learning Methods In Computer AIDED Design (CAD) Course*. 11(Mei).

Efendi, R., & Sungkono, S. (2021). Rancang Bangun dan Uji Kinerja Kiln untuk Tempurung Kemiri. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, 7(2), 104. <https://doi.org/10.35308/jmkn.v7i2.4258>

Kasmaniar, Yana, S., Nelly, Fitriana, Susanti, Hanum, F., & Rahmatullah, A. (2023). Pengembangan Energi Terbarukan Biomassa dari Sumber Pertanian, Perkebunan dan Hasil Hutan : Kajian Pengembangan dan Kendalanya. *Jurnal Serambi Engineering*, VIII(1), 4957–4964.

Kuncoro, A. H. (2017). Uji potensi pembuatan briket bioarang dari ladak sebagai bahan bakar alternatif. *Al Jazari Journal of Mechanical Engineering*, 2(2), 22–34.

Kurniawan, E., Muarif, A., & Siregar, K. A. (n.d.). *Pemanfaatan Sekam Padi dan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Briket Arang Dengan Menggunakan Perekat Tepung Kanji*.

Of, D., Media, L., On, B., Tutorials, V., Milling, C. N. C., For, S., & Material, A. (2024). *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Pengembanagan Media Pembelajaran Berbasis Video Tutorial pada Materi CNC Milling Simulator for Android*. 11(Mei).

Pahlawan, D. G. (2023). *Unjuk Kerja Retort kiln dengan Variasi Ukuran Potongan Bahan Baku Limbah Kelapa Muda*. Universitas Malikussaleh.

Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 88–92. <https://www.dosenpendidikan>.

Pengabdian, J., Sosial, I., Retnowulan, S. R., Sakdiah, H., Fatwa, I., & Andriani, R. (2023). *Sosialisasi Pembuatan Paving Block Dari limbah plastik Sebagai Upaya Pengurangan Sampah 3R (Reduce, Reuse, Recycle) Di gampong Bathuphat Timur*. 1(November), 33–38.

Siregar, H. M., Solfitri, T., Siregar, S. N., Anggraini, R. D., & Aldresti, F. (2022). Analisis Kebutuhan E-LKM Kalkulus Integral Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis. *RANGE: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 55–70. <https://doi.org/10.32938/jpm.v4i1.2664>

Skills, E. S. (2024). *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Pengembangan Modul Ajar Menggambar Teknik : Meningkatkan Kemampuan dan Pemahaman Development of Engineering Drawing Module : 11(Mei)*.

Sugiharto, A., & Firdaus, Z. 'Ilma. (2021). Pembuatan Briket Ampas Tebu Dan Sekam Padi Menggunakan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 6(1), 17–22. <https://doi.org/10.31942/inteka.v6i1.4449>

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Wedyawati, N., Febriani, V., & Pendidikan, D. (2024). *Pengembangan Media Pembelajaran Video Interaktif Belajar Mata Pelajaran IPAS Materi Energi dalam Kehidupan Sehari-hari Siswa Kelas IV SD* Pendahuluan Pendidikan adalah salah satu pilar baik penting kualitas dalam membangun yang besar pula peluang bagi bang. 10(2), 975–985.