



---

**PENGEMBANGAN E-JOBSHEET *DESTRUCTIVE TEST* UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH  
PENGUJIAN MATERIAL**

***DEVELOPMENT OF E-JOBSHEET DESTRUCTIVE TEST TO IMPROVE  
MATERIAL TESTING PROBLEM SOLVING CAPABILITY***

Rochmad Novian Inderanata  
Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa  
[rninderanata@ustjogja.ac.id](mailto:rninderanata@ustjogja.ac.id)

---

**Info Artikel**

**Sejarah Artikel:**

Diterima: Mei 2024

Disetujui: Mei 2024

Dipublikasikan:

Mei 2024

**Kata Kunci:**

*e-jobsheet,*  
*destructive test,*  
pembelajaran  
vokasional,  
pengujian  
material,  
solidwork

**Keywords:**

*e-jobsheet,*  
*destructive test,*  
vocational  
learning,  
material testing,  
solidwork

**Abstract**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) kelayakan *e-jobsheet destructive test* menurut ahli materi dan media; (2) respon pengguna terhadap praktikalitas *e-jobsheet destructive test*; dan (3) efektivitas *e-jobsheet destructive test* untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pengujian material. Metode penelitian menggunakan penelitian dan pengembangan dengan model 4D. Teknik pengumpulan data menggunakan wawancara dan kuesioner. Data dianalisis menggunakan deskriptif kuantitatif. Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin pada mata kuliah pengujian material. Spesifikasi produk yang dikembangkan meliputi: (1) pengenalan dan penggunaan fitur software SolidWorks; (2) alat & bahan; (3) langkah kerja; (4) gambar kerja; dan (5) kriteria penilaian. Hasil penelitian dan pengembangan menunjukkan bahwa: (1) *e-jobsheet* dinyatakan sangat layak oleh ahli materi dan media; (2) *e-jobsheet* dinyatakan praktis oleh pengguna; (3) *e-jobsheet* dinyatakan memiliki efektivitas tinggi. Dapat disimpulkan bahwa *e-jobsheet destructive test* yang dikembangkan dapat dikatakan layak digunakan sebagai bahan ajar digital mata kuliah pengujian material.

**Abstract**

*This research aims to determine: (1) the feasibility of e-jobsheet destructive tests according to material and media experts; (2) user response to the practicality of e-jobsheet destructive tests; and (3) the effectiveness of e-jobsheet destructive tests to improve material testing problem solving abilities. The research method uses research and development with a 4D model. Data collection techniques used interviews and questionnaires. Data were analyzed using quantitative descriptive. The research subjects were students of the Mechanical Engineering Vocational Education Study Program in the material testing course. The product specifications developed include: (1) introduction and use of SolidWorks software features; (2) tools & materials; (3) work steps; (4) working drawings; and (5) assessment criteria. The results of research and development show that: (1) e-jobsheets are declared very feasible by material and media experts; (2) the e-jobsheet is stated as practical by the user; (3) e-jobsheets are stated to have high effectiveness. It can be concluded that the destructive test e-jobsheet developed can be said to be suitable for use as digital teaching material for material testing courses.*

---

## **PENDAHULUAN**

Paradigma pembelajaran telah mengalami pergeseran pada era pembelajaran abad 21, dari perkembangan teknologi ke transformasi digitalisasi hingga kecerdasan buatan. Paradigma pembelajaran tradisional telah diubah oleh teknologi digital, memberi peserta didik kesempatan yang baru untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan (Sakti, 2023). Pembelajaran di abad ke-21 tidak berfokus pada membuat peserta didik menghafalkan pengetahuan yang diberikan pendidik, namun pada mencetak peserta didik untuk mencipta dan membangun pengetahuan, dengan pendidik berperan sebagai fasilitator (Muhamad & Seng, 2022). Tidak hanya pengetahuan, namun sikap dan keterampilan juga penting untuk dieskalasi. Pencapaian keterampilan abad ke-21 juga harus ditekankan ketika menyelidiki dampak pedagogi pembelajaran agar peserta didik generasi saat ini dapat menghadapi tuntutan abad ke-21 yaitu kemampuan mengumpulkan informasi, berpikir kritis, menerapkan pengetahuan, menganalisis informasi, memahami ide-ide baru, berkolaborasi dan berkomunikasi (Abaniel, 2021). Pendekatan pedagogi dan desain didaktis pada pembelajaran di lembaga pendidikan perlu relevan dengan karakteristik generasi peserta didik, perkembangan teknologi dan media informasi terkini dan masa yang akan datang.

Teknologi digital telah membawa perubahan transformatif dan inkremental, serta menantang cara bekerja kita, dimana penggunaan teknologi tidak dapat dihindari. Sementara, konsep kompetensi digital dulunya dianggap terdiri dari keterampilan yang berkaitan dengan penggunaan komputer, saat ini konsep tersebut mengacu pada pemahaman yang lebih luas tentang pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang sebagian besar dipengaruhi oleh pasar tenaga kerja (Sillat et al., 2021). Kompetensi digital tidak hanya diterapkan pada dunia industri, tetapi juga di Pendidikan Tinggi, terutama pendidikan vokasional yang mencetak tenaga kerja juga turut membutuhkan fasilitas teknologi. Disamping itu, kemampuan pemecahan masalah merupakan kemampuan kompleks paling dibutuhkan industri saat ini.

Pemecahan masalah merupakan istilah yang umum digunakan untuk merujuk pada solusi dalam situasi yang sulit. Pemecahan masalah juga melibatkan penyelesaian masalah dengan menerapkan pemikiran analitis dan kritis, kreativitas, penalaran, dan pengalaman (Mahanal et al., 2022; Sari et al., 2021). Proses pemecahan masalah melibatkan beberapa langkah strategis, yaitu: mendefinisikan masalah, mengevaluasinya, mengumpulkan data relevan, mengembangkan berbagai solusi, mengevaluasi alternatif solusi, memilih solusi terbaik, dan menggeneralisasi hasil (Mahanal et al., 2022; Sari et al., 2021). Secara ringkas, pemecahan masalah adalah sebuah aktivitas yang memerlukan pengetahuan yang memadai, kemampuan, dan metode kognitif yang sistematis untuk menyelesaikan suatu masalah (Mahanal et al., 2022; Sari et al., 2021). Kemampuan dalam memecahkan masalah sangat menguntungkan ketika menghadapi tantangan yang rumit dan multi-dimensi. Kemampuan tersebut dapat ditingkatkan melalui model *active learning* yang melibatkan siswa dalam proses belajar (Fitriani et al., 2020; Mahanal et al., 2022; Sari et al., 2021). Kemampuan dalam memecahkan masalah sangat penting bagi mahasiswa untuk dipelajari karena kemampuan tersebut membantu mereka membentuk pola pikir. Mahasiswa akan menginterpretasikan masalah, mengumpulkan informasi, menentukan solusi yang mungkin, mengevaluasi kemungkinan solusi, dan mengusulkan solusi (Fitriani et al., 2020; Mahanal et al., 2022; Sari et al., 2021). Keterampilan pemecahan masalah sangat penting pada pembelajaran vokasional terutama dalam memanfaatkan teknologi digital.

Pembelajaran vokasi adalah pembelajaran yang menitikberatkan pada keterampilan teknis dan praktis sekaligus mengembangkan hakikat dan eksistensi kompetensi manusia yang berbudaya dalam tatanan kehidupan berdimensi lokal, nasional, dan global agar peserta didik dapat langsung memasuki dunia kerja (Inderanata & Sukardi, 2023). Kualitas pembelajaran vokasional dapat dilihat dari proses pembelajaran yang meliputi penggunaan sumber belajar, bahan ajar, metode, media, pembelajaran yang efektif dan efisien, sehingga mencapai tujuan dari pembelajaran tersebut yaitu capaian pembelajaran. Konten pembelajaran juga harus sesuai dengan praksis pendidikan vokasional di era digital. Dalam konteks pendidikan vokasi di era digital harus difasilitasi melalui berbagai metode pembelajaran, antara lain pembelajaran luring, pembelajaran daring, dan pembelajaran campuran yang menyediakan konten pembelajaran berbasis kerja dengan menggunakan perangkat digital. Kapabilitas berbasis kompetensi yang holistik dan beragam keterampilan dengan pengintegrasian teknologi dalam pembelajaran untuk: (1) mengkritik persepsi pembelajaran teoritis yang membosankan, sulit, dan abstrak; (2) memberikan fasilitas dan manfaat yang efektif dan efisien sesuai dengan kebutuhan pemecahan masalah (Inderanata et al., 2023). Sumber belajar yang hanya mengandalkan satu buku teks juga mulai berkembang menjadi belajar dari berbagai sumber belajar (Mindarta et al., 2018). Salah satu sumber belajar yang dapat dioptimalkan untuk mencapai proses dan hasil pembelajaran praktik adalah jobsheet (Mindarta et al., 2018). Jobsheet digunakan sebagai alat pendukung dalam praktikum yang ditujukan sebagai alat untuk sekolah dan digunakan oleh para pembelajar. Jobsheet digunakan oleh peserta didik pada saat praktikum untuk memudahkan melakukan apa yang dilakukan sesuai dengan instruksi yang telah ditetapkan (Yahya, 2014).

Mahasiswa membutuhkan inovasi pembelajaran yaitu sumber belajar yang lengkap dan terintegrasi teknologi informasi (online) yang disesuaikan dengan capaian kurikulum pendidikan (Fadli & Susilowati, 2023). Universitas dan sekolah seperti Tamansiswa juga memiliki dan menggunakan komputer untuk pembelajaran kejuruan, desain teknik, gambar teknik, dan simulasi (Yudanto et al., 2023), terutama pada mata kuliah di Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin (PVTM) Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa (UST). Mata kuliah Pengujian Material merupakan mata kuliah konsentrasi mesin produksi yang wajib lulus bagi mahasiswa S-1 Program Studi PVTM UST. Capaian pembelajaran pada mata kuliah pengujian material yaitu kemampuan mahasiswa untuk logis, kritis, sistematis dan inovatif terkait dengan materi pengujian bahan sehingga mampu menguji, menginterpretasikan, mendemonstrasikan dan mensimulasikan dengan *bener* dan *pener*. Sebagai salah satu mata kuliah teori sekaligus praktik, maka salah satu metode pembelajaran yang diterapkan yaitu metode simulasi dengan menggunakan *Computer Aided Engineering* (CAE). Pengetahuan terkait sifat dan jenis/golongan logam ataupun non logam menjadi bekal untuk memilah, memilih dan menetapkan material yang akan dipakai untuk membuat sebuah produk *engineering* yang aman, nyaman dan estetik. Dibutuhkan keterampilan pemecahan masalah dan kompetensi digital untuk memilah, memilih dan menetapkan pengujian material menggunakan berbagai jenis *software design* dan *testing*, salah satunya SolidWork. Namun pada mata kuliah terdapat kendala yaitu minimnya hasil belajar dan belum adanya lembar kerja (*jobsheet*) sebagai panduan dan pedoman dalam pembelajaran praktik simulasi.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan *e-jobsheet destructive test* pada mata kuliah pengujian material. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *e-jobsheet destructive test* menggunakan aplikasi Canva dan Heyzine pada mata kuliah pengujian material dan mengetahui kelayakan, praktikalitas, dan efektivitas *e-jobsheet destructive test* pada mata kuliah pengujian material.

## METODE PENELITIAN

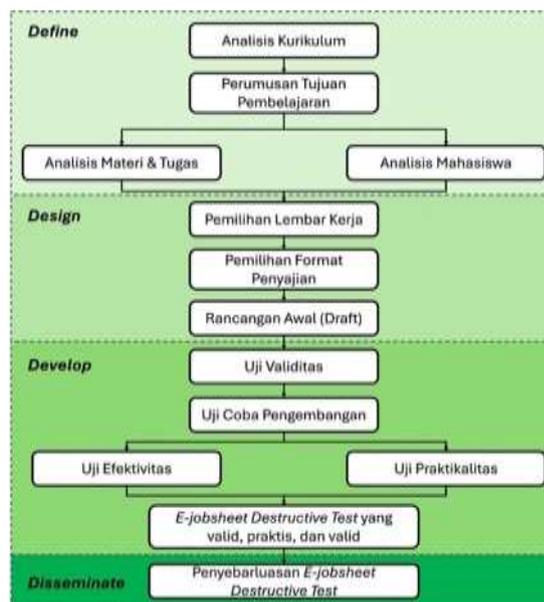
Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Research & Development* (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Development, Disseminate*). Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah e-jobsheet Destructive Test (DT) simulasi pengujian material 3D pada mata kuliah pengujian material untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Penelitian ini dilakukan di Program Studi PVTM UST Yogyakarta di Jl. Batikan UH-III/1043 Yogyakarta. Pengumpulan data primer melalui kuesioner dan observasi. Teknik analisis data dilakukan dengan uji efektivitas dan uji praktikalitas.

### Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin UST angkatan 2020 dan 2021 yang mengambil mata kuliah pengujian material. Waktu penelitian dilakukan selama 12 bulan dari tahun ajaran 2022/2023 sampai 2023/2024. Subjek penelitian berjumlah 36 mahasiswa yang terdiri dari 33 laki-laki dan 3 orang Perempuan dengan rincian 7 mahasiswa untuk uji coba terbatas dan 31 untuk uji coba luas.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dan pengembangan ini dilakukan melalui serangkaian tahapan menggunakan model 4D. Tahapan penelitian dengan model 4D dapat dilihat pada diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur pengembangan *e-jobsheet destructive test* dengan model 4D.

#### 1) Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian (*define*) merupakan tahap analisis kebutuhan yang terdiri dari analisis awal (*frond-end*), analisis peserta didik (*learner*), analisis tugas (*task*), analisis konsep (*concept*), dan perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*). Tahap analisis awal (*frond-end*), yaitu tahap untuk mengidentifikasi dan menentukan permasalahan fundamental yang perlu dihadapi pada proses pembelajaran. Tahap ini dapat membantu untuk memilah, memilah, dan menentukan perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan. Tahap analisis peserta didik (*learner*), yaitu tahap untuk mengidentifikasi

karakteristik peserta didik sebagai subjek penelitian atas pengembangan perangkat pembelajaran. Tahap analisis tugas (*task*), yaitu tahap untuk mengkaji keterampilan yang dibutuhkan dalam mengerjakan tugas agar mencapai kompetensi minimal yang ditetapkan. Tahap analisis konsep (*concept*), yaitu tahap untuk mengidentifikasi konsep dasar dan utama dalam pembelajaran, serta menentukan langkah-langkah yang dilakukan. Tahap perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*), yaitu tahap yang menjadi landasan untuk penyusunan tes dan perancangan perangkat pembelajaran setelah tahap analisis konsep dan tugas.

2) Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan (*design*) terdiri dari penyusunan standar tes (*criterion-referenced test*), pemilihan media (*media selection*), rancangan awal (*initial design*). Standar tes disusun berdasarkan hasil analisis spesifikasi pembelajaran dan peserta didik. Media dipilih berdasarkan relevansi dengan karakteristik materi. Rancangan awal merupakan rancangan produk awal sebelum dilakukan ujicoba.

3) Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan (*develop*) merupakan tahap menghasilkan produk pengembangan. Tahap ini meliputi:

- a) Penilaian oleh ahli (*Expert Appraisal*), tahap untuk mendapatkan saran-saran perbaikan dari hasil pengembangan, kemudian selanjutnya dilakukan revisi. Pengembangan *e-jobsheet* terdiri dari bagian pembuka, isi, dan penutup seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan

Bagian Pembuka	Bagian Isi	Bagian Penutup
Cover depan	Capaian Pembelajaran (CPL)	Profil
Lembar Hak Cipta	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	Penyusun
Daftar Isi	Topik Bahasan	Cover belakang
Daftar Gambar	Tujuan Pembelajaran	
Daftar Tabel	Petunjuk Penggunaan	
	Alat & Bahan	
	Kesehatan & Keselamatan Kerja (K3)	
	Langkah Kerja	
	Gambar Kerja Spesimen	
	Kriteria Penilaian	

Kemudian, kriteria kelayakan *e-jobsheet* yang dinilai oleh ahli dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kelayakan *e-jobsheet*

Skor (%)	Tingkat Validitas	Kategori
81-100	Sangat Valid	Sangat Layak
61-80	Valid	Layak
41-60	Cukup Valid	Tidak Pantas
21-40	Tidak Valid	Tidak Pantas
< 20	Sangat Tidak Valid	Sangat Tidak Pantas

- b) Uji coba (*Developmental Testing*), tahap untuk mengetahui tingkat dan kekuatan efektivitas dari bahan ajar yaitu *e-jobsheet* terhadap kemampuan pemecahan

masalah pengujian bahan dapat menggunakan Normalized Gain (N-Gain) dari selisih nilai pretest dan posttest, serta menggunakan *effect size*. Klasifikasi N-Gain dan *Effect Size* dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Klasifikasi N-Gain

N-Gain	Kategori
$g > 0,70$	Efektivitas Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Efektivitas Sedang
$g < 0,30$	Efektivitas Rendah

Tabel 4. Klasifikasi *Effect Size* (Louis et al., 2018)

Effect Size (ES)	Kategori
$0,00 \leq ES < 0,20$	Efek Lemah
$0,21 \leq ES < 0,50$	Efek Sederhana
$0,51 \leq ES < 1,00$	Efek Moderat
$1,00 \leq ES$	Efek Kuat

#### 4) Tahap Diseminasi (*Disseminate*)

Tahap diseminasi (*disseminate*) merupakan tahap penyebarluasan produk final yang dikemas sedemikian rupa sebagai tahap promosi produk pengembangan sehingga dapat diterima oleh pengguna.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pengembangan *e-jobsheet destructive test* pada mata kuliah pengujian material dijelaskan sebagai berikut.

### 1) Pendefinisian (*define*)

Hasil yang didapatkan pada tahap pendefinisian melalui observasi dan wawancara dosen diperoleh informasi bahwa: (1) proses pembelajaran masih menggunakan metode ceramah sehingga proses pembelajaran belum optimal; (2) masih terbatasnya fasilitas (bahan, peralatan, dan mesin) pengujian material yang memiliki standar uji destruktif; (3) masih terbatasnya bahan ajar dan media pembelajaran menggunakan teknologi yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah ; (4) peserta didik pada mata kuliah pengujian material adalah peserta didik semester 6; (5) peserta didik pada mata kuliah pengujian material cenderung malas dan kurang tertarik menggunakan bahan ajar konvensional (cetak); (6) Kurikulum yang digunakan yaitu Kurikulum berbasis *Outcome Based Education* (OBE); (7) masih lemahnya mahasiswa dalam memvisualkan pengujian material dari gambar teknik dengan menggunakan SolidWorks terbukti dengan pengulangan dan durasi yang lama dalam pembelajaran; (8) terbatasnya literasi mahasiswa karena menggunakan 1 sumber belajar saja yaitu dosen. Dari hasil tersebut, maka diperlukan penguatan dan peningkatan kemampuan pemecahan masalah terkait pengujian material dengan menggunakan produk pengembangan yaitu *e-jobsheet destructive test*.

### 2) Perancangan (*design*)

Hasil yang didapatkan pada tahap perancangan dari tahap sebelumnya yaitu tampilan *e-jobsheet destructive test* seperti apa yang akan dikembangkan. Berikut tampilan *e-jobsheet destructive test* setelah dilakukan perbaikan berdasarkan saran dan masukan

dari para ahli, seperti pada Gambar 2. *E-jobsheet destructive test* dapat diakses pada link [https://bit.ly/EJDT\\_RNI](https://bit.ly/EJDT_RNI).



Gambar 2. Tampilan *e-jobsheet destructive test*.

3) Pengembangan (*develop*)

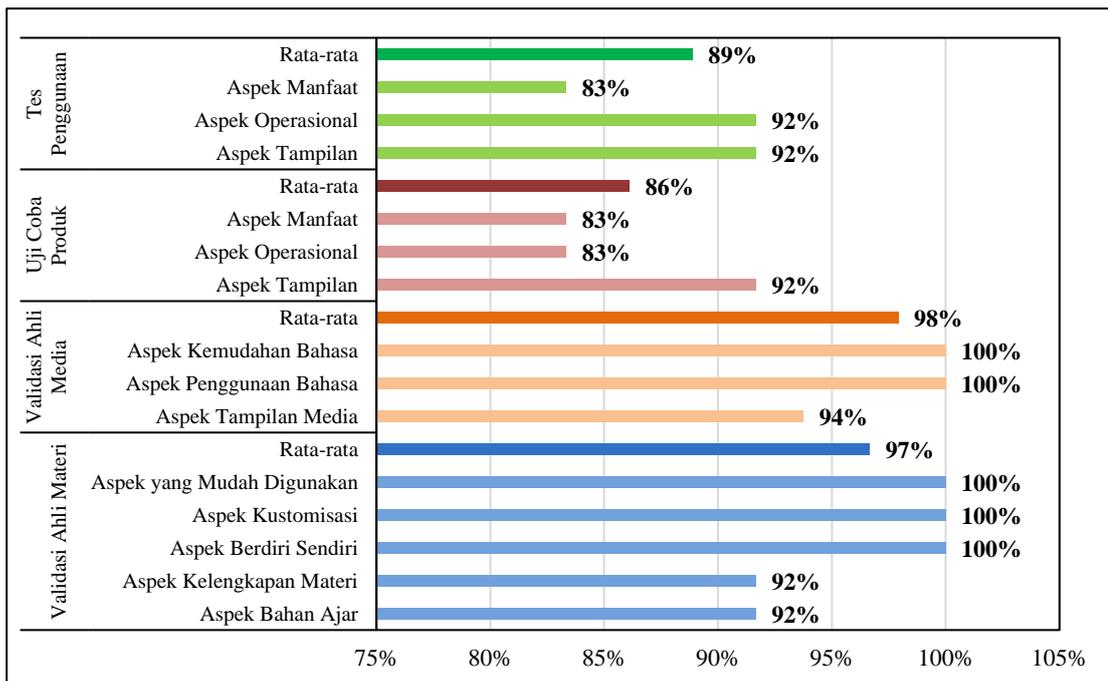
Hasil yang didapatkan pada tahap pengembangan yaitu hasil penilaian oleh ahli, hasil respon pengguna, dan hasil efektivitas *e-jobsheet destructive test*. Penilaian ahli untuk memvalidasi materi dan media, sedangkan uji coba pengembangan digunakan untuk penilaian penggunaan produk awal yang merupakan ulasan dari responden untuk memberikan saran dan masukan terhadap produk *e-jobsheet*. Hasil dari revisi atau penyempurnaan produk dapat dilihat pada Tabel 5, hasil uji kelayakan *e-jobsheet destructive test* serta dan respon pengguna dapat dilihat Gambar 3.

Tabel 5. Ruang Lingkup Materi Revisi Produk *e-jobsheet destructive test*

Masukan	Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
Ahli Materi	Tugas disesuaikan dengan ruang lingkup pengujian destruktif		

Masukan	Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
Ahli Media	Tulisan sesuai EYD, perbaiki kata yang <i>typo</i>		
	Tambahkan nama program studi dan universitas, serta logo universitas pada sampul		

Dari Tabel 5 didapatkan saran dari ahli materi yaitu penyesuaian tugas dengan ruang lingkup pada mata kuliah pengujian material. Sedangkan, saran dari ahli media yaitu penyesuaian dan perbaikan tulisan EYD serta typo, dan penambahan nama program studi serta logo universitas pada sampul.



Gambar 3. Hasil Uji Kelayakan, Uji Coba dan Respon Pengguna

Penilaian ahli materi untuk uji kelayakan dilihat dari aspek kemudahan penggunaan, kustomisasi, berdiri sendiri, kelengkapan materi, dan bahan ajar. Sedangkan penilaian ahli media untuk uji kelayakan dilihat dari aspek kemudahan dan penggunaan bahasa serta tampilan media. Kemudian, untuk uji coba produk serta respon pengguna dilihat dari aspek manfaat, operasional, dan tampilan. Hasil uji kelayakan dari ahli materi, ahli media, dan uji coba penggunaan pada Gambar 3 didapatkan hasil skor kelayakan yaitu nilai validasi ahli materi 97%, validasi ahli

media 98%, uji coba produk 86%, dan uji coba penggunaan 89%. Dari keempat hasil tersebut, *e-jobsheet destructive test* dikategorikan “Sangat Layak” dan telah memenuhi kategori validitas yang telah ditentukan yaitu minimal “Layak”.

Pengukuran efektivitas *e-jobsheet destructive test* menggunakan N-Gain dan Effect Size. Untuk mengetahui tingkat efektivitas dari *e-jobsheet destructive test* pada mata kuliah pengujian bahan maka akan dihitung nilai Normalized Gain (NGain) dari selisih nilai pretest dan posttest. Hasil perhitungan N-Gain dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan *N-Gain*

	Nilai	Kategori
Rerata	0,71	Efektivitas Tinggi
Minimum	0,59	
Maksimum	0,82	

Berdasarkan Tabel 6 diatas terlihat bahwa hasil perhitungan skor N-Gain menunjukkan skor rerata sebesar 0,71 yang termasuk dalam kategori tingkat efektivitas tinggi berdasarkan kriteria efektivitas dari N-Gain.

Selanjutnya untuk dapat mengetahui kekuatan dampak atau pengaruh dari *e-jobsheet destructive test* terhadap kemampuan pemecahan masalah menggunakan *effect size*. Hasil perhitungan *effect size* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan *Effect Size*

Kelas	Rata-rata	Standar Deviasi	SDgab	Effect Size	Kategori
Pre-test	34	6,30	5,57	10.40	Kuat
Post-test	81	4,73			

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai Effect Size sebesar 10.40 maka termasuk dalam kategori sangat besar. Hal ini menunjukkan bahwa *e-jobsheet destructive test* memberikan pengaruh yang kuat terhadap kemampuan pemecahan masalah.

Dengan demikian pengembangan *e-jobsheet destructive test* dapat dilanjutkan ke tahap diseminasi. Sebelum dilakukan sosialisasi atau diseminasi, untuk perbaikan produk dilakukan perbaikan revisi produk berdasarkan saran dan masukan yang diberikan oleh ahli materi dan ahli media.

#### 4) Penyebarluasan (*disseminate*)

Pada tahap penyebaran dilakukan oleh peneliti yaitu dengan menyebarluaskan *e-jobsheet destructive test* ke 36 mahasiswa Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. Penyebaran link *e-jobsheet destructive test* melalui ketua kelas pada mata kuliah pengujian bahan.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan *e-jobsheet destructive test* dapat diambil simpulan sebagai berikut: (1) produk hasil penelitian berupa *e-jobsheet destructive test* dinyatakan sangat layak oleh ahli materi dan media; (2) produk hasil penelitian berupa *e-jobsheet destructive test* dinyatakan praktis oleh pengguna; (3) produk hasil penelitian berupa *e-jobsheet destructive test* dinyatakan memiliki efektivitas tinggi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abaniel, A. (2021). Enhanced Conceptual Understanding, 21st Century Skills And Learning Attitudes Through An Open Inquiry Learning Model In Physics. *Journal of Technology and Science Education*, 11(1). <https://doi.org/10.3926/jotse.1004>
- Fadli, A., & Susilowati, S. T. (2023). The Effectiveness of Problem-Based Learning with The Simulation Learning Methods Online Physiotherapy: Systematic Review. *Jurnal Pendidikan Kedokteran Indonesia: The Indonesian Journal of Medical Education*, 12(1). <https://doi.org/10.22146/jpki.60525>
- Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H., & Al Muhdhar, M. H. I. (2020). The effects of integrated problem-based learning, predict, observe, explain on problem-solving skills and self-efficacy. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2020(85). <https://doi.org/10.14689/ejer.2020.85.3>
- Inderanata, R. N., & Sukardi, T. (2023). Investigation study of integrated vocational guidance on work readiness of mechanical engineering vocational school students. *Heliyon*, 9(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13333>
- Inderanata, R. N., Sukardi, T., Sudira, P., Purwaningsih, T., & Priyanto, S. (2023). Technology integration in mechanical engineering vocational education: Engineering mathematics and engineering physics. *AIP Conference Proceedings*, 2720. <https://doi.org/10.1063/5.0136865>
- Louis, C., Lawrence, M., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education*. In Taylor & Francis Group (8th Edition). New York: Routledge.
- Mahanal, S., Zubaidah, S., Setiawan, D., Maghfiroh, H., & Muhaimin, F. G. (2022). Empowering College Students' Problem-Solving Skills through RICOSRE. *Education Sciences*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/educsci12030196>
- Mindarta, E. K., Irdianto, W., Kusuma, F. I., Putra, A. B. N. R., & Ihwanudin, M. (2018). The Effectiveness of Using E-Jobsheet in Teaching Machine Control System Practice. *Erudio Journal of Educational Innovation*, 5(2). <https://doi.org/10.18551/erudio.5-2.9>
- Muhamad, M., & Seng, G. H. (2022). Issues in the Implementation of 21st Century Learning Skills in Malaysian ESL Classrooms. *Asian Journal of University Education*, 18(4). <https://doi.org/10.24191/ajue.v18i4.20040>
- Sakti, A. (2023). Meningkatkan Pembelajaran Melalui Teknologi Digital. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik (JUPRIT)*, 2(2).
- Sari, Y. I., Sumarmi, Utomo, D. H., & Astina, I. K. (2021). The Effect of Problem Based Learning on Problem Solving and Scientific Writing Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2). <https://doi.org/10.29333/iji.2021.1422a>

Sillat, L. H., Tammets, K., & Laanpere, M. (2021). Digital competence assessment methods in higher education: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/educsci11080402>

Yudanto, F. D., Inderanata, R. N., Johan, A. B., & Setuju, S. (2023). Numerical study optimization design of CPU cooling system analysis using CFD method. *Applied Engineering and Technology*, 2(3), 241–253. <https://doi.org/10.31763/aet.v2i3.1207>