

## PENGEMBANGAN SIMULASI VIRTUAL MESIN SIZING SEBAGAI ALTERNATIF METODE PEMBELAJARAN PRAKTIKUM TEKNOLOGI PERSIAPAN PERTENUNAN

Verawati Nurazizah<sup>1\*</sup>, Andrian Wijayono<sup>2</sup>, Fahmi Fawzy Rusman<sup>3</sup>, Nurfadilah Ikhsani<sup>4</sup>,  
Reski Alya Pradifita<sup>5</sup>, Wilda Murti<sup>6</sup>

<sup>1\*,2</sup> Program Studi Teknik Pembuatan Kain Tenun, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil  
Surakarta, Jl. Ki Hajar Dewantara, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah 57126

<sup>3,4</sup> Program Studi Teknik Pembuatan Benang, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil  
Surakarta, Jl. Ki Hajar Dewantara, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah 57126

<sup>5,6</sup> Program Studi Teknik Pembuatan Garmen, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil  
Surakarta, Jl. Ki Hajar Dewantara, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah 57126, \*Penulis Koresponden

e-mail: <sup>1\*</sup>verawatinurazizah@kemenperin.go.id, <sup>2</sup>andrianw@kemenperin.go.id,

<sup>3</sup>fahmirusman@kemenperin.go.id, <sup>4</sup>nurfadilahikhsani@kemenperin.go.id,

<sup>5</sup>reskialyap@kemenperin.go.id, <sup>6</sup>wmurti@ak-tekstilsolo.ac.id

### ABSTRACT

*This study has developed a virtual simulation of a sizing machine as an alternative approach for practical learning in weaving preparation technology. This simulation was created by emulating the interface and functionalities of an industrial sizing machine. This study applies the five-stage Research and Development (R&D) ADDIE model developed by Robert Maribe Branch in 2009. The first stage is analysis, then design, development, implementation, and evaluation. The design and development method of this simulation employs graphic design applications CorelDraw, Adobe Illustrator, and Animate CC for component production, user interface assembly, encoding, movie testing, and publication. A Likert scale questionnaire with a 1–5 scale is used to evaluate the user experience and determine whether the simulation content is adequate. Using the validity and practicality criteria, the percentage value is then calculated from the entire score. According to the study's findings, the simulation sizing machine's concept and operation were given a 100% validity percentage with a very valid category, and the degree of fit between the simulation's features and the industry-standard sizing machine was given a 90% validity percentage with a very valid category. Additionally, with a percentage of 79.45%, the user evaluation results of the virtual simulation of the sizing machine indicated that this program was feasible to use. It is possible to employ the produced virtual simulation of the size machine as an alternate approach to hands-on learning in weaving preparation.*

**Keywords:** learning model, sizing machine, virtual simulation, weaving preparation technology

### INTISARI

Pada penelitian ini telah dikembangkan simulasi virtual mesin sizing sebagai alternatif metode pembelajaran praktikum pada teknologi persiapan pertenenan. Simulasi ini dikembangkan dengan mereplikasi antarmuka dan fungsi mesin sizing yang digunakan di industri. Penelitian ini menerapkan model lima tahap Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) ADDIE yang dikembangkan oleh Robert Maribe Branch pada tahun 2009. Tahap pertama adalah analisis, kemudian perancangan (*design*), pengembangan (*development*), penerapan (*implementation*) dan pengujian (*evaluation*). Proses perancangan dan pengembangan simulasi ini menggunakan aplikasi desain grafis CorelDraw, Adobe Illustrator dan Animate CC untuk pembuatan komponen, penyusunan *user interface*, *encoding*, *movie test* dan *publishing*. Validasi kesesuaian konten simulasi dan evaluasi pengalaman pengguna berupa angket penilaian dengan skala likert menggunakan skala 1-5. Total skor yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan nilai persentase dengan menggunakan kriteria validitas dan kepraktisan. Berdasarkan hasil penelitian secara konsep dan prinsip kerja mesin sizing simulasi ini mendapatkan persentase validitas 100% dengan kategori sangat valid dan tingkat kesesuaian fitur di dalam simulasi dengan mesin sizing yang digunakan di industri mendapat persentase 90% dengan kategori sangat valid. Selain itu hasil evaluasi pengguna terhadap simulasi virtual mesin sizing menyatakan bahwa aplikasi ini praktis untuk dioperasikan dengan persentase 79,45%. Dapat disimpulkan bahwa simulasi virtual mesin sizing yang dikembangkan layak untuk digunakan sebagai alternatif metode pembelajaran praktikum pada teknologi persiapan pertenenan.

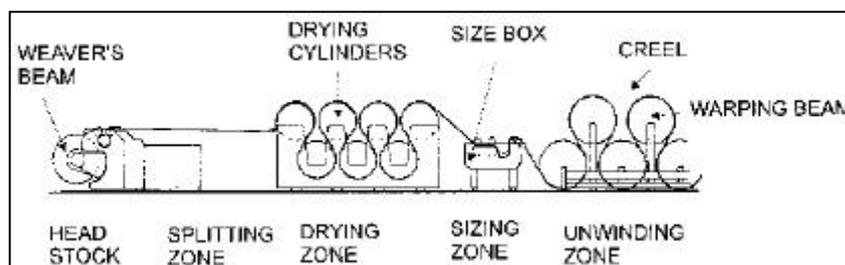
**Kata kunci:** mesin sizing, metode pembelajaran, simulasi virtual, teknologi persiapan pertenenan

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan informasi pada era revolusi industri 4.0 yang sangat cepat telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor untuk memudahkan pekerjaan bahkan dapat menggantikan beberapa pekerjaan yang

dilakukan oleh manusia. Salah satunya adalah perkembangan teknologi dalam bidang pendidikan yang memberikan peluang untuk meningkatkan kualitas pembelajaran pada berbagai disiplin ilmu, khususnya pembelajaran praktikum pada pendidikan teknik dan manufaktur yang membutuhkan akses terhadap peralatan dan mesin yang terbatas karena biaya operasional tinggi. Kegiatan pembelajaran praktikum, khususnya pada perguruan tinggi vokasi sangat penting untuk meningkatkan keterampilan kerja dan kepercayaan diri karena memungkinkan mahasiswa untuk terlibat langsung dengan kondisi nyata di industri (Chen, 2024; Fania dkk., 2024; Wei, 2024; Yusof dkk., 2024).

Pada proses pembelajaran praktikum teknologi persiapan pertenunan, mesin sizing berperan sangat penting untuk mengoptimalkan kekuatan benang lusi sebelum proses pertenunan. Proses pada mesin sizing merupakan proses melapisi benang lusi dengan larutan kanji untuk meningkatkan kekuatan benang, menidurkan bulu pada permukaan benang dan mengurangi gesekan antar benang pada proses pertenunan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses pertenunan dan menghasilkan kain yang lebih baik (Ahmed dkk., 2021; HAKAN, 2018; Kabir & Haque, 2022). Mesin sizing terdiri dari beberapa bagian, yaitu *creels*, *size box*, *drying cylinders*, *bust rods*, *head stock* dan instrument control sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber gambar: (Goswami dkk., 2004)

**Gambar 1.** Skema Pengoperasian Mesin Sizing

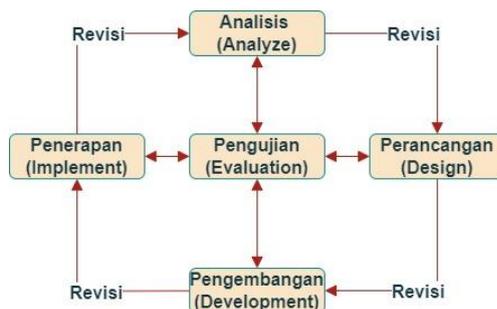
Praktikum pengoperasian mesin sizing tidak dapat dilakukan secara langsung karena keterbatasan biaya perawatan mesin dan resiko kerusakan serta kecelakaan kerja yang tinggi apabila digunakan oleh pengguna yang belum berpengalaman. Pengembangan simulasi virtual dapat menjadi solusi inovatif yang memungkinkan mahasiswa dapat mempelajari pengoperasian mesin sizing dalam lingkungan yang aman dan terkendali. Lingkungan virtual memungkinkan praktikum berulang tanpa resiko yang terkait dengan peralatan dan mesin yang nyata (Park dkk., 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan simulasi berbasis teknologi dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa serta dapat menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik karena keterlibatan mahasiswa dalam skenario nyata ((Alqurafi dkk., 2023; de Giorgio dkk., 2023; Detyana dkk., 2023; Kaldaras dkk., 2024; Richa Agarwal dkk., 2024; Wiana & Ruhidawati, 2020)). Mahasiswa berkesempatan untuk memahami alur kerja mesin, mencoba berbagai skenario pengoperasian mesin dan belajar menyelesaikan masalah yang muncul pada saat pengoperasian mesin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan simulasi virtual mesin sizing sebagai alternatif metode pembelajaran praktikum pada teknologi persiapan pertenunan. Simulasi ini dikembangkan dengan mereplikasi antarmuka dan fungsi mesin sizing yang digunakan di industri.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan model lima tahap Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) ADDIE yang dikembangkan oleh Robert Maribe Branch pada tahun 2009. Tahap pertama adalah analisis, kemudian perancangan (*design*), pengembangan (*development*), penerapan (*implementation*) dan tahap terakhir adalah pengujian (*evaluation*). Berikut adalah diagram alur penelitian model ADDIE.



**Gambar 2.** Alur Penelitian ADDIE

- a. Analisis  
Analisis dilakukan terhadap kebutuhan pembelajaran mahasiswa dengan memberikan kuesioner evaluasi model pembelajaran yang telah berlangsung, melakukan studi pendahuluan dan evaluasi model pembelajaran pada mata kuliah Praktikum Teknologi Persiapan Pertemuan 2, khususnya pada sub materi pengoperasian Mesin Sizing.
- b. Perancangan (*Design*)  
Membuat rancangan simulasi virtual mesin sizing dengan menyusun konsep simulasi, membuat diagram alir, membuat skenario simulasi dan membuat komponen menu.
- c. Pengembangan (*Development*)  
Mengelompokkan komponen berdasarkan fungsi, mengatur tata letak dan layout menu kemudian mengintegrasikan komponen dalam satu tampilan menu menggunakan Adobe Illustrator. Selanjutnya dilakukan penghubungan antar menu dan pembuatan animasi ikon/tombol menggunakan Animate CC.
- d. Penerapan (*Implement*)  
Melakukan validasi kesesuaian konten simulasi kepada dosen program studi dan praktisi industri serta uji coba penggunaan simulasi kepada mahasiswa. Lembar validasi berupa angket penilaian dengan skala likert menggunakan skala 1-5 pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Skala Likert Lembar Validasi

Skor	Evaluasi
1	Sangat tidak baik
2	Tidak baik
3	Cukup Baik
4	Baik
5	Sangat Baik

Total skor yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan nilai persentase dengan menggunakan kriteria validitas pada Tabel 2. Simulasi virtual mesin sizing dinyatakan valid jika persentasenya lebih besar dari 61%, menggunakan rumus:

$$Persentase = \frac{\text{jumlah hasil skor}}{\text{kriteria skor}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

**Tabel 2.** Interpretasi Kriteria Validitas Simulasi Virtual

Persentase (%)	Kriteria
0-20	Sangat Kurang Valid
21-40	Kurang Valid
41-60	Cukup Valid
61-80	Valid
81-100	Sangat Valid

- e. Pengujian (*Evaluation*)  
Melakukan evaluasi dan umpan balik terhadap mahasiswa sebagai pengguna untuk mengetahui kepraktisan simulasi virtual mesin sizing yang dikembangkan. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah kuesioner dengan menggunakan skala likert dengan perhitungan dan kriteria pada Tabel 3.

$$Persentase = \frac{\text{jumlah hasil skor}}{\text{kriteria skor}} \times 100\%$$

**Tabel 3.** Interpretasi Kriteria Kepraktisan Simulasi Virtual

Persentase (%)	Kriteria
0-20	Sangat Kurang Praktis
21-40	Kurang Praktis
41-60	Cukup Praktis
61-80	Praktis
81-100	Sangat Praktis

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengembangan simulasi virtual mesin sizing menggunakan model penelitian ADDIE adalah sebagai berikut.

Tahap pertama yang dilakukan dalam prose pengembangan simulasi virtual mesin sizing adalah mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran mahasiswa dengan memberikan kuesioner evaluasi terhadap 43 orang mahasiswa. Hasil evaluasi yang dilakukan menyatakan bahwa pembelajaran sebelumnya kurang efektif dalam membantu mahasiswa memahami mesin sizing. Kemudian dari segi kebutuhan terhadap simulasi virtual mesin sizing dinilai sangat penting oleh mahasiswa, dengan fitur-fitur yang diharapkan diantaranya menggambarkan simulasi kondisi nyata di industry, interaktif dan mudah dipahami, memiliki panduan pengoperasian *step by step*, dan *troubleshooting*. Selanjutnya mempelajari dan menganalisa alur menu pada mesin sizing yang digunakan di industri.

Tahap selanjutnya adalah proses perancangan (*design*) yang meliputi pembuatan desain simulasi secara keseluruhan yaitu penyusunan konsep simulasi dengan mereplikasi seluruhnya menu operasi yang terdapat pada mesin sizing. Kemudian membuat diagram alir menu dan skenario simulasi pada mesin sizing. Selanjutnya adalah pembuatan komponen menu berupa icon, tombol, gambar dan layar dari setiap menu yang terdapat pada mesin sizing menggunakan aplikasi desain grafis. CorelDraw digunakan dalam desain grafis vector untuk membuat ikon dan tombol yang dapat disesuaikan skala ukurannya tanpa mengubah kualitas gambar (Yulia dkk., 2024).

Tahap ketiga dari penelitian ini adalah tahap pengembangan (*development*) yang meliputi pengembangan *user interface*, *encoding*, *movie test* dan *publishing*. Berikut adalah hasil pengembangan *User Interface*:

a. Homepage

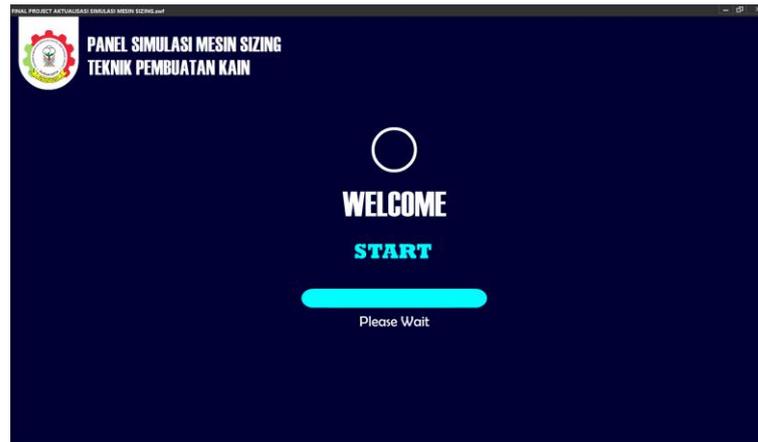
Halaman awal menampilkan identitas simulasi, ucapan selamat datang dan tombol START untuk mulai menjalankan simulasi, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3.

b. Monitor

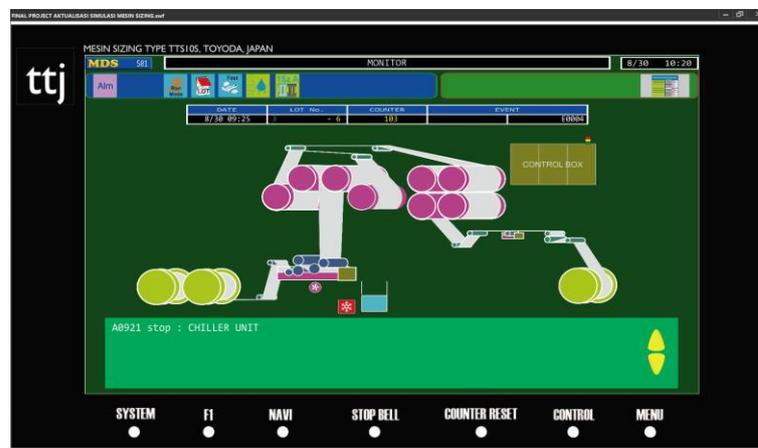
Monitor merupakan tampilan layar standby ketika mesin sizing dalam kondisi dinyalakan, baik pada data mesin *running* maupun *idle*. Pada panel display, terdapat beberapa bagian yaitu tombol fungsi pada bagian bawah panel dan layar monitor. Pada saat panel display menampilkan fungsi monitor akan muncul tampilan sebagaimana terlihat pada Gambar 4. Layar monitor menampilkan beberapa informasi, diantaranya mode kecepatan mesin, mode penggunaan *size box*, *shortcut drive condition*, *shortcut* lot proses dan informasi kejadian pada saat proses sizing berlangsung.

c. Main Menu

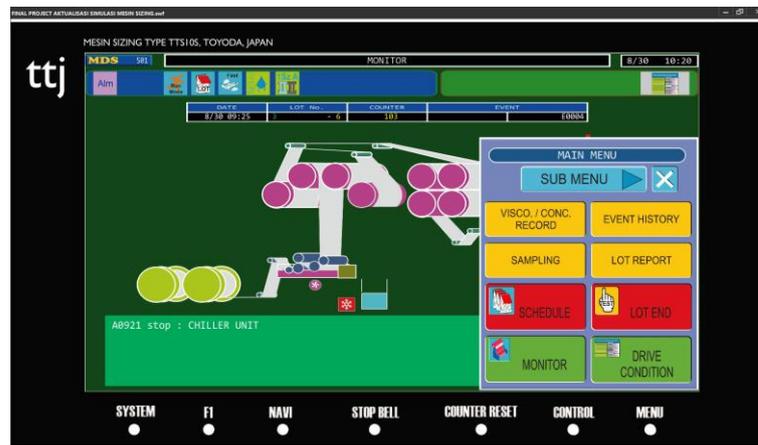
Pada saat menekan tombol menu, maka akan muncul pilihan main menu yang menampilkan tombol-tombol fitur pada mesin sizing sebagaimana terlihat pada Gambar 5. Fitur yang terdapat pada main menu diantaranya adalah rekaman konsentrasi atau viskositas larutan sizing, riwayat kejadian selama proses sizing, riwayat *sample* yang pernah diproses, laporan lot proses yang sedang berlangsung maupun yang telah selesai, jadwal proses sizing, pengujian lot end, monitor dan kondisi proses.



Gambar 3. Homepage



Gambar 4. Monitor



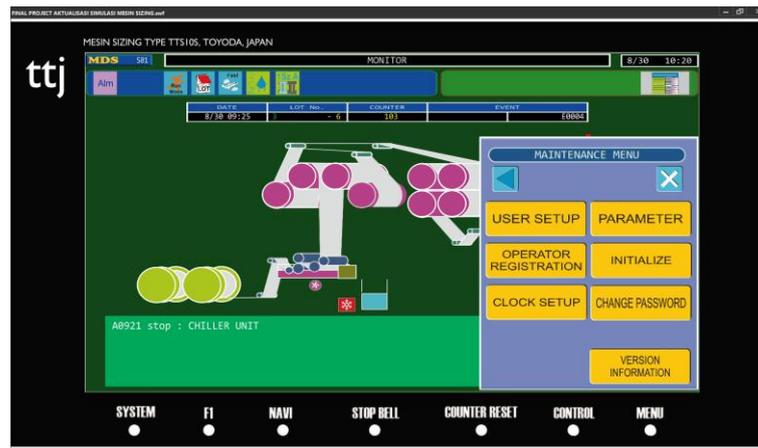
Gambar 5. Main Menu

d. Maintenance Menu

Maintenance menu merupakan sub bagian dari tombol menu yang menampilkan beberapa fitur untuk proses perawatan mesin seperti pengaturan pengguna, parameter mesin, pendaftaran operator pada mesin, pengaturan waktu, pengaturan konfigurasi mesin, perubahan password dan informasi versi *software* mesin.

e. Control

Fitur control (Gambar 7) merupakan fitur yang digunakan untuk mengendalikan proses mesin dan beberapa bagian mesin. Diantaranya adalah mode pengoperasian yang memiliki dua pilihan yakni, *arrange* untuk persiapan proses sizing pada saat pergantian proses dan *run* untuk mengoperasikan mesin. Kemudian *waxing* mode yang terdiri dari tiga pilihan yakni, *oil*, *off* dan *wax*. Selanjutnya terdapat pengendalian *hood fan*, *moisture control*, *size circulation* dan *beams control*



Gambar 6. Maintenance Menu



Gambar 7. Control

Pada pengembangan *Encoding*, objek yang berupa icon dan tombol atau movie clip yang telah dibuat pada tampilan *interface* diberikan *ActionScript* pada *Animate CC* sehingga dapat menjalankan fungsi yang sesuai dengan skenario. Pemberian *ActionScript* dilakukan pada beberapa tombol untuk berpindah frame atau berpindah scene, sehingga dapat menciptakan animasi interaktif dan dinamis pada media simulasi. Kemudian setelah proses *encoding* selesai dilakukan *MovieTest* pada *Animate CC* yang akan menghasilkan file animasi dengan ekstensi *swf*. *MovieTest* dilakukan untuk melihat apakah fungsi *ActionScript* yang diberikan pada objek telah berjalan dengan baik atau tidak. Jika terdapat *ActionScript* yang tidak sesuai atau error, maka dilakukan perbaikan pada *encoding* atau pada objek *interface* hingga didapatkan fungsi yang sesuai. Tahapan terakhir dari proses pengembangan adalah *publishing*. Pada tahap ini file simulasi yang memiliki ekstensi *swf* dikemas kedalam installer agar memudahkan proses instalasi media simulasi virtual mesin sizing pada komputer lain. Tahapan keempat, penerapan (*implement*) yakni melakukan validasi konten simulasi kepada dosen pengampu dan praktisi industri.

Tabel 4. Hasil Validasi Konten Simulasi oleh Dosen

No	Validitas	Persentase	Kategori
1	Tampilan antarmuka simulasi mempermudah proses pembelajaran	100%	Sangat Valid
2	Simulasi ini menjelaskan konsep dan prinsip kerja mesin sizing	100%	Sangat Valid
3	Simulasi ini efektif dalam membantu mahasiswa memahami alur kerja mesin sizing.	83,3%	Sangat Valid

Tabel 5. Hasil Validasi Konten Simulasi oleh Praktisi Industri

No	Validitas	Persentase	Kategori
1	Simulasi ini menggambarkan fitur dan alur kerja mesin sizing di industri dengan akurat	90%	Sangat Valid
2	Tingkat kesesuaian fitur di dalam simulasi	90%	Sangat Valid

3	dengan mesin sizing yang digunakan di industri Potensi peningkatan efisiensi pelatihan operasional mesin sizing di industri.	100%	Sangat Valid
---	--	------	--------------

Berdasarkan data pada Tabel 4 dan 5 tersebut terlihat bahwa hasil validasi oleh dosen maupun praktisi industri seluruhnya mendapatkan kriteria sangat valid, sehingga simulasi virtual mesin sizing ini dapat dijadikan media pembelajaran alternatif yang relevan.

Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah evaluasi dan umpan balik dari pengguna. Hasil evaluasi dari pengguna terlihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Evaluasi Pengguna

No	Aspek	Persentase	Kategori
1	Kemudahan penggunaan	76,67%	Praktis
2	Peningkatan pemahaman	81,11%	Sangat Praktis
3	Ketertarikan mahasiswa	80%	Praktis
4	Realitas simulasi	80%	Praktis
	Rata-rata	79,45%	Praktis

Berdasarkan data hasil evaluasi pengguna terhadap simulasi virtual mesin sizing, pada aspek kemudahan penggunaan diperoleh persentase sebesar 76,67% termasuk dalam kategori praktis sehingga dapat dikatakan bahwa simulasi virtual mesin sizing mudah digunakan. Pada aspek peningkatan pemahaman diperoleh persentase sebesar 81,11% dengan kategori sangat praktis, sehingga dapat dikatakan bahwa simulasi virtual mesin sizing ini berhasil meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap cara kerja mesin sizing dan tahapan-tahapan pada proses sizing. Pada aspek ketertarikan mahasiswa, didapatkan persentase 80% dengan kategori praktis, dapat dikatakan bahwa mahasiswa memiliki ketertarikan terhadap penggunaan simulasi virtual mesin sizing yang telah dikembangkan. Ketertarikan mahasiswa meningkatkan hasil belajar dengan adanya gambar, animasi dan simulasi yang menggambarkan kondisi nyata. Pada aspek realitas simulasi didapatkan persentase 80% dengan kategori praktis, yang mengindikasikan bahwa pengalaman belajar mahasiswa pada saat menggunakan simulasi virtual mesin sizing benar-benar terasa nyata.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa simulasi virtual mesin sizing yang dikembangkan layak untuk digunakan sebagai alternatif metode pembelajaran praktikum pada teknologi persiapan pertununan. Kesimpulan diperoleh berdasarkan syarat kelayakan yang telah dipenuhi, yaitu simulasi ini menjelaskan konsep dan prinsip kerja mesin sizing mendapatkan persentase validitas 100% dengan kategori sangat valid dari dosen program studi dan tingkat kesesuaian fitur di dalam simulasi dengan mesin sizing yang digunakan di industri mendapat persentase 90% dengan kategori sangat valid. Selain itu hasil evaluasi pengguna terhadap simulasi virtual mesin sizing menyatakan bahwa aplikasi ini praktis untuk dioperasikan dengan persentase 79,45% pada kategori praktis.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian dan pengembangan simulasi virtual mesin sizing ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, T., Mia, R., Ishraque Toki, G. F., Jahan, J., Hasan, M. M., Saleh Tasin, M. A., Farsee, M. S., & Ahmed, S. (2021). Evaluation of sizing parameters on cotton using the modified sizing agent. *Cleaner Engineering and Technology*, 5, 100320. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100320>
- Alqurafi, M., Maqsood, E., & Alsaggaf, W. (2023). *Effectiveness of a Virtual Laboratory to Develop the Skills of Identifying Fiber Type Using Chemical Methods* 39 *Effectiveness of a Virtual Laboratory to Develop the Skills of Identifying Fiber Type Using Chemical Methods*. <https://doi.org/10.4197/Comp.12-2.4>
- Chen, X. (2024). Effectiveness of Practical Teaching Participation for Improving the Students' Employability. *International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews*, 4(3), 475–490. <https://doi.org/10.60027/ijssr.2024.4276>
- de Giorgio, A., Monetti, F. M., Maffei, A., Romero, M., & Wang, L. (2023). Adopting extended reality? A systematic review of manufacturing training and teaching applications. *Journal of Manufacturing Systems*, 71, 645–663. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.10.016>
- Detyna, M., Granelli, F., & Betts, T. (2023). Exploring the Effect of a Collaborative Problem-Based Learning Simulation Within a Technology-Enhanced Learning Environment on Tutor Perceptions and Student Learning Outcomes. *Journal of Education and Training Studies*, 12(1), 53.

- <https://doi.org/10.11114/jets.v12i1.6499>
- Fania, M., Iriani, T., & Arthur, R. (2024). IMPROVING VOCATIONAL STUDENT COMPETENCIES THROUGH INDUSTRIAL CLASS-BASED EXPERIENTIAL LEARNING. *Jurnal PenSil*, 13(1), 120–129. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v13i1.38151>
- Goswami, B. C. ., Anandjiwala, R. D. ., & Hall, D. M. . (2004). *Textile sizing*. Marcel Dekker.
- HAKAN, Ö. (2018). Effects of sizing and yarn structural properties on the physical properties of combed and carded cotton ring yarns. *Industria Textila*, 69(02), 81–86. <https://doi.org/10.35530/IT.069.02.1329>
- Kabir, S. M. F., & Haque, S. (2022). A Mini Review on the Innovations in Sizing of Cotton. *Journal of Natural Fibers*, 19(13), 6993–7007. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1941486>
- Kaldaras, L., Wang, K. D., Nardo, J. E., Price, A., Perkins, K., Wieman, C., & Salehi, S. (2024). Employing technology-enhanced feedback and scaffolding to support the development of deep science understanding using computer simulations. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00490-7>
- Park, J., Islam, R., King, C., Jiang, L., Peng, X., & Yalvac, B. (2024). Work in Progress: Virtual Reality for Manufacturing Equipment Training for Future Workforce Development. *2023 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--44397>
- Richa Agarwal, Poornima U Kotehal, Sagar Bhadange, & Pritesh Shukla. (2024). Role of Simulation-Based Learning in Skill Development of Students: An Empirical Study in Context of ICT-Driven Education World. *Journal of Informatics Education and Research*. <https://doi.org/10.52783/jier.v4i2.1117>
- Wei, H. (2024). The impact of strengthening practical teaching in vocational education on improving students' employability. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-2323>
- Wiana, W., & Ruhidawati, C. (2020). The Development of Virtual Textile Chemistry Laboratory in Learning Making Cellulose-Based Regeneration Fibers Based on Learning Paradigms in the Industrial Revolution 4.0 Era. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24, 2020. <http://textfiber.blogspot.com/p/viscose>.
- Yulia, Y., Arnomo, S. A., & Karnadi, V. (2024). PELATIHAN DESAIN GRAFIS BERBASIS VECTOR DAN BITMAP MENGGUNAKAN APLIKASI CORELDRAW DI SMK NASIONAL PADANG. *PUAN INDONESIA*, 5(2), 405–410. <https://doi.org/10.37296/jpi.v5i2.194>
- Yusof, R., James, S., Ng, J. Q., Roslan, N. Bin, Ng, S. L., Sathiaselan, N. A., Qureshi, Mohd. S., & Kee, D. M. H. (2024). Assessing the Influence of Practical Training on Perceived Employability Among Public University Students in Malaysia. *Asian Pacific Journal of Management and Education*, 7(2), 43–57. <https://doi.org/10.32535/apjme.v7i2.3014>