



PERANCANGAN ANTARMUKA DENGAN METODE USER CENTERED DESIGN DAN PRINSIP WCAG 2.2 PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA KELAS 2 (STUDI KASUS: SLB-B NEGERI KARYA MULIA SURABAYA)

Siti Nur Hamidah¹⁾, Berlian Maulidya Izzati²⁾

¹⁾ Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
Email: siti.22116@mhs.unesa.ac.id

²⁾ Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
Email: berlianizzati@unesa.ac.id

Abstract

This research is motivated by the challenges faced by 2nd-grade deaf students at SLB-B Negeri Karya Mulia Surabaya in understanding basic mathematical concepts due to abstract verbal explanations. Their reliance on visual information processing highlights the need for a digital educational platform specifically designed to suit their cognitive abilities. The purpose of this study is to design an accessible and inclusive user interface (UI) for a mathematics educational website. The design approach applies the User Centered Design (UCD) method to focus on the user, while adhering to the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2 standards. In this document, the research scope is limited from the problem identification stage to the preliminary design, or wireframe, stage. Data collection was conducted through observations and interviews with educators to map the characteristics and user requirements of the deaf students. Based on this identification, a design solution was developed in the form of wireframes, which prioritize visual information delivery using colors, interactive icons, and text, without the use of audio elements. The wireframe output includes interface designs for the Login, Home, Material, Quiz, Quiz Results, and Profile pages, which are intended to serve as the foundation for subsequent system prototype development.

Keywords: Interface; Deaf; User Centered Design; WCAG 2.2.

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tantangan yang dihadapi siswa tunarungu kelas 2 di SLB-B Negeri Karya Mulia Surabaya dalam memahami konsep matematika dasar akibat penjelasan yang bersifat abstrak. Ketergantungan siswa pada pemrosesan informasi visual memunculkan kebutuhan akan sebuah platform edukasi digital yang dirancang spesifik sesuai dengan kemampuan kognitif mereka. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang antarmuka pengguna (User Interface) pada website edukasi matematika yang aksesibel dan inklusif. Pendekatan perancangan menerapkan metode User Centered Design (UCD) agar berfokus pada pengguna, dengan merujuk pada standar tata pedoman Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2. Pada dokumen ini, batasan penelitian berfokus dari tahap identifikasi masalah hingga tahapan rancangan kasar atau wireframe. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan pendidik untuk memetakan karakteristik serta kebutuhan (user requirements) siswa tunarungu. Berdasarkan identifikasi tersebut, dirancanglah sebuah solusi desain berupa wireframe yang memprioritaskan penyampaian informasi secara visual menggunakan warna, ikon interaktif, dan teks, tanpa menggunakan elemen suara audio. Hasil luaran wireframe mencakup rancangan antarmuka untuk halaman Login, Beranda, Materi, Kuis, Hasil Kuis, dan Profil, yang selanjutnya ditujukan sebagai fondasi dalam pengembangan prototipe sistem.

Keywords: Antarmuka; Tunarungu; User Centered Design; WCAG 2.2.



PENDAHULUAN

Keberadaan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) telah menjadi hal lumrah dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang pendidikan, sehingga muncul teknologi pendidikan yang bertujuan menunjang proses pembelajaran (Setiyadi, 2023). Seiring berkembangnya teknologi, platform media pembelajaran yang aksesibel memainkan peran penting dalam menghilangkan hambatan belajar bagi penyandang disabilitas (Berigel et al., 2024), khususnya siswa tunarungu yang bergantung pada penerjemah bahasa isyarat serta teknologi pendukung untuk memahami instruksi dan mengakses materi pembelajaran (Alshawabkeh et al., 2021). Penelitian Niksiar et al., (2025) menunjukkan bahwa e-learning bagi siswa tunarungu menerapkan prinsip autentik serta integrasi bahasa isyarat dan penggunaan multimodal visual, seperti teks, ikon, warna, video, dan gambar ilustratif. Integrasi tersebut dapat meningkatkan kepuasan dan motivasi belajar.

Bagi siswa tunarungu, mempelajari matematika menjadi hal yang sulit karena matematika sering diajarkan melalui penjelasan lisan dan penalaran abstrak (Amiyani et al., 2025). Menurut Afra Fadhila et al., (2023), tantangan yang dihadapi antara lain kesulitan dalam memilih pendekatan pembelajaran dan mengolah materi dengan tingkat kemampuan berbeda. Hasil penelitian Tanridiler, (2024) menunjukkan bahwa bahan ajar visual seperti group tables, lembar kerja, dan teks informatif membantu siswa tunarungu memahami konsep matematika, sehingga guru disarankan menyiapkan bahan ajar sesuai tingkat bahasa dan pengetahuan siswa, menggunakan model konkret, serta memberikan kesempatan berdiskusi dan berlatih mandiri dengan pendampingan guru. Di sisi lain, hambatan utama siswa tunarungu tidak hanya berasal dari keterbatasan media, tetapi juga dari keterbatasan menerima informasi berbasis suara yang menyebabkan tantangan memahami konsep abstrak (Fatwa & Muslim, 2025), ditambah hambatan kognitif dan perseptual seperti gangguan memori kerja, kesulitan konsentrasi, dan kecepatan pemrosesan lebih lambat (Bashir et al., 2024).

Penelitian Wei et al., (2023) mengeksplorasi efek isyarat visual pada kinerja siswa, di mana Pasetto et al., (2020) menambahkan bahwa pengaruh petunjuk visual lebih kuat pada individu tunarungu dibandingkan individu yang dapat mendengar. Oleh karena itu, pemilihan warna pada ikon perlu diperhatikan dengan cermat karena kombinasi warna yang tepat meningkatkan efektivitas pencarian visual, memperjelas informasi, serta mendukung interaksi pengguna yang efisien (Yang et al., 2024). Hal ini selaras dengan *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) yang dikembangkan W3C dengan empat prinsip: Perceivable, Operable, Understandable, dan Robust. Penelitian Nurhady & Hadi Putra, (2025) mengevaluasi aksesibilitas Platform Merdeka Mengajar dengan standar WCAG 2.2 dan menemukan 450 isu aksesibilitas pada 94 halaman. Seperti dijelaskan Al-Sa'di & McPhee, (2021), penerapan *User-Centered Design* (UCD) memungkinkan

perancang antarmuka aplikasi pendidikan meningkatkan keterlibatan, motivasi, serta kinerja siswa.

Penelitian Zamakhsyari et al., (2022) menunjukkan pendekatan UCD terbukti efektif meningkatkan efektivitas penggunaan aplikasi sebesar 87,15%, efisiensi desain antarmuka 80,05%, serta kepuasan pengguna hingga 71,18%. Penelitian Zainuddin et al., (2022) menerapkan usability testing melalui tanya-jawab dengan pendampingan guru serta menggunakan instrumen SUS disederhanakan dan skala visual atau *smiley faces* (pictorial likert scale) agar lebih mudah dipahami anak. Berdasarkan hasil wawancara dengan kepala sekolah SLB-B Negeri Karya Mulia Surabaya, Ibu Sriati menyampaikan bahwa sebagian besar siswa kelas 2 masih berada pada tahap awal pengenalan angka dan operasi hitung sederhana, dengan hambatan fundamental seperti belum mampu mengenali angka maupun nama bilangan. Penelitian ini akan merancang antarmuka pembelajaran matematika dasar untuk siswa tunarungu kelas 2 dengan menerapkan UCD dan prinsip WCAG 2.2 agar sesuai kebutuhan dan karakteristik siswa, serta menggunakan ikon sebagai elemen penting untuk menyampaikan informasi secara visual. Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) bagaimana merancang antarmuka dengan menerapkan metode user centered design dan prinsip WCAG 2.2 pada mata pelajaran matematika di SDLB-B Karya Mulia Surabaya, dan (2) bagaimana hasil usability testing user experience media pembelajaran yang ramah disabilitas, mendukung siswa tunarungu serta memudahkan guru.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran atau mixed-methods dengan desain eksperimen sekuensial, yang artinya peneliti mengawali penelitian dengan mengumpulkan data secara kualitatif baru kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data secara kuantitatif. Pada tahap awal, peneliti melakukan wawancara langsung dengan guru matematika dan observasi di SLB-B Negeri Karya Mulia Surabaya untuk menggali informasi tentang bagaimana proses belajar mengajar berlangsung, apa saja kesulitan yang dihadapi siswa tunarungu dalam memahami matematika, serta apa saja yang mereka butuhkan dari sebuah media pembelajaran. Dari sinilah peneliti mendapatkan gambaran nyata bahwa siswa kelas 2 masih kesulitan mengenali angka dan nama bilangan, sehingga sangat membutuhkan media berbasis visual yang mudah dipahami.

Setelah semua kebutuhan dan masalah teridentifikasi, peneliti merancang antarmuka menggunakan metode *User Centered Design* (UCD) yang terdiri dari empat tahap berulang, yaitu memahami konteks penggunaan, menentukan kebutuhan pengguna, merancang solusi desain, dan mengevaluasi hasil rancangan. Dalam proses perancangan ini, peneliti juga mengacu pada standar aksesibilitas WCAG 2.2 yang memiliki empat prinsip utama, yaitu dapat diterima, dapat dioperasikan, dapat dipahami, dan tangguh. Prinsip utama ini digunakan untuk memastikan bahwa antarmuka yang dibuat benar-benar



ramah dan dapat diakses oleh siswa tunarungu. Hasil dari tahap ini adalah serangkaian desain berupa user persona, user flow, wireframe, dan prototipe interaktif yang dibuat menggunakan Figma.

Tahap terakhir adalah menguji prototipe yang sudah dibuat melalui usability testing secara langsung kepada 7 siswa tunarungu di sekolah dengan pendampingan guru. Untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan, peneliti menggunakan kuesioner *System Usability Scale* (SUS) yang dimodifikasi dengan skala bergambar emotikon atau *smiley-o-meter* agar lebih mudah dipahami anak-anak. Setelah data terkumpul, peneliti menganalisisnya secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung skor SUS setiap responden, lalu merata-ratakannya untuk mengetahui apakah antarmuka yang dirancang sudah mudah digunakan dan diterima dengan baik oleh siswa tunarungu. Hasil pengujian inilah yang menjadi dasar kesimpulan dan saran perbaikan untuk pengembangan ke depan.


HASIL PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *user centered design* karena memungkinkan perancang antarmuka pengguna pada aplikasi pendidikan untuk meningkatkan keterlibatan, motivasi, serta kinerja siswa dalam menggunakan aplikasi tersebut. Tahapan pengembangan sistem menggunakan metode *user centered design* adalah *understand context of use, specify user requirements, design solutions* dan *evaluate against requirements*. Berikut merupakan penjelasan setiap tahapan pengembangan sistem.

1. Understand Context of Use

Tahap ini bertujuan untuk memahami pengguna akhir media pembelajaran matematika melalui pendekatan persona pengguna. Persona digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik spesifik pengguna yang menjadi acuan merumuskan kebutuhan dan fitur sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam pembelajaran matematika. Tabel 3.1 memuat salah satu contoh data user persona yang telah disusun berdasarkan hasil pengumpulan data pengguna.

Tabel 1. User Persona Siswa

PERSONA	
	Nama: Muhammad Yusuf Pamungkas Usia: 9 tahun (kelas 2 SD) Jenis Kelamin: Laki-laki Pendidikan: Sekolah Dasar Luar Biasa (SLB-B Negeri) Disabilitas: Gangguan pendengaran (tunarungu)
Behavior	<ul style="list-style-type: none"> Belum mengenali angka dan nama bilangan secara konsisten Belum memahami abjad jari sebagai dasar komunikasi Belajar melalui visual, bukan audio
Motivation	<ul style="list-style-type: none"> Ingin memahami konsep matematika dasar

Problem	<ul style="list-style-type: none"> Belajar mandiri dengan bantuan visual Kesulitan memahami penjelasan lisan Sulit mengenali simbol dan istilah matematika Terbatasnya media pembelajaran yang sesuai kebutuhan
Needs	<ul style="list-style-type: none"> Media pembelajaran berbasis visual (ikon, warna, teks, animasi) Antarmuka yang intuitif dan mudah digunakan Desain yang sesuai dengan kemampuan kognitif dan perseptual siswa

2. Specify User Requirements

Tahap ini bertujuan untuk merumuskan kebutuhan pengguna berdasarkan wawancara dan studi literature dengan fokus pada karakteristik siswa tunarungu agar desain antarmuka sesuai dengan kebutuhan mereka. Tabel 3.2 yang menyajikan user requirements.

Tabel 2. User Requirements

Needs	Requirements
Siswa tunarungu belum mengenal angka dan nama bilangan	Terdapat materi pengenalan angka dan bilangan dengan gambar dan warna
Siswa kesulitan memahami konsep penjumlahan dan pengurangan secara abstrak	Materi penjumlahan dan pengurangan harus disajikan dengan model konkret seperti ilustrasi benda nyata, animasi interaktif, dan warna berbeda untuk tiap operasi
Siswa belajar melalui visual, bukan suara	Semua informasi harus disampaikan melalui visual seperti warna, ikon, teks, dan animasi — tanpa suara
Guru merasa terbantu dengan adanya media pembelajaran digital yang mudah dipahami siswa tunarungu.	Media harus menyediakan tampilan antarmuka yang sederhana, konsisten, dan mudah digunakan oleh guru dan siswa

3. Design Solutions

Tahap perancangan sistem ini merupakan gambaran awal sebelum pengembangan prototipe yang lebih detail, dengan fokus pada tiga komponen utama:

- a. Prinsip WCAG 2.2: Penerapan 18 pedoman aksesibilitas (*Perceivable, Operable, Understandable, dan Robust*) sebagai acuan pembuatan antarmuka berdasarkan kebutuhan pengguna.



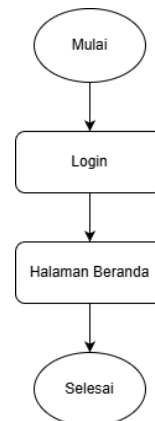
Tabel 3. Pedoman WCAG 2.2

No.	Prinsip	Guidelines
1.	Perceivable	1.2.1 Audio-only and Video-only (Prerecorded)
		1.2 Time-based Media
		1.2.6 Sign Language (Prerecorded)
		1.3 Adaptable
2.	Operable	1.3.1 Info and Relationships
		1.4 Distinguishable
		1.4.1 Use of Color
		1.4.3 Contrast (Minimum)
		2.2 Enough Time
		2.2.3 No Timing
		2.3.1 Three Flashes or Below Threshold
		2.4.2 Page Titled
		2.3 Seizures and Physical Reactions
		2.4.6 Headings and Labels
3.	Understandable	2.4.4 Link Purpose (In Context)
		2.5.7 Dragging Movements
		2.5 Input Modalities
		3.1.1 Language of Page
		3.1 Readable
		3.2.2 On Input
4.	Robust	3.2.3 Consistent Navigation
		3.2.4 Consistent Identification
		3.2 Predictable
		3.3.1 Error Identification
	3.3 Input Assistance	3.3.2 Labels or Instructions
	4.1 Compatible	4.1.2 Name, Role, Value

Sumber: (Introduction to Understanding WCAG 2.2 | WAI | W3C, n.d.)

- b. User Flow: Pemetaan alur interaksi pengguna dari awal mengakses sistem hingga mencapai tujuan agar perancangan lebih terarah.

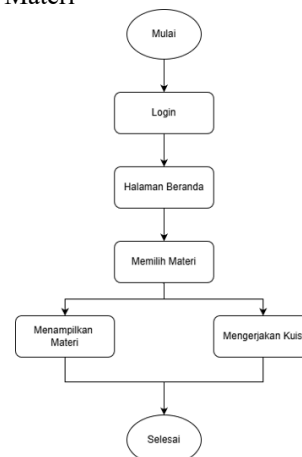
1. *User Flow* Halaman Beranda



Gambar 1. User flow Beranda

User flow halaman beranda merupakan hal yang harus dilakukan oleh pengguna untuk mengakses fitur materi dan riwayat.

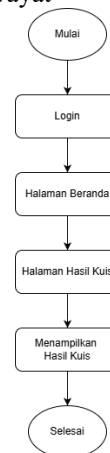
2. *User Flow* Materi



Gambar 2. User flow materi

User flow halaman materi akan menampilkan seluruh materi dan tombol menuju halaman kuis.

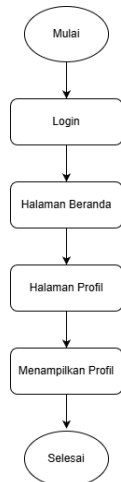
3. *User Flow* Riwayat



Gambar 3. User Flow Riwayat

User flow riwayat akan menampilkan seluruh riwayat pengerjaan kuis.

4. *User Flow* Profil

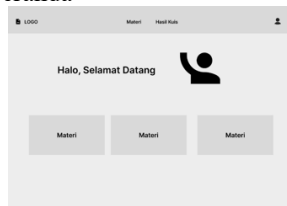


Gambar 4. User flow Profil

User flow profil akan menampilkan data profil pengguna.

- c. Wireframe: Pembuatan rancangan visual awal (kasar) sebagai gambaran dasar tata letak antarmuka.

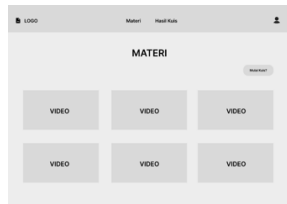
1. Halaman Beranda



Gambar 5. Wireframe beranda

Halaman ini merupakan halaman awal untuk mengakses fitur yang ada pada website

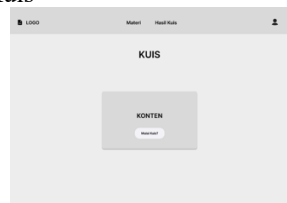
2. Halaman Materi



Gambar 6. Wireframe Materi

Halaman ini berisi video pembelajaran dan button kuis singkat untuk pembelajaran sesuai materi yang dipilih.

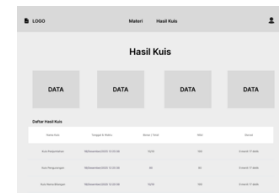
3. Halaman Kuis



Gambar 7. Wireframe Kuis

Halaman ini menampilkan kuis sesuai dengan materi yang dipilih.

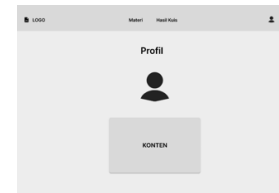
4. Halaman Hasil Kuis



Gambar 8. Halaman Kuis

Halaman ini menampilkan riwayat kuis pengguna berupa daftar kuis, tanggal, skor, dan tautan untuk melihat detail hasil.

5. Halaman Profil



Gambar 9. Halaman Profil

Halaman ini menampilkan profil pengguna.

4. *Evaluate Against Requirements*

Tahap ini merupakan pengujian kegunaan (*usability testing*) menggunakan prototipe interaktif Figma dan kuesioner SUS via Google Forms. Mengingat responden adalah siswa tunarungu, pengujian disesuaikan melalui serangkaian kegiatan berikut:

- **Simulasi & Observasi:** Responden mencoba alur prototipe (Figma), sementara peneliti mengobservasi langsung kendala dan kesalahan navigasi.
- **Pendampingan Guru:** Guru (bahasa isyarat) mendampingi saat pengarah awal dan pengisian kuesioner untuk memastikan instruksi dipahami dengan benar.
- **Adaptasi Kuesioner:** Kuesioner SUS diadaptasi menggunakan bahasa yang disederhanakan dan skala visual (*Pictorial Likert*) agar respons lebih akurat. Daftar Pernyataan dapat dilihat pada tabel 4. dibawah ini.

Tabel 4. Pernyataan Kuisisioner untuk siswa

No.	Statement	Pernyataan
1.	I think that I would like to use this system frequently.	Aku mau pakai website ini lagi.
2.	I found the system unnecessarily complex.	Website susah digunakan.
3.	I thought the system was easy to use.	Website mudah digunakan.
4.	I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system.	Aku perlu bantuan untuk menggunakan website ini lagi.
5.	I found the various functions in this system were well integrated.	Aku tahu langkah berikutnya saat menggunakan website.



6.	I thought there was too much inconsistency in this system.	Ada bagian di website yang membuat aku bingung
7.	I would imagine that most people would learn to use this system very quickly.	Temanku mudah belajar menggunakan website ini.
8.	I found the system very cumbersome to use.	Untuk menggunakan website ini, aku harus melakukan hal yang aneh.
9.	I felt very confident using the system.	Aku bangga bisa menggunakan ini.
10.	I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.	Banyak yang harus dipelajari untuk menggunakan aplikasi ini.

Sumber: (Putnam et al., 2020) & (Sobota et al., 2023)

KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan yang lebih ringkas berdasarkan pembahasan Bab 1 hingga Bab 3 (dibatasi sampai tahap pembuatan wireframe):

1. Identifikasi Kebutuhan: Siswa tunarungu di SLB-B Negeri Karya Mulia Surabaya membutuhkan media pembelajaran matematika dasar yang sepenuhnya berbasis visual (tanpa elemen suara), dengan memanfaatkan ikon, warna, dan instruksi sederhana.
2. Pendekatan Desain: Perancangan antarmuka menerapkan metode User Centered Design (UCD) yang diintegrasikan dengan 18 pedoman aksesibilitas Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2 untuk memastikan website bersifat inklusif.
3. Hasil Rancangan Awal: Solusi desain diwujudkan dalam bentuk alur pengguna (user flow) dan tata letak kasar (wireframe) yang mencakup halaman Login, Beranda, Materi, Kuis, Hasil Kuis, dan Profil. Wireframe ini berfungsi sebagai kerangka dasar sebelum masuk ke tahap pembuatan prototipe interaktif.

DAFTAR PUSTAKA

Afra Fadhlila, Y., Fi Izzatika, A., Putranto, S., Negeri, I., & Kalijaga, S. (2023). BARRIERS TO LEARNING MATHEMATICS IN INCLUSION CLASSROOMS: PERSPECTIVES OF DEAF STUDENTS AND TEACHERS. *JPI (Jurnal Pendidikan Inklusi)*, 7(1), 49–58. <https://doi.org/10.26740/INKLUSI.V7N1.P49-58>

Al-Sa'di, A., & McPhee, C. C. A. (2021). User-Centred Design in Educational Applications: A systematic literature review. *Proceedings - 2021 International Conference Engineering Technologies and Computer Science, Ent*, 2021, 105–111. <https://doi.org/10.1109/ENT52731.2021.00025>

Alshawabkeh, A. A., Woolsey, M. L., & Kharbat, F. F. (2021). Using online information technology for deaf

students during COVID-19: A closer look from experience. *Heliyon*, 7(5), e06915. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2021.E06915>

Amiyani, R., Adhiwibowo, B., Tersedia, A., & Pada, O. (2025). *TEMATIK: Jurnal Konten Pendidikan Matematika Mathematics Learning for Deaf Students: A Case Study in an Inclusive Classroom INFORMASI ARTIKEL*. 3(1), 53–61. <https://doi.org/10.55210/jkpm>

Bashir, R., Batool, A., Amjad, F., Professor, A., & Pakistan, P. (2024). Mathematical Problems faced by Hearing Impaired Students: Strategies for Enhancing Learning and Comprehension. *Journal of Development and Social Sciences*, 5(2), 83–99. [https://doi.org/10.47205/JDSS.2024\(5-II-S\)09](https://doi.org/10.47205/JDSS.2024(5-II-S)09)

Berigel, M., Berigel, D. S., Duarte, C., Mettouris, C., Vanezi, E., Yeratziotis, A., & Papadopoulos, G. A. (2024). Media accessibility in e-learning: Analyzing learning management systems. *Transforming Media Accessibility in Europe: Digital Media, Education and City Space Accessibility Contexts*, 209–227. https://doi.org/10.1007/978-3-031-60049-4_12/TABLES/1

Fatwa, A., & Muslim, S. (2025). *Implementasi Pembelajaran Matematika Berbantuan Pangung Getar pada Siswa Tuna Rungu di SLB-B Pangudi Luhur Jakarta Barat*. 5(2). <http://e-journal.uingusdur.ac.id/index.php/circle>

Introduction to Understanding WCAG 2.2 | WAI | W3C. (n.d.). Retrieved December 15, 2025, from <https://www.w3.org/WAI/WCAG22/Understanding/intro#understanding-the-four-principles-of-accessibility>

Niksiar, N., Özverir, İ., & Meghdari, A. F. (2025). The Effectiveness of an Authentic E-Learning Environment for Deaf Learners. *Applied Sciences* 2025, Vol. 15, Page 1568, 15(3), 1568. <https://doi.org/10.3390/APP15031568>

Nurhady, R. R., & Hadi Putra, P. (2025). User Accessibility Evaluation of Platform Merdeka Mengajar Using the Web Content Accessibility Guideline 2.2. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 14(1). <https://doi.org/10.33022/ijcs.v14i1.4585>

Pasetto, S. C., Barreiros, J. M. P., Corrêa, U. C., & Freudenheim, A. M. (2020). Visual and Kinaesthetic Instructional Cues and Deaf People's Motor Learning. *International Journal of Instruction*, 14(1), 161–180. <https://doi.org/10.29333/IJI.2021.14110A>

Putnam, C., Puthenmadom, M., Cuerdo, M. A., Wang, W., & Paul, N. (2020, April 25). Adaptation of the system usability scale for user testing with children. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3334480.3382840>

Setiyadi, B. (2023). Pemanfaatan dan Pengelolaan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Menunjang Proses Pembelajaran. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi Dan Sistem Informasi*, 3(1),



- 150–161.
<https://doi.org/10.24002/KONSTELASI.V3I1.6948>
- Sobota, B., Korečko, Š., & Mattová, M. (2023). Web-Based 3D Virtual Environments Utilization in Primary and Secondary Education of Children with Multiple Impairments. *Electronics (Switzerland)*, *12*(13).
<https://doi.org/10.3390/electronics12132792>
- Tanridiler, A. (2024). Teaching Mathematics to Students with Hearing Loss Using Instructional Materials. *World Journal of Education*, *14*(1), 23.
<https://doi.org/10.5430/wje.v14n1p23>
- Wei, S., Lei, Q., Chen, Y., & Xin, Y. P. (2023). The Effects of Visual Cueing on Students with and without Math Learning Difficulties in Online Problem Solving: Evidence from Eye Movement. *Behavioral Sciences*, *13*(11), 927. <https://doi.org/10.3390/BS13110927>
- Yang, L., Qi, B., & Guo, Q. (2024). The Effect of Icon Color Combinations in Information Interfaces on Task Performance under Varying Levels of Cognitive Load. *Applied Sciences 2024, Vol. 14, Page 4212*, *14*(10), 4212. <https://doi.org/10.3390/APP14104212>
- Zainuddin, N. M. M., Maarop, N., & Hassan, W. A. W. (2022). Measuring Satisfaction on Augmented Reality Courseware for Hearing-Impaired Students: Adjustment Formula form System Usability Scale. *Asian Journal of University Education*, *18*(2), 348–360. <https://doi.org/10.24191/ajue.v18i2.17990>
- Zamakhsyari, F., Wibowo, A. T., & Milad, M. K. (2022). Enhance User Interface to Deaf E-Learning Based on User Centered Design. *MATICS: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi (Journal of Computer Science and Information Technology)*, *14*(2), 57–63.
<https://doi.org/10.18860/MAT.V14I2.17703>