 ISSN: 2830-0408

Perancangan Alat Pemotong Kertas Inklusif Semi Otomatis Berbasis Arduino untuk Pengguna Low Vision

Rachmah nanda Kartika [1*], Sahiba Sahila[1], M Dzaki Widodo[1] ,M Harfan Ath-thoriq[1]
[1] Program Studi Teknologi Rekayasa Cetak dan Grafis 3 dimensi Politeknik Negeri Jakarta, Jl Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia Depok 16425
* Corresponding author:rachmah.nandakartika@grafika.pnj.ac.id

ABSTRAK

Pengguna *low vision* menghadapi keterbatasan dalam melakukan aktivitas yang membutuhkan ketelitian visual dan koordinasi tangan, termasuk aktivitas pemotongan kertas. Penelitian sebelumnya telah menghasilkan rancangan alat pemotong kertas inklusif dengan dukungan visual dan fitur keselamatan, namun masih terdapat peluang pengembangan pada aspek dukungan visual dan mekanisme pengoperasian. Penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan alat pemotong kertas inklusif semi otomatis berbasis Arduino untuk pengguna *low vision*. Metode penelitian dilakukan melalui tahapan identifikasi kebutuhan, pengembangan konsep, perancangan mekanik, perancangan sistem kendali Arduino–hidrolik, integrasi rancangan, pemodelan tiga dimensi menggunakan *Computer-Aided Design* (CAD), dan evaluasi rancangan. Hasil perancangan menghasilkan konsep alat dengan dukungan visual berupa kaca pembesar berukuran lebih besar dan pencahayaan LED pada area kerja. Mekanisme pemotongan dirancang menggunakan sistem hidrolik yang dikendalikan oleh Arduino, sedangkan penempatan, pengaturan, dan penjepitan kertas tetap dilakukan secara manual sehingga menghasilkan konsep pengoperasian semi otomatis. Pemodelan CAD menghasilkan visualisasi tiga dimensi yang mengintegrasikan komponen mekanik, sistem dukungan visual, dan sistem kendali dalam satu kesatuan rancangan. Penelitian ini terbatas pada tahap perancangan sehingga pembuatan prototipe dan pengujian fungsi, kinerja, serta usability menjadi tahap pengembangan selanjutnya.
Kata Kunci: low vision, desain inklusif, Arduino, CAD, alat pemotong kertas .

ABSTRACT

People with *low vision* experience limitations in activities that require visual accuracy and hand coordination, including paper-cutting activities. Previous research has developed an inclusive paper cutter with visual support and safety features; however, further development is needed in terms of visual support and operating mechanisms. This study aims to develop the design of a semi-automatic inclusive paper cutter based on Arduino for people with *low vision*. The design process consisted of needs identification, concept development, mechanical design, Arduino–hydraulic control system design, design integration, three-dimensional modeling using *Computer-Aided Design* (CAD), and design evaluation. The resulting design incorporates visual support through a larger magnifying glass and LED lighting in the working area. The cutting mechanism is designed using a hydraulic system controlled by Arduino, while paper placement, positioning, and clamping remain manually operated, resulting in a semi-automatic operating concept. The CAD model provides a three-dimensional visualization integrating the mechanical components, visual support system, and control system into a unified design. This study is limited to the design stage; therefore, prototype fabrication and functional, performance, and usability testing are required in subsequent development.

Keywords: *low vision*; inclusive design; Arduino; CAD; paper cutter

ISSN: 2830-0408

1. Pendahuluan

Gangguan penglihatan merupakan kondisi yang dapat memengaruhi kemampuan individu dalam menjalankan berbagai aktivitas sehari-hari, terutama aktivitas yang membutuhkan ketelitian visual, pengenalan detail objek, serta koordinasi antarapenglihatan dan gerakan tangan. Tingkat ganguan penglihatan memiliki karakteristik yang beragam sehingga kebutuhan pengguna terhadap teknologi dan alat bantu visual juga berbeda. Berdasarkan klasifikasi *International Classification of diseases 11 th Revision* (ICD-11), ganguan penglihatan dapat dibedakan berdasarkan tingkat keparahannya, mulai dari *mild vision impairment, moderate vision impairment hingga severe vision vision impairment*. Variasi tingkat ganguan tersebut menjadi salah satu pertimbangan penting dalam pengembangan teknologi asistif agar rancangan yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan kemampuan dan kebutuhan pengguna [1].

Keterbatasan penglihatan dapat memengaruhi kemampuan seseorang dalam melakukan aktivitas sehari-hari sehingga penggunaan teknologi asistif menjadi salah satu pendekatan untuk mendukung kemandirian pengguna. Teknologi asistif mencakup perangkat dan sistem yang dirancang untuk mempertahankan atau meningkatkan kemampuan fungsional individuu [2].Pada pengguna dengan gangguan penglihatan, perangkat asistif dapat berupa alat bantu visual, perangkat berbasis sensor, maupun teknologi yang memberikan informasi melalui modalitas lain. Pengembangan teknologi asistif perlu mempertimbangkan kebutuhan dan konteks penggunaan agar perangkat yang dihasilkan sesuai dengan kemampuan pengguna dan lingkungan aktivitasnya.. [3]

Pendekatan *Human-Centered Design* (HCD) menjadi salah satu pendekatan yang relevan dalam pengembangan teknologi asistif karena menempatkan kebutuhan, karakteristik, dan konteks pengguna sebagai dasar dalam proses perancangan. Kajian sistematis mengenai penerapan *User-Centred Design* pada teknologi asistif untuk individu dengan gangguan penglihatan menunjukkan bahwa pemahaman terhadap kebutuhan pengguna, konteks penggunaan, keterlibatan pengguna, serta proses iteratif merupakan aspek penting dalam pengembangan perangkat asistif. Namun, kajian tersebut juga menunjukkan bahwa penerapan prinsip *user-centred design* pada pengembangan teknologi asistif masih memiliki variasi dalam kedalaman pemahaman kebutuhan pengguna dan proses iterasi desain [4]

Salah satu bentuk alat bantu visual yang banyak digunakan dalam rehabilitasi *low vision* adalah perangkat magnifikasi. *Stand magnifier*, misalnya, merupakan salah satu kelompok alat bantu yang umum digunakan untuk membantu pembesaran objek pada pengguna dengan keterbatasan penglihatan. Karakteristik pembesaran, jarak pandang, dan konfigurasi alat menjadi aspek yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kesesuaian alat bantu dengan kebutuhan visual pengguna. Hal tersebut menunjukkan bahwa rancangan perangkat asistif untuk pengguna dengan gangguan penglihatan perlu mempertimbangkan karakteristik visual pengguna secara spesifik, termasuk kebutuhan terhadap area pandang dan pembesaran objek [5].

Aktivitas pemotongan kertas merupakan salah satu aktivitas yang membutuhkan ketelitian visual dan koordinasi antara tangan dengan penglihatan. Penggunaan alat pemotong kertas konvensional membutuhkan kemampuan pengguna untuk mengenali garis atau posisi pemotongan, menentukan posisi kertas, serta mengoperasikan mekanisme pemotong secara aman. Kondisi tersebut dapat menjadi kendala bagi pengguna *low vision*, terutama ketika detail visual pada area kerja sulit dikenali. Penelitian sebelumnya mengenai alat pemotong kertas untuk pengguna *low vision* juga menunjukkan bahwa ketergantungan alat konvensional terhadap kemampuan visual dapat berdampak terhadap aspek akurasi, keamanan, dan efisiensi aktivitas pemotongan [6]

Penelitian yang dilakukan oleh Kartika et al.[7] telah mengembangkan alat pemotong kertas inklusif untuk pengguna *low vision* dengan pendekatan HCD. Penelitian tersebut menghasilkan rancangan dan prototipe yang mempertimbangkan aspek akurasi, keamanan, dan kemudahan penggunaan. Fitur yang dikembangkan mencakup dukungan visual dan keselamatan

 ISSN: 2830-0408

untuk membantu pengguna dalam melakukan aktivitas pemotongan. Prototipe kemudian dievaluasi melalui *usability testing* terhadap 10 responden dengan parameter kepuasan pengguna, persepsi keamanan, dan waktu penyelesaian pemotongan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya peningkatan skor kepuasan dan persepsi keamanan serta penurunan waktu penyelesaian pemotongan setelah menggunakan alat yang dikembangkan

Meskipun penelitian tersebut telah menghasilkan alat pemotong kertas inklusif, masih terdapat peluang pengembangan pada dukungan visual dan mekanisme pengoperasian alat. Berdasarkan evaluasi terhadap rancangan sebelumnya, ukuran kaca pembesar masih relatif terbatas dan pencahayaan LED belum optimal untuk memberikan dukungan visual bagi pengguna dengan tingkat gangguan penglihatan yang lebih berat. Kondisi tersebut menjadi pertimbangan dalam pengembangan rancangan selanjutnya, khususnya untuk meningkatkan area visual melalui penggunaan kaca pembesar dengan ukuran yang lebih besar serta mengembangkan sistem pencahayaan LED yang lebih optimal. Pengembangan fitur visual tersebut diarahkan untuk memperluas dukungan rancangan terhadap variasi tingkat gangguan penglihatan yang lebih berat, yang selanjutnya perlu diverifikasi melalui pengujian terhadap pengguna.

Selain aspek visual, mekanisme pengoperasian pada penelitian sebelumnya masih dilakukan secara manual. Kondisi tersebut membuka peluang pengembangan sistem pemotongan dengan mekanisme semi otomatis sehingga sebagian proses pengoperasian dapat dikendalikan oleh sistem. Konsep semi otomatis pada penelitian ini mempertahankan penempatan dan pengaturan kertas serta proses penjepitan secara manual, sedangkan proses pemotongan dirancang menggunakan sistem hidrolik yang dikendalikan oleh Arduino. Arduino dipilih sebagai bagian dari rancangan sistem kendali karena dapat digunakan sebagai platform mikrokontroler yang mengintegrasikan input dan output untuk mengendalikan komponen pada sistem otomasi. Penggunaan pendekatan berbasis mikrokontroler juga telah diterapkan pada pengembangan berbagai perangkat asistif bagi pengguna dengan gangguan penglihatan [8].

Berdasarkan penelitian terdahulu dan peluang pengembangan tersebut, penelitian ini mengusulkan perancangan alat pemotong kertas inklusif semi otomatis berbasis Arduino untuk pengguna *low vision*. Pengembangan rancangan difokuskan pada dua aspek utama, yaitu peningkatan dukungan visual dan pengembangan mekanisme pemotongan semi otomatis. Peningkatan dukungan visual dilakukan melalui penggunaan kaca pembesar dengan ukuran yang lebih besar dan pengembangan pencahayaan LED, sedangkan mekanisme pemotongan dirancang menggunakan sistem hidrolik yang dikendalikan oleh Arduino. Rancangan tersebut tetap mempertahankan proses penempatan dan penjepitan kertas secara manual sehingga interaksi pengguna dengan alat tetap berada pada tahapan yang diperlukan

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Low Vision dan Teknologi Asistif

Low vision merupakan kondisi gangguan penglihatan yang dapat membatasi kemampuan individu dalam melakukan aktivitas yang membutuhkan kemampuan visual. Perbedaan tingkat gangguan penglihatan menyebabkan kebutuhan terhadap alat bantu juga dapat berbeda. Teknologi asistif dapat digunakan untuk membantu meningkatkan kemampuan fungsional pengguna, termasuk melalui alat bantu visual, sistem sensor, dan perangkat dengan mekanisme umpan balik [1],[2].

Dalam pengembangan produk untuk pengguna *low vision*, karakteristik dan kebutuhan pengguna perlu menjadi pertimbangan utama agar produk yang dihasilkan sesuai dengan konteks penggunaannya. Pendekatan *Human-Centered Design* (HCD)

 ISSN: 2830-0408

menempatkan kebutuhan, karakteristik, dan konteks pengguna sebagai dasar dalam proses perancangan [2], [4]

2.2 Magnifikasi dan Dukungan Visual

Magnifikasi merupakan salah satu bentuk alat bantu visual yang digunakan untuk membantu pengguna *low vision* memperoleh informasi visual dengan ukuran tampilan yang lebih besar. *Stand magnifier* merupakan salah satu perangkat yang digunakan dalam rehabilitasi *low vision*, dengan karakteristik pembesaran dan jarak pandang yang perlu disesuaikan dengan kebutuhan pengguna [5]. Selain magnifikasi, pencahayaan pada area kerja juga dapat menjadi bagian dari dukungan visual. Oleh karena itu, penggunaan kaca pembesar dan LED menjadi salah satu aspek yang dipertimbangkan dalam pengembangan alat pemotong kertas inklusif. Pada penelitian ini, dukungan visual dikembangkan melalui penggunaan kaca pembesar dengan ukuran lebih besar dan pencahayaan LED yang lebih optimal.

2.3 Alat pemotong Kertas Semi Otomatis Berbasis Ardunio

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan alat pemotong kertas inklusif untuk pengguna *low vision* dengan mempertimbangkan aspek aksesibilitas, akurasi, dan keamanan [6]. Pengembangan selanjutnya diarahkan pada peningkatan dukungan visual serta pengembangan mekanisme pemotongan dari manual menjadi semi otomatis.

Sistem semi otomatis pada penelitian ini mempertahankan proses penempatan, pengaturan, dan penjepitan kertas secara manual, sedangkan proses pemotongan dirancang menggunakan sistem hidrolik yang dikendalikan oleh Arduino. Arduino dapat digunakan sebagai mikrokontroler untuk mengendalikan komponen dalam suatu sistem otomasi dan telah diterapkan pada pengembangan teknologi asistif bagi pengguna dengan gangguan penglihatan [8]

2.4 Computer-Aided Design (CAD)

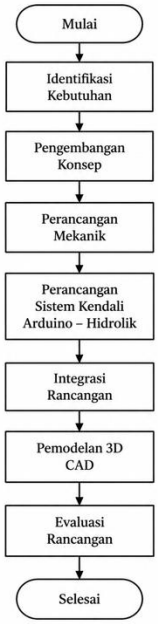
Computer-Aided Design (CAD) digunakan untuk membantu proses pemodelan dan visualisasi produk dalam bentuk dua maupun tiga dimensi. Pemodelan CAD memungkinkan bentuk, dimensi, konfigurasi, dan hubungan antar-komponen divisualisasikan sebelum dilakukan pembuatan fisik sehingga mendukung proses pengembangan desain produk [9].

Pada penelitian ini, CAD digunakan untuk memodelkan alat pemotong kertas inklusif semi otomatis, meliputi struktur alat, area kerja, sistem dukungan visual, mekanisme pemotongan, serta tata letak komponen kendali. Hasil pemodelan CAD menjadi dasar dokumentasi rancangan dan acuan untuk tahap pembuatan prototipe pada penelitian selanjutnya.

ISSN: 2830-0408

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan perancangan alat pemotong kertas inklusif semi otomatis berbasis Arduino untuk pengguna *low vision*. Tahapan perancangan disusun dengan mempertimbangkan prinsip *Human-Centered Design* yang menempaktan kebutuhan konteks pengguna sebagai bagian dari proses pengembangan desain [9]. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan, pengembangan konsep, peracangan mekanik, perancangan sistem kendali, integrasi rancangan, pemodelan tigas dimensi menggunakan *Computer-Aided Desain (CAD)* dan evaluasi rancangan. Tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan perancangan alat pemotonng kertas inklusif semi otomatis berbasis Arduino

3.1.Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan dilakukan berdasarkan karakteristik pengguna *low vision* dan hasil penelitian terdahulu [6]. Kebutuhan rancangan meliputi aspek dukungan visual**,** kemudahan penggunaan, keamanan, mekanisme pemotongan, dan sistem kendali.

3.2 Pengembangan Konsep

Pengembangan konsep dilakukan dengan mempertahankan fitur inklusif dari rancangan sebelumnya serta menambahkan pengembangan pada aspek dukungan visual dan mekanisme pemotongan. Dukungan visual dikembangkan melalui penggunaan kaca pembesar dengan ukuran lebih besar dan pencahayaan LED, sedangkan mekanisme pemotongan diarahkan menjadi semi otomatis

3.3 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik meliputi struktur utama alat, area penempatan kertas, sistem penjepitan, mekanisme pemotongan, serta komponen pendukung visual. Dimensi dan konfigurasi setiap komponen ditentukan dalam proses pemodelan CAD

3.4 Perancangan Sistem Kendali Arduino-Hidrolik

Sistem kendali dirancang menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler untuk mengendalikan mekanisme pemotongan berbasis hidrolik. Perancangan meliputi konfigurasi komponen dan hubungan antarbagian sistem kendali. Pada penelitian ini, sistem Arduino–hidrolik masih berada pada tahap rancangan dan belum diimplementasikan dalam bentuk perangkat keras.

ISSN: 2830-0408

3.5 Integrasi Rancangan
Integrasi dilakukan dengan menggabungkan rancangan mekanik, sistem dukungan visual, mekanisme pemotongan, dan sistem kendali Arduino–hidrolik dalam satu kesatuan desain.

3.6 Pemodelan 3D CAD
Pemodelan dilakukan menggunakan Computer-Aided Design (CAD) untuk menghasilkan model tiga dimensi alat. CAD digunakan untuk menvisualisasikan bentuk, dimensi, konfigurasi dan posisi komponen serta mendukung dokumentasi rancangan [9]

3.7 Evaluasi Rancangan
Evaluasi dilakukan pada tingkat desain dengan memeriksa kesesuaian rancangan terhadap kebutuhan yang telah ditetapkan, meliputi aspek dukungan visual, mekanisme pemotongan, tata letak komponen, keamanan, dan integrasi sistem kendali. Evaluasi pada penelitian ini belum mencakup pembuatan prototipe, pengujian fungsi, pengujian kinerja, maupun pengujian pengguna.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengembangan Konsep

Hasil perancangan menghasilkan konsep alat pemotong kertas inklusif semi otomatis berbasis Arduino yang dikembangkan dari rancangan sebelumnya [6]. Pengembangan difokuskan pada dua aspek utama, yaitu peningkatan dukungan visual dan pengembangan mekanisme pemotongan semi otomatis.

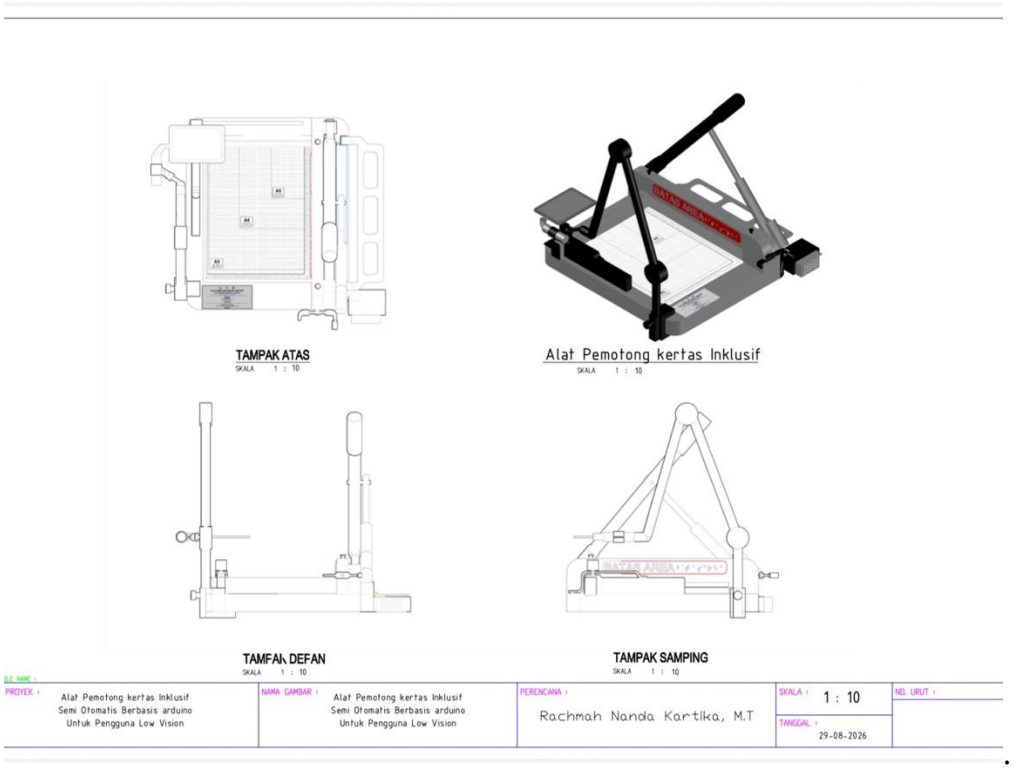
Pada aspek visual, rancangan dilengkapi dengan kaca pembesar berukuran lebih besar dan pencahayaan LED yang ditempatkan pada area kerja. Pengembangan tersebut ditujukan untuk memberikan area visual yang lebih luas dan membantu pengguna dalam mengenali area penempatan serta pemotongan kertas.

Pada aspek mekanisme, proses penempatan dan pengaturan kertas serta penjepitan tetap dilakukan secara manual. Sementara itu, proses pemotongan dirancang menggunakan mekanisme hidrolik yang dikendalikan oleh Arduino. Konsep tersebut menghasilkan interaksi semi otomatis, karena tidak seluruh tahapan pengoperasian dialihkan kepada sistem.

 ISSN: 2830-0408

4.2 Hasil Pemodelan 3D CAD

Hasil pemodelan tiga dimensi menggunakan CAD ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. Tampak keseluruhan isometric alat

Model CAD menunjukkan integrasi antara struktur utama alat, area kerja pemotongan, komponen pendukung visual, serta mekanisme pemotongan dalam satu kesatuan rancangan. Pemodelan tiga dimensi digunakan untuk memvisualisasikan bentuk dan posisi komponen sebelum rancangan dikembangkan menjadi prototipe.

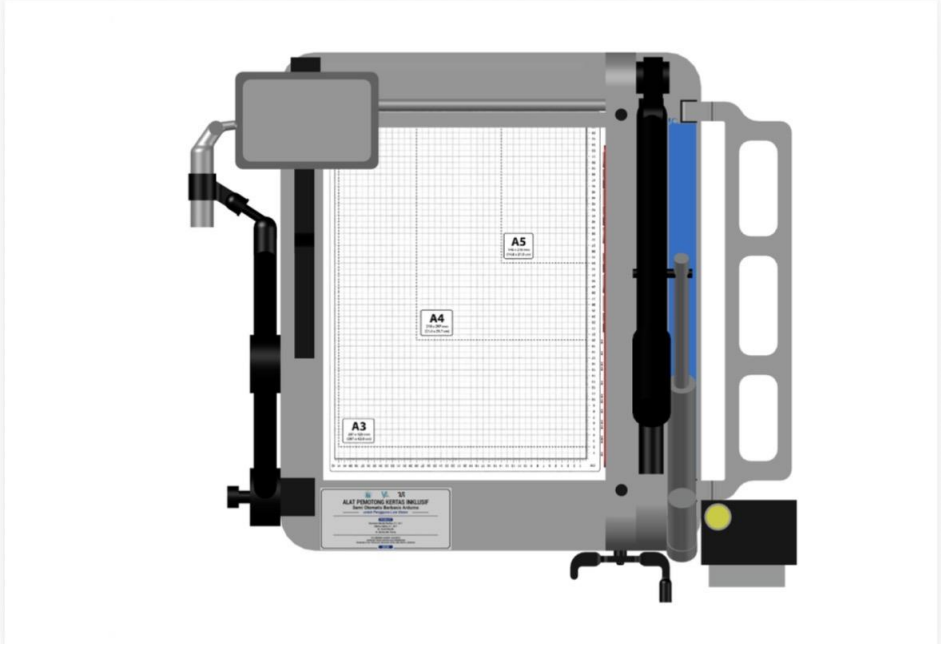
4.3 Pengembanngan Sistem Dukungan Visuall

Sistem dukungan visual pada rancangan terdiri atas kaca pembesar dan LED. Kaca pembesar ditempatkan pada area yang memungkinkan pengguna memperoleh pembesaran terhadap area kerja, sedangkan LED digunakan untuk memberikan pencahayaan tambahan.

Pengembangan ukuran kaca pembesar dibandingkan rancangan sebelumnya dilakukan untuk memperluas area visual yang dapat diamati pengguna. Penambahan dan pengembangan pencahayaan LED juga diarahkan untuk memberikan pencahayaan yang lebih optimal pada area kerja.

Rancangan ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yang telah mengintegrasikan fitur dukungan visual pada alat pemotong kertas inklusif [6]. Namun, karena penelitian saat ini masih berada pada tahap perancangan, peningkatan dukungan visual tersebut belum dapat dinyatakan efektif secara empiris dan masih memerlukan pengujian pada tahap penelitian selanjutnya

 ISSN: 2830-0408



Gambar 3. Gambar 3D detail sistem dukungan visual, kaca pembesar LED

4.4 Rancangan Mekanisme pemotongan Semi Otomatis

Mekanisme pemotongan pada rancangan dikembangkan menggunakan sistem hidrolik yang dikendalikan oleh Arduino. Konfigurasi ini memungkinkan proses pemotongan dirancang dengan bantuan sistem kendali, sementara pengguna tetap melakukan penempatan dan penjepitan kertas secara manual.

Konsep tersebut berbeda dari mekanisme manual pada rancangan sebelumnya [6]. Pembagian aktivitas antara pengguna dan sistem bertujuan mempertahankan kontrol pengguna pada tahapan yang membutuhkan pengaturan posisi kertas, sekaligus memberikan bantuan mekanis pada proses pemotongan.

Secara konseptual, alur pengoperasian rancangan adalah:

Penempatan kertas → Pengaturan posisi → Penjepitan → Aktivasi sistem → Pemotongan hidrolik

Dengan demikian, Arduino berfungsi sebagai bagian dari sistem kendali, sedangkan mekanisme hidrolik berperan sebagai aktuator pada proses pemotongan.

4.5 Integrasi Rancangan

Integrasi rancangan dilakukan dengan menggabungkan aspek dukungan visual, mekanisme mekanik, dan sistem kendali dalam satu konfigurasi alat. Hasil integrasi ditunjukkan melalui model CAD yang menggambarkan hubungan antara area kerja, kaca pembesar, LED, mekanisme pemotongan, dan komponen sistem kendali.

Integrasi tersebut menjadi bagian penting dalam pengembangan desain karena perubahan pada satu komponen dapat memengaruhi tata letak dan fungsi komponen lainnya. Pemodelan CAD memungkinkan konfigurasi tersebut divisualisasikan dan disesuaikan sebelum dilakukan pembuatan prototipe

 ISSN: 2830-0408

4.6 Pembahasan Hasil Rancangan

Hasil rancangan menunjukkan adanya pengembangan dari penelitian sebelumnya pada dua aspek utama, yaitu dukungan visual dan mekanisme pengoperasian. Dukungan visual dikembangkan melalui peningkatan ukuran kaca pembesar dan pencahayaan LED, sedangkan mekanisme pengoperasian dikembangkan dari sistem manual menjadi konsep semi otomatis berbasis Arduino dan hidrolik.

Dari sisi *Human-Centered Design*, rancangan tetap mempertahankan keterlibatan pengguna pada tahapan penempatan, pengaturan, dan penjepitan kertas. Sementara itu, sistem kendali digunakan untuk membantu proses pemotongan. Pembagian tersebut menunjukkan bahwa pengembangan desain tidak hanya berorientasi pada penambahan otomasi, tetapi juga mempertimbangkan bentuk interaksi pengguna dengan alat.

Namun, hasil pada penelitian ini masih berupa rancangan dan model CAD. Oleh karena itu, kemampuan rancangan dalam meningkatkan akurasi pemotongan, keamanan, kemudahan penggunaan, maupun dukungan visual belum dapat disimpulkan berdasarkan hasil empiris. Aspek tersebut perlu diverifikasi melalui pembuatan prototipe dan pengujian pada penelitian berikutnya

5. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan rancangan alat pemotong kertas inklusif semi otomatis berbasis Arduino untuk pengguna *low vision*. Pengembangan rancangan difokuskan pada dua aspek utama, yaitu peningkatan dukungan visual dan pengembangan mekanisme pemotongan semi otomatis.

Dukungan visual dikembangkan melalui penggunaan kaca pembesar dengan ukuran yang lebih besar dan pencahayaan LED pada area kerja. Sementara itu, mekanisme pemotongan dirancang menggunakan sistem hidrolik yang dikendalikan oleh Arduino, dengan tetap mempertahankan proses penempatan, pengaturan, dan penjepitan kertas secara manual. Pemodelan menggunakan CAD menghasilkan visualisasi tiga dimensi yang mengintegrasikan komponen mekanik, sistem dukungan visual, dan sistem kendali dalam satu kesatuan rancangan.

Penelitian ini masih terbatas pada tahap perancangan dan pemodelan CAD sehingga belum mencakup pembuatan prototipe maupun pengujian fungsi, kinerja, dan usability. Tahap selanjutnya diperlukan untuk merealisasikan rancangan menjadi prototipe serta melakukan pengujian terhadap aspek mekanisme pemotongan, dukungan visual, keamanan, dan kemudahan penggunaan oleh pengguna *low vision*

Pustaka

[1] World Health Organization, *International Classification of Diseases 11th Revision (ICD-11)*, Geneva: World Health Organization. https://icd.who.int/en/

[2] L. M. Ortiz-Escobar, M. A. Chavarria, K. Schönenberger, S. Hurst, M. A. Stein, A. Mugeere, and M. Rivas Velarde, "Assessing the implementation of user-centred design standards on assistive technology for persons with visual impairments: A systematic review," *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, vol. 4, 2023, Art. no. 1238158, doi: 10.3389/fresc.2023.1238158. https://www.frontiersin.org/journals/rehabilitation-sciences/articles/10.3389/fresc.2023.1238158/full.com

ISSN: 2830-0408

[3] J. W. Jutai, J. G. Strong, and E. Russell-Minda, "Effectiveness of assistive technologies for low vision rehabilitation: A systematic review," *Journal of Visual Impairment & Blindness*, vol. 103, no. 4, pp. 210–222, 2009, doi: 10.1177/0145482X0910300404. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0145482X0910300404

[4] International Organization for Standardization, *ISO 9241-210:2019: Ergonomics of Human-System Interaction—Part 210: Human-Centred Design for Interactive Systems*, 2nd ed., Geneva: ISO, 2019. https://www.iso.org/standard/77520.html

[5] A. Carkeet, "Stand magnifiers for low vision: Description, prescription, assessment," *Clinical and Experimental Optometry*, vol. 103, no. 1, pp. 11–20, 2020, doi: 10.1111/cxo.12948. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cxo.12948

[6] R. N. Kartika, Y. P. Pratama, M. Abid, and D. Agustiani, "Perancangan Alat Pemotong Kertas Inklusif untuk meningkatkan Akurasi dan Keamanan Pengguna Low Vision," *Majamecha*, vol. 8, no. 1, pp. 79–90, 2026, doi: 10.36815/majamecha.v8i1.4693. https://ejurnal.unim.ac.id/index.php/majamecha/article/view/4693com

[7] R. N. Kartika et al., "Perancangan Awal Alat Pemotong Kertas untuk Pengguna Low Vision dengan Pendekatan Human-Centered Design," *Prosiding Seminar Nasional Tetamekraf*, 2025. https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/tetamekraf/article/view/5817

[8] R. Mahabbah, I. Irwanto, D. Aribowo, S. Wardoyo, and S. Suhendar, "Evaluation of Arduino-Based Assistive Technology for the Blind: Implications for Inclusive Technical Education," *Journal of Mechanical Engineering Education*, vol. 13, no. 1, 2026. https://vm36.upi.edu/index.php/jmee/article/view/95594

[9] B. Ramatsetse, I. A. Daniyan, K. Mpofu, and O. Makinde, "State of the art applications of engineering graphics and design to enhance innovative product design: A systematic review," *Procedia CIRP*, vol. 119, pp. 699–709, 2023, doi: 10.1016/j.procir.2023.05.006

[10] A. Chammas, M. Quaresma, and C. Mont'Alvão, "A closer look on the user centred design," *Procedia Manufacturing*, vol. 3, pp. 5397–5404, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.656 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915006575