

LAPORAN AKHIR PENELITIAN



Pengembangan Komponen dan Software Penggerak Mikroskop

Oleh:

Raflen Aril Gerungan, M.Si

Diki, S.Si., M.Ed., Ph.D

Dr. Elizabeth Novi Kusumaningrum, S.Si., M.Si.

Arif Cahyani Ilyas

Yani Pujiastuti

Yasmin Aisyah Raihana

Ananda Nursofiyah

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TERBUKA**

2024

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	1
LEMBAR PENGESAHAN	2
DAFTAR ISI	3
DAFTAR GAMBAR	4
DAFTAR TABEL	5
DAFTAR LAMPIRAN	6
RINGKASAN	7
BAB I PENDAHULUAN	8
A. LATAR BELAKANG	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. MIKROSKOP	10
B. JENIS-JENIS MIKROSKOP	
C. MANFAAT MIKROSKOP	11
BAB III METODE PENELITIAN	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
A. HASIL PENELITIAN	14
1. Alur Kerja Cakram Penjepit pada Sistem Fokus Mikroskop	14
2. Desain Dasar/Prototipe	16
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	20

Ringkasan

Mikroskop merupakan salah satu alat yang digunakan dalam pembelajaran dan penelitian biologi. Mikroskop berfungsi mengamati benda yang sangat kecil dan benda yang tidak tampak oleh indra penglihatan secara langsung. Pemanfaatan mikroskop pada pembelajaran Biologi Universitas Terbuka kepada mahasiswa merupakan hal penting. Mikroskop bagian dari alat yang harus dikuasai oleh mahasiswa baik dalam memahami mikroskop maupun menggunakan mikroskop sebagai alat dan media dalam pembelajaran Biologi. Penggunaan mikroskop oleh mahasiswa masih terbatas pada penggunaan secara langsung oleh mahasiswa ditempat praktikum atau perkuliahan. Pengembangan komponen penggerak untuk mengatur fokus pada mikroskop yang dapat dikontrol atau diremote secara jarak jauh itu akan menjadi inovasi baru dan dapat membantu mahasiswa dalam mereka memanfaatkan mikroskop pada praktikum atau perkuliahan. Pengembangan penggerak yang ditingkatkan pada mikroskop didukung dengan pemanfaatan perangkat lunak yang kompatibel dengan komponen penggerak mikroskop. Tujuan penelitian ini: 1) mengembangkan cakram penjepit penghubung motor penggerak dan bagian pengatur fokus kasar dan pengatur fokus halus pada mikroskop, 2) perangkat lunak pendukung atau program penggerak motor untuk kemudahan pengoperasian komponen mikroskop, 3) memiliki komponen penggerak mikroskop ditingkatkan sehingga memudahkan proses pemanfaatan dan pembelajaran mikroskop secara PJJ oleh mahasiswa Biologi. Metode penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (R&D), tahapan pengembangan yang digunakan dengan model prosedural, berikut langkah-langkahnya: 1) perencanaan dengan identifikasi potensi masalah, 2) membuat desain baru, 3) validasi desain, 4) revisi desain, 5) validasi desain, dan 6) uji coba produk. Luaran dalam penelitian ini ditargetkan berupa: 1) Tahun pertama terdiri dari prototipe komponen penggerak, prototipe perangkat lunak, dan HKI. 2) Tahun kedua terdiri dari produk akhir komponen penggerak, produk akhir perangkat lunak, dan paten komponen penggerak mikroskop ditingkatkan. 3) Draft artikel pada tahun pertama dan artikel yang diterbitkan pada jurnal/prosiding nasional dan/atau internasional.

Kata Kunci: Penggerak Mikroskop, Software, Mikroskop

Kata Kunci: Mikroskop, Cakram Penggerak

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mikroskop merupakan salah satu alat yang digunakan dalam pembelajaran dan penelitian biologi. Mikroskop memiliki fungsi untuk mengamati benda yang sangat kecil dan benda yang tidak tampak oleh indra penglihatan secara langsung. Ukuran bayangan atau gambar yang dihasilkan oleh mikroskop dapat mencapai jutaan kali ukuran benda aslinya. Mikroskop pertama kali dibuat oleh ilmuwan Belanda bernama Antonie van Leeuwenhoek pada tahun 1673. Mikroskop buatannya hanya memiliki satu lensa objektif, tetapi dapat menghasilkan perbesaran hingga 270 kali.

Mikroskop terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian optik dan bagian mekanis. Bagian optik terdiri dari lensa objektif, lensa okuler, dan kondensor. Bagian mekanis terdiri dari stativ, meja objek, dan pengatur fokus. Mikroskop pada pembelajaran sains dan medis merupakan alat pembelajaran yang penting untuk dikuasai oleh mahasiswa, baik sebagai objek pembelajaran utama atau sebagai alat pendukung dalam perkuliahan.

Program Studi Biologi Universitas Terbuka merupakan satu satunya program perkuliahan di Indonesia yang menerapkan pembelajaran jarak jauh (PJJ) pada bidang Biologi. Pemanfaatan mikroskop sudah menjadi bagian penting bagi mahasiswa Biologi UT dalam melakukan praktikum. PJJ Biologi yang membutuhkan praktikum, memiliki tantangan tersendiri. Salah satu tantangannya adalah bagaimana menghadirkan praktikum mikroskop atau praktikum yang memanfaatkan mikroskop.

Pengembangan komponen mikroskop pada bagian penggerak akan menambah keragaman tools penggerak pada mikroskop. Selain itu mikroskop dapat dikendalikan secara jarak jauh (remote). Adanya komponen penggerak mikroskop yang dapat diremote merupakan inovasi yang dapat menambah keragaman PJJ Biologi untuk memberikan pengalaman belajar kepada mahasiswa.

Pengembangan komponen mikroskop dapat dilakukan untuk melengkapi mikroskop yang sudah ada serta memberikan tools yang ditingkatkan pada komponen penggerak sehingga memudahkan pengguna memakai secara remote. Terdapat beberapa penelitian yang melakukan peningkatan pada mikroskop, dengan komponen yang berbeda. Putranto dkk (2020) menghasilkan

desain system pengatur jarak pada mikroskop digital. Beberapa komponen diperlukan untuk meningkatkan efisiensi kerja suatu mikroskop.

Penelitian yang dilakukan Susanti dkk (2017) menggunakan mikrokontroler pada mikroskop cahaya. Merlina (2021) juga melakukan modifikasi pada mikroskop digital. Namun penelitian yang dilakukan Susanti dan Merlina belum mencapai tahap pengembangan komponen dan software pendukungnya.

Penelitian ini merupakan kolaborasi antara Program Studi Biologi FST UT dengan PT Cakrawala Mikroskop Indonesia. Dengan adanya kolaborasi ini, diharapkan luaran berupa komponen mikroskop yang memiliki nilai komersialisasi. Adapun tujuan penelitian: 1) Cakram penjepit penghubung motor penggerak dan bagian pengatur fokus kasar dan pengatur fokus halus pada mikroskop. 2) Software pendukung - serta program penggerak motor untuk kemudahan pengoperasian mikroskop. 3) Memiliki tools yang ditingkatkan sehingga memudahkan proses pemanfaatan dan pembelajaran mikroskop secara PJJ oleh mahasiswa Biologi.

Penelitian ini memiliki manfaat: 1) Memudahkan dan membuat efisiensi kerja dari sebuah mikroskop (Pengaturan Fokus dapat diremote). 2) Bidang sains: untuk mengamati struktur dan fungsi sel, jaringan, dan organ (Biologi), untuk mengamati struktur molekul dan reaksi kimia (kimia), untuk mengamati struktur materi dan fenomena alam. (Fisika). 3) Bidang Medis membantu dokter atau peneliti untuk mendiagnosis penyakit, melakukan penelitian, dan mengembangkan obat-obatan baru. Untuk itu diperlukan penelitian pengembangan komponen dan software penggerak mikroskop.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikroskop.

Mikroskop adalah alat yang digunakan untuk mengamati benda yang sangat kecil dan benda yang tidak tampak oleh indra penglihatan secara langsung. Ukuran bayangan atau gambar yang dihasilkan oleh mikroskop dapat mencapai jutaan kali ukuran benda aslinya. Mikroskop pertama kali dibuat oleh seorang ilmuwan Belanda bernama Antonie van Leeuwenhoek pada tahun 1673. Mikroskop buaatannya hanya memiliki satu lensa objektif, tetapi dapat menghasilkan perbesaran hingga 270 kali.

Mikroskop terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian optik dan bagian mekanis. Bagian optik terdiri dari lensa objektif, lensa okuler, dan kondensor. Lensa objektif berfungsi untuk memperbesar bayangan benda, sedangkan lensa okuler berfungsi untuk memperbesar kembali bayangan yang dihasilkan oleh lensa objektif. Kondensor berfungsi untuk mengumpulkan cahaya dan mengarahkannya ke objek yang akan diamati. Bagian mekanis terdiri dari stativ, meja objek, dan pengatur fokus. Stativ berfungsi untuk menopang mikroskop, meja objek berfungsi untuk meletakkan objek yang akan diamati, dan pengatur fokus berfungsi untuk mengatur ketajaman gambar.

B. Jenis-Jenis Mikroskop.

Mikroskop dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan sumber cahayanya, yaitu mikroskop cahaya dan mikroskop elektron:

1. **Mikroskop cahaya/optik** adalah jenis mikroskop yang paling umum digunakan. Mikroskop optik bekerja dengan prinsip optika, yaitu memanfaatkan cahaya untuk menghasilkan bayangan benda. Mikroskop ini terdiri dari dua jenis, yaitu mikroskop monokuler dan mikroskop binokuler.
 - a) **Mikroskop monokuler** hanya memiliki satu lensa okuler, sehingga pengamat hanya dapat melihat objek secara dua dimensi.
 - b) **Mikroskop binokuler** memiliki dua lensa okuler, sehingga pengamat dapat melihat objek secara tiga dimensi.



Gambar 1. Mikroskop Monokuler (A), Mikroskop Binokuler (B)

Mikroskop cahaya memiliki perbesaran maksimal hingga 1.000 kali. Mikroskop cahaya biasanya digunakan untuk mengamati benda-benda biologi, seperti sel, jaringan, dan organ.

2. Mikroskop elektron menggunakan elektron sebagai sumber energinya. Mikroskop elektron memiliki perbesaran yang jauh lebih tinggi daripada mikroskop cahaya, yaitu hingga 1.000.000 kali. Mikroskop elektron terdiri dari beberapa jenis, yaitu:
 - a) **Mikroskop transmisi elektron (TEM)** digunakan untuk mengamati benda-benda yang transparan, seperti sel dan jaringan.
 - b) **Mikroskop pemindai elektron (SEM)** digunakan untuk mengamati benda-benda yang tidak transparan, seperti permukaan material.



Gambar 2. Mikroskop Elektron, Tipe TEM.

Mikroskop elektron biasanya digunakan untuk mengamati benda-benda yang sangat kecil dan memiliki struktur yang kompleks, seperti virus, kristal, dan material komposit.

3. Mikroskop lainnya, selain mikroskop cahaya dan mikroskop elektron, terdapat beberapa jenis mikroskop lainnya, yaitu:
 - a) **Mikroskop stereo** digunakan untuk mengamati benda-benda tiga dimensi. Mikroskop stereo memiliki perbesaran maksimal hingga 40 kali.
 - b) **Mikroskop polarisasi** digunakan untuk mengamati benda-benda yang bersifat optik anisotropik, seperti kristal dan jaringan.
 - c) **Mikroskop interferometri** digunakan untuk mengukur jarak antaratom atau antarmolekul.
 - d) Mikroskop confocal digunakan untuk mengamati objek dalam tiga dimensi dengan resolusi tinggi.

C. Manfaat Mikroskop.

Mikroskop merupakan alat yang penting dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan. Dengan menggunakan mikroskop, kita dapat mempelajari benda-benda yang sangat kecil dan memiliki struktur yang kompleks. Berikut beberapa manfaat atau kegunaan mikroskop dalam berbagai bidang:

- Kedokteran untuk mendiagnosis penyakit, melakukan penelitian, dan mengembangkan obat-obatan baru.
- Biologi untuk mengamati struktur dan fungsi sel, jaringan, dan organ.
- Kimia untuk mengamati struktur molekul dan reaksi kimia.
- Fisika untuk mengamati struktur materi dan fenomena alam.

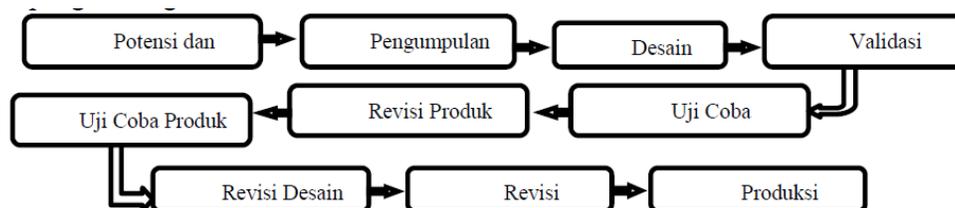
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu. Sugiyono (2010), menyatakan Research and Development (R&D) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Kemudian, Sukmadinata (2009) menulis Research and Development (R&D) merupakan suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan. Selanjutnya menurut Putra (2015), Research and Development (R&D) merupakan metode penelitian secara sengaja, sistematis, untuk menemukan, memperbaiki, mengembangkan, menghasilkan, maupun menguji keefektifan produk, model, maupun metode/ strategi/ atau cara yang lebih unggul, baru, efektif, efisien, produktif, dan bermakna. Melalui beberapa pendapat tersebut, dapat dikatakan Research and Development (R&D) merupakan metode penelitian yang dilakukan secara sengaja dan sistematis untuk menyempurnakan produk yang telah ada maupun mengembangkan suatu produk baru melalui pengujian, sehingga produk tersebut dapat dipertanggungjawabkan.

Model pengembangan pada Research and Development (R&D) dapat berupa model prosedural, model konseptual, dan model teoritik. Model pengembangan penelitian ini menerapkan model prosedural. Model prosedural merupakan model bersifat deskriptif, yaitu menggariskan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan produk. Berikut desain penelitian pengembangan:



Gambar 3. Model Pengembangan, Sumber: Sugiyono (2010)

Mengacu pada model pengembangan di atas, maka dibuatlah langkah-langkah prosedural dalam penelitian ini. 1) perencanaan dengan identifikasi potensi masalah, 2) membuat desain baru, 3) validasi desain, 4) revisi desain, 5) validasi desain, dan yang terakhir 6) uji coba produk.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian.

Hasil pada penelitian dan pengembangan ini, yaitu: alur kerja alat penggerak mikroskop yang ditingkatkan dan desain dasar alat penggerak kasar yang ditingkatkan. Alat penggerak ini berupa cakram penjepit penghubung motor penggerak dan bagian pengatur fokus kasar dan pengatur fokus halus pada mikroskop. Hasil ini merupakan proses awal (prototipe) yang digunakan untuk mengembangkan lebih lanjut alat yang akan dikembangkan.

1. Alur Kerja Cakram Penjepit pada Sistem Fokus Mikroskop.

Alat penggerak pada mikroskop berfungsi untuk menaik-turunkan tabung mikroskop secara cepat agar objek yang diamati dapat terlihat. Pada mikroskop digital yang terhubung dengan komputer dan internet, fungsi ini menjadi lebih canggih. Gerakan mekanis digantikan dengan kontrol digital yang memungkinkan pengaturan yang lebih presisi dan otomatis.

Penelitian ini salah satu objeknya yaitu bagaimana mengembangkan cakram penjepit yang ditingkatkan. Cakram penjepit atau *clutch disk* adalah komponen mekanis yang memiliki peran krusial dalam sistem penggerak fokus pada mikroskop, terutama pada model-model yang sudah dilengkapi dengan motor penggerak. Komponen ini berfungsi sebagai penghubung antara motor penggerak (yang mengontrol gerakan naik turunnya tabung mikroskop) dengan bagian mekanik yang mengatur fokus kasar dan halus.

Berikut beberapa fungsi cakram penjepit yang ditingkatkan pada mikroskop:

- a. **Menghubungkan Motor dan Bagian Mekanik:** Cakram penjepit bertindak sebagai perantara antara tenaga putar dari motor dan gerakan linier yang diperlukan untuk menggerakkan tabung mikroskop.
- b. **Mengatur Torsi:** Cakram penjepit dapat diatur untuk memberikan torsi yang tepat pada bagian mekanik. Hal ini penting untuk memastikan gerakan fokus halus dan tidak merusak komponen mikroskop.
- c. **Mencegah Kerusakan:** Dengan mengatur torsi, cakram penjepit juga berfungsi sebagai mekanisme proteksi. Jika terjadi beban berlebih, cakram penjepit dapat slip sehingga mencegah kerusakan pada komponen lain.

- d. **Memungkinkan Pengaturan Manual:** Pada beberapa model mikroskop, cakram penjepit dapat diatur sehingga pengguna dapat melakukan penyesuaian fokus secara manual jika diperlukan.

Ketika motor penggerak diaktifkan, cakram penjepit akan berputar. Permukaan cakram yang bertekstur akan bergesekan dengan komponen mekanik yang terhubung dengan tabung mikroskop. Gesekan inilah yang kemudian akan menggerakkan tabung mikroskop naik atau turun.

Berikut Alur Kerja Cakram Penjepit pada Sistem Fokus Mikroskop:

1. Penerimaan Sinyal dari Pengontrol.

Perintah Gerak: Motor penggerak menerima sinyal dari perangkat kontrol (misalnya, komputer atau panel kontrol mikroskop) untuk melakukan gerakan naik atau turun. Sinyal ini menginstruksikan motor untuk berputar.

2. Transmisi Tenaga ke Cakram Penjepit.

Putaran Motor: Motor penggerak mulai berputar sesuai dengan perintah yang diterima.

Penghantaran Tenaga: Putaran motor diteruskan ke poros yang terhubung dengan cakram penjepit.

3. Pengaktifan Cakram Penjepit

Gesekan atau Penguncian: Ketika poros berputar, cakram penjepit akan bergeser atau mengunci dengan komponen yang terhubung dengan mekanisme pengatur fokus.

Jenis Cakram: Pada penelitian ini yang dikembangkan yaitu cakram gigi. Gigi-gigi pada cakram akan mengunci dengan gigi pada komponen lain, memberikan daya cengkram yang lebih kuat.

4. Gerakan Mekanisme Fokus.

Translasi Gerakan: Putaran cakram penjepit diubah menjadi gerakan linier melalui mekanisme transmisi (misalnya, roda gigi, ulir).

Pengaturan Fokus: Gerakan linier ini kemudian menggerakkan tabung mikroskop atau stage mikroskop secara naik atau turun, sehingga objek yang diamati menjadi fokus.

5. Pengaturan Torsi.

Kontrol Kehalusan: Cakram penjepit dapat diatur untuk memberikan torsi yang tepat pada mekanisme fokus. Torsi yang lebih rendah menghasilkan gerakan yang lebih

halus (fokus halus), sedangkan torsi yang lebih tinggi menghasilkan gerakan yang lebih cepat (fokus kasar).

Mekanisme Pengaturan: Beberapa mikroskop memungkinkan pengguna untuk mengatur torsi secara manual, misalnya dengan menyesuaikan tekanan pada cakram penjepit.

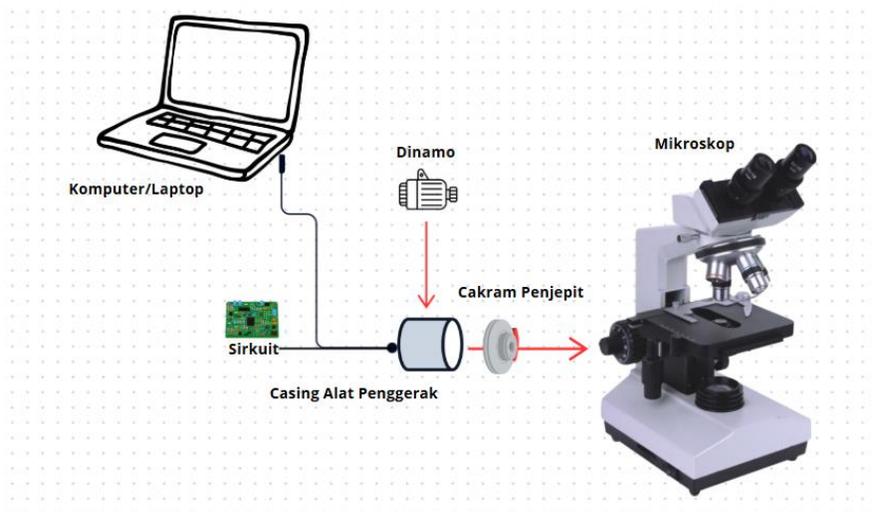
6. Pemutusan Konektifitas.

Saat Perintah Berhenti: Ketika sinyal dari perangkat kontrol berhenti, motor penggerak akan berhenti berputar.

Pelepasan Cakram: Cakram penjepit akan melepaskan komponen yang terhubung, menghentikan gerakan mekanisme fokus.

2. Desain Dasar/Prototipe.

Desain dasar atau prototipe adalah representasi awal dari suatu produk, sistem, atau layanan. Ini bisa berupa model fisik, digital, atau bahkan sketsa sederhana. Tujuan utama dari pembuatan prototipe adalah untuk menguji konsep, mendapatkan umpan balik, dan mengidentifikasi potensi masalah sebelum pengembangan produk secara penuh.



Gambar 4. Desain Dasar Sistem Kerja Cakram Penjepit

Desain dasar cakram penjepit pada sistem fokus mikroskop penelitian ini untuk memudahkan:

- 1) Validasi Ide: Desain dasar/Prototipe pada penelitian ini memungkinkan kita untuk memvisualisasikan ide dan menguji apakah ide tersebut layak untuk dikembangkan lebih lanjut.
- 2) Identifikasi Masalah: Dengan membuat desain dasar/prototipe, kita dapat mengidentifikasi masalah-masalah yang mungkin timbul pada produk akhir sebelum terlalu banyak investasi waktu dan sumber daya.
- 3) Pengujian Fungsionalitas: Prototipe memungkinkan kita untuk menguji bagaimana produk akan berfungsi dan berinteraksi dengan pengguna.
- 4) Mendapatkan Umpan Balik: Dengan menunjukkan prototipe kepada pengguna potensial, kita dapat mendapatkan umpan balik yang berharga untuk perbaikan.
- 5) Komunikasi yang Lebih Baik: Prototipe adalah alat yang efektif untuk mengkomunikasikan ide kepada tim pengembangan, investor, atau klien.

Jenis Prototipe

Terdapat beberapa jenis prototipe seperti, 1) **Prototipe Low-Fidelity**: Prototipe yang sederhana dan cepat dibuat, seperti sketsa, wireframe, atau mockup. 2) **Prototipe High-Fidelity**: Prototipe yang lebih detail dan menyerupai produk akhir, seperti model fisik atau prototipe interaktif. 3) **Prototipe Minimal Viable Product (MVP)**: Prototipe yang memiliki fitur minimal yang diperlukan untuk menguji hipotesis bisnis dan mendapatkan umpan balik pengguna.

Jenis desain dasar/prototipe cakram penjepit pada sistem fokus mikroskop yang ditingkatkan pada penelitian ini adalah **Prototipe Low-Fidelity**.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

Cakram penjepit pada sistem fokus mikroskop yang ditingkatkan pada penelitian merupakan komponen yang dapat meningkatkan kerja mikroskop dari sisi fungsionalitasnya khususnya membantu dalam melakukan pembelajaran terkait penggunaan mikroskop secara jarak jauh. Komponen ini berperan sebagai penghubung kunci antara motor penggerak dan bagian mekanik yang mengatur fokus. Dengan memahami fungsi dan cara kerja cakram penjepit, kita dapat merawat mikroskop dengan lebih baik dan mendapatkan hasil pengamatan yang optimal.

Prototipe atau Desai Dasar adalah alat/media yang sangat berharga dalam proses pengembangan produk. Dengan membuat prototipe, kita dapat menguji ide, mendapatkan umpan balik, meningkatkan kualitas produk akhir, dan mengidentifikasi potensi masalah sebelum pengembangan produk secara penuh.

Saran kedepan untuk melakukan pengembangan lebih lanjut ke tahap Prototipe High-Fidelity: Prototipe yang lebih detail dan menyerupai produk akhir, seperti model fisik atau prototipe interaktif dan/atau Prototipe Minimal Viable Product (MVP): Prototipe yang memiliki fitur minimal yang diperlukan untuk menguji hipotesis bisnis dan mendapatkan umpan balik pengguna.

Daftar Pustaka

Merlina, D. (2021). Pengembangan Kinerja Mikroskop Binokular Menjadi Miskroskop Berkamera untuk Alat Praktikum dan Penelitian. *Indonesian Journal of Laboratory*, 4(1), 15-20.

Putranto, A. B., Baital, M. S., Muhlisin, Z., & Adi, K. (2020). Rancang bangun system pengambilan citra dan pengatur posisi jarak obyek pada mikroskop digital menggunakan jaringan wifi smartphone android berbasis raspberryPi 3 dan mikrokontroller ESP32. *Berkala Fisika*, 23(4), 131-142.

Susanti, I., Handayani, S., Ekowatiningsih, R., Prasetyorini, B., Yusnita, E. A., Ardianto, D. A., & Widjaya, S. K. (2017). Pengembangan Mikroskop Dengan Mikrokontroler dan Cahaya Monokromatik Untuk Mendeteksi Parasit Malaria. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 6(2), 75-82.

Lampiran 1

Dokumentasi Kegiatan Analisis dan Identifikasi Potensi Pengembangan Cakram Penjepit Sistem Gerak Mikroskop



Lampiran 2

Dokumentasi Kegiatan Identifikasi Alat Pendukung untuk Pengembangan Cakram Penjepit Sistem Gerak Mikroskop



Lampiran 3

Dokumentasi Kegiatan Pengukuran Alat untuk Pengembangan Prototipe Cakram Penjepit Sistem Gerak Mikroskop



Lampiran 4

Dokumentasi Kegiatan Rapat/Pertemuan Tuweb

