



RANCANG BANGUN *TIMER* PENCAMPURAN *PAINTING* PESAWAT BERBASIS MIKROKONTROLER *PROMINI*

¹*Mulyadi Nur, ²Hendri Louis Latif, ³Wahyudi

¹Politeknik Penerbangan Makassar

²Politeknik Penerbangan Makassar

³Universitas Negeri Makassar

Email: *mulyadinur.poltekbang@gmail.com¹, hendri_louis@dephub.go.id², wahyudi@unm.ac.id³.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses pelaksanaan pembelajaran *aircraft maintenance procedure* menggunakan *timer* sistem pencampuran cat pesawat berbasis mikrokontroler mega 2560 dimana sebuah perangkat yang digunakan dalam proses pencampuran cat untuk pesawat pada prodi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Makassar dan menghasilkan *timer* pencampuran *painting* pesawat berbasis mikrokontroler *Promini* yang valid, praktis, dan efektif. Metode penelitian ini menggunakan *Riset and Development* (R&D) dengan model 4D. Model 4D adalah sebuah pendekatan penelitian yang mengacu pada empat dimensi, yaitu *Define* (Mendefinisikan) dimana peneliti menganalisis kebutuhan pentingnya dilakukannya pengembangan, *Design* (Merancang) peneliti melakukan perancangan media beserta perangkat-perangkat yang berkaitan dengan media, *Develop* (Mengembangkan) peneliti memastikan produk yang dikembangkan layak untuk dipergunakan atau di uji cobakan di lapangan yang didasarkan oleh penilaian para ahli, dan *Deploy* (Menerapkan) peneliti mengimplementasikan produk yang telah dirancang dan telah layak ke taruna untuk dapat memperoleh data kepraktisan dan keefektifan penggunaan media. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media yang dikembangkan pada aspek media dan materi berada pada kategori sangat valid untuk dipergunakan. Implementasi media trainer mendapat respon peserta didik yang berada pada kategori sangat praktis dalam penggunaannya dan hasil nilai tes taruna setelah implementasi mengalami peningkatan berada pada kategori tinggi. Kesimpulan data tersebut menyatakan bahwa media yang telah dikembangkan dinyatakan valid/layak untuk digunakan serta praktis dan efektif dalam penggunaannya.

Kata Kunci: Cat Pesawat, Media Pembelajaran, Timer Pencampuran

ABSTRACT

This research aims to analyze the implementation process of aircraft maintenance procedure learning using a timer system for mixing aircraft paint based on the Mega 2560 microcontroller. This device is used in the process of mixing paint for aircraft in the Aircraft Maintenance Technology program at Makassar Flight Polytechnic. The research aims to develop a valid, practical, and effective microcontroller-based Promini painting timer for aircraft mixing. The research method used is Research and Development (R&D) with the 4D model. The 4D model is a research approach that consists of four dimensions: Define (defining), where the researcher analyzes the importance of development, Design (designing), where the researcher designs the media and related devices, Develop (developing), where the researcher ensures that the developed product is suitable for use and field testing based on expert evaluations, and Deploy (implementing), where the researcher implements the designed and validated product to the trainees to obtain data on the practicality and effectiveness of the media usage. The results of this research show that the developed media in terms of media and material aspects are considered highly valid for use. The implementation of the media trainer received a highly practical response from the learners, and the test scores of the trainees after the implementation showed a significant improvement. Based on these findings, it can be concluded that the developed media is considered valid, practical, and effective for use.

Keywords: Aircraft paint, Learning media, Mixing timer



1. PENDAHULUAN

Pesawat terbang merupakan salah satu alat transportasi udara yang memiliki keunikan tersendiri dapat melayani lalu lintas penumpang dan barang yang relatif terbatas¹, terutama barang berharga tinggi dan membutuhkan waktu yang cepat, bahkan untuk semua daerah yang tidak bisa juga dapat diakses dengan sarana transportasi lain. Itu sebabnya banyak orang suka menggunakannya layanan penerbangan². Hal ini menyebabkan banyak maskapai penerbangan melakukan hal yang berbeda. Perawatan pesawat untuk kenyamanan penggunaannya. Seperti melakukan Perawatan rutin, pembersihan dan pengecatan pesawat. Lukisan pesawat dilakukan selain identitas maskapai itu sendiri, sekalipun apakah pesawat mengalami korosi atau tidak. Perlakuan lain juga dapat mengubah logo Sopir. Bahan yang berbeda digunakan untuk mengecat atau mengecat mesin Bahan kimia yang menghasilkan limbah, termasuk limbah B3. Pertumbuhan industri dan penggunaan produk kimia Kegiatan manufaktur secara alami mendorong peningkatan produksi limbah Bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) sebagai residu dari proses produksi³.

Pengecatan pesawat terbang adalah proses yang sederhana, prosesnya mirip dengan pengecatan otomotif, beberapa perbedaan yang signifikan adalah kebutuhan detail lainnya dari kebersihan, dampak dan biaya di masa depan akibat berat tambahan⁴. Berbagai metode proses pengupasan cat telah digunakan pada bahan logam dan komposit, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, serta dampak lingkungannya. Beberapa operator mempertimbangkan lebih banyak tentang bagaimana mengurangi biaya tenaga kerja daripada mengevaluasi metode mengecat yang terbaik. Proses pelepasan cat yang paling umum digunakan adalah pengupasan manual, meskipun ada beberapa lagi metode ramah lingkungan, yang menyediakan bahan kimia berbasis metilen klorida fenol alternatif, dari penggunaan pelunak kimiawi hingga ledakan media untuk mengikis lapisan cat; Serta menggunakan cahaya intensitas tinggi atau energi cahaya berdenyut untuk strip lapisan permukaan.

Manual chemical stripping adalah proses pengupasan cat secara manual dengan bantuan cairan kimia atau asam untuk menghancurkan lapisan cat dan strip secara manual⁵, untuk pesawat 70 kursi khas ini biasanya memakan waktu dua hari sampai pesawat siap untuk mengecat⁶. Persiapan untuk proses ini terdiri dari pengupasan dan pengaplikasian remover secara hati-hati dengan sikat kecil di area sensitif seperti pintu, jendela, permukaan kontrol penerbangan, dan bagian lainnya yang terkena kelonggaran yang dapat menyebabkan penetrasi partikel cat yang tidak diinginkan. Hasil dengan persiapan untuk melindungi area sensitif seperti komposit, sepatu karet, sealant, gap, selang fleksibel, kabel listrik dll dengan pita aluminium foil, beberapa proses menggunakan metode reverse dengan cara masking process preparation, stripping, dan detail stripping. Proses pengupasan hanya menggunakan cairan penghilang atau asam, dan pengupasannya secara manual. Proses ini mungkin memerlukan beberapa aplikasi pengangkatan dan pengupasan cat, tergantung pada usia cat, lapisan dan kualitas perekat cat. Beberapa lapisan primer memerlukan pengamplasan manual dan scotch briting untuk mencegah penetrasi asam ke struktur. Dalam proses pembersihan, cairan lain diperlukan untuk membilas residu perusak cat ini dengan pelarut, dan beberapa air suling, namun penggunaan air harus diminimalkan mengenai biaya lingkungan dan limbah.

Proses pengecatan, secara umum setelah pengupasan dan pembersihan pesawat sudah siap untuk pelapis primer dan setelah pengeringan, pelapisan cat akhir bisa diaplikasikan polieter poliam poliester biasa, meski beberapa operator menggunakan cara pelapis yang berbeda. British Airways saat ini menggunakan proses nilon polymide sebagai intercoat untuk mengecat armada mereka. Ini adalah salah satu pendekatan hemat dan biaya yang paling efektif, lapisan nilonide polio diterapkan di antara cat primer dan cat top. Nilon ini akan bertindak sebagai stopper kimia cat remover saat pengupasan diperlukan, pewarna kimia asam ringan akan ditolak oleh nilon polimida ini, maka proses selanjutnya dilanjutkan dengan pembersihan normal dan siap untuk dicat ulang lagi dengan aplikasi pelapis nilon dan mantel atas lainnya. Proses ini tentu akan menghemat waktu dibandingkan dengan pengupasan manual ke logam, dan keuntungan lainnya adalah mencegah korosi potensial pada area kulit dan juga daerah struktural, karena memanfaatkan asam yang lebih ringan, dan pengupasan hanya berhenti sampai remover mencapai nilon poliideida. Penyedia jasa pengecatan pesawat memiliki pilihan yang berbeda dalam memilih metode mengecat mereka baik manual maupun otomatis / robotik. Meski ada beberapa pesawat tampak tidak berwarna, namun umumnya semua pesawat harus dicat ulang. Ada beberapa teknologi terkini dalam mengecat pesawat terbang.

Timer adalah salah satu peralatan yang mempunyai fungsi sebagai pembatas waktu kerja suatu alat yang cara kerjanya berdasarkan sifat mekanis atau elektronis. Pada peralatan elektronis seperti Televisi, Audio set dan



peralatan elektronik lainnya yang mempunyai fungsi pewaktu, pengaturan waktu kerjanya menggunakan mode timer dengan cara kerja yang bersifat elektronik. Pengaturan pembatasan waktu kerja, tidak hanya diterapkan pada pembatasan waktu kerja suatu peralatan, tetapi juga diterapkan pada suatu kegiatan atau pekerjaan yang harus dilaksanakan dengan perioda waktu yang telah ditetapkan sebelumnya. Pekerjaan atau kegiatan yang harus dilaksanakan dengan perioda waktu yang telah ditetapkan sebelumnya.

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip⁷. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC karena mikrokontroler memerlukan sebuah sistem minimum untuk memproses atau menjalankannya. Sistem minimum mikrokontroler adalah rangkaian elektronik minimum yang diperlukan untuk beroperasinya IC mikrokontroler⁸. Sistem minimum ini kemudian bisa dihubungkan dengan rangkaian lain untuk menjalankan fungsi tertentu.

Proses pencampuran cat pada pesawat merupakan salah satu langkah penting dalam proses pengecatan pesawat. Pencampuran cat yang tepat dapat memberikan hasil akhir yang berkualitas dan tahan lama. Namun, proses pencampuran cat yang dilakukan secara manual dapat memakan waktu dan menghasilkan variasi yang tidak konsisten. Sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan kualitas pencampuran cat pesawat, penggunaan mikrokontroler Promini dapat menjadi solusi yang efektif. Mikrokontroler Promini adalah mikrokontroler berukuran kecil yang memiliki kemampuan pemrograman dan pengendalian perangkat elektronik⁹. Dengan memanfaatkan mikrokontroler Promini, kita dapat mengatur timer yang akurat untuk mengontrol proses pencampuran cat secara otomatis¹⁰.

Menggunakan media pembelajaran untuk mempelajari tentang timer pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler Promini memiliki beberapa manfaat¹¹. Pertama, media pembelajaran ini memungkinkan para taruna dalam pembelajaran untuk memahami konsep dasar tentang pencampuran cat pesawat dan prinsip kerja mikrokontroler Promini. Selain itu, media ini juga dapat memberikan panduan praktis tentang cara menggunakan mikrokontroler Promini untuk mengatur timer secara efektif dalam proses pencampuran cat¹². Proses pencampuran menggunakan media pembelajaran ini, diharapkan para taruna dalam proses pembelajaran di Hanggar Poltekbang Makassar dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam mengoperasikan mikrokontroler Promini dan mengontrol timer pencampuran cat pesawat. Hal ini akan membantu mereka dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas proses pencampuran cat pada pesawat yang dikerjakan.

Latar belakang permasalahan yang telah dikemukakan diatas, berupa rancang bangun alat berbasis mikrokontroler serta berdasarkan uraian untuk mengatasi masalah tersebut diangkatlah penelitian tentang pengembangan media pembelajaran untuk taruna berupa timer sistem pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler mega 2560 promini di hanggar Poltekbang Makassar menjadi penting untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan para taruna pembelajaran di bidang ini

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian *Riset and Development* (R&D) dengan menggunakan model 4D. Metode penelitian 4D adalah sebuah pendekatan penelitian yang mengacu pada empat dimensi, yaitu *Define* (Mendefinisikan), *Design* (Merancang), *Develop* (Mengembangkan), dan *Deploy* (Menerapkan). Metode ini sering digunakan dalam konteks pengembangan dan implementasi teknologi¹³, khususnya dalam bidang rancang bangun dan teknologi informasi. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini melalui observasi, wawancara, dan angket kuisioner. Penelitian dilakukan di Program Studi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Makassar dengan melibatkan 60 taruna yang telah memprogramkan mata kuliah *Aircraft Maintenance Procedure* dan seorang dosen mata kuliah tersebut sebagai subjek penelitian dan kelompok ujicoba penelitian. Proses penelitian terdiri dari beberapa tahapan, yakni: 1) *define* (mendefinisikan): dimensi ini fokus pada identifikasi dan pengumpulan informasi awal mengenai masalah atau kebutuhan yang ingin diselesaikan, serta merumuskan tujuan dan sasaran penelitian. Langkah ini melibatkan analisis awal, pengumpulan data, dan identifikasi permasalahan yang ingin diteliti pada media pembelajaran *timer* pencampuran cat pada pesawat. 2) *design* (merancang): setelah masalah atau kebutuhan didefinisikan, langkah selanjutnya adalah merancang solusi atau konsep yang akan dikembangkan. Pada dimensi ini, peneliti merancang konsep atau desain solusi yang diinginkan, termasuk spesifikasi teknis, fitur, dan arsitektur sistem yang akan dikembangkan pada media pembelajaran *timer* pencampuran cat pada pesawat. 3) *develop* (mengembangkan): setelah merancang konsep solusi, langkah selanjutnya adalah mengembangkan sistem atau teknologi tersebut.



Dimensi ini melibatkan implementasi, pengujian, dan pengembangan prototipe atau model sistem yang telah dirancang sebelumnya pada media pembelajaran *timer* pencampuran cat pada pesawat. 4) *deploy* (menerapkan): setelah sistem atau teknologi dikembangkan dan diuji, langkah terakhir adalah menerapkannya dalam lingkungan yang relevan. Dimensi ini melibatkan implementasi sistem atau teknologi ke dalam lingkungan nyata, melakukan evaluasi dan pengukuran performa sistem, serta melakukan penyesuaian dan perbaikan jika diperlukan pada media pembelajaran *timer* pencampuran cat pada pesawat.

Tabel 1. Instrument Penelitian

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Butir
1	Penyajian media	Relevansi media	1, 2, 3, 4
		Bahasa dalam penyampaian media	5, 6, 7, 8, 9
		Pengukuran Mudah dipahami	10, 11
Media/ Tampilan		Tampilan Box	1, 2,
		Teks Petunjuk Penggunaan	3, 4
		Gambar dan Ilustrasi Media	5, 6, 7, 8, 9
Manfaat		Penyajian Media	10, 11, 12
		Kegiatan belajar mengajar	1, 2, 3, 4
		Keterarikan pada Media	5, 6

Tabel 2. Lembar Validasi

No	Lembar Validasi
1	a. Petunjuk penilaian media ajar dinyatakan dengan jelas
	b. Kriteria dinyatakan dengan jelas
2	a. Indikator dinyatakan dengan jelas
	b. Butir pernyataan sesuai indikator
3	a. Menggunakan bahasa Indonesia baku
	b. Bahasa yang digunakan mudah dipahami
	c. Bahasa tidak bermakna ganda

Rumus data per item

$$P = \frac{X}{X_1} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase

X = jawaban responden dalam 1 item

X_1 = jumlah skor ideal dalam 1 item

100% = konstanta

Rumus untuk mengolah data secara keseluruhan item

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_1} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase

$\sum x$ = Jumlah keseluruhan jawaban responden

$\sum x_1$ = Jumlah keseluruhan nilai ideal dalam satu item



100% = konstanta

Pada penentuan kriteria dilakukan dengan cara di bawah ini:

Tabel 3. Kriteria Penilaian

Kategori	Skor Persentase (%)	Interprestasi	Ekuivalen
A (4)	80% - 100%	Sangat Baik	Layak
B (3)	60% - 79%	Baik	Cukup layak
C (2)	50% - 59%	Cukup Baik	Kurang layak
D (1)	0% - 49%	Kurang Baik	Tidak layak

Rumus untuk menentukan tingkat keefektifan media

$$N - Gain = \frac{\text{Nilai Postest} - \text{Nilai Pretest}}{\text{Nilai Maksimal} - \text{Nilai Pretest}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Define (Mendefinisikan)

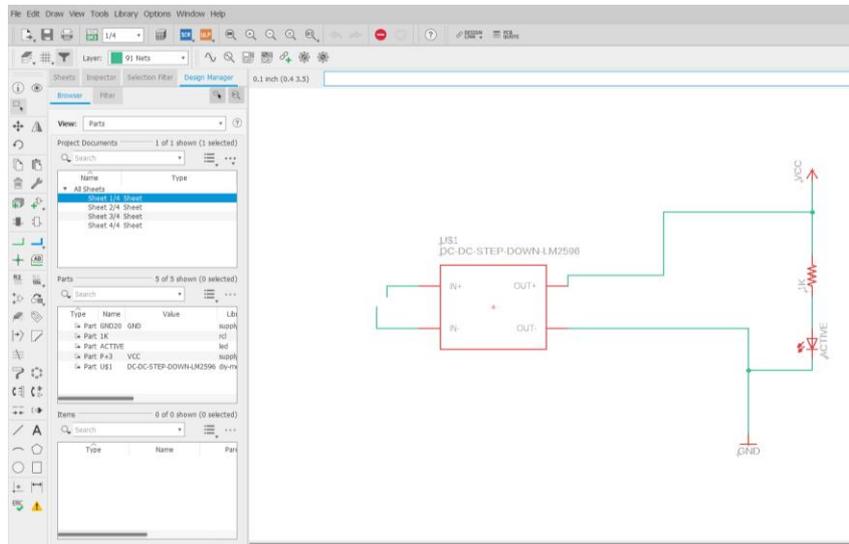
Kegiatan utama pada tahapan ini adalah menganalisis perlunya pengembangan media pembelajaran dan kelayakan serta syarat-syarat pengembangan media pembelajaran *timer* pencampuran cat pada pesawat. Membawa perubahan besar pada penggunaan teknologi elektronik, salah satunya adalah *timer* pencampuran. *Timer* menjadi basis dari media pembelajaran yang dikembangkan untuk memenuhi pencapaian pembelajaran. Melakukan analisis karakter taruna menggunakan metode wawancara langsung ke taruna dan angket. Hasil wawancara dan isian angket menyatakan bahwa kebanyakan telah memiliki pengetahuan dasar tata cara pencampuran dan beberapa taruna telah mulai mempelajari mikrokontroler untuk penggunaan *timer*, namun hampir semua taruna menyatakan bahwa belum pernah mengaplikasikan mikrokontroler untuk fungsi *timer* pencampuran bahkan beberapa taruna belum mempunyai pengetahuan tentang mikrokontroler.

Berdasarkan hasil angket, observasi dan wawancara dengan taruna/tarunidan dosen penanggung jawab mata kuliah *Aircraft Maintenance Procedure*, masih minim media yang bisa diajarkan ke taruna/taruni terkait pengetahuan penggunaan media pembelajaran untuk mempelajari tentang *timer* pencampuran *painting* pesawat berbasis mikrokontroler *Promini* memiliki beberapa manfaat. Pertama, media pembelajaran ini memungkinkan para taruna dalam pembelajaran untuk memahami konsep dasar tentang pencampuran cat pesawat dan prinsip kerja mikrokontroler *Promini*. Selain itu, media ini juga dapat memberikan panduan praktis tentang cara menggunakan mikrokontroler *Promini* untuk mengatur *timer* secara efektif dalam proses pencampuran cat. Proses pencampuran menggunakan media pembelajaran ini, diharapkan para taruna dalam proses pembelajaran di Hanggar Poltekbang Makassar dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam mengoperasikan mikrokontroler *Promini* dan mengontrol *timer* pencampuran cat pesawat. Hal ini akan membantu mereka dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas proses pencampuran cat pada pesawat yang dikerjakan. Deskripsi matakuliah antara lain taruna belajar tentang prinsip-prinsip prosedur dasar dalam melaksanakan pemeliharaan pada pesawat terbang.

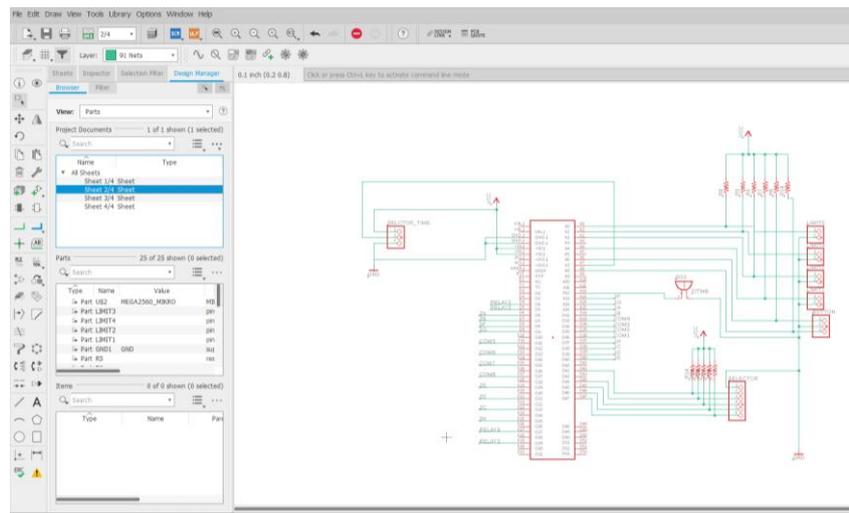
2. Design (Merancang)

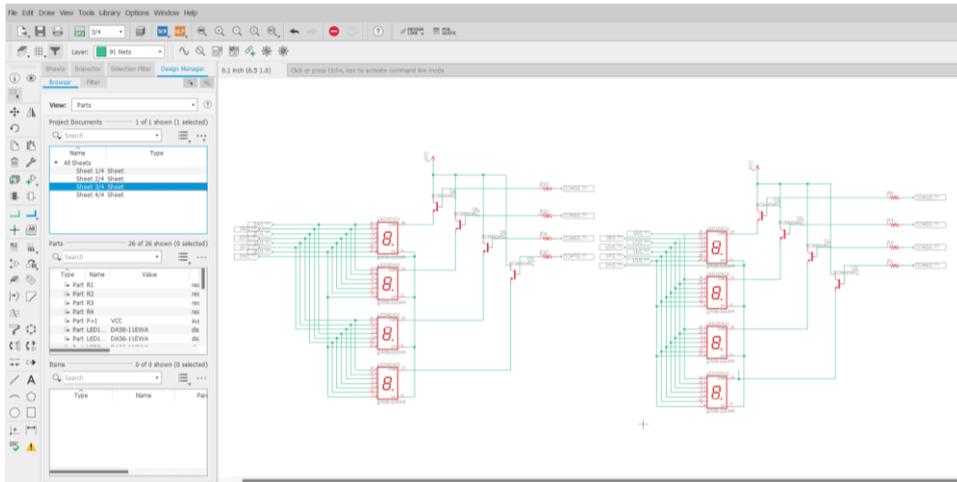
Proses perencanaan melibatkan pembuatan desain media pembelajaran *timer* pencampuran *painting* pesawat berbasis mikrokontroler *Promini* berdasarkan materi yang digunakan dalam pembelajaran dan hasil observasi awal yang telah dilakukan pada mata pelajaran *Aircraft Maintenance Procedure* prodi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Makassar. Hasil dari tahap perancangan ini mencakup rangkaian elektronik, box media, program pendukung, modul pembelajaran, dan jobsheet *timer* pencampuran *painting* pesawat berbasis mikrokontroler *Promini*. Tahap pengembangan melibatkan pembuatan media pembelajaran *timer* pencampuran *painting* pesawat berbasis mikrokontroler *Promini* berdasarkan desain yang

telah dibuat, yang terdiri dari dua tahapan, yaitu pembuatan media pembelajaran berdasarkan desain yang telah dibuat dan pengembangan pemrograman media yang disesuaikan dengan kemampuan taruna/taruni berdasarkan observasi awal, serta kriteria dan indikator kompetensi pembelajaran yang akan diajarkan. Berikut adalah hasil dari pembuatan perancangan perangkat media pembelajaran timer pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler Promini. Berdasarkan CPMK pembelajaran yaitu menerapkan prinsip dasar keselamatan dalam melaksanakan pemeliharaan pesawat terbang serta mampu membiasakan diri dalam (safety precaution) dalam setiap kegiatan pemeliharaan pesawat terbang.

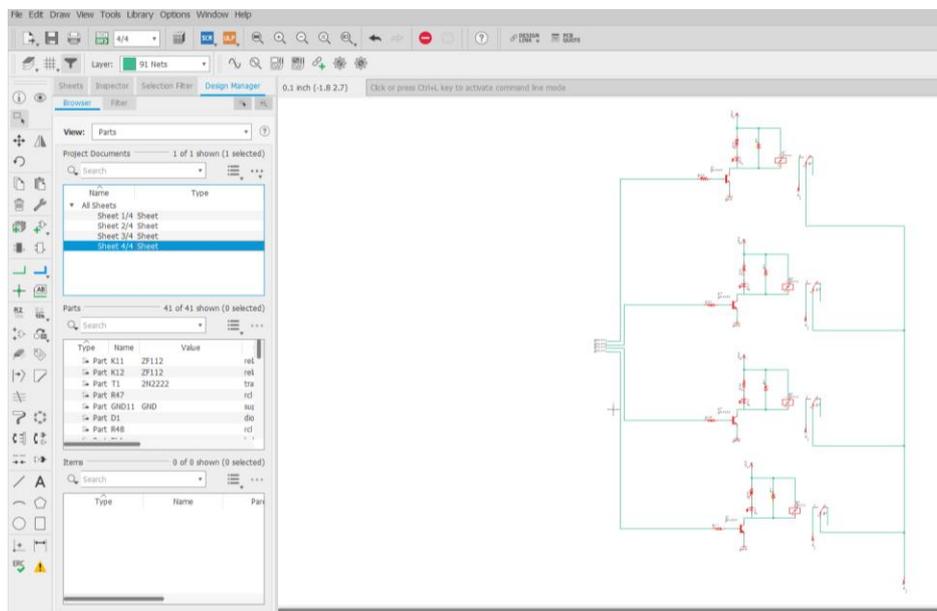


Gambar 1. Rangkaian Power

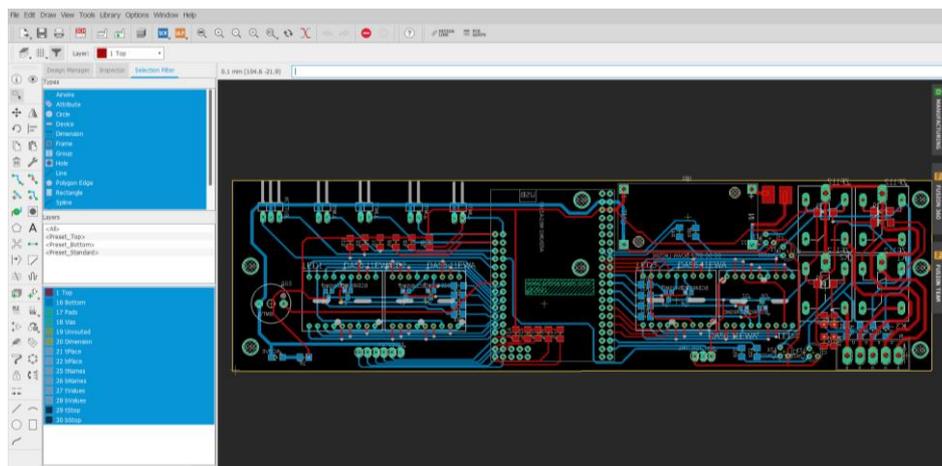




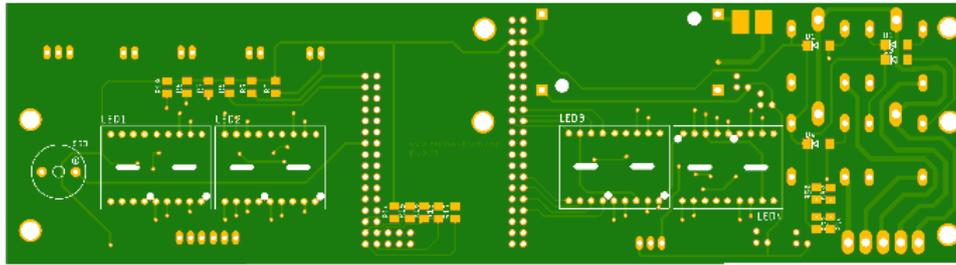
Gambar 3. Rangkaian Seven Segment



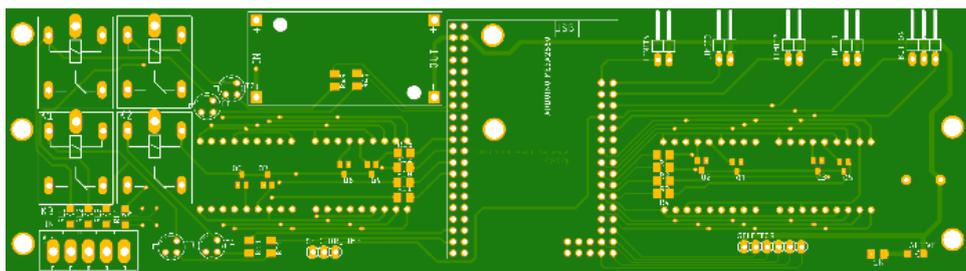
Gambar 4. Rangkaian Relay



Gambar 5. Rangkaian Media



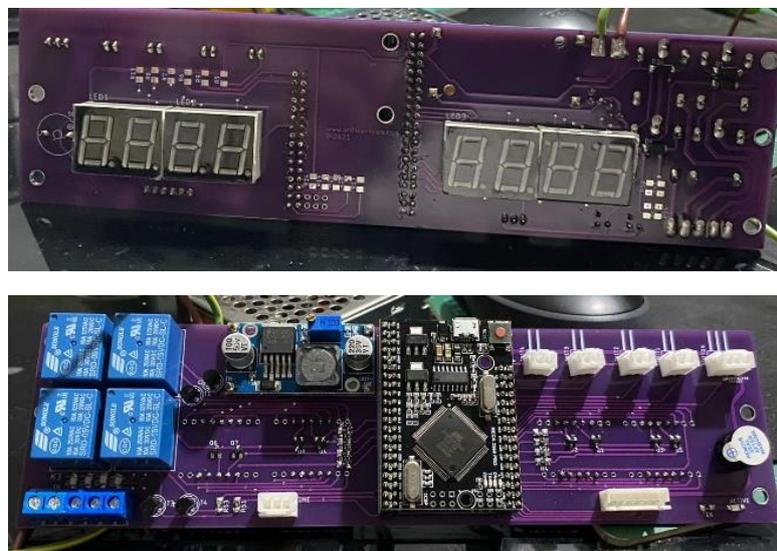
Gambar 6. Desain Manufactur tampak depan



Gambar 7. Desain Manufactur tampak Belakang

3. *Develop (Mengembangkan)*

Proses pengembangan media pembelajaran timer pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler Promini, peneliti melakukan pengkajian materi dengan mengumpulkan referensi dan jalur rangkaian yang relevan. Referensi yang digunakan mencakup buku referensi dan artikel ilmiah. Peneliti melanjutkan ke tahap pengembangan dengan berdiskusi dan berkonsultasi dengan dosen pengampuh matakuliah. Penilaian media dilakukan dengan melibatkan validator ahli dibidang media pembelajaran timer pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler Promini.

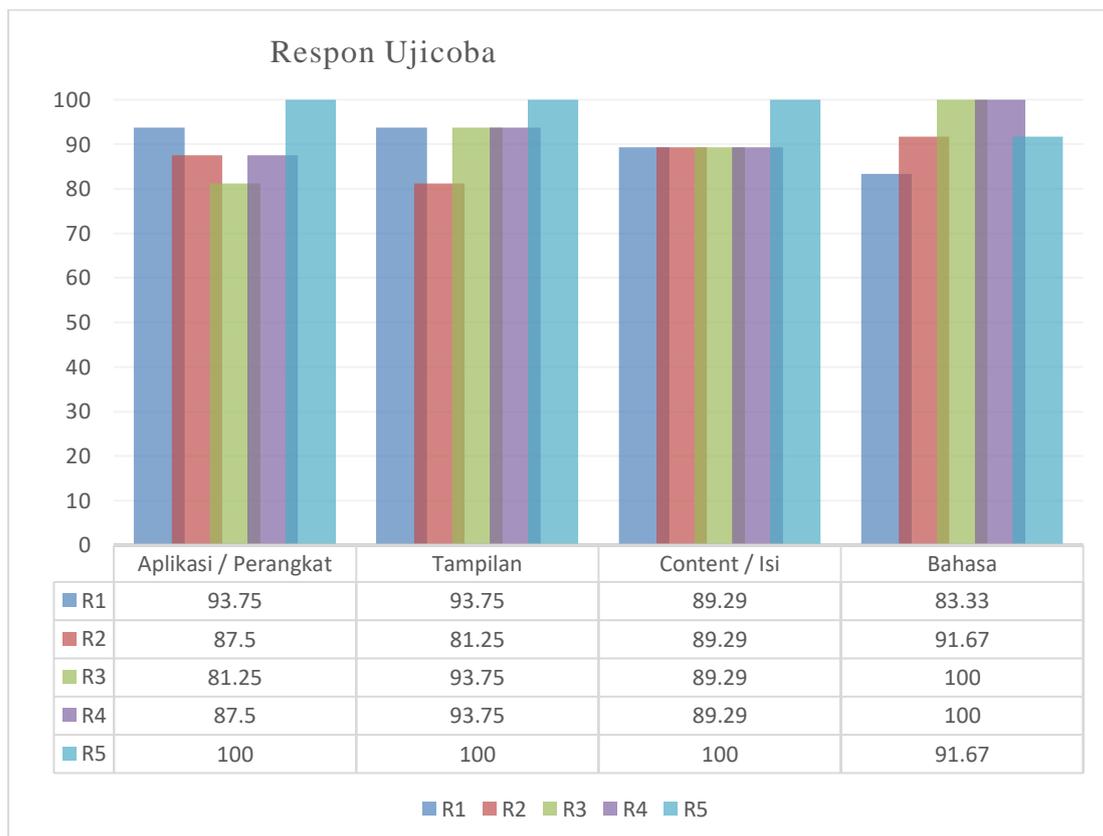


Gambar 8. Skematik Rangkaian Media



Gambar 9. Media timer pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler Promini

Hasil validasi angket sebelum peneliti melakukan pengambilan data melalui ujicoba kelompok mulai dari one to one, kelompok kecil dan uji lapangan, skor total untuk validator ahli pertama adalah nilai 11 dari 12 (persentase 91,67%) dan telah masuk dalam kategori sangat valid. Validator kedua memberikan skor total nilai 12 dari 12 (persentase 100%) dan telah masuk dalam kategori sangat valid. Rata-rata skor kedua validator adalah 11,5 dari 12 (persentase 95,83%) dan dapat disimpulkan bahwa petunjuk pengisian angket dinyatakan oleh kedua validator sangat valid.



Gambar 10. Grafik respon ujicoba taruna

4. Deploy (Menerapkan)

Penerapan hasil pengembangan dilakukan dalam pembelajaran untuk mengevaluasi efektivitas, kemenarikan, dan efisiensi pengembangan media pembelajaran yang telah dilakukan. Namun, dalam penelitian ini, tahap implementasi tidak dilakukan sepenuhnya karena penelitian hanya mencapai tahap evaluasi formatif, yaitu melakukan perbaikan pada produk pengembangan timer pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler Promini.

Rumus Persentasi validasi ahli, yaitu

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_1} \times 100\%$$

$$P = \frac{143}{156} \times 100\%$$

$$P = 91.66\%$$

Berdasarkan hasil penilaian ahli materi yang tertera terdapat 3 aspek penilaian yaitu aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa. Penilaian ahli materi pada aspek kelayakan isi setiap pernyataan mendapat skor 3 dan 4 yang menandakan kelayakan isi media timer pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler Promini tersebut dinilai dalam kategori baik. Penilaian pada aspek kelayakan penyajian pernyataan mendapatkan skor 4 dan 3 yang menandakan aspek penyajian media timer pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler Promini tersebut dinilai dalam kategori baik. Penilaian pada aspek kelayakan bahasa, setiap pernyataan mendapatkan skor 3 dan 4 yang menandakan kelayakan isi media timer pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler Promini tersebut dinilai dalam kategori baik. Dari ketiga penilaian aspek tersebut diperoleh perhitungan sebesar 91.66%, menandakan bahwa tingkat keberhasilan dalam kategori sangat baik.

Berdasarkan hasil ujicoba yang diperoleh skor tertinggi pada pretest adalah 66,67 dengan rata-rata skor taruna/taruni adalah 47,01, dan pada posttest diperoleh skor tertinggi adalah 96,6 dengan rata-rata skor taruna/taruni adalah 79,82. Dari data tersebut maka nilai N-Gain dapat dihitung seperti berikut.

$$N - Gain = \frac{\text{Nilai Posttest} - \text{Nilai Pretest}}{\text{Nilai Maksimal} - \text{Nilai Pretest}}$$

$$N - Gain = \frac{87,1 - 43,8}{100,0 - 43,8} = 0,77$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai N-Gain sebesar 0,77 atau dalam kategori tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa media timer pencampuran painting pesawat berbasis mikrokontroler Promini telah efektif dalam penggunaannya.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

Timer Sistem Pencampuran Cat Pesawat Berbasis Mikrokontroler Mega 2560 adalah sebuah perangkat yang digunakan dalam proses pencampuran cat untuk pesawat. Perangkat ini dirancang dengan menggunakan mikrokontroler Mega 2560, yang merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang populer dan serbaguna. Sistem ini memiliki beberapa komponen dan fitur yang terintegrasi untuk memastikan proses pencampuran cat pesawat dilakukan dengan efisien dan akurat.

REFERENSI

1. Nurhayati, Y. N., Kusumawati, D. K. K. & Yuliyawati, E. N. Y. Y. Y. Percepatan Implementasi Kerjasama Pemerintah Dengan Badan Usaha Untuk Pengembangan Infrastruktur Bandar Udara Di Indonesia. *War. Ardha* **46**, 26–38 (2020).
2. Rahmawati, D. *Millennials And I-Generation Life*. (Laksana, 2018).
4. Citra, A. D. P., Purwanto, P. & Sunoko, H. R. Pengelolaan Limbah Cat Pada Industri Kemasan Plastik Kecantikan Dengan Pendekatan Teknologi Dan Life Cycle Assesment (Lca). At (2020).
5. Julianti, S. *The Art Of Packaging: Mengenal Metode, Teknik, & Strategi*. (Gramedia Pustaka Utama, 2014).
6. Katsigialou, N., Sifakakis, I., Zinelis, S., Papageorgiou, S. N. & Eliades, T. Manual And Mechanical Stripping-Induced Enamel Roughness And Elemental Composition In Vivo. *Eur. J. Orthod.* **45**, 250–257 (2023).
7. Amin, M. Aircraft Electrical System Assembly Kelas Xi Semester 3. At (2014).
8. Yasin, V., Zarlis, M., Tulus, T., Nababan, E. B. & Sihombing, P. Rancangan Miniatur Otomatisasi Bel Listrik Pada Gerbang Pintu Menggunakan Mikrokontroler Atmega8535. *J. Inf. Syst. Informatics Comput.* **3**, 13–20 (2019).
9. Arifin, J., Zulita, L. N. & Hermawansyah, H. Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560. *J. Media Infotama* **12**, (2016).
10. Sabara, W. W. E. Desain Dan Implementasi Media Pembelajaran Mikrokontroler Berbasis Hybrid Learning Menggunakan Wokwi Simulation. *J. Media Elektr.* 186–193 (2022).
11. Wahyudi, W. P., Hidayat, A. & Fakhri, M. M. Penerapan Machine Learning Pada Mikrokontroler Arduino Mega Pro Mini Atmega2560-16au. (2022).
12. Wahyudi, W., Jaya, H. & Sabara, E. Evaluation Of The Practicality And Effectiveness Of Microcontroller-Based Robotics Trainers As Learning Media. *Int. J. Environ. Eng. Educ.* **3**, 25–31 (2021).
13. Wahyudi, M. Y. W. Pengembangan Media Sistem Kerja Hall Sensor Pada Motor Kendaraan Listrik Bldc. *J. Media Elektr.* 26–31 (2023).
14. Magdalena, I., Prabandani, R. O., Rini, E. S., Fitriani, M. A. & Putri, A. A. Analisis Pengembangan Bahan Ajar. *Nusantara* **2**, 180–187 (2020).