

Otomatisasi Sistem Penggerak Meja Menggunakan Node MCU Modul Esp8266 Berbasis Web

Winda Apriandari¹, Muhammad Fadhil Abdillah², Delinda Mega Putri³, Cindy Aulia Syahrizky⁴, Zalfa Alfiah Anasya⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Informatika, Sains & Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sukabumi

winda.apriandari@ummi.ac.id, fdhlmhmd0043@ummi.ac.id, dlynndaaa1501@ummi.ac.id, cindy029@ummi.ac.id, zalfaalfiah015@ummi.ac.id.

Abstract

The development of automation technology based on IoT (*internet Of Things*) has been widely applied across various fields and has had a significant impact on daily life. IoT involves a network of interconnected devices that exchange data through the internet and automation. Based on observations of the surrounding environment in contemporary society, the majority of people cannot be separated from gadgets. Gadget users are widespread of various ages, especially for educational, work and entertainment needs. The issues arising from prolonged gadget for 4-8 hours a day involve discomfort through the inherit position of table. The aim of this research is to design an automation table's drive system so gadget users can adjust the table's conditions. Table's drive system's design is currently being developed using Node MCU Module Esp8266, a WIFI based microcontroller that capable of connecting devices to the interconnected network. The capability of ESP8266 WIFI as a web interface, enables users to control the table's position in real-time from any internet-connected device. The evaluation's of research shows that the currently-being-developed system is capable to control table's position with the right accuracy and response. That also say, the system giving signification efficiency of system's control through website.

Keywords: Internet Of Things, Drive's System, Table, Gadget, Modul Esp8266.

Abstrak

Perkembangan teknologi otomatisasi berbasis IoT (*Internet Of Things*) sudah banyak diterapkan diberbagai bidang dan berdampak signifikan pada kehidupan sehari-hari. IoT saling terhubung pada jaringan perangkat dan saling bertukar data melalui internet dan otomatisasi. Berdasarkan pengamatan terhadap lingkungan sekitar saat ini, mayoritas orang tidak terlepas dari *gadget*. Pengguna *gadget* dari berbagai usia sudah tersebar luas, terutama untuk kebutuhan edukasi, pekerjaan dan hiburan. Permasalahan yang ada pada saat penggunaan gadget yang terlalu lama dengan durasi pemakaian sekitar 4-8 jam dalam sehari, sehingga menimbulkan rasa tidak nyaman karena kondisi meja yang tidak sesuai. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem penggerak meja agar pengguna gadget bisa menyesuaikan kondisi meja cara otomatisasi. Rancang bangun sistem penggerak meja yang dibuat menggunakan Node MCU Modul Esp8266 sebuah mikrokontroler berbasis WIFI yang mampu menghubungkan perangkat dengan jaringan internet. Kemampuan WIFI dari Esp8266 sebagai antarmuka *web* yang dikembangkan agar pengguna dapat mengendalikan posisi meja secara *real-time* dari perangkat apapun yang terhubung ke internet. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat mengendalikan meja dengan akurasi dan respons yang baik, serta memfasilitasi kemudahan akses kontrol yang signifikan melalui *web*.

Kata kunci: *Internet Of Things*, Sistem penggerak, Meja, Gadget, Modul Esp8266.

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

1. Pendahuluan

Internet Of Things adalah jaringan yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui internet. Perangkat IoT memiliki alat khusus sebagai penunjang berjalannya perangkat fisik melalui internet seperti sensor dan perangkat lunak [1]. Teknologi IoT memungkinkan adanya perubahan dari yang semula hanya berupa hal fisik menjadi lingkungan komputasi berekosistem informasi secara portabel ataupun ditanam [2]. IoT suatu interaksi dan komunikasi antara perangkat yang berbeda dapat meningkatkan efisiensi dalam berbagai sektor kehidupan dan menciptakan sebuah lingkungan pintar [3]. Salah satu pengaplikasian teknologi IoT dalam kehidupan sehari-

hari yaitu perancangan sistem pengendalian ketinggian untuk meja *gadget*.

Gadget merupakan instrumen dengan fungsi praktis yang spesifik dirancang untuk berkomunikasi dan memperoleh informasi secara cepat [4]. Mawitjere dkk berpendapat bahwa alat komunikasi canggih yang menawarkan efisiensi dalam penggunaannya ini menyebabkan mayoritas orang terperangkap selalu beraktivitas menggunakan gadget, seperti *smartphone*, *tab*, ataupun laptop [5]. Berdasarkan observasi di lingkungan sekitar saat ini, mayoritas orang menggunakan gadget dengan durasi sekitar 4-8 jam sehari dengan kondisi meja penopang *gadget* yang tidak sesuai, sehingga menimbulkan rasa tidak nyaman dalam penggunaannya.

Berdasarkan permasalahan dan latar belakang tersebut, timbul pertanyaan yang memicu diadakannya penelitian, seperti bagaimana perancangan sistem yang baik untuk membantu pengguna *gadget* mendapatkan kenyamanan dalam penggunaan dengan durasi yang lama, apa saja fitur yang perlu ditambahkan ke sistem, dan teknologi apa yang dapat membantu pengembangan sistem tersebut.

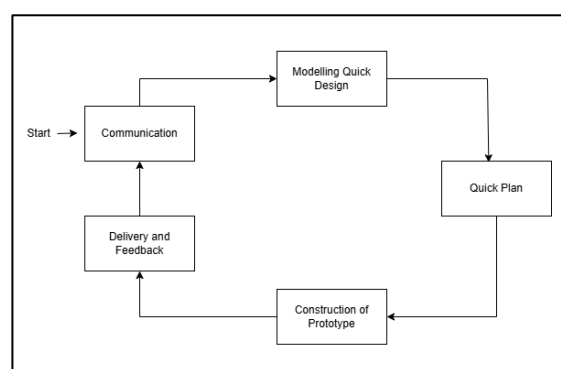
Otomatisasi sistem penggerak meja untuk *gadget* secara *real-time* menjadi inovasi teknologi IoT yang hadir sebagai solusi permasalahan di atas. Perancangan sistem otomatisasi ini menggunakan Node MCU Modul Esp8266. NodeMCU Modul Esp8266 merupakan *development kit* berupa perangkat keras berbasis chip Esp8266 [6]. NodeMCU dapat menjalankan fungsi mikrokontroler dan menyediakan WIFI agar perangkat dapat terhubung ke internet [7]. Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan NodeMCU Esp8266 untuk *monitoring* atau *controlling* sebagai penerapan teknologi IoT, karena pada NodeMCU Esp8266 terdapat beberapa pin I/O [8-11]. Merujuk pada penelitian sebelumnya, NodeMCU Modul Esp8266 menjadi pilihan tepat untuk membantu pengendalian ketinggian meja *gadget* yang akan dirancang.

Pengaturan otomatisasi sistem penggerak meja *gadget* menggunakan web sebagai antarmukanya. *Web* atau *website* adalah laman yang berisikan informasi digital dalam bentuk teks ataupun visual [12]. *Web* bersifat *multi platform* karena memungkinkan pengguna dapat membuka *web* dengan perangkat yang berbeda selama perangkat tersebut terhubung ke jaringan internet [13]. Perancangan *website* biasanya menggunakan bahasa *markup*, yaitu HTML dan dikombinasi dengan bahasa pemrograman seperti Javascript atau PHP. Agar setiap orang yang terhubung dengan internet dapat melihat *website*, kode berupa sintaks HTML perlu diunggah ke *web server* dan memiliki *web address* [14].

Otomatisasi sistem penggerak memungkinkan meja dapat disesuaikan ketinggiannya sesuai dengan keinginan pengguna agar merasa nyaman ketika menggunakan *gadget*. Di luar faktor kenyamanan, perancangan ini juga memfokuskan kepada faktor kesehatan. Dengan otomatisasi pengaturan kondisi meja, diharapkan dapat membantu pengguna dalam memperbaiki dan mengurangi efek postur tubuh yang buruk terhadap kesehatan tulang belakang. Selain itu, perancangan juga ditujukan kepada segmen masyarakat pengguna *gadget* yang memiliki keterbatasan dalam mengadopsi teknologi. Oleh karena itu, perancangan dan pengembangan otomatisasi sistem penggerak meja ini diharapkan dapat menjawab permasalahan faktor-faktor di atas serta membantu mayoritas orang, terutama bagi pengguna *gadget* yang terperangkap dalam aktivitasnya selama berjam-jam.

2. Metode Penelitian

Pengembangan sistem otomatisasi dalam penelitian ini menggunakan metode *prototype*, yaitu sebuah metode iteratif, dimana antara pengembang dengan penggunanya memiliki hubungan proses kerja yang erat [15]. Tujuan dipilihnya metode tersebut agar pengembangan sistem dilakukan secara bertahap, dan memungkinkan pembuatan program dengan cepat sehingga pengguna dapat segera mengevaluasinya [16]. Metode ini juga memungkinkan pengguna berpartisipasi aktif dengan tujuan perancangan kebutuhan produk akan lebih sesuai dengan waktu pengembangan yang lebih singkat, namun metode *prototype* juga kurang fleksibel dalam menghadapi perubahan [17]. Adapun pengembangan sistem menggunakan metode *prototype* dapat dilihat pada diagram alur berikut.



Gambar 1. Diagram Alur Metode *Prototype*

Tahapan metode *prototype* yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

2.1 *Communciation*

Tahap pertama yaitu *Communciation*, merupakan proses diskusi antara pengembang dengan pengguna mengenai perangkat lunak yang akan dibuat [18]. Pada tahap ini diperlukan adanya interaksi antara pengembang dan pengguna untuk memahami kebutuhan sistem. Informasi dikumpulkan menggunakan komunikasi aktif dan pasif. Namun, dalam penelitian ini, fokus utama pengumpulan informasi terletak pada komunikasi pasif dengan pendekatan observasi, yaitu pengambilan data dengan pengamatan langsung berdasarkan keadaan nyata yang ada di lapangan [19]. Pendekatan observasi dipilih karena dapat meminimalkan ketidaknetralan pada saat pengembang melakukan evaluasi beserta penafsiran data, sehingga informasi yang diperoleh lebih objektif dan akurat, serta menunjukkan bahwa pendekatan tersebut dapat memberikan pemahaman mengenai kebutuhan pengguna yang lebih mendalam [20]. Selain itu, dengan menggunakan pendekatan observasi, peneliti dapat mengenali pola tindakan juga reaksi berdasarkan kejadian yang sedang diamati, yang mungkin tidak dapat diperoleh dengan pendekatan lainnya.

2.2 Quick Plan

Tahap *Quick Plan*, yaitu proses analisis kebutuhan yang dilakukan untuk membuat *prototype* dengan memenuhi kebutuhan pengguna [21]. Pada tahap ini, pengembang merancang gambaran umum sistem sebagai langkah awal yang relevan dengan masalah yang ingin diselesaikan. Selain itu, pengembang juga menentukan rencana yang terstruktur seperti teknologi yang sesuai untuk merancang *prototype*, serta perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk tahap awal.

2.3 Modelling Quick Design

Tahap *Modelling Quick Design*, merupakan proses pemodelan perangkat lunak secara keseluruhan sesuai dengan kebutuhan pengguna [22]. Pada tahap ini, pengembang melakukan perancangan model visual yang menggambarkan alur sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML), dengan fokus pada penggunaan *Activity Diagram* sebagai model yang menggambarkan urutan aktivitas dalam sistem. Diagram tersebut dapat membantu merancang alur yang terstruktur juga efisien sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2.4 Construction of Prototype

Tahap *Construction of Prototype*, merupakan proses pembuatan juga pengembangan *prototype* dengan penilaian pengguna sebagai acuan [22]. Pada tahap ini, desain yang telah dibuat, selanjutnya diimplementasikan menjadi *prototype* yang dapat mulai digunakan. Proses ini dilakukan dengan menerapkan berbagai fitur yang telah disepakati dengan pengguna. Setelah implementasi selesai, pengujian sebagai tahap lanjutan dapat dilakukan untuk memastikan *prototype* berfungsi dengan baik dan semestinya. Pengujian pada tahap ini berfokus pada *Blackbox Testing*, yaitu proses pengujian fungsionalitas perangkat lunak yang bertentangan dengan struktur internal atau kerja [23].

2.5 Delivery and Feedback

Tahap terakhir dari metode *prototype* adalah *Delivery and Feedback*, yaitu proses penyampaian *prototype* kepada pengguna untuk dinilai dan mendapat evaluasi [24]. Pada tahap ini, *prototype* yang telah dibuat atau dikembangkan kembali, didistribusikan kepada pengguna atau pihak terkait untuk diuji coba. Pengguna dapat memberikan penilaian mengenai kelebihan, kekurangan, dan fitur yang perlu diperbaiki atau ditambahkan. Berdasarkan umpan balik tersebut, pengembang kemudian dapat melakukan revisi dan penyesuaian sistem hingga produk akhir siap digunakan dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan serta pengembangan otomatisasi sistem penggerak meja menggunakan model *prototype* karena memungkinkan pengguna mendapatkan sistem

yang lebih baik. Hal tersebut dikarenakan perancang memiliki interaksi yang cukup untuk bertanya kesesuaian sistem yang dirancang dengan pihak terkait. Adapun tahapan rancang bangun serta pengembangan sistem menggunakan metode *prototype* sebagai berikut.

3.1 Communication

Komunikasi dilakukan untuk mengetahui kebutuhan pengguna secara menyeluruh. Peneliti menggunakan observasi sebagai komunikasi pasif untuk mendapatkan penglihatan akan kebutuhan pengguna tanpa bertanya secara langsung. Observasi dilakukan dengan mengamati lingkungan sekitar peneliti. Dari hasil observasi, pengguna yang biasa menggunakan *gadget* dalam durasi 4-8 jam dalam sehari tersebar luas di berbagai rentang usia dengan jenis pekerjaan tertentu. Dalam proses observasi sebagai komunikasi pasif, peneliti mengelompokkan data menggunakan segmentasi demografis tepatnya pada variabel usia [25]. Pengelompokkan segmentasi usia dilakukan agar peneliti dapat memberikan perhatian khusus saat merancang sistem yang sesuai dengan karakteristik pengguna, dalam hal ini yaitu usia. Di bawah ini merupakan tabel segmentasi usia pengguna *gadget* beserta jenis pekerjaannya.

Tabel 1. Segmentasi Usia Pengguna *Gadget*

No.	Rentang Usia (Tahun)	Pekerjaan
1	15-18	Pelajar
2	19-24	Mahasiswa, Karyawan Swasta, Freelancer
3	25-45	Wiraswasta, Karyawan Perkantoran, Tenaga Pendidik, Ibu Rumah Tangga
4	> 45	Lainnya

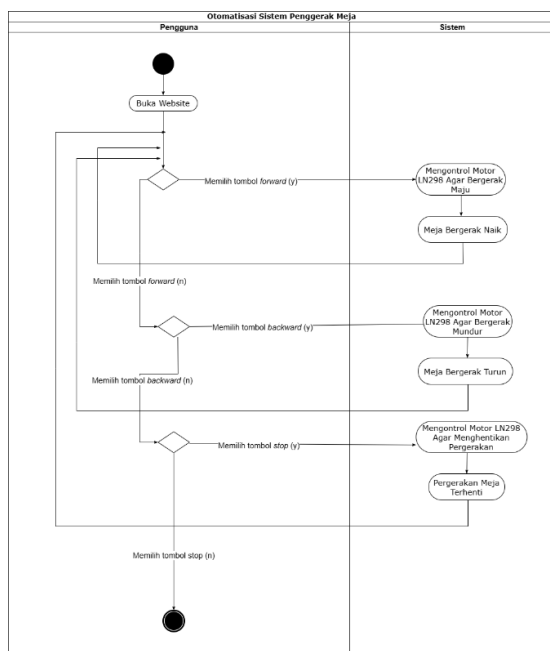
Berdasarkan tabel 1 di atas, pengguna *gadget* terbagi menjadi 4 kelas segmentasi usia. Setelah mendapatkan data tersebut, tahapan selanjutnya peneliti melakukan analisis kebutuhan sistem yang akan dirancang.

3.2 Quick Plan Design

Tahapan ini merupakan tahapan perancangan awal berupa analisis kebutuhan pengguna terkait sistem yang dibuat. Kebutuhan pengguna akan otomatisasi sistem penggerak meja yaitu pengguna dapat menyesuaikan ketinggian meja sesuai keinginan agar mereka mendapatkan kenyamanan dalam menggunakan *gadget* meskipun dalam rentang waktu yang lama hingga berjam-jam. Adapun kebutuhan di luar fungsionalitas sistem yaitu sistem otomatisasi penggerak meja ini harus secara *real-time*, agar pengguna tidak perlu menunggu lama untuk mendapatkan pengaturan ketinggian meja sesuai keinginan.

3.3 Modelling Quick Design

Penerjemahan model *prototype* dibutuhkan untuk meminimalisir terjadinya kesalahan saat implementasi. Untuk membantu proses ini, peneliti menggunakan salah satu jenis diagram UML (*Unified Model Language*) yang berfokus pada perilaku dinamis sistem, yaitu *Activity Diagram*. *Activity diagram* merupakan diagram yang berfungsi untuk memvisualisasikan alur kerja atau *workflow* bisnis di dalam suatu sistem [26]. Visualisasi alur digambarkan saling berhubungan dari awal hingga akhir prosesnya dengan menggunakan beberapa komponen untuk merepresentasikan alur kerja tersebut. Adapun komponen utama yang umumnya digunakan dalam pembuatan *Activity Diagram* yaitu *Initial Node* dengan bentuk lingkaran hitam untuk titik awal suatu aktivitas, *Activity/Action* yang berbentuk persegi panjang dengan sudut tumpul untuk aktivitas yang dilakukan dalam sistem, *Connector* berupa tanda panah sebagai penghubung antara dua komponen pada alur, *Fork Node* untuk merepresentasikan percabangan yang memisahkan beberapa aktivitas untuk dapat dijalankan secara bersamaan, *Join Node* untuk menggabungkan aktivitas, *Decision Node* dengan bentuk belah ketupat untuk representasi percabangan alur berdasarkan suatu kondisi, dan terakhir, *Final Node* direpresentasikan dengan bentuk lingkaran yang memiliki lingkaran hitam di dalamnya sebagai titik akhir dari suatu aktivitas dalam sistem [27]. Adapun *Activity Diagram* untuk otomatisasi sistem penggerak meja disajikan pada Gambar 2 di bawah ini.



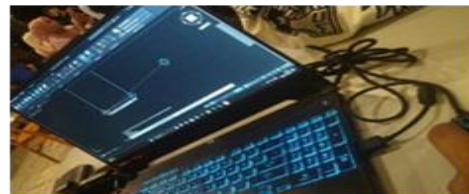
Gambar 2. Activity Diagram

3.4 Construction of Prototype

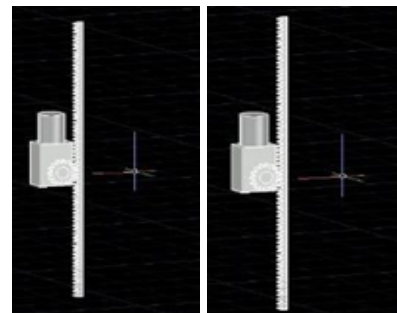
Tahapan rancang bangun sistem dilakukan pada tahap ini dimulai dari pemasangan komponen, implementasi kode, dan juga pengujian menggunakan *Black Box Testing*. Adapun perancangan dibagi menjadi tiga fase sebagai berikut.

3.4.1 Desain Awal

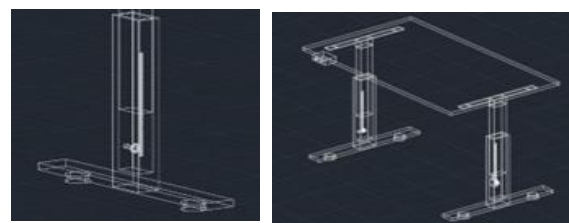
Visualisasi awal dari model *prototype* dirancang menggunakan bantuan *software modelling 3D* yaitu blender.



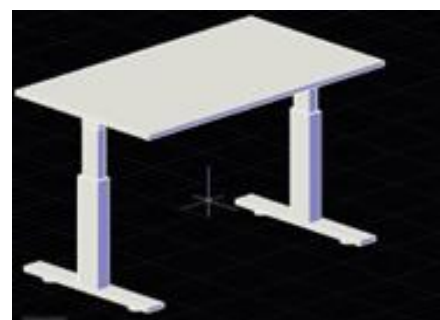
Gambar 3. Perancangan Model 3D Prototype



Gambar 4. Rancangan 3D Motor DC



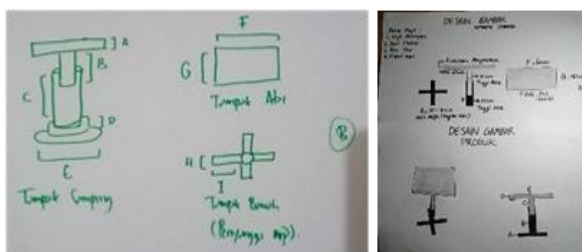
Gambar 5. Sketsa 3D Meja



Gambar 6. Perancangan Model 3D Meja

3.4.2 Desain Lanjutan

Proses setelah melakukan desain awal berupa pembuatan model 3D yaitu desain lanjutan. Pada tahap ini rancangan model 3D mengalami beberapa perubahan. Selain itu, dilakukan juga perancangan berupa model dan ukuran yang akan diterapkan ke pembuatan meja secara fisik.



Gambar 7. Sketsa Pembuatan Meja Fisik



Gambar 8. Perancangan Ulang Model 3D Meja (a)



Gambar 9. Perancangan Ulang Model 3D Meja (b)



Gambar 10. Model 3D Meja Final

Setelah melakukan perancangan baik itu berupa model 3D ataupun sketsa 2D meja untuk alat bantu berupa visualisasi model meja, selanjutnya yaitu melakukan implementasi berupa pemasangan komponen dan pengkodean. Berkenaan dengan hal tersebut, berikut di bawah ini merupakan alat dan bahan yang digunakan beserta langkah-langkah pengerjaannya.

A. Alat dan Bahan

- 1) Adaptor / *Power Supply (Output DC 12V)*
- 2) Kabel *Jack Female*
- 3) Kabel *Jumper Male to Male*
- 4) Kabel *Jumper Male to Female*
- 5) Motor *Drive Board (LN298)*
- 6) Motor *DC Gearbox 12V*
- 7) *Shaft Coupling Alloy*
- 8) *Lead Screw 8mm*
- 9) Kunci L
- 10) Tombol *Push Button Kuning*
- 11) Tombol *Push Button Merah*
- 12) *Bracket Holder Motor Gearbox*
- 13) Wemos D1 Mini ESP8266

B. Langkah-Langkah Pembuatan

- 1) **Persiapan Komponen**
 - a) Pastikan semua komponen telah tersedia dan dalam kondisi baik.
 - b) Siapkan *workspace* yang aman dan bersih.
- 2) **Pemasangan dan Penyambungan Komponen**
 - a) Sambungkan Wemos D1 Mini ESP8266 ke Motor *Drive Board (LN298)*.
 - b) Gunakan kabel jumper untuk menghubungkan pin ESP8266 ke pin kontrol pada LN298.
 - c) Pastikan kabel terhubung dengan benar sesuai dengan *pinout* yang diperlukan untuk kontrol motor.
 - d) Hubungkan Motor *Drive Board (LN298)* ke Motor *DC Gearbox*.
 - e) Gunakan kabel jumper untuk menyambungkan *output* dari LN298 ke terminal motor DC.
 - f) Pastikan polaritas kabel benar agar motor dapat berfungsi dengan baik.
- 3) **Pemrograman ESP8266**

- a) Tulis program untuk ESP8266 yang mengontrol LN298. Program ini harus dapat mengatur arah putaran motor sehingga bisa bergerak bolak-balik.
 - b) Pastikan program juga mengakomodasi *input* dari tombol *push button* untuk mengontrol motor secara manual jika diperlukan.
- 4) Perakitan Mekanis
- a) Gunakan *shaft coupling* untuk menghubungkan motor *gearbox* ke *lead screw*.
 - b) Pasang motor *gearbox* ke *bracker holder* menggunakan kunci L untuk memastikan pemasangan yang kuat dan stabil.

3.4.3 Desain Akhir

Perancangan mendekati akhir pada tahap ini. Setelah dilakukan pemasangan dan penyambungan komponen pada tahapan sebelumnya, tahap ini merupakan tahapan merancang *website* sebagai otomatisasi jarak jauh sistem penggerak meja.

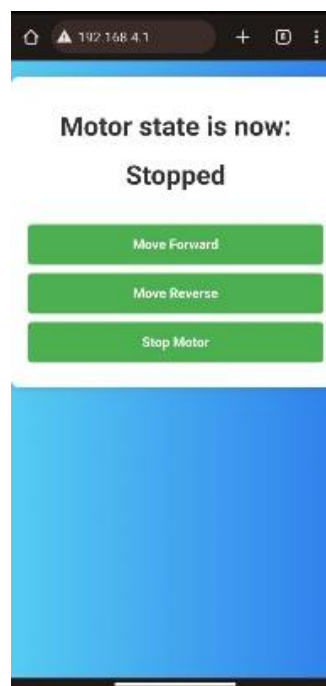
Pengujian merupakan tahap final dari perancangan *prototype* bagian *construction of prototype*. Pengujian menggunakan metode *Black Box Testing* untuk menguji apakah motor dapat bergerak sesuai program, dan memastikan semua komponen telah berfungsi sesuai harapan. Jika ditemukan adanya ketidaksesuaian pada hasil, maka dilakukan penyesuaian ulang pada pengaturan. Selain perhatian terhadap sistem berupa pengujian, dilakukan juga pengaturan faktor estetika dan *safety* seperti merapikan kabel dan komponen agar terlihat lebih teratur dan aman, serta memastikan semua sambungan komponen kuat dan tidak longgar. Berikut merupakan hasil final dari otomatisasi sistem penggerak meja.



Gambar 11. Hasil Final Otomatisasi Sistem Penggerak Meja



Gambar 12. Hasil Final Otomatisasi Sistem Penggerak Meja (b)



Gambar 13. Web sebagai kontrol jarak jauh sistem otomatisasi

3.5 Delivery and Feedback

Tahapan ini merupakan tahapan menyerahkan *prototype* yang sudah dirancang kepada pengguna untuk mengetahui apakah *prototype* tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna saat ini. Setelah penyerahan, pengguna memberikan *feedback* bahwa sistem penggerak meja dapat bergerak naik ke atas dan ke bawah sesuai keinginan. Selain memiliki pengendalian yang akurat, sistem ini juga memberikan respons yang baik karena memiliki waktu *delay* yang singkat sehingga pengguna tidak perlu menunggu lama untuk melihat pengaturan ketinggian apakah sudah sesuai dengan hasil yang diinginkan atau belum. Kemudahan lainnya yang didapatkan pengguna dari

sistem yaitu pengguna dapat mengatur ketinggian meja secara fisik menekan tombol ataupun kontrol *online* melalui *website*.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem otomatisasi penggerak meja menggunakan Node MCU Modul ESP8266 berbasis web. Sistem tersebut dirancang untuk memberikan kemudahan bagi pengguna *gadget*, terutama individu dengan keterbatasan fisik, sekaligus mengurangi dampak negatif pada postur tubuh yang buruk dalam jangka panjang bagi pengguna yang menggunakan *gadget* dengan durasi 4-8 jam sehari. Sistem ini memungkinkan pengguna mengontrol penggerak meja secara otomatis melalui aplikasi berbasis *web*, dan dapat digunakan oleh berbagai kalangan, terutama pelajar dan pekerja. Adapun saran lanjutan untuk penelitian, adalah fokus pada peningkatan ketahanan dan keandalan sistem, yang dapat dilakukan melalui pemilihan komponen perangkat keras dengan daya tahan tinggi secara maksimal untuk memastikan kestabilan operasional, dan penyempurnaan pengendalian cara kerja sistem otomatis dalam merespons perintah pengguna, serta melakukan pengujian dalam berbagai kondisi pengguna untuk memastikan kinerja optimal dalam penggunaan jangka panjang. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif sehingga mampu beradaptasi dengan kebutuhan spesifik pengguna di masa depan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih atas pendanaan hibah yang telah diberikan oleh Program Pembinaan Mahasiswa Wirausaha (P2MW), juga fasilitas penelitian yang telah disediakan oleh Universitas Muhammadiyah Sukabumi.

Daftar Rujukan

[1] N. H. Motlagh, M. Mohammadrezaei, J. Hunt, and B. Zakeri, "Internet of things (IoT) and the energy sector," *Energies*, vol. 13, no. 2, pp. 1–27, 2020, doi: 10.3390/en13020494.

[2] R. A. Mouha, "Internet of Things (IoT)," *J. Data Anal. Inf. Process.*, vol. 09, no. 02, pp. 77–101, 2021, doi: 10.4236/jdaip.2021.92006.

[3] A. Souri, A. Hussien, M. Hoseyninezhad, and M. Norouzi, "A systematic review of IoT communication strategies for an efficient smart environment," *Trans. Emerg. Telecommun. Technol.*, vol. 33, no. 3, pp. 1–19, 2022, doi: 10.1002/ett.3736.

[4] A. Hidayat and S. Siti Maesyarah, "Penggunaan Gadget pada Anak Usia Dini," *J. Syntax Imp. J. Ilmu Sos. dan Pendidik.*, vol. 1, no. 5, pp. 356–368, 2020.

[5] T. Isnainingsih and F. W. Sari, "Hubungan Perilaku dan Frekuensi Penggunaan Gadget dengan Kualitas Tidur pada Remaja," *Formosa J. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 4, pp. 205–216, 2022, doi: 10.55927/fjst.v1i4.877.

[6] Mariza Wijayanti, "Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot," *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 101–107, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i2.169.

[7] B. Satria, "IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266," *sudo J. Tek. Inform.*, vol. 1,

no. 3, pp. 136–144, 2022, doi: 10.56211/sudo.v1i3.95.

[8] A. Ambarwari, Dewi Kania Widyawati, and Anung Wahyudi, "Sistem Pemantau Kondisi Lingkungan Pertanian Tanaman Pangan dengan NodeMCU ESP8266 dan Raspberry Pi Berbasis IoT," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 3, pp. 496–503, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i3.3037.

[9] T. Sutikno, H. S. Purnama, A. Pamungkas, A. Fadlil, I. M. Alsofyani, and M. H. Jopri, "Internet of things-based photovoltaics parameter monitoring system using NodeMCU ESP8266," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 11, no. 6, pp. 5578–5587, 2021, doi: 10.11591/ijece.v11i6.pp5578-5587.

[10] Rahmat Irsyada, Muhdlor Auhal Haq, Naila Afina Rohmah, Prima Angga Hadi Saputra, and Roikhatul Jannah, "Implementasi NodeMCU ESP8266 dan Sensor Cahaya Pada Lampu Berbasis Internet Of Things," *J. Ilm. Sist. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 22–32, 2022, doi: 10.55606/juisik.v2i1.514.

[11] R. Firmansyah, M. Yusuf, P. P. S. Saputra, M. E. Prasetyo, F. M. Mochtar, and F. A. Kurniawan, "IoT Based Temperature Control System Using Node MCU ESP 8266," vol. 196, no. Ijese, pp. 401–407, 2020, doi: 10.2991/aer.k.201124.072.

[12] I. Arthalita and R. Prasetyo, "Penggunaan Website Sebagai Sarana Evaluasi Kegiatan Akademik Siswa Di Sma Negeri 1 Punggur Lampung Tengah," *JIKI (Jurnal Ilmu Komput. Informatika)*, vol. 1, no. 2, pp. 93–108, 2020, doi: 10.24127/jiki.v1i2.678.

[13] S. Sonny and S. Novia Rizki, "Pengembangan Sistem Presensi Karyawan dengan Teknologi GPS Berbasis Web," *J. Comasie*, vol. 6, no. 2, p. 3, 2021, [Online]. Available: [http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal%0AJurnal Comasie ISSN \(Online\) 2715-6265%0APERANCANGAN](http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal%0AJurnal%20Comasie%20ISSN%20(Online)%202715-6265%0APERANCANGAN)

[14] M. McGrath, *HTML, CSS & JavaScript in easy steps*, 1st ed. Warwickshire: In Easy Steps Limited, 2020.

[15] A. R. Isnain, D. A. Prasticha, and I. Yasin, "Rancang Bangun Sistem Informasi Pembayaran Biaya Pendidikan (Studi Kasus : Smk Pangudi Luhur Lampung Tengah)," *J. Ilm. Sist. Inf. Akunt.*, vol. 2, no. 1, pp. 28–36, 2022, doi: 10.33365/jimasia.v2i1.1876.

[16] B. Sudradjat, "Penerapan Metode Prototype Sistem Informasi Peminjaman Ruang Meeting," *Remik*, vol. 5, no. 2, pp. 11–15, 2021, doi: 10.33395/remik.v5i2.10873.

[17] T. Pricillia and Zulfachmi, "Perbandingan Metode Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, RAD)," *J. Bangkit Indones.*, vol. 10, no. 1, pp. 6–12, 2021, doi: 10.52771/bangkitindonesia.v10i1.153.

[18] N. H. Maulida, "Studi Literatur Penerapan Metode Prototype Dan Waterfall," *Stud. Lit. Penerapan Metod. Prototaype Dan Waterfall Dalam Pembuatan Sebuah Apl. Atau Website*, no. April, pp. 4–6, 2022.

[19] P. Hasibuan, R. Azmi, D. B. Arjuna, and S. U. Rahayu, "Analisis Pengukuran Temperatur Udara Dengan Metode Observasi Analysis of Air Temperature Measurements Using the Observational Method," *ABDIMASJurnal Garuda Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–15, 2023, [Online]. Available: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[20] J. D. Mulyanto, F. F. Dwi Imaniawan, M. Mustofa, and I. Alfarobi, "Implementasi Metode Prototype pada Sistem Informasi Pemesanan Kaos Sablon CV Jiyo'g Berbasis Website," *Biaglala Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 48–52, 2023, doi: 10.31294/bi.v11i1.16015.

[21] M. Alda, "Pengembangan Aplikasi Pengolahan Data Siswa Berbasis Android Menggunakan Metode Prototyping," *J. Manaj. Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 11–23, 2023, doi: 10.34010/jamika.v13i1.8216.

[22] M. F. Arsa, A. S. Abdullah, and J. Rejito, "Pengembangan Sistem Informasi Geografis Kebun Binatang Berbasis Progressive Web Application (PWA) dengan Metode Prototype (Studi Kasus Kebun Binatang Bandung)," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 3, pp. 119–129, 2021, doi: 10.25077/teknosi.v7i3.2021.119-129.

[23] A. P. Putra, F. Andriyanto, T. D. M. Harti, and W.

-
- [24] Puspitasari, "Pengujian Aplikasi Point of Sale Berbasis Web Menggunakan Black Box Testing," *J. Bina Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 74–78, 2020.
- [25] K. Widhiyanti and A. K. P. Atmani, "Penerapan Metode Prototyping Dalam Perancangan Interface Sistem Unggah Portofolio Penerimaan Mahasiswa Baru Diploma ISI Yogyakarta," *Teknika*, vol. 10, no. 2, pp. 88–95, 2021, doi: 10.34148/teknika.v10i2.308.
- [26] Warda, Sumiaty, Chaeruddin Hasan, Arni Rizqiani Rusyidi, and Ella Andayanie, "Gambaran Segmentasi Pasar Pasien Rawat Inap di Rumah Sakit Dr. Tadjuddin Chalid Makassar," *Wind. Public Heal. J.*, vol. 3, no. 6, pp. 1061–1069, 2022, doi: 10.33096/woph.v3i6.195.
- [27] Marini, Sarwindah, and Yurindra, "Aplikasi Web Administrasi Mutasi Kendaraan Keluar Daerah Dengan Model FAST," *J. Fasilkom*, vol. 11, no. 3, pp. 150–156, 2021, doi: 10.37859/jf.v11i3.3149.
- [27] Y. Rahmoune and A. Chaoui, "Automatic Bridge Between Bpmn Models and Uml Activity Diagrams Based on Graph Transformation," *Comput. Sci.*, vol. 23, no. 3, pp. 411–447, 2022, doi: 10.7494/csci.2022.23.3.4356.