

BAB I

LATAR BELAKANG PROYEK

1.1. Pengantar

1.1.1. Ringkasan Isi Dokumen

Di dalam dokumen ini akan membahas mengenai rencana pengembangan robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya. Akan dipaparkan beberapa hal mengenai latar belakang, tujuan dibuatnya produk, nilai komersial dari produk, kebutuhan masyarakat. perencanaan dari pengembangan produk yang meliputi usaha pengembangan terkait penggunaan sumber daya yang diperlukan, estimasi biaya, *timeline* kerja, serta pihak-pihak yang akan membantu ataupun mendukung pengembangan produk.

1.1.2. Tujuan Penulisan dan Aplikasi / Kegunaan Dokumen

Dokumen ini dibuat dengan tujuan untuk dokumentasi gagasan dan ide dasar dalam proyek pembuatan robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya. Dokumen ini memberikan gambaran mengenai latar belakang, gagasan, konsep, nilai jual, serta pengembangan produk yang akan memberikan informasi kepada pihak-pihak yang terkait dalam pengembangan pembuatan robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya.

1.2. *Development Project Proposal*

1.2.1. *Need, Objective and Product*

Matahari merupakan salah satu substansi terpenting bagi makhluk hidup. Matahari memiliki banyak manfaat bagi makhluk hidup. Bagi tumbuhan matahari bermanfaat untuk membantu proses fotosintesis, menambah nutrisi, membantu proses tumbuh kembang tanaman. Bagi hewan matahari bermanfaat untuk sumber vitamin D, menjaga keseimbangan suhu, memperlancar proses pencernaan makanan, mempercepat proses adaptasi. Bagi manusia matahari bermanfaat untuk sumber vitamin D, sumber penerangan, meningkatkan daya tahan tubuh, dan sebagai sumber tenaga listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat

dilakukan dengan menggunakan panel surya (PV) sebagai media untuk menyerap cahaya matahari, cahaya yang diserap tersebut akan dikonversi menjadi energi listrik, terdapat komponen *Solar Charge Controller* (SCC) yang berfungsi untuk melakukan pengontrolan pada *charging* baterai dengan mengontrol arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya tersebut yang kemudian akan digunakan sebagai sumber tenaga listrik. Energi listrik yang dihasilkan adalah listrik DC (*Direct Current*), listrik tersebut disimpan menggunakan baterai sebagai media penyimpanan energi listrik. Listrik DC tersebut dapat dirubah menjadi listrik AC (*Alternating Current*) dengan menggunakan komponen *inverter* (DC to AC). Kemudian, listrik DC yang telah dikonversi menjadi listrik AC tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan beban pada sisi konsumen.

Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS dapat menjadi solusi sebagai sumber Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang dapat membantu kelangsungan energi yang ramah lingkungan (*green energy*). Pembangkit listrik tenaga surya dapat dipasang pada beberapa lokasi seperti darat (*ground*), terapung di air (*floating*), dan atap (*roof*). Secara umum penggunaan PLTS paling banyak adalah pemasangan di atap suatu bangunan rumah maupun gedung. Di Indonesia, permintaan terhadap pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mengalami peningkatan yang cukup pesat dari sektor komersial dan industri. Berdasarkan data dari kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tercatat bahwa pemasangan PLTS atap (*roof*) di Indonesia mengalami peningkatan hingga 26%, dari jumlah awal pelanggan sebanyak 5.926 pada bulan Juli 2022 menjadi 7.472 pelanggan pada bulan Juli 2023. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan nilai ekonomi, dimana dengan menggunakan PLTS atap (*roof*) komersial, industri, atau perusahaan dapat menghemat biaya tagihan listrik. Disamping itu urgensi dari peningkatan tersebut juga berdasarkan pada kebijakan pemerintah terkait transisi energi yang ramah lingkungan (*green energy*). Pemerintah mendorong transisi energi melalui energi baru terbarukan dan efisiensi energi, Indonesia memiliki target Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sebesar 23% pada tahun 2025. Kebijakan tersebut dipadukan dengan komitmen Indonesia untuk mengurangi emisi hingga 29% pada tahun 2030, hal tersebut disampaikan oleh direktur pembinaan program direktorat jenderal ketenagalistrikan Jisman Hutajulu

yang mewakili direktur jenderal Rida Mulyana pada 9th Indonesia EBTKE *virtual Conference and Exhibition 2020* (EBTKE Conex 2020). Terbitnya peraturan presiden nomor 112 tahun 2022 mengenai percepatan pengembangan energi terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik, menjadi regulasi baru yang memperkuat komitmen pemerintah dalam melaksanakan transisi energi menuju *Net Zero Emission* (NZE). Tujuan diciptakannya peraturan presiden nomor 112 tahun 2022 tersebut adalah dalam rangka untuk meningkatkan investasi, melakukan percepatan pencapaian target pembauran energi terbarukan sesuai dengan kebijakan energi nasional, serta untuk menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK).

Pemasangan panel surya di lokasi atap (*roof*) tersebut, berdasarkan daerah pemasangannya akan menyebabkan timbulnya kotoran. Dalam hal ini, pemasangan panel surya secara umum di atap suatu bangunan berpotensi menjadi kotor yang dapat disebabkan oleh debu, pasir, kotoran hewan, dan sebagainya. Hal ini menyebabkan turunnya kinerja dari panel surya tersebut, karena panel surya tidak dapat menyerap cahaya matahari secara maksimal, dan akan menyebabkan turunnya atau kecilnya daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya tersebut. Tentunya, panel surya memerlukan perawatan, salah satunya adalah dibersihkan (*cleaning*) dari debu dan kotoran tersebut dengan menggunakan air, sikat atau lap pembersih, agar menjaga kinerja optimal dari suatu sistem PLTS tersebut.

Panel surya sebaiknya dibersihkan secara berkala untuk memastikan kinerja dari panel surya tersebut tetap optimal. Frekuensi dari pembersihan panel surya sangat bervariasi, hal tersebut tergantung pada beberapa faktor seperti lokasi (geografis) pemasangan PLTS, tingkat polusi udara, dan jenis kotorannya. Pembersihan panel surya sebaiknya dilakukan sebanyak dua sampai empat kali dalam satu tahun. Jika lokasi pemasangan PLTS tersebut cenderung memiliki tingkat polusi udara yang tinggi (rentan terkena debu), kotoran hewan (burung), atau polusi lainnya, akan berpotensi untuk melakukan pembersihan panel surya dengan frekuensi yang lebih banyak (sering). Disamping itu, kelemahan dari melakukan *maintenance* (membersihkan) panel surya secara manual adalah beresiko menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja pada manusia saat membersihkan panel surya di suatu ketinggian tersebut. Kecelakaan kerja tersebut

dapat meliputi tersengat aliran listrik di ketinggian, terjatuh karena jangkauan alat pembersih yang kurang merata disaat cuaca hujan (licin). Oleh sebab itu, terdapat suatu permasalahan bagaimana cara untuk meminimalisir kecelakaan kerja di ketinggian saat membersihkan panel surya tersebut.

Robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya hadir untuk menjawab solusi dari permasalahan tersebut. Tujuan kami membuat, mendesain, dan merancang robot atau sistem ini adalah ketika robot selesai dibuat harapannya manusia tidak perlu lagi bekerja di ketinggian untuk sekedar membersihkan panel surya, melainkan manusia dapat menggunakan robot sebagai alternatif untuk melakukan suatu kegiatan, dalam hal ini adalah membersihkan panel surya di suatu ketinggian, sehingga dapat mengganti pekerjaan yang dilakukan secara manual menjadi otomatis, sekaligus menambahkan efisiensi dalam proses bekerja. Pada saat melakukan pekerjaan di suatu ketinggian, akan sangat berpotensi seorang pekerja terjatuh dari ketinggian tersebut. Faktor yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja tersebut antara lain terpeleset akibat pijakan kaki yang kurang tepat, terpeleset karena licin yang diakibatkan oleh hujan, tersengat listrik, kaget, dan sebagainya.

Sudah terdapat beberapa jenis robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya yang memiliki spesifikasi yang berbeda. Pertama, terdapat robot pembersih otomatis untuk PLTS yang menggunakan rel sebagai media pergerakannya. Kedua, terdapat robot pembersih otomatis untuk PLTS yang menggunakan tongkat dengan sikat yang berputar, dan yang ketiga, terdapat robot pembersih otomatis untuk PLTS yang menggunakan 2 jenis sikat yang berbeda, agar dapat membersihkan panel surya dalam keadaan basah dan kering.

Robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya yang akan kami buat tersebut memiliki beberapa pengembangan dengan menggunakan beberapa prosedur. Pertama, robot dikendalikan oleh manusia menggunakan *joy stick*. Kedua, robot memiliki kamera untuk melihat area yang kotor dan area yang telah dibersihkan. Ketiga, robot tersebut menyemprotkan air (*spraying*) yang kemudian dilanjutkan dengan proses menyikat (*brushing*) panel surya tersebut. Terakhir, semua aktivitas yang dilakukan oleh robot tersebut dapat dilihat

(*monitoring*) melalui *base station* dengan menggunakan *laptop*, dan terdapat parameter yang dapat memberikan informasi detail terkait dengan kinerja robot tersebut.

1.2.2. *Product Characteristics*

- Deskripsi umum mengenai konsep sistem / produk :
 - Fungsi Utama
 - Robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya memiliki fungsi utama sebagai alat pembersih panel surya yang lebih efektif dan efisien, karena dapat mengganti peran manusia yang semula bekerja secara manual menjadi bekerja secara otomatis, sehingga tidak melibatkan manusia untuk bekerja di ketinggian secara langsung.
 - Feature Dasar
 - Semprotan air (*spray*).
 - Sikat pembersih (*brush*).
 - Feature Unggulan
 - Robot dikendalikan menggunakan *joy stick (wireless)* sehingga meningkatkan efisiensi saat membersihkan panel surya.
 - Aktivitas pada saat robot beroperasi, beserta kinerjanya dapat dilihat (*monitoring*) menggunakan *base station*. Terdapat parameter yang dapat dilihat, parameter tersebut meliputi kamera (*visual*), kecepatan motor, *flow* air, kemiringan robot, dan persentase baterai.
- Karakteristik sistem / produk yang diperlukan :
 - Sistem kendali (*wireless joy stick*) yang dibuat dengan tujuan untuk memudahkan pengguna dari berbagai macam kalangan, bahkan untuk pengguna yang masih awam akan teknologi yang digunakan. Sistem kendali tersebut sangat berguna terlebih lagi target yang ingin dicakup adalah penggunaan di atap bangunan yang terkadang

masih sulit untuk dijangkau oleh manusia karena letaknya yang sangat tinggi.

- Keamanan dan efisiensi menjadi salah satu karakteristik penting pada produk ini karena produk ini menggunakan beberapa komponen sensor yang dapat dilihat (*monitoring*) sehingga mempermudah kinerja, pengawasan serta memberikan keamanan lebih saat membersihkan panel surya, sangat berbahaya apabila terjadi hal yang tidak diinginkan seperti terjatuh dari ketinggian.

1.2.3. *Business Analysis*

Terciptanya regulasi pemerintah terkait transisi energi (*green energy*) dari sumber pembangkit konvensional menjadi non-konvensional (energi baru dan terbarukan) dengan sumber cahaya matahari yang menggunakan perantara panel surya, mendorong perkembangan teknologi untuk menciptakan sebuah produk yang dapat membersihkan pembangkit listrik tenaga surya secara otomatis, lebih aman, serta lebih efisien. Pada zaman modern seperti sekarang kebutuhan akan penggunaan energi listrik semakin besar untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan peralatan listrik.

Robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya menggunakan metode *spray and brush* untuk membersihkan panel surya. Desain dari robot ini tidak terlalu besar dan berat, sehingga mobilitasnya sangat baik karena robot mudah dipindahkan dari satu panel surya ke panel surya lainnya.

Selain mobilitasnya yang baik, robot ini juga memiliki kamera yang digunakan untuk melihat bagian dari permukaan panel surya yang kotor, maupun yang telah dibersihkan. Dalam pengoperasiannya, robot juga dilengkapi dengan beberapa sensor seperti sensor kemiringan untuk mendeteksi tingkat kemiringan medan yang dilalui oleh robot tersebut. Terdapat sensor jarak untuk mengetahui jarak luas permukaan panel surya terhadap *ground* atau bagian tepi luar panel surya. Terdapat sensor untuk mengetahui kapasitas dari baterai robot tersebut. Terdapat sensor *flow* air untuk mengetahui banyak air yang digunakan. Terdapat 2 tahap pembersihan yaitu penyemprotan (*spraying*) dan penyikatan (*brushing*).

Penggunaan robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya tersebut dapat mempermudah pekerjaan saat *maintenance* dalam hal melakukan pembersihan panel surya, sehingga proses kerja dapat menjadi lebih efisien. Dari sisi kesehatan dan keselamatan kerja (K3) robot ini dapat meminimalisir kegiatan manusia di suatu ketinggian bangunan, sehingga dapat memperkecil dan mengurangi angka kecelakaan kerja akibat terjatuh dari suatu bangunan yang tinggi.

Dengan berbagai kemudahan yang ditawarkan oleh robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya, tentunya akan banyak industri yang membutuhkan robot tersebut berdasarkan aspek efisiensi dan keamanan.

Proses yang dilakukan dalam pembuatan robot ini membutuhkan modal sekitar Rp. 5.963.000. Berdasarkan modal tersebut, robot ini akan dapat diproduksi dalam jumlah yang cukup banyak. Mengingat banyaknya industri yang membutuhkan robot tersebut.

Untuk harga jual yang ditetapkan bisa mencapai dua kali lipat dari modal, karena sistem yang digunakan memberikan kemudahan dan keamanan. Sehingga, keuntungan yang didapatkan bisa mencapai 50% dari penjualannya, yaitu Rp. 8.000.000. Dengan begitu, dari keuntungan yang dihasilkann dapat digunakan untuk meningkatkan produksi yang kedepannya akan semakin banyak permintaan dari pasar maupun industri secara langsung.

Berdasarkan robot pembersih otomatis untuk PLTS yang telah dijual di pasaran, robot yang memiliki fitur penyemprotan dan penyikatan dengan sikat yang berputar 300 rpm yang menggunakan media tongkat sebagai kendalinya dijual dengan harga sekitar Rp. 15.318.390. Sedangkan, untuk robot yang memiliki fitur 2 jenis sikat yang berbeda, dimana sikat tersebut dapat melakukan pembersihan dalam kondisi basah dan kering, dan terdapat kamera untuk melihat pengoperasian jarak jauh, serta memiliki jarak pengendalian hingga 200m dijual dengan harga sekitar Rp. 312.000.000 – Rp. 608.400.000.

1.2.4. Product Development Planning

1.2.4.1. Development Effort

Inventarisasi usaha yang dibutuhkan atau dikeluarkan dalam proses pengerjaan :

1. Man-Month

Estimasi pengerjaan robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya dimulai dari bulan November 2023 sampai bulan Juli 2024. Robot dikerjakan oleh satu tim yang beranggotakan 4 mahasiswa tingkat akhir program studi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Malang dengan rincian 2 orang sistem tenaga listrik, 1 orang elektronika, dan 1 orang telematika. Dengan demikian, *man-month* yang dibutuhkan untuk mengerjakan produk ini adalah 9 bulan (9 *man-month*).

2. Machine-Time

Di dalam pengerjaan robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya ini membutuhkan laptop sebanyak 4 unit yang digunakan setiap mahasiswa untuk mengerjakan proposal, beberapa perhitungan, simulasi, mengerjakan dokumen laporan, dan untuk menyimpan data percobaan pembuatan robot.

3. Development Tools

Pembuatan produk membutuhkan beberapa peralatan perangkat keras (*hardware*) yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Sensor *ultrasonic* adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui luas jarak panel surya terhadap *ground* tepi panel surya berdasarkan deteksi kaca.
- Motor DC PG42 adalah motor yang digunakan untuk roda penggerak dari robot tersebut.
- Sensor *gyroscope* adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui sudut kemiringan dari robot yang berada pada suatu posisi di panel surya.

- Selang air adalah alat yang digunakan untuk menyalurkan air.
- *Buzzer* adalah alat yang digunakan untuk indikator suara pada sistem robot.
- Motor DC PG36 adalah motor yang digunakan untuk penggerak dari sikat pembersih robot tersebut.
- *Steam* adalah alat yang digunakan untuk menyembrotkan air (*sprayer*).
- Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memberikan pompa tekanan pada air.
- PCB *board* adalah papan yang digunakan sebagai sirkuit untuk melakukan pemasangan komponen kelistrikan elektronika.
- Roda (*belt*) adalah alat yang berfungsi sebagai media penggerak dari robot tersebut, roda yang dipasang sabuk (*belt*) seperti roda pada kendaraan tank.
- Sikat pembersih adalah alat yang digunakan untuk membersihkan panel surya dengan cara menyikat (*brushing*).
- Baterai aki 12 Volt adalah alat yang digunakan untuk sumber tegangan atau daya pada robot tersebut.
- Sensor *flow* air adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui aliran air yang telah digunakan.
- Kamera ESP32 adalah alat yang digunakan sebagai kamera dari robot tersebut.
- *Reflector* adalah alat yang digunakan untuk melakukan bias pada kamera.
- *Driver* motor adalah alat yang digunakan untuk menggerakkan motor.
- Arduino mega 2560 adalah alat yang digunakan untuk mikrokontroler pada robot tersebut.
- Sensor tegangan adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui tegangan pada baterai.

Beberapa peralatan perangkat lunak (*software*) yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Arduino adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan pemrograman (*coding*).
- EasyEDA adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan pembuatan rangkaian *schematic*.
- Eagle adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan pembuatan rangkaian *schematic*.
- Proteus adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi dari sistem kelistrikan yang dibuat.
- QT *Designer* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan perancangan desain antarmuka pengguna grafis (GUI) pada *base station*.

4. Test Equipment

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian produk antara lain :

- Panel surya untuk menguji pergerakan dan kinerja robot.
- Laptop atau PC untuk menguji *desktop app base station*.
- *Joy stick* untuk menguji pengendalian atau kontrol dari robot.

5. Kebutuhan Akan *Expert*

Untuk menunjang pengembangan produk dibutuhkan beberapa ahli sebagai berikut :

- Dosen pembimbing sebagai pembimbing dan penanggung jawab proyek ini. Berperan untuk memberikan bimbingan dan memberikan masukan atau saran selama proses pembuatan proyek ini.

6. Probabilitas Keberhasilan Pengembangan

Probabilitas keberhasilan dalam pengembangan ini cukup besar. Hal ini disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut :

- Sudah cukup banyak referensi alat dan jurnal mengenai pengembangan robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya yang bisa kita pelajari.
- Sudah cukup banyak industri yang menggunakan PLTS baik skala besar maupun kecil. Namun, masih belum menggunakan robot secara keseluruhan untuk membersihkan panel surya.
- PLTS sudah cukup banyak digunakan pada industri maupun perumahan.
- Komponen kelistrikan (elektronika) yang dibutuhkan sudah cukup banyak dijual di pasaran.

7. Jadwal dan Waktu yang Diperlukan untuk Pengembangan

Tabel jadwal dan waktu pengembangan produk dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 1.1 Jadwal dan Waktu Pengembangan Produk

Proses / Task	Fase	Deliverables	Jadwal	Kebutuhan Resources
Pembentukan konsep dan spesifikasi prototipe	Studi literatur	C100	24 Oktober 2023	Literatur, dosen pembimbing
	Penetapan fitur dan target konsumen	C100	20 November 2023	Literatur, dosen pembimbing
Pembuatan spesifikasi teknis	Penetapan spesifikasi	C200	28 November 2023	Literatur, dosen pembimbing
Perancangan desain produk	Penetapan desain produk awal	C300 versi 1	13 Januari 2024	Literatur, dosen pembimbing
	Penetapan desain produk lanjut	C300 versi 2	19 Januari 2024	Literatur, dosen pembimbing
	Penetapan desain produk akhir	C300 versi 3	20 Januari 2024	Literatur, dosen pembimbing
Implementasi pembuatan hardware	Pemesanan alat dan bahan	Alat dan bahan lengkap	30 April 2024	Supplier alat dan bahan, alat komunikasi
	Perakitan alat	Sistem selesai dirakit	03 Mei 2024	Alat dan bahan
	Pembuatan hardware tahap awal	C400 versi 1	07 Mei 2024	Komponen penyusun produk
	Pembuatan hardware final	C400 versi 2	20 Juni 2024	Supplier, dosen pembimbing, komponen penyusun produk
Pengetesan produk	Validasi kesesuaian produk dengan spesifikasi tahap awal	C500 versi 1	21 Juni 2024	Laboratorium teknik elektro
	Validasi kesesuaian produk akhir dengan spesifikasi tahap final	C500 versi 2	30 Juni 2024	Dosen pembimbing, laboratorium teknik elektro

1.2.4.2. Cost Estimate

Berikut tabel estimasi biaya yang dikeluarkan untuk pengembangan, riset dan pembuatan produk.

Tabel 1.2 Rincian Harga Produksi untuk Riset dan Pembuatan

Pengeluaran / Alat	Harga Satuan	Jumlah	Total
Camera ESP32	Rp. 100.000	1 Buah	Rp. 100.000
Sensor Tegangan	Rp. 10.000	1 Buah	Rp. 10.000
Sensor Gyroscope	Rp. 30.000	1 Buah	Rp. 30.000
Sensor Rotary	Rp. 15.000	1 Buah	Rp. 15.000
Sensor Water Flow	Rp. 60.000	1 Buah	Rp. 60.000
Sensor Ultrasonic	Rp. 12.000	4 Buah	Rp. 48.000
Joy Stick	Rp. 100.000	1 Buah	Rp. 100.000
ESP32	Rp. 70.000	1 Buah	Rp. 70.000
Arduino Mega 2560	Rp. 220.000	1 Buah	Rp. 220.000
DC-DC Converter 5 Volt	Rp. 80.000	1 Buah	Rp. 80.000
Baterai Aki 12 Volt	Rp. 400.000	2 Buah	Rp. 800.000
Motor DC PG42	Rp. 700.000	2 Buah	Rp. 1.400.000
Motor DC PG36	Rp. 500.000	2 Buah	Rp. 1.000.000
Buzzer DC	Rp. 10.000	1 Buah	Rp. 10.000
Driver Relay DC	Rp. 130.000	2 Buah	Rp. 260.000
Pompa Air	Rp. 100.000	1 Buah	Rp. 100.000
Selang Air Pneumatic 10mm	Rp. 10.000	5 Meter	Rp. 50.000
Steam	Rp. 10.000	10 Buah	Rp. 100.000
PCB Board	Rp. 100.000	2 Buah	Rp. 200.000
Roda (Belt)	Rp. 300.000	2 Buah	Rp. 600.000
Sikat Pembersih	Rp. 70.000	2 Buah	Rp. 140.000
Reflector	Rp. 100.000	1 Buah	Rp. 100.000
Driver Motor	Rp. 80.000	4 Buah	Rp. 320.000
Keperluan lainnya	Rp. 150.000	1 Buah	Rp. 150.000
Total Keseluruhan			Rp. 5.963.000



1.2.4.3. Daftar *Deliverables*, Spesifikasi, dan Jadwalnya

Tabel 1.3 *Deliverables*, Spesifikasi dan Jadwal Proyek Penelitian

Deliverables	Spesifikasi	Jadwal
Ide / Gagasan Sistem	Ide dan gagasan awal untuk proses pengembangan produk sudah didefinisikan	Oktober 2023
Spesifikasi Fungsional Sistem Secara Menyeluruh	Spesifikasi fungsional sistem secara menyeluruh dalam tahap awal untuk proses pengembangan produk sudah didefinisikan	November 2023
Spesifikasi dari Rancangan Perangkat Keras dan Lunak	Spesifikasi dari rancangan perangkat keras dan lunak sudah ditentukan	Desember 2023
Rancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Sistem	Sistem dirancang berdasarkan spesifikasi yang dibuat	Januari 2024
Implementasi Modul Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	Implementasi dari sistem yang dibuat	April 2024
Pengujian Sistem	Pengujian seluruh sistem yang telah dibuat	Mei 2024
Verifikasi	Pengecekan hasil uji dengan spesifikasi yang diinginkan dan proses dokumentasi final	Juni 2024

1.2.4.4. Cluster Plan

Dalam pengerjaan proyek ini dilakukan kerjasama dengan beberapa pihak :

- Program Studi Teknik Elektro UMM

Program studi teknik elektro UMM sebagai pihak penyedia pembuatan dokumen dalam proses pembuatan, riset, dan pengembangan prototipe.

- Laboratorium Teknik Elektro UMM

Pihak laboratorium sebagai sarana tempat mahasiswa dalam mengerjakan dokumen dan implementasi alat yang dibutuhkan untuk memenuhi tugas akhir mahasiswa.

- CoE PLTS UMM

Pihak CoE PLTS UMM sebagai sarana tempat mahasiswa dalam melakukan implementasi pengujian alat pada PLTS untuk memenuhi tugas akhir mahasiswa.

- PT. Jatinom Indah Agri

Pihak PT. Jatinom Indah Agri sebagai sarana tempat mahasiswa dalam melakukan implementasi pengujian alat pada PLTS untuk memenuhi tugas akhir mahasiswa.

- *Workshop* Robotika UMM

Pihak *Workshop* Robotika UMM sebagai tempat mahasiswa dalam melakukan implementasi pengujian alat untuk memenuhi tugas akhir mahasiswa.

1.2.5. Conclusions

Pengembangan robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya akan dirancang sedemikian rupa, sehingga menjadi produk yang kompleks. Produk yang dirancang akan memiliki banyak manfaat untuk meningkatkan nilai efisiensi pada saat bekerja dalam hal perawatan (*maintenance*) membersihkan panel

surya, serta meminimalisir angka kecelakaan kerja yang disebabkan oleh aktivitas kerja di ketinggian.

