

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebersihan lingkungan merupakan salah satu faktor penting dalam menciptakan kenyamanan, keamanan, serta estetika suatu kawasan, khususnya di lingkungan pendidikan. Area parkir Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia merupakan salah satu fasilitas yang memiliki intensitas penggunaan tinggi setiap harinya. Kondisi tersebut menyebabkan area parkir rentan terhadap penumpukan sampah, terutama dedaunan yang gugur dari pepohonan di sekitar lokasi. Pembersihan dedaunan pada area parkir umumnya masih dilakukan secara manual menggunakan sapu konvensional. Metode ini memerlukan tenaga manusia yang cukup besar, waktu yang relatif lama, serta kurang efisien apabila volume dedaunan cukup banyak, terutama pada musim tertentu. Selain itu, proses pembersihan manual seringkali hanya memindahkan sampah ke satu titik tanpa sistem pengumpulan yang terintegrasi, sehingga memerlukan tahapan kerja tambahan untuk pengangkutan.

Seiring dengan perkembangan teknologi di bidang otomasi dan sistem kendali, berbagai peralatan kebersihan telah dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembersihan. Dalam bidang teknik elektro, integrasi antara sistem mekanik, motor listrik, sistem kontrol, serta perangkat penggerak membuka peluang untuk merancang alat pembersih yang bekerja secara lebih sistematis dan terkontrol. Penggunaan mekanisme *rotary broom* memungkinkan proses penyapuan dilakukan secara kontinu dengan arah putaran tertentu sehingga dedaunan dapat terfokus menuju satu titik pengumpulan. Selanjutnya, sistem *conveyor* dapat dimanfaatkan untuk memindahkan dedaunan yang telah terkumpul menuju wadah penampungan secara otomatis. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu perancangan sistem otomatisasi alat penyapu dedaunan yang mampu bekerja secara efektif dalam mengumpulkan dan memindahkan sampah daun pada area parkir. Perancangan ini diharapkan mampu mengintegrasikan mekanisme *rotary broom* dan *conveyor* dengan sistem kendali

berbasis mikrokontroler sehingga tercipta alat yang lebih efisien, praktis, dan sesuai dengan kebutuhan lingkungan kampus.

Penelitian berjudul “Robot Pembersih Lantai Berbasis Arduino Uno dengan Sensor Ultrasonik” yang ditulis oleh Yuliza, S.T., M.T dan Umi Nur Kholifah serta dipublikasikan pada tahun 2015 dalam Jurnal Teknologi Elektro yang diterbitkan oleh Universitas Mercu Buana membahas perancangan robot pembersih lantai otomatis untuk membantu pekerjaan rumah tangga agar lebih efisien. Permasalahan yang diangkat adalah keterbatasan waktu dan tenaga dalam membersihkan lantai secara manual. Metode yang digunakan berupa perancangan dan pengujian prototype, meliputi desain *hardware*, sistem elektrikal, pemrograman, serta pengujian alat. Robot menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik untuk mendeteksi halangan, dan motor DC yang dikontrol oleh IC L298. Sistem kerjanya sederhana, yaitu bergerak maju dan berbelok 90° ke kiri jika mendeteksi hambatan pada jarak ≤ 15 cm. Hasil penelitian menunjukkan robot dapat berfungsi dan menghindari halangan, namun masih terdapat kekurangan seperti torsi motor yang kurang kuat, belokan yang belum presisi, dan kestabilan yang terganggu saat sikat berputar. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil merealisasikan robot pembersih otomatis berbasis mikrokontroler, meskipun masih perlu pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan performanya[1].

Seanjutnya, penelitian berjudul “Robot Pembersih Lantai Menggunakan Sensor LM393 dan Ultrasonik Berbasis Arduino Uno” yang ditulis oleh Rina Mardiaty, Nur Aziz, Edi Mulyana, dan Teddy Yusuf dari UIN Sunan Gunung Djati Bandung dan dipublikasikan pada tahun 2022 dalam *Journal of Information Technology and Computer Engineering* (JITCE Vol. 06 No. 01) membahas pengembangan prototipe robot pembersih lantai yang lebih optimal dibanding penelitian sebelumnya. Permasalahan yang diangkat adalah keterbatasan robot pembersih lantai sebelumnya, terutama pada kestabilan motor dan kemampuan pembersihan.

Penelitian ini bertujuan meningkatkan kinerja robot dengan menambahkan sensor LM393 sebagai penghitung putaran motor agar kecepatan lebih stabil, serta

tetap menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi halangan. Sistem dikendalikan menggunakan Arduino Uno dan driver motor L298N. Metode yang digunakan adalah perancangan dan pengujian prototype, meliputi desain perangkat keras, perangkat lunak, serta pengujian sensor, fitur vacuum, alat pel, dan sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki rata-rata error sebesar 0,898% sehingga bekerja dengan baik. Vacuum mampu menyerap debu ringan secara maksimal, namun kurang optimal untuk pasir yang lebih berat.

Pengujian alat pel menunjukkan bahan greenwool lebih cepat dibanding katun dengan selisih waktu sekitar 0,5 menit pada ruangan 2×2 meter. Kelebihan penelitian ini adalah adanya kontrol kecepatan motor yang lebih stabil menggunakan sensor LM393 serta pengujian yang lebih terukur dan kuantitatif. Kekurangannya terletak pada kemampuan vacuum yang belum mampu mengangkat kotoran berat dan keterbatasan kapasitas air yang memengaruhi keseimbangan robot. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mengembangkan robot pembersih lantai yang lebih stabil dan teruji secara eksperimen, meskipun masih memerlukan peningkatan pada daya hisap dan manajemen beban robot[2].

Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Mario Marcellino, Abdi Pandu Kusuma, Yusniarsi Primasari, dan Alvin Zuhair pada tahun 2025 dalam Jurnal Qua Teknika Vol. 15 No. 1 berjudul “Prototype Robot Penghisap Debu Otomatis Menggunakan Arduino Uno dan Sensor *Ultrasonic*” membahas perancangan prototipe robot penghisap debu otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor ultrasonik. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kurangnya efisiensi dalam menjaga kebersihan lantai akibat keterbatasan waktu, sehingga diperlukan alat pembersih yang dapat bekerja secara otomatis. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) yang mencakup tahapan identifikasi masalah, perancangan sistem, pembuatan prototipe, serta pengujian dan evaluasi kinerja alat. Sistem dirancang menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak, motor DC sebagai penggerak roda, serta motor vakum sebagai penyedot debu. Robot bekerja dengan prinsip bergerak maju

ketika tidak ada hambatan dan akan mundur serta berbelok ketika mendeteksi objek pada jarak tertentu.

Kelebihan penelitian ini terletak pada desain yang sederhana, biaya pembuatan yang relatif rendah, serta kemudahan integrasi komponen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi rintangan dan melakukan proses penyedotan debu dengan tingkat keberhasilan yang tinggi. Namun, sistem navigasi yang digunakan masih bersifat sederhana dan belum menerapkan pemetaan area, sehingga efisiensi pergerakan belum optimal. Selain itu, alat hanya dirancang untuk permukaan kering dan belum mendukung fitur kendali jarak jauh. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil membuktikan bahwa penerapan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor ultrasonik efektif untuk pengembangan robot pembersih lantai otomatis skala prototipe[3].

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Gunady Haryanto, Rangga Aria Khaidir, dan Galib Amru pada tahun 2025 dalam jurnal berjudul "*Robot Vacuum Cleaner Otomatis Berbasis Arduino Uno dengan Sensor Proximity dan Ultrasonik*" bertujuan untuk merancang dan mengembangkan robot penyedot debu otomatis yang efisien dan terjangkau. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah keterbatasan alat penyedot debu konvensional yang masih memerlukan pengoperasian manual serta harga robot vacuum komersial yang relatif mahal. Selain itu, dari sisi teknis terdapat tantangan dalam merancang sistem kendali otomatis berbasis Arduino Uno yang mampu mendeteksi hambatan secara akurat dan menyusun algoritma navigasi agar robot dapat bergerak efektif dalam dua mode, yaitu *side area* dan *all area*. Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (*design and experimental method*) dengan tahapan perancangan mekanik, perancangan sistem kendali, serta pengujian kinerja robot. Robot dirancang berbentuk lingkaran dengan diameter 30 cm dan tinggi 12 cm menggunakan bahan akrilik, dilengkapi dua roda penggerak dan satu roda penyeimbang. Sistem kendali menggunakan Arduino Uno R3 sebagai pusat pemrosesan data dari sensor proximity E18-D80NK yang mendeteksi objek pada jarak 1–8 cm serta sensor ultrasonik HC-SR04 yang menjaga jarak robot dengan dinding sekitar 5 cm. Pengujian dilakukan pada bidang seluas 1 m² dengan lima

variasi posisi awal untuk melihat kesesuaian arah gerak robot pada kedua mode pembersihan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada *mode side area*, robot mampu bergerak sesuai rute yang dirancang dan dapat menyusuri dinding dengan baik. Namun, pada mode all area, pergerakan robot belum sepenuhnya sesuai dengan pola yang direncanakan akibat algoritma navigasi yang belum optimal dan pengaruh sudut pantul pembacaan sensor. Tingkat akurasi sensor ultrasonik kanan mencapai 95,85% dengan error 4,15%, sedangkan sensor kiri mencapai 97,62% dengan error 2,38%. Kecepatan robot sebesar 0,046 meter/detik. Robot mampu menyedot debu, potongan kertas kecil, dan sterofoam, tetapi belum mampu menyedot tepung terigu dan potongan plastik karena daya hisap yang terbatas. Kelebihan penelitian ini terletak pada penggunaan komponen yang relatif ekonomis, sistem kendali yang sederhana namun fungsional, serta adanya pengujian akurasi sensor secara kuantitatif. Adapun kekurangannya adalah algoritma navigasi yang belum optimal, daya hisap yang masih lemah, serta keterbatasan sensor dalam mendeteksi objek kecil atau transparan. Penelitian ini menyarankan pengembangan lebih lanjut dengan penggunaan sensor yang lebih canggih seperti LIDAR atau kamera, peningkatan torsi motor, serta penerapan algoritma berbasis *machine learning* agar robot lebih adaptif terhadap lingkungan yang dinamis[4].

Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Ellysa Kusuma Laksanawati, Efrizal, dan Dani Andry Kusuma (2021) berjudul “Perancangan *Conveyor* pada Mesin Pembuat Mie Otomatis” membahas permasalahan pada industri rumahan yang masih menggunakan sistem produksi mie secara manual sehingga produktivitas dan kualitas produk belum optimal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi, studi lapangan, wawancara, dan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan tahap desain menggunakan *Software Inventor*, pembuatan komponen, serta perakitan sistem *conveyor*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin mie otomatis mampu menghasilkan kapasitas produksi sebesar 1 kg/menit dibandingkan metode manual sebesar 400 gram/menit, dengan kecepatan *conveyor* sebesar 0,62 m/s. Kelebihan penelitian

ini adalah peningkatan produktivitas yang signifikan, sedangkan kekurangannya terletak pada pembahasan sistem kontrol yang belum mendalam[5].

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Dimas Surya Pratama (2018), berjudul “Rancang Bangun *Conveyor* Penyortir Mur Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Metode Contour Area” membahas perancangan sistem penyortiran mur berdasarkan ukuran menggunakan teknologi pengolahan citra digital. Sistem dirancang menggunakan Raspberry Pi 3 Model B dengan bahasa pemrograman Python dan library OpenCV, serta menggunakan motor DC sebagai penggerak *belt conveyor* dan motor servo sebagai mekanisme penyortir. Metode contour area digunakan untuk menghitung jumlah pixel objek mur yang ditangkap oleh *webcam* guna menentukan ukurannya. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 99% dengan error 1% dari 100 kali pengujian. Kelebihan penelitian ini adalah tingkat akurasi yang tinggi dan sistem *real-time*, sedangkan kekurangannya adalah masih adanya delay akibat keterbatasan spesifikasi *hardware* serta sensitivitas terhadap pencahayaan[6].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang perangkat penyapu sampah daun yang mampu bekerja secara efektif pada area parkir Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia?
2. Bagaimana mekanisme kerja sistem *rotary broom* dan *conveyor* dalam mengumpulkan sampah dedaunan dan mengarahkannya ke sistem *conveyor*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan merealisasikan perangkat penyapu sampah daun menggunakan sistem *rotary broom* dan *conveyor* untuk area parkir Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.

2. Merancang sistem *conveyor* yang mampu memindahkan dan mengumpulkan sampah daun ke dalam wadah penampungan.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat menjadi referensi dan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem mekanik dan kontrol pada perangkat pembersih area luar ruangan, khususnya yang menggunakan kombinasi *rotary broom* dan *conveyor*. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi bahan kajian bagi mahasiswa Teknik Elektro dalam memahami integrasi sistem mekanik, sistem penggerak, dan sistem kontrol dalam suatu perangkat otomatis.

1.4.2 Manfaat Praktis

Secara praktis, alat yang dirancang diharapkan dapat membantu proses pembersihan sampah daun di area parkir Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia menjadi lebih efektif, efisien, dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Alat ini juga berpotensi meningkatkan kebersihan lingkungan kampus secara berkelanjutan.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkat yang dirancang hanya difokuskan untuk membersihkan sampah ringan seperti daun kering, dedaunan kecil, kertas, dan sampah plastik ringan pada area parkir.
2. Area pengujian alat dibatasi pada lingkungan parkir Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia dengan permukaan lantai aspal atau *paving block* yang relatif rata.

3. Sistem pembersihan menggunakan mekanisme *rotary broom* untuk menyapu dan *conveyor* untuk memindahkan sampah ke dalam wadah penampungan, tanpa sistem vakum.
4. Sistem navigasi dan kontrol gerak alat masih menggunakan metode sederhana (berbasis sensor jarak dan logika kontrol dasar) dan belum menggunakan sistem pemetaan area atau GPS.

