

PENGEMBANGAN ROBOT PEMBERSIH BIDANG TEGAK PADA BANGUNAN (STUDI KASUS : UNIVERSITAS ESA UNGGUL KAMPUS BEKASI)

Alif Zaki Nurfadillah, Nixon Erzed

Teknik Informatika, Universitas Esa Unggul
Jl. Harapan Indah Boulevard No.2 Pusaka Rakyat Kabupaten Bekasi, Indonesia
Alifzakinurfadillah29@gmail.com

ABSTRAK

Kemajuan teknologi sangatlah pesat khususnya di dalam bidang robotika yang dapat membantu pekerjaan manusia agar lebih efisien. Universitas Esa Unggul Kampus Bekasi, memiliki gedung utama yang terdiri dari 7 lantai. Salah satu permasalahan yang ada yaitu dalam pemeliharaan kebersihan pada bidang tegak bangunan seperti area kaca di mana area tersebut sulit dijangkau oleh petugas kebersihan meskipun sudah menggunakan alat bantu. Karena tinggi nya akibatnya saat ini pada bagian tersebut sangat berdebu dan banyaknya jaring laba-laba yang memenuhi area tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut di buatlah pengembangan robot pembersih bidang tegak dengan metode perancangan *Pahl dan Beitz*, robot ini dibekali dengan kemampuan Wall Climbing yang dapat berjalan secara vertikal. Robot dirancang menggunakan komponen Arduino Mega 2560, Motor *Brushless*, Motor DC, Sensor Ultrasonic, Modul *Bluetooth*, dan *RemoteXY*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan robot ini telah selesai, robot telah berfungsi sesuai perintah dari *remoteXY*, jangkauan koneksi hingga 10 meter, gaya angkat sebesar 27,734N, perpindahan jarak 249,6J, kebutuhan gaya vertikal naik 19.6156N, gaya vertikal ke bawah 19,6N, dan putaran motor *brushless* 19.919N.

Kata kunci : Robot, Arduino Mega 2560, Motor *Brushless*, Sensor Ultrasonic, *RemoteXY*

1. PENDAHULUAN

Saat ini, kemajuan zaman yang cepat didorong oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terkini telah menjadi faktor krusial di era modern. Teknologi telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari manusia, memudahkan berbagai aktivitas dengan kemudahan yang disediakan seperti penggunaan *handphone* untuk komunikasi, televisi untuk mendapatkan informasi, komputer untuk pengolahan data, dan kehadiran mesin cerdas dalam lingkup pekerjaan, yang sering disebut sebagai robot [1].

Robot adalah serangkaian alat mekanik maupun elektronik yang dapat bergerak melakukan tugas fisik, baik dengan pengawasan dan control manusia ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu (kecerdasan buatan) [2]. Dalam fungsinya robot dibuat untuk dapat membantu dan mempermudah sebuah pekerjaan manusia yang sulit dikerjakan ataupun ber resiko tinggi untuk keselamatannya, dalam dunia industri saat ini banyak Perusahaan yang memanfaatkan robot untuk menunjang produksi karena memiliki kekuatan, kecepatan, keakurasian, dan kemudahan dalam pengoprasian.

Di Indonesia saat ini pemanfaatan robot tidak hanya di gunakan dalam bidang kesehatan, militer, industry, dan pertanian. Melainkan lembaga pendidikan juga turut andil di dalamnya, dengan mengadakan lomba robot dengan skala wilayah maupun nasional. Dengan tujuan untuk mendidik generasi muda agar tidak tertinggal dalam ilmu pengetahuan dan teknologi terbaru, serta diharapkan dapat menghasilkan ide-ide terbaik dari yang di

harapkan dapat menciptakan robot yang bermanfaat bagi negara.

Universitas Esa Unggul Kampus Bekasi, memiliki gedung utama yang terdiri dari 7 lantai, di mana memiliki lorong di setiap lantainya dan memiliki ruang-ruang kuliah dan ruang laborarorium. Salah satu masalah yang terjadi pada gedung Universitas Esa Unggul Kampus Bekasi ini yaitu banyaknya kotoran seperti debu maupun sawang yang berada pada sela-sela bidang vertikal gedung yang sangat terlihat dari arah luar gedung, kotoran ini tersebar di beberapa sisi pada area gedung yang sangat mengganggu keindahan dari gedung itu sendiri. Hal ini terjadi bukan karena pihak kebersihan yang tidak membersihkan ataupun lalai dalam pengerjaan nya, akan tetapi hal ini terjadi karena petugas kebersihan tidak dapat membersihkan secara langsung kotoran tersebut karena tingginya area tersebut untuk dapat membersihkan bidang tersebut. Bidang tegak ini diantaranya medan dengan ketinggian 9 meter dengan bidang secara *vertical*, terdapat penghalang, dan area tidak bisa dijangkau oleh petugas kebersihan. Pihak Universitas Esa Unggul Kampus Bekasi sudah berupaya bekerjasama dengan petugas kebersihan untuk melakukan berbagai cara untuk dapat membersihkan area tersebut akan tetapi tidak ada satupun cara yang berhasil sampai saat ini. Selain itu dari hasil peneliti melakukan observasi ke Universitas Esa Unggul kampus Bekasi memang infrastruktur gedung yang tidak memiliki gondola untuk dapat menjangkau area tinggi untuk dapat membersihkan area tinggi.

Pada penelitian ini merupakan pengembangan penelitian terdahulu pada jurnal Robot Beroda Pelambat Dinding Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560 yang dilengkapi kendali nirkabel dan penghindar

rintangan, karya Eko Didik Widiyanto, Ufan Alfianto, dan R. Rizal Isnanto (2017). Dengan hal tersebut maka dilakukan pengembangan seperti pada seluruh model robot, sistem kontrol, jumlah sensor, dan dilengkapi dengan komponen pembersih [3].

Berkaitan dengan permasalahan yang telah dipaparkan diatas, dan atas kebutuhan dari infrastruktur Universitas Esa Unggul Kampus Bekasi. Maka dituangkan kedalam sebuah penelitian tugas akhir dengan mengangkat judul “Pengembangan Robot Pembersih Bidang Tegak Pada Bangunan Universitas Esa Unggul Kampus Bekasi”. Dengan pengembangan robot ini diharapkan bisa untuk dapat membersihkan bidang tegak tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Ardi Wijaya, dan Doli Juliadi. (2021) dalam penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Menggunakan Arduino Nano Dengan Sistem Pengendali Berbasis Android”. Melakukan pengembangan robot pembersih yang dapat mendeteksi objek yang menghalangi dan memiliki lengan untuk memindahkan objek, robot ini dikembangkan dengan metode Rapid Application Development (RAD). Robot ini dikendalikan melalui android dengan bluetooth [4].

Eko Didik Widiyanto, Ufan Alfianto, dan R. Rizal Isnanto (2017) dalam penelitiannya yang berjudul "Robot Beroda Pelambat Dinding Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560 Dilengkapi Kendali Nirkabel dan Penghindar Rintangan". Melakukan pengembangan robot perambat dinding dengan motor brushless berbentuk tabung, Robot ini dilengkapi sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek dan dapat dikendalikan secara manual menggunakan joystick atau secara otomatis [3].

Bakirranislam, I Nyoman Sutantra, dan Bambang Sampurno (2019) dalam penelitiannya yang berjudul "Studi Numerik Simulasi Robot Pembersih Kaca Pada Gedung Bertingkat". Berfokus pada sistem kerja penggerak roda robot dan sistem pengendalian menggunakan kontrol PID dengan metode Zigler Nichols dan Fine Tuning dengan Simulink. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Zigler Nichols tidak menghasilkan kontrol yang stabil, sementara pengendalian PID memberikan respon yang lebih baik [5].

Ermanu Hanindityo, Toni Prahasto, dan Munadi (2014) dalam penelitiannya yang berjudul "Perancangan Suctioning dan Koefisien Gesek Roda Prototype Robot Pembersih Kaca". Melakukan analisis pusat massa dan daya hisap yang dibutuhkan untuk menahan beban robot pada posisi vertikal, serta koefisien gesek saat roda diam, maju mundur, dan naik turun. Penelitian ini memastikan bahwa robot dapat menempel dan berjalan pada posisi vertikal, serta dilengkapi spons yang dapat memutar untuk

membersihkan kaca. Kemampuan robot ini membersihkan kaca dengan baik dan manuver yang baik pada lintasan yang ditentukan[6].

2.2. Robot

Robot adalah serangkaian alat mekanik maupun elektronik yang dapat bergerak melakukan tugas sesuai dengan fungsinya, yang dikendalikan secara otomatis maupun dikontrol dengan manusia. Kata robot diperkenalkan oleh seorang penulis berbangsa Czech (Ceko) yaitu Karel Capek, dalam bahasa Inggris pada tahun 1921, yaitu “robota” yang berarti pekerja yang tidak mengenal lelah. Pertama kali diperkenalkan dalam pertunjukan drama pada tahun 1921 yang berjudul Rossum’s Universal Robots (RUR) [7].

2.3. Wall Climbing Robot

Wall Climbing Robot adalah salah satu jenis robot yang perinspirasi dari hewan yaitu cicak, yang dapat berjalan merayap pada dinding. Dengan memiliki derajat kemiringan hingga , robot dengan konsep ini memiliki tantangan utama yaitu bagaimana cara berjalan atau merayap dengan vertical untuk dapat menahan berat dari robot tersebut. Akan tetapi permasalahan tersebut saat ini bukan menjadi tantangan yang berat tapi masih harus sangat di perhatikan, karena saat ini sudah dapat diatasi dengan memanfaatkan sistem tekanan udara (vacum) dengan mekanisme motor yang dapat menghirup udara sehingga dapat menempel pada dinding maupun kaca [8].

2.4. Arduino Mega

Arduino Mega adalah papan elektronik atau board mikrokontroller open source yaitu Arduino Mega 2560 yang berbasis ATmega 2560. Arduino ini dapat di program menggunakan software Arduino IDE. Terdapat 54 pin digital input maupun output, 16 buah analog input, 15 buah output PWM, 4 UARTs (Universal Asynchronous receiver/transmitter), koneksi USB, jack power, soket ICSP (In-Circuit System Programming), Osilator Kristal 16 MHz, dan tombol reset [9].

2.5. Modul Serial Bluetooth HC-05

Modul Bluetooth HC-05 adalah sebuah modul Bluetooth SPP (*Serial Port Protocol*) yang sangat mudah digunakan untuk berkomunikasi serial wireless (nirkabel) mengkonversikan port serial ke bluetooth. HC-05 ini menggunakan modulasi V2.0 + EDR 3 Mbps berfrekuensi 2,4 GHz. Module ini dapat digunakan menjadi 2 mode yaitu *slave* (RX), maupun mode *master* (TX), seri modul bluetooth ini bernomor ganjil yang memiliki arti versi perbaikan dari modul sebelumnya yaitu HC-06.

2.6. Motor Brushless Sunnysky X2820-800KV dan Skywalker

Motor *brushless* adalah jenis motor listrik yang menggunakan komutator elektronik untuk mengatur

aliran arus ke belitan elektromagnetik dalam rotor, yang menghasilkan gerakan putar. Skywalker 40A adalah *Electronic Speed Controller (ESC)* yang dirancang oleh Hobbywing, perusahaan terkemuka dalam industri peralatan kendali dan daya untuk model pesawat remote control (RC). Alat ini berfungsi sebagai pengendali kecepatan perputaran motor *brushless*, dengan cara mengatur suplai arus. ESC ini memiliki kapasitas arus maksimum 40A, memungkinkan pengaturan yang optimal untuk kecepatan putaran motor sesuai dengan perintah [10].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Perancangan Pahl dan Beitz

Metode perancangan Pahl dan Beitz adalah sebuah metode perancangan untuk fase pembuatan produk. [11]. Pahl dan Beitz mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya yaitu *Engineering Design: A Systematic Approach. Third Edition*. Bahwa cara merancang terdiri dari 4 fase, yang masing-masing terdapat beberapa langkah didalamnya. Keempat fase tersebut adalah [12]:

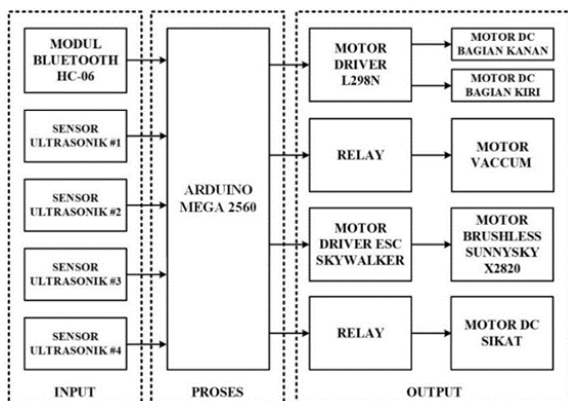
3.2. Fase Perancangan dan Spesifikasi Tugas

Pada tahap pertama, setelah robot melakukan perancangan jenis robot yaitu *wall climbing* maka tahap selanjutnya dilakukan design robot secara 3D, design rangkaian, design arsitektur, dan desain diagram blok.

3.3. Fase Design Konteks (Konsep)

a. Diagram Blok

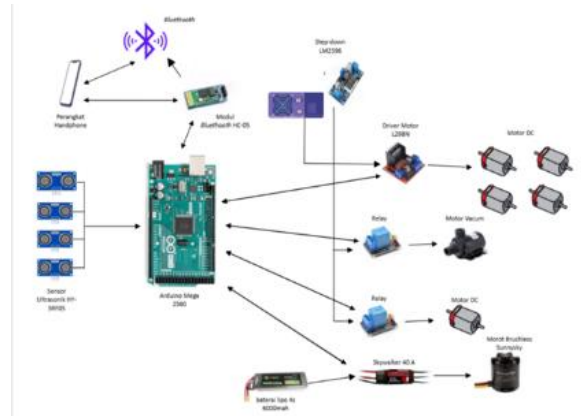
Diagram blok ini menggambarkan sistem kerja alat dari input, proses, dan output. Diagram blok yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram blok

b. Arsitektur Robot

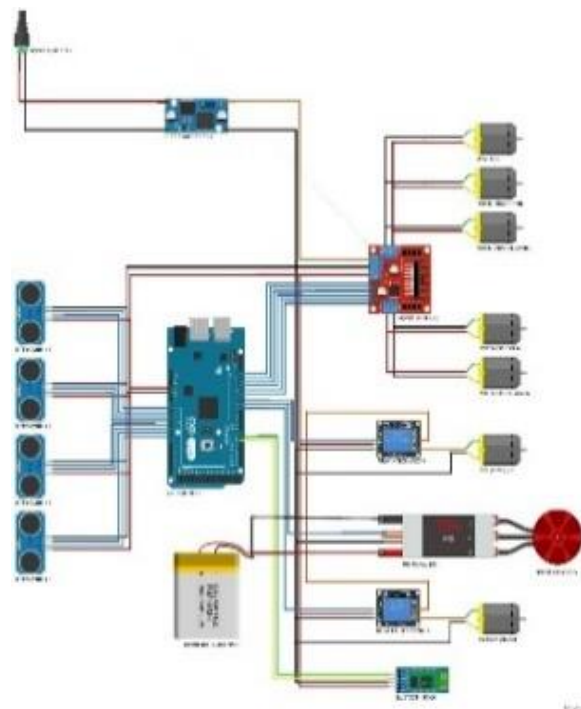
Berikut arsitektur robot pembersih bidang sulit dengan konsep *Wall Climbing* yang dikendalikan dengan remote. Arsitektur robot yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini



Gambar 2. Arsitektur robot

c. Desain Rangkaian

Berikut desain rangkaian robot pembersih bidang sulit dari beberapa komponen yang digunakan sebagai berikut. Desain rangkaian yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini

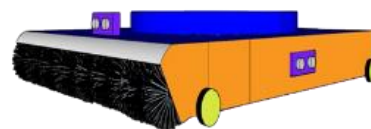


Gambar 3. Design rangkaian

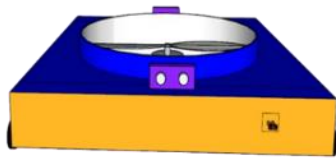
3.4. Fase Design Perwujudan

a. Desain Robot

Hasil desain robot yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5 dibawah



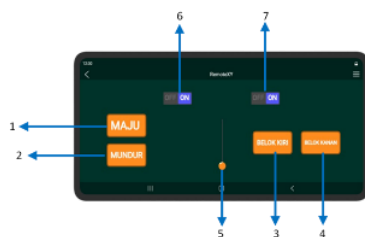
Gambar 4. Tampak depan robot



Gambar 5. Tampak belakang robot

b. Desain GUI

Berikut adalah desain gui remoteXY untuk robot pembersih bidang sulit pada bangunan. Desain ini menjadi hal yang sangat penting karena yang digunakan oleh pengguna untuk dapat menjalankan fungsi fungsi yang ada di robot. Hasil pembuatan desain gui dapat dilihat pada gambar 6 dibawah.



Gambar 6. Desain gui remotexy

Berdasarkan gambar 6 diatas, berikut penjelasan dari desain yang telah dibuat yang dapat dilihat pada tabel 1 dibawah.

Tabel 1. Penjelasan komponen desain gui

No	Nama	Keterangan
1	Switch Maju dan Mundur	Joystick berfungsi untuk robot bisa bergerak maju dan mundur.
2	Switch Belok Kiri dan Belok Kanan	Joystick berfungsi robot bisa bergerak ke kanan dan ke kiri.
3	Slider	Slider berfungsi untuk mengatur kecepatan dari motor brushless
4	Switch vacum dan Sikat	Switch berfungsi untuk mengubah keadaan dari mati ke hidup ataupun sebaliknya.

3.5. Fase Detail

a. Spesifikasi Ukuran Robot

Ukuran pada robot pembersih bidang sulit adalah 50 x 35 x 7,5cm, dengan berat 2 kg.

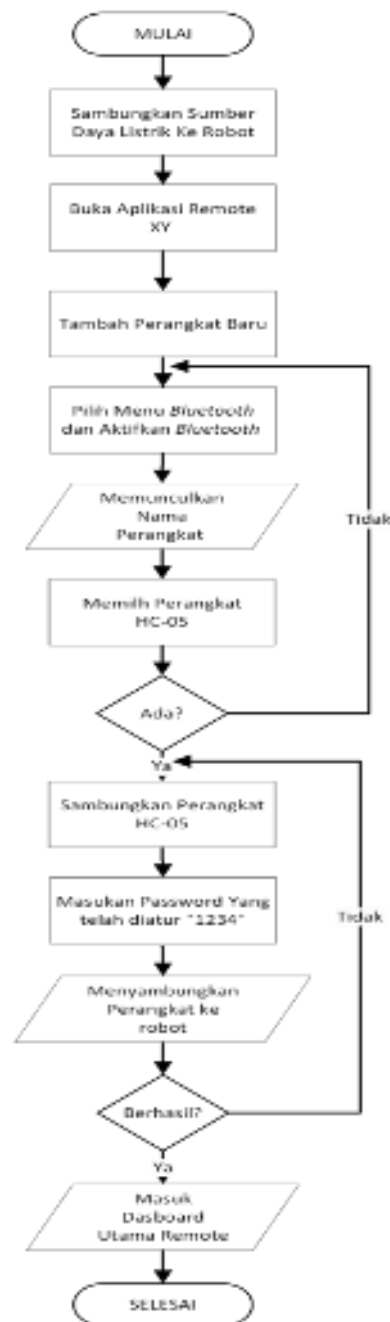
b. Perhitungan Teknis

Agar robot dapat berjalan secara vertical, yaitu berjalan dengan membentuk garis bersudut 90 derajat tegak lurus dengan garis horizontal (Krista et al., 2018).

- Gaya Angkat
- Perhitungan Perpindahan Motor
- Perhitungan Putaran Motor
- Gaya Vertikal Naik Ke Atas
- Gaya Vertikal Ke Bawah

c. Flowchart

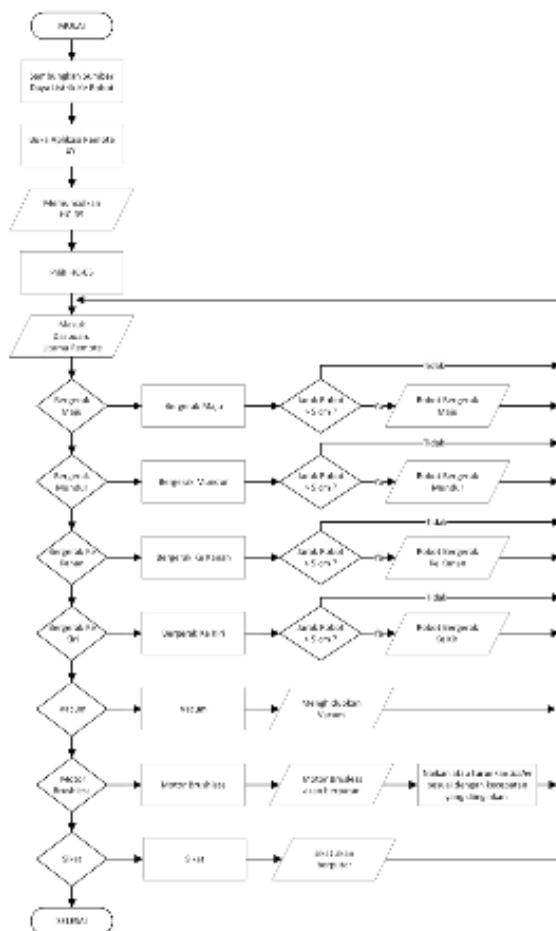
- Menghubungkan Ke RemoteXY



Gambar 7. Menghubungkan ke remotexy

Pada gambar 7 flowchar menghubungkan ke remoteXY dengan robot pembersih meliputi, mencolokkan kabel daya dan menyalakan robot, operator buka aplikasi remoteXY di perangkat headphone, aktifkan bluetooth, pilih perangkat HC-05 dan sambungkan, jika tidak berhasil maka harus di coba lagi hingga berhasil.

- Flowchart Mengontrol Gerak Robot Dengan RemoteXY



Gambar 8. Mengontrol robot dengan remotexy

Pada Gambar 8 di atas ini menggambarkan flowchart untuk mengontrol gerakan robot dengan menggunakan aplikasi remoteXY langkah-langkahnya meliputi menyambungkan listrik terlebih dahulu dan menyalakan robot, buka aplikasi remoteXY, serta memilih perangkat HC_05. Ketika sudah masuk dashboard utama pada pengontrolannya maka selurung fungsi dapat dikendalikan oleh operator mulai dari fungsi bergerak maju, mundur, ke kanan, ke kiri, vacuum, motor brushless, dan sikat. Sebelum bergerak robot juga di berikan perintah untuk memeriksa jarak dengan sensor ultrasonik untuk menghindari terjadinya tabrak.

3.6. Pengujian

Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan robot pembersih bidang sulit dilakukan, maka tahap selanjutnya dilakukan pengujian untuk dapat mengetahui hasil dari pembuatan robot pembersih. Akan dilakukan beberapa uji coba yaitu pengujian fungsionalitas perintah joystick remoteXY, bluetooth, motor DC, kecepatan putaran motor brushless, bidang tegak dan pengujian putaran motor

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tampilan Robot

Tampilan dari robot yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 9, 10, 11, dan 12 dibawah.



Gambar 9. Bagian dalam tampak belakang



Gambar 10. Bagian dalam tampak atas



Gambar 11. Bagian depan



Gambar 12. Bagian belakang

4.2. Pengujian RemoteXY

Hasil pengujian remotexy dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil pengujian remotexy

No	Tombol	Fungsi	Keterangan
1	Button maju	Jalan Maju	Berhasil
2	Button mundur	Jalan Mundur	Berhasil
3	Button belok Kiri	Belok Kiri	Berhasil
4	Button belok Kanan	Belok Kanan	Berhasil
5	Slider	Memutar motor brushless	Berhasil
6	Switch vacuum	Aktifkan atau mematikan vacuum	Berhasil
7	Switch sikat	Aktifkan atau mematikan sikat	Berhasil

4.3. Pengujian Bluetooth

Hasil pengujian bluetooth dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

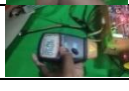
Tabel 3. Hasil pengujian bluetooth

No	Jarak (M)	PN 1	PN 2	PN 3	PN 4	Keterangan
1	3	OK	OK	OK	OK	RemoteXY terhubung
2	6	OK	OK	OK	OK	RemoteXY terhubung
3	10	OK	OK	OK	OK	RemoteXY terhubung
4	20	NO	NO	NO	NO	RemoteXY tidak terhubung

4.4. Pengujian Motor DC

Hasil pengujian pada motor dc dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil pengujian motor dc

No	Kecepatan roda Bagian Kanan	Kecepatan Roda Bagian Kiri RPM	Hasil	Keterangan
1	433.1	433.1	Maju	
2	409.8	409.8	Mundur	
3	440.5 (Bergerak Maju)	440.5 (Bergerak Mundur)	Belok Kanan	
4	440.5 (Bergerak Mundur)	440.5 (Bergerak Maju)	Belok Kiri	

4.5. Pengujian Motor Brushless

Hasil pengujian pada motor brushless dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Hasil pengujian motor brushless

No	Nilai Masukan Slider	RPM	Hasil
1	0	0	Belum dapat menahan beban
2	25	3394	Belum dapat menahan beban
3	50	6889	Belum dapat menahan beban
5	100	9801	Sudah Dapat Menahan Beban

4.6. Pengujian Sensor Ultrasonic

Hasil pengujian pada sensor ultrasonic dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil pengujian sensor ultrasonic

Letak sensor	Jarak Maksimal	Uji Coba	Keterangan
Depan	5 cm	Perintah maju, robot tidak bergerak	Berhasil
Belakang	5 cm	Perintah mundur, robot tidak bergerak	Berhasil
Kanan	5 cm	Perintah ke kanan, robot tidak bergerak	Berhasil
Kiri	5 cm	Perintah ke kiri, robot tidak bergerak	Berhasil

4.7. Pengujian Sikat

Hasil pengujian sikat dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Hasil pengujian sikat

No	Hasil	Keterangan
1	Baik	Menyapu dengan baik
2	Tidak	Menyapu tidak bersih
3	Baik	Menyapu dengan baik
4	Baik	Menyapu dengan baik
5	Baik	Menyapu dengan baik

4.8. Pengujian Vacum

Hasil pengujian vacum dapat dilihat pada tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Hasil pengujian vaacum

No	Hasil	Keterangan
1	Baik	Menyedot dengan baik
2	Baik	Menyedot dengan baik
3	Baik	Menyedot dengan baik
4	Baik	Menyedot dengan baik
5	Baik	Menyedot dengan baik

4.9. Pengujian Bidang Tegak

Pada pengujian ini dilakukan dengan robot pembersih yang diletakan pada bidang tegak, serta dengan memanfaatkan putaran motor *brushless* sunnysky yang berfungsi untuk penghisap agar robot dapat menempel pada bidang tegak tersebut. bidang tegak ini berada pada area depan kampus yaitu pada kaca dengan ketinggian area 9 meter. Pada implementasinya pengujian ini robot sudah dapat menghisap dan menempel pada area tegak tersebut dengan memanfaatkan tali sebagai perlindungan untuk robot agar tidak terjadinya jatuh yang diakibatkan oleh motor brushles yang melemah atau yang lainnya. Pada pengujian yang telah dilakukan robot sudah bisa naik 1 meter pada bidang tegak, terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 13. Pengujian robot bidang tegak

4.10. Perhitung Teknis

Berdasarkan dari pembuatan robot untuk mengetahui berapa yang dibutuhkan untuk menahan robot secara vertikal berikut perhitungannya:

4.11. Perhitungan Gaya Angkat

Daya angkat dari motor *brushless* yang digunakan adalah 2,83Kg. Dengan daya angkat dari motor ini maka dapat dihitung resultannya yaitu dengan daya angkat dikalikan dengan gaya gravitasi yang sebesar 9.8 m/s^2 .

$$F = M \cdot G$$

F : Gaya

M : Masa

G : Kecepatan Gravitasi

$$2,83\text{Kg} \cdot 9.8\text{m/s}^2 = 27,734 \text{ N}$$

Maka gaya angkat yang dapat dihasilkan yaitu 27,734 N.

4.12. Perhitungan Perpindahan Robot

Untuk dapat berpindah terdapat perhitungan perpindahan yang ditempuh, untuk robot bahwa F (Gaya) akan dikalikan dengan jarak tempuh. Diketahui :

W : Usaha (Newton)

F : Gaya (Newton)

d : Jarak (Meter)

Gaya angkat dari perhitungan sebelumnya yaitu 27,734 N dan jarak tempuh robot akan bergerak ke atas 9 meter. Maka:

$$W = F \cdot d$$

$$= 27,734 \text{ N} \times 9 \text{ m}$$

$$= 249,6\text{J}$$

4.13. motor DC

Terdapat perhitungan untuk dapat mencari m/s . Diketahui bahwa motor Dc yang ditentagai 6V memiliki kecepatan 220 RPM dengan ukuran dari gearbox dengan rasio 1 : 48. Maka:

$$\text{Kecepatan Roda (RPM)} = \frac{\text{Kecepatan Motor (RPM)}}{\text{Rasio Gearbox}}$$

$$\text{Kecepatan Roda} = \frac{220 \text{ RPM}}{48} = 4.583 \text{ RPM}$$

Maka hasil yang di dapat m/s adalah 4.583 RPM.

Menghitung kecepatan linearnya:

$$\text{Kecepatan Linear (m/s)} = \frac{\text{Kecepatan Roda (RPM)} \times \text{Keliling Roda (m)}}{60}$$

$$\text{Kecepatan Linear} = \frac{4.583 \times 0.204}{60} = 0.0156 \text{ m/s}$$

Maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan RPM roda sekitar : 4.583 Rpm dan kecepatan linear yang dihasilkan : 0.0156 m/s . Selanjutnya menghitung percepatan dalam m/s^2 maka:

a : menghitung percepatan

Δv : kecepatan linear

Δt : waktu yang di butuhkan

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Diketahui bahwa memiliki kecepatan 0.0156 m/s dalam 2 detik maka:

$$a = \frac{0.0156 \text{ m/s}}{2\text{s}} = 0.0078 \text{ m/s}^2$$

4.14. Menghitung Putaran Motor

Diketahui bahwa motor *brushless* Sunnysky X2820-800KV dengan daya dari baterai LiPo 4S (sekitar 14.8V) dan menggunakan propeller 12x6 inch pada data sheet menunjukkan daya angkat yang di peroleh ialah 2,38 Kg maka:

Robot ini menggunakan propeller dengan dimensi 12 x 6 inch. Selanjutnya dari propeller 12 x 6 ini di hitung untuk mencari k (konstanta empiris) yaitu

$$K = \text{RPM} \times (\text{Diameter} \times \text{Pitch})$$

Maka

$$K = 9801 \times (12 \times 6) = 9801 \times 72 = 705.672$$

K : 705.672 sebagai nilai pendekatannya dari propeller.

RPM : 9801

Diameter : 12 inch

$$\text{Thrust (N)} = K \times \left(\frac{\text{RPM}}{1000}\right)^2 \times \text{Diameter}^2$$

$$\text{Thrust (N)} = 705.672 \times \left(\frac{9801}{1000}\right)^2 \times 12^2$$

$$\text{Thrust (N)} = 705.672 \times (98.01)^2 \times 144$$

$$\text{Thrust (N)} = 705.672 \times 196,02 \times 144$$

$$\text{Thrust (N)} = 705.672 \times 28,226.88$$

$$\text{Thrust (N)} = 19.919 \text{ N}$$

Dengan data yang diberikan, motor *brushless* Sunnysky X2820-800KV yang diberi daya oleh baterai LiPo 4S (14.8V) dan menggunakan propeller 12x6 inch dapat menghasilkan gaya hisap (thrust) sekitar 19.919 N.

4.15. Perhitungan Gaya Vertikal Naik Ke Atas

Di mana kondisi bahwa robot akan berjalan naik maka diharuskan gaya vertikal naik lebih besar dibandingkan dengan gaya gravitasi dan juga berat robot berikut rumusnya:

$$F_{UP} = M \times (g + a)$$

Jika berat robot 2 Kg, dan robot ingin bergerak ke atas dengan percepatan $a = 0.0078 \text{ m/s}^2$ maka:

$$F_{UP} = 2 \times (9.8 + 0.0078) = 2 \times 9.8078 = 19.6156 \text{ N}$$

Jadi, gaya vertikal ke atas dibutuhkan adalah

19.6156 N

4.16. Perhitungan Gaya Vertikal Ke Bawah

Gaya Vertikal ke bawah dimana kondisi robot akan turun dari atas secara vertikal. Dalam kondisi ini tidak ada gaya eksternal yang mempengaruhi karena robot ketika turun tidak memerlukan motor DC untuk mundur. Maka rumusnya:

$$g = \text{Percepatan Gravitasi}$$

m = Massa robot

$$F_{Down} = m \times g$$

$$F_{Down} = 2 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \\ = 19,6 \text{ N}$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembuatan dan pengujian yang telah dilakukan diatas, maka dapat disimpulkan. Berikut kesimpulannya: Pengembangan robot pembersih bidang tegak pada bangunan studi khusus Universitas Esa Unggul Kampus Bekasi ini berhasil dibuat sesuai dengan rencana desain dan implementasi GUI dari remoteXY. Berdasarkan hasil pengujian tombol pada aplikasi RemoteXY Robot dapat beroperasi dan merespons perintah sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Komponen sikat dan motor vacuum berfungsi dengan baik, meskipun sikat tidak dapat menjangkau semua area akibat ukurannya yang lebih kecil dibandingkan ukuran robot. Berdasarkan hasil pengujian pada bluetooth HC-05 jika tanpa ada penghalang maka robot dapat terhubung maksimal 10 meter. Berdasarkan pengujian motor DC sudah dapat berjalan dengan fungsi uamh diharapkan baik maju, mundur, belok kanan, dan belok kiri. Koneksi Bluetooth antara robot dan remoteXY berfungsi baik hingga jarak 10 meter, namun kehilangan koneksi pada jarak 20 meter. Sensor ultrasonik berhasil mencegah tabrakan dengan mendeteksi objek pada jarak 5 cm. Ban robot terkadang slip pada area kaca dan tembok, mengurangi cengkaman pada bidang tegak. Robot menggunakan dua sumber daya, yaitu power supply 12V 5A dan baterai LiPo 4s 6000 mAh 14.8V, karena kebutuhan amper yang tidak terpenuhi. Pada bagian perhitungan teknis gaya angkat yang dapat diangkat oleh motor brushless yaitu 27,734N, perpindahan jarak robot sebesar 249,6J, kecepatan motor DC 0.0078 m/s², gaya vertikal naik robot dibutuhkan 19.6156 N, gaya vertikal ke bawah 19,6 N, dan putaran dari motor serta propeller 19.919 N.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan selanjutnya: Melanjutkan pengembangan fitur-fitur baru pada robot untuk memperluas fungsionalitasnya sesuai kebutuhan operasional. Melakukan pertimbangan peningkatan manuverabilitas robot di berbagai medan untuk mengoptimalkan efisiensi pembersihan. Tingkatkan keamanan dan stabilitas koneksi antara remoteXY dan robot. Pertimbangkan desain sikat yang lebih besar atau mekanisme sikat yang fleksibel agar dapat menjangkau seluruh area yang dibersihkan. Pertimbangkan penggunaan modul komunikasi dengan jangkauan lebih luas. Pertimbangkan penggunaan step-up converter untuk menyesuaikan nilai amper. Gunakan konsep Suction Cup untuk mengurangi udara yang lewat pada area baling-baling, dan lakukan perhitungan lanjutan untuk mengoptimalkan gaya suction robot.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Radiansyah, "PENGARUH PERKEMBANGAN TEKNOLOGI

TERHADAP REMAJA ISLAM (Studi Kasus di Kampung Citeureup Desa Sukapada)," *Jaqi J. Aqidah dan Filsafat Islam*, vol. 3, no. 2, pp. 76–103, 2020, doi: 10.15575/jaqfi.v3i2.9568.

- [2] A. Imani Muslim, "DEFINISI ROBOT," 2022. *researchgate*, p. www.researchgate.net/publication/364315540, 2022, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/364315540.
- [3] E. D. Widiyanto, U. Alfianto, and R. R. Isnanto, "Robot Beroda Perambat Dinding Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560 Dilengkapi Kendali Nirkabel dan Penghindar Rintangan," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. 2, p. 49, 2017, doi: 10.14710/jtsiskom.5.2.2017.49-56.
- [4] A. Wijaya and D. Juliadi, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Menggunakan Arduino Nano Dengan Sistem Pengendali Berbasis Android," *Pseudocode*, vol. 8, no. 2, pp. 98–107, 2021, doi: 10.33369/pseudocode.8.2.98-107.
- [5] Balisranislam, Herry Sufyan Hadi, and Bambang Sampurno, "Studi Numerik Simulasi Robot Pembersih Kaca pada Gedung Bertingkat," *J-Eltrik*, vol. 1, no. 1, p. 20, 2021, doi: 10.30649/je.v1i1.20.
- [6] E. Hanindityo, T. Prahasto, and M. Munadi, "Perancangan Suctioning Dan Koefisien Gesek Roda Prototype Robot Pembersih Kaca," *J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 146–153, 2014.
- [7] A. Z. Hasibuan and M. S. Asih, "Rancang Bangun Robot Vacum Cleaner Berbasis Mikrokontroler dengan Pengendali Smartphone Android," *InfoTekJar (Jurnal Nas. Inform. dan Teknol. Jaringan)*, vol. 4, no. 1, pp. 116–120, Sep. 2019, doi: 10.30743/infotekjar.v4i1.1297.
- [8] E. D. Widiyanto, U. Alfianto, and R. R. Isnanto, "Robot Beroda Perambat Dinding Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560 Dilengkapi Kendali Nirkabel dan Penghindar Rintangan," vol. 5, no. April, pp. 49–56, 2017, doi: 10.14710/jtsiskom.5.2.2017.49-56.
- [9] S. Nur, R. 1□, O. E. Putra, and A. Nugraha, "Majalah Ilmiah UPI YPTK Sistem Pengontrolan Alat Pemanggang Makanan Jarak Jauh Berbasis Arduino Mega 2560," 2020, doi: 10.35134/jmi.v27i1.98.
- [10] A. P. Zanofa, R. Arrahman, M. Bakri, and A. Budiman, "Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–27, 2020, doi: 10.33365/jtikom.v1i1.76.
- [11] E. K. Winata and A. Suryadi, "Perancangan kursi tunggu yang ergonomis untuk lansia dengan metode pahl and beitz pada klinik xyz sidoarjo," *J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 01, no. 06, pp. 61–72, 2020.
- [12] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, and K. H. Grote, *Engineering Design: A Systematic Approach Third Edition*, 2007.