

RANCANG BANGUN ROBOT PEMBERSIH DEBU

Deo Mahesa Ramadhan, Joseph Dedy Irawan, Suryo Adi Wibowo

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

1918080@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Kebersihan merupakan salah satu upaya untuk memberikan manfaat besar kepada manusia sedangkan lingkungan yang kotor dapat memberikan dampak masalah besar bagi kesehatan manusia. Perkembangan teknologi saat ini telah memunculkan inovasi mengenai teknologi di bidang kebersihan. Kemajuan teknologi akan semakin membantu tenaga manusia dalam menjaga kebersihan lingkungan. Penelitian ini akan merancang sebuah alat untuk merancang robot pembersih debu dengan menggunakan perangkat arduino yang dibuat dengan sistem mobil kendali dan menambahkan beberapa fitur komponen arduino yaitu NodeMcu, ESP32-Cam, ultrasonik sensor, motor servo, dan motor driver, serta robot ini dapat mampu dikendalikan melalui website browser. Berdasarkan hasil pengujian dilakukan oleh peneliti, pada semua fitur yang ada di robot pembersih debu dan website kontrolling berjalan dengan baik. Dari data yang didapatkan peneliti, dengan mengajukan 5 pertanyaan yang diujikan kepada 5 orang yang dikumpulkan peneliti, hasil pengujian rancang bangun robot pembersih debu didapat dari 5 penguji bahwa kelayakan penggunaan robot pembersih debu 72% sangat setuju, 24% setuju, 4% kurang setuju, dan 0% tidak setuju.

Kata kunci : *arduino, web server mikrokontroller, robot penyedot debu*

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi mikrokontroller yang sangat pesat, akhirnya mengantarkan pada era teknologi robot, kualitas hidup masyarakat pun semakin meningkat. Banyak robot kompleks, sistem keamanan rumah, telekomunikasi dan sistem komputer menggunakan mikrokontroller sebagai pengontrol utama. Hal ini tentunya bertujuan untuk memudahkan masyarakat dalam menjalankan tugas atau aktivitas sehari-hari.

Kesehatan penghuni ditentukan dari faktor kebersihan rumah yang ditempati. Kotoran yang sering membuat rumah kotor khususnya adalah debu. Untuk menjaga kebersihan rumah, maka lantai rumah harus selalu dibersihkan dari debu. Kegiatan membersihkan debu dengan cara menyapu lantai, sering dilakukan dengan perasaan malas bagi penghuni karena membutuhkan tenaga maupun waktu dalam pengerjaannya. Saat ini perkembangan teknologi robot telah meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi di berbagai pabrik. Teknologi robot juga telah mencapai aspek menghibur dan mendidik manusia. Salah satu jenis robot yang paling populer adalah robot penyedot debu. [1]

Oleh karena itu, dari penelitian ini penulis merancang robot pembersih debu untuk membantu dan meringankan pekerjaan rumah tangga. Dimana robot pembersih debu ini menggunakan perangkat NodeMCU sebagai otak robot serta website berupa Ip address yang didapat dari NodeMCU sebagai alat pengontrol robot pembersih debunya. Dan komponen lainnya menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengetahui jarak antar robot dengan benda yang didepannya dan disekitarnya, serta motor servo untuk menggerakkan perangkat ESP32-Cam. ESP32-Cam

untuk menampilkan rekaman untuk user agar melihat kondisi disekitar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Menurut penelitian Prima (2018), yang berjudul “Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroller Dengan Kendali Ponsel Pintar”. Dari hasil penelitiannya membuat sebuah robot pembersih lantai dengan menggunakan *Interface* perangkat lunak yang digunakan dalam pengendalian robot memanfaatkan aplikasi Blynk. Aplikasi ini berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan robot melalui koneksi Bluetooth. Pengendalian robot, termasuk perintah maju, mundur, belok kanan dan kiri, serta pengaktifan *vacuum cleaner* dan motor pengepel, dijalankan menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama. Sistem ini menggunakan modul Bluetooth HC-05 sebagai alat penerima dan pengirim sinyal dalam mengatur gerakan robot. [2]

Menurut penelitian Sunarya (2020), yang berjudul “*Prototype Robot Pembersih Serbuk Kayu Berbasis Arduino Menggunakan Smartphone Android*”. Dari hasil penelitiannya membuat sebuah rancangan robot *prototype* mengenai pembersih serbuk kayu. Dan rancangan robot ini menggunakan pengendalian melalui ponsel didukung oleh teknologi Bluetooth, sementara motor DC yang terletak pada roda kiri dan kanan bertindak sebagai perangkat penggerak. Sensor Ultrasonik berfungsi sebagai sumber input bagi Arduino, kemudian sinyal tersebut diteruskan ke motor DC. Sebagai alat penghisap udara, kipas bertugas mengarahkan udara agar serbuk dapat disedot ke dalam penampung. Penampung ini memiliki fungsi sebagai tempat menampung serbuk yang berhasil dihisap. Di tengah-tengah perangkat ini,

Arduino UNO berperan sebagai inti atau "otak" dari sistem vakum. [3]

Menurut penelitian Tresnawan (2015), yang berjudul "Implementasi Metode Maze Dan Pid Pada Robot *Vacuum Cleaner Automatic*". Dari hasil penelitiannya Robot penyedot debu memiliki kemampuan bekerja secara otonom dan dapat kembali ke posisi awal dengan mengadopsi pendekatan Maze dan PID. Pendekatan Maze digunakan untuk mengatur pergerakan robot, di mana rute yang akan diambil oleh vacuum cleaner dijelaskan melalui penggunaan baris dan kolom yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Sementara itu, pendekatan PID digunakan untuk menjaga stabilitas pergerakan robot. Robot *vacuum cleaner* beroperasi dengan memulai pemetaan daerah yang akan dibereskan. [4]

Menurut penelitian Daniel (2005), yang berjudul "Hardware Robot Penghisap debu dengan mikrokontroler AT89S51" dari hasil penelitiannya, Implementasi Robot Penyedot Debu yang berbasis Mikrokontroler AT89S51 memiliki tujuan untuk secara otomatis membersihkan debu. Proses penyedotan debu dilakukan dengan memanfaatkan vacuum cleaner mini yang dapat diaktifkan manual pada robot. Komponen utama dari robot ini meliputi Mikrokontroler AT89S51 yang diprogram menggunakan bahasa pemrograman *assembler*. Keluaran dari mikrokontroler akan menghasilkan sinyal logika 1 untuk mengaktifkan driver motor pada pin IC 7805, yang kemudian menggerakkan motor roda kanan dan roda kiri melalui relay dalam rangkaian PCB robot. Robot ini juga dilengkapi dengan motor servo sebagai penggerak. Sementara itu, daya disediakan oleh baterai kering berukuran AA. Salah satu komponen kunci dalam Robot Penyedot Debu ini adalah Mikrokontroler AT89S51, yang memainkan peran penting dalam mengatur gerakan dan kecepatan robot sesuai dengan program yang telah diprogramkan ke dalam chip robot. [5]

2.2. IOT

Internet of Things (IoT) adalah konsep komunikasi mutakhir yang menggambarkan masa depan yang dekat, di mana benda-benda dalam kehidupan sehari-hari akan ditanami dengan mikrokontroler dan perangkat pemancar gelombang untuk komunikasi digital. Dengan bantuan tumpukan protokol, benda-benda ini mampu saling berkomunikasi satu sama lain dan berinteraksi dengan pengguna, menjadikannya bagian integral dari ekosistem internet. [6]

2.3. Wifi

Wireless (jaringan nirkabel) adalah sebuah infrastruktur komunikasi antar komputer yang

menggunakan gelombang radio, dikenal juga sebagai jaringan Wi-Fi atau WLAN. Jaringan lokal tanpa kabel, atau WLAN, merupakan suatu bentuk jaringan area lokal tanpa kabel fisik di mana transmisi data menggunakan gelombang radio (RF), untuk menyambungkan seluruh pengguna dalam suatu area. Teknologi WLAN ini memiliki berbagai aplikasi yang sangat luas. [7]

2.4. Web Server

Perangkat lunak web server berperan sentral dalam struktur *World Wide Web* (WWW) dan pertama kali muncul sekitar tahun 1980-an. Web server secara pasif menantikan permintaan dari klien yang menggunakan peramban seperti Internet Explorer, Mozilla Firefox, dan aplikasi peramban lainnya. Saat ada permintaan dari peramban, web server akan memprosesnya dan mengirimkan hasilnya, berupa data yang diminta, kembali ke peramban. Data ini diatur dalam format standar yang dikenal sebagai SGML (*Standar General Markup Language*) [8]

2.5. Arduino IDE

Arduino IDE adalah Merupakan sebuah perangkat lunak sumber terbuka yang berfungsi untuk membuat kode, perangkat lunak ini dibangun dengan Java dan dapat digunakan di berbagai *platform* seperti Windows, Mac, dan Linux. Arduino IDE memiliki berbagai fitur seperti mayoritas alat-alat untuk menulis kode pemrograman, termasuk penyorotan sintaks yang membantu dalam proses penulisan program. [9]

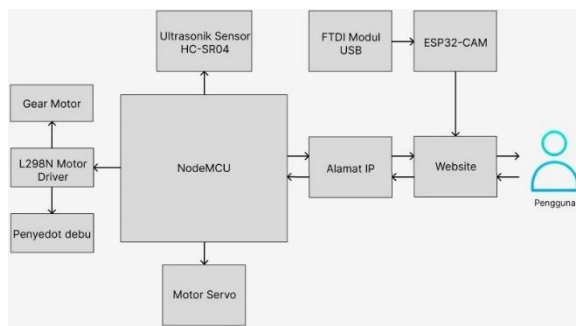
2.6. NodeMcu ESP32

Espressif32 merupakan kepanjangan dari ESP32 merupakan board development yang dikembangkan oleh Espressif System. ESP32 pada dasarnya juga sudah mendukung jaringan *Wireless* dengan daya operasi 3.2 Volt hingga 5 Volt. Mikrokontroler ESP-32 menghadirkan 15 pin yang dapat digunakan, termasuk pin konverter analog ke digital (ADC). Modul Wi-Fi sudah terintegrasi pada mikrokontroler ESP-32, menghilangkan kebutuhan akan modul Wi-Fi eksternal. *Flash memory* berkapasitas 4MB berfungsi sebagai tempat penyimpanan kode program dalam jumlah besar dan kompleks. Selain itu, ESP-32 memiliki desain fisik yang kompak dan harga yang terjangkau, membuatnya menjadi pilihan utama dalam implementasi sistem ini. [10]

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Mengenai sistem ini, merupakan penerapan dari Iot sebagai alat untuk mengontrol robot pembersih debu dan NodeMCU ESP32 sebagai alat mikrokontrollernya.

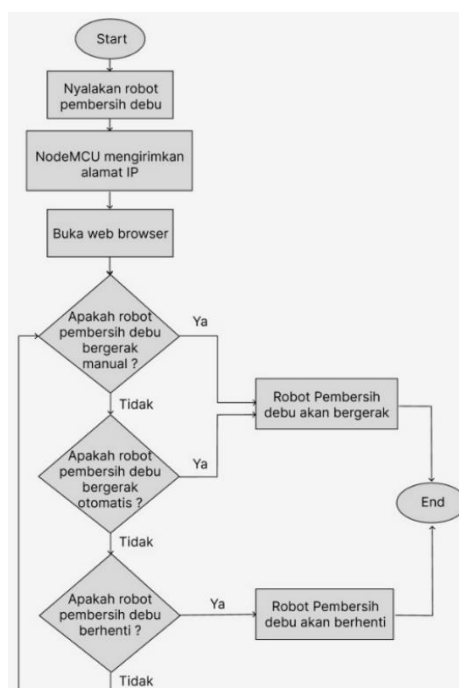
3.1. Diagram Blok Sistem



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

1. NodeMCU ESP32 sebagai pengendali perangkat serta alat untuk mengirimkan alamat ip ke perangkat elektronik dan menampilkan tampilan website untuk mengontrol robot pembersih debu.
2. L298N Motor Driver sebagai pengontrol untuk perangkat Gear Motor.
3. Gear Motor sebagai alat untuk penggerak robot pembersih debu.
4. Ultrasonik Sensor HC-SR04 untuk mengetahui jarak antar robot dengan benda yang didepannya maupun disekitar.
5. Motor Servo sebagai perangkat untuk menggerakkan ESP32-Cam nya.
6. FTDI module USB untuk mengkonfersi koneksi USB menjadi serial untuk memberikan daya pada ESP32-CAM.
7. ESP32-CAM sebagai kamera untuk memonitoring keadaan sekitar.

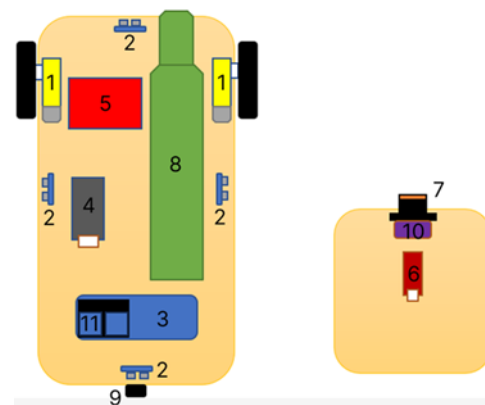
3.2. Flowchart Sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem

Berdasarkan gambar diatas merupakan alur robot pembersih debu. Langkah pertama menyalakan sebuah robot pembersih debu. Setelah menyalakan robot maka pada NodeMCU akan mengirimkan alamat IP *local* untuk bisa mengakses web browser. Dimana pada web browser tersebut dapat kita kontrol apakah akan bergerak manual atau apakah akan bergerak otomatis dan apakah dalam kondisi berhenti. Jika dari ketiga kondisi tersebut bergerak manual atau otomatis maka robot pembersih debu akan bergerak sedangkan dalam kondisi berhenti maka akan berhenti.

3.3. Desain Prototype Robot



Gambar 3. Desain Prototype Robot

Berdasarkan gambar 3 merupakan desain robot yang akan dibuat terdiri dari 2 bagian yaitu atas untuk modul kamera dan bawah sebagai tempat untuk gearbox untuk menggerakkan roda robot beserta NodeMcu dan penyedot debu seperti keterangan komponen pada tabel 1 dibawah ini.

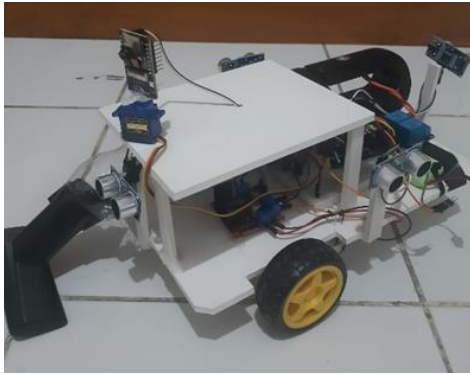
Tabel 1. Keterangan Komponen

Nomer	Nama Komponen
1	Gearbox Motor DC
2	Ultrasonik Sensor
3	Baterai
4	Esp32
5	Modul L298N
6	Modul FTDI
7	Esp32-Cam
8	Penyedot Debu
9	Roda Troli
10	Motor servo
11	Relay dual module

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Rancang Bangun Prototype

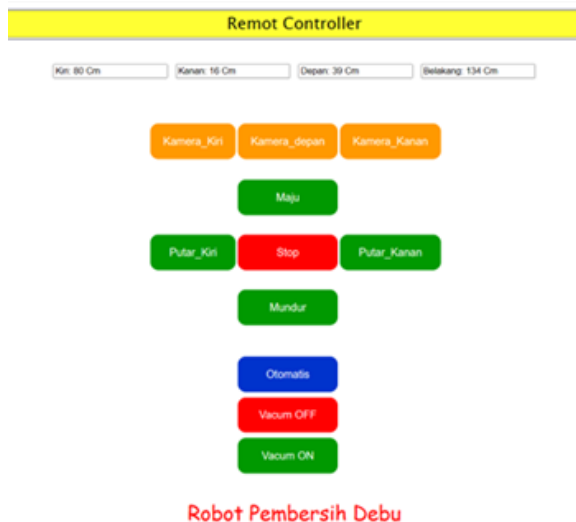
Pada gambar dibawah merupakan tampilan prototype alat robot pembersih debu yang akan digunakan memonitoring dan mengontrol untuk membersihkan lantai rumah. Pada robot ini terdapat ultrasonik sensor, dan aktuator yaitu motor servo, dan motor DC.



Gambar 4. Tampilan Prototype Robot

4.2. Tampilan Halaman Website

Gambar dibawah merupakan tampilan website *kontrolling* robot pembersih debu yang berisikan fitur untuk mengontrol robot beserta informasi monitoring data mengenai jarak ultrasonik sensor dengan benda disekitar.



Gambar 5. Tampilan Halaman Website

4.3. Pengujian ESP32

Pengujian dilakukan pada modul ESP32 untuk memeriksa *delay* pengiriman sinyal wifi ke situs kontrol website. Berikut hasil pengujian ESP32 pada tabel dibawah ini.

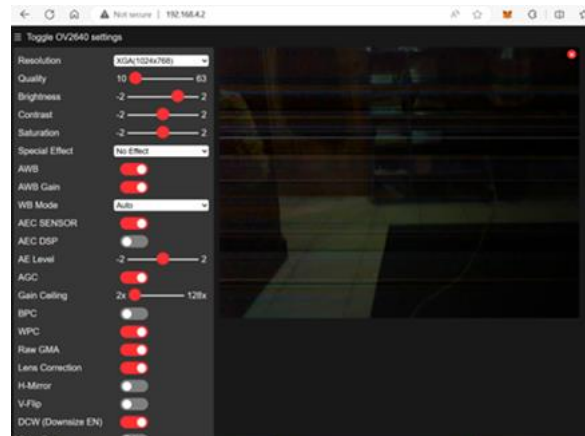
Tabel 2. Pengujian Esp32

No	Tanggal Pengujian	Waktu		Delay (detik)
		Waktu Pengiriman Sinyal Wifi	Waktu Tampil Di Web	
1	Rabu 12 Juli 2023	12:28:27	12:28:31	4
2		16:07:48	16:07:52	4
3		18:09:10	18:09:14	4
4		19:30:02	19:30:05	3
5	Sabtu 15 Juli 2023	21:03:22	21:03:26	4
6		05:00:01	05:00:04	3
7		05:55:21	05:55:24	3
8		07:34:32	07:34:36	4
9		10:36:57	10:37:01	4
10		11:19:44	11:19:48	4

Dari data yang tertera pada tabel di atas, terlihat bahwa pengiriman data sinyal Wi-Fi ke situs pengendalian melalui ESP32 memerlukan waktu sekitar 3 - 4 detik dalam setiap pengiriman. Kecepatan pengiriman sinyal ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk kondisi sinyal Wi-Fi itu sendiri.

4.4. Pengujian ESP32-Cam

Gambar dibawah merupakan tampilan hasil test ESP32-Cam, mengakses sinyal wifi pada ESP32-Cam kemudian memasukkan domain sebagai IP Address yang didapat dari Esp32., dan disediakan beberapa fitur pada kiri halaman untuk pengolah citra pada kamera.



Gambar 6. Tampilan Halaman Kamera

Tabel 3. Pengujian Lux Meter Esp32-Cam

No	Suasana Di Ruangan	Intensitas Cahaya (Footcandle)	Kondisi Kamera
Pengujian pagi hari			
1	Terang	2,9	Cukup jelas
2	Redup	0,4	Tidak jelas
3	Gelap	0	Tidak jelas
Pengujian siang hari			
1	Terang	5,5	Cukup jelas
2	Redup	0,5	Kurang jelas
3	Gelap	0	Tidak jelas
Pengujian sore hari			
1	Terang	2,8	Cukup jelas
2	Redup	0,4	Tidak jelas
3	Gelap	0	Tidak jelas
Pengujian malam hari			
1	Terang	2,5	Cukup jelas
2	Redup	0,4	Tidak jelas
3	Gelap	0	Tidak jelas

Dari pengujian tabel 3 menggunakan aplikasi *lux light meter* didapat dalam suasana di ruangan pengujian pagi hari suasana terang dengan satuan ukuran intensitas cahaya berupa 2,9 dengan kondisi kamera cukup jelas sedangkan yang lain tidak, pengujian siang hari suasana terang dengan satuan ukuran intensitas cahaya berupa 5,5 dengan kondisi kamera cukup jelas sedangkan redup kurang jelas dan gelap tidak jelas, pengujian sore hari suasana terang

dengan satuan ukuran intensitas cahaya berupa 2,8 dengan kondisi kamera cukup jelas sedangkan yang lain tidak, pengujian malam hari suasana terang dengan satuan ukuran intensitas cahaya berupa 2,5 dengan kondisi kamera cukup jelas sedangkan yang lain tidak jelas.

4.5. Pengujian Website

Dari pengujian dibawah dapat disimpulkan bahwa fitur yang terdapat pada website robot pembersih debu ini berfungsi dengan baik sebagaimana keterangan dibawah seperti pada tabel 4 ini.

Tabel 4. Pengujian Website

No	Fitur	Perintah	Hasil
1	Tombol kamera depan	Kamera menghadap depan	Berfungsi dengan baik
2	Tombol kamera kiri	Kamera menghadap kiri	Berfungsi dengan baik
3	Tombol kamera kanan	Kamera menghadap kanan	Berfungsi dengan baik
4	Tombol otomatis	Bergerak secara otomatis	Berfungsi cukup baik
5	Tombol vacuum off	Penyedot debu mati	Berfungsi dengan baik
6	Tombol vacuum on	Penyedot debu nyala	Berfungsi dengan baik
7	Tombol maju	Robot bergerak maju	Berfungsi dengan baik
8	Tombol kiri	Robot bergerak ke kiri	Berfungsi dengan baik
9	Tombol kanan	Robot bergerak ke kanan	Berfungsi dengan baik
10	Tombol mundur	Robot bergerak mundur	Berfungsi dengan baik

Didapat pengujian tabel dibawah, untuk aspek pengujian jarak dengan satuan meter 1 sampai 30 meter memiliki sinyal yang bagus tanpa halangan. Sedangkan dengan halangan untuk sinyal lancar hanya mencakup 9 meter, 12 meter sinyal putus – putus dan 15 sampai 30 meter sinyal mati.

Tabel 5. Pengujian Jarak Sinyal

No	Aspek Pengujian Jarak (Meter)	Tanpa Halangan	Dengan Halangan
		Kondisi Sinyal	Kondisi Sinyal
1	3	Lancar	Lancar
2	6	Lancar	Lancar
3	9	Lancar	Lancar
4	12	Lancar	Putus – Putus
5	15	Lancar	Tidak Koneksi
6	18	Lancar	Tidak Koneksi
7	21	Lancar	Tidak Koneksi
8	24	Lancar	Tidak Koneksi
9	27	Lancar	Tidak Koneksi
10	30	Lancar	Tidak Koneksi

4.6. Pengujian Ultrasonik Sensor

Pengujian untuk ultrasonik sensor ini akan menguji mengenai jarak robot dengan halangan yang didapat dari pantulan gelombang sensor ultrasonik. Yang pada pengujian ini menggunakan alat uji berupa meteran untuk mengukur nilai jarak sensor ultrasonik apakah akurat atau tidak. Untuk pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



Gambar 7. Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 6. Pengujian Ultrasonik Sensor

No	Sensor	Meteran	Selisih Jarak	Presentasi Error
1	10 Cm	10 Cm	0 Cm	0%
2	20 Cm	20 Cm	0 Cm	0%
3	30 Cm	30 Cm	0 Cm	0%
4	50 Cm	50 Cm	0 Cm	0%
5	70 Cm	71 Cm	1 Cm	1,43%
6	100 Cm	102 Cm	2 Cm	2%
7	120 Cm	123 Cm	3 Cm	2,5%
8	150 Cm	153 Cm	3 Cm	2%
9	170 Cm	173 Cm	3 Cm	1,77%
10	200 Cm	204 Cm	4 Cm	2%
Rata – rata presentasi error				1,17%

Perolehan yang didapat pengujian diatas yaitu memperoleh rata – rata presentasi error sebesar 1,17% dari – sampel. Presentasi error ini juga dapat berpengaruh terhadap halangan yang memiliki permukaan berdasarkan strukturnya. Karena ultrasonik sensor ini yang memiliki fungsi untuk menangkap dan menerima dengan cara memantulkan gelombang ultrasonik yang diperoleh dari ultrasonik sensor.

4.7. Pengujian Baterai Penyedot Debu

Pengujian Baterai penyedot debu baterai diisi dengan penuh, dilakukan agar mengetahui kondisi penyedot debu berapa lama bisa bertahan, maka dari itu pengujian dilakukan secara terus menerus sampai penyedot debu tidak mampu menyala dan dilakukan secara bertahap yaitu selama 10 menit dijalankan, setiap 30 menit.

Tabel 7. Pengujian Baterai Penyedot Debu

No	Durasi Menyala (Menit)	Keadaan Penyedot Debu	Kondisi
Pengujian 1			
1	10	Hidup	Masih bisa menyedot debu
2	20	Hidup	Masih bisa menyedot debu
3	29	Hidup	Masih bisa menyedot debu
4	30 – 31	Hidup	Penyedot debu daya hisap mulai berkurang dan mati
Pengujian 2			
1	10	Hidup	Masih bisa menyedot debu
2	20	Hidup	Masih bisa menyedot debu
3	30	Hidup	Masih bisa menyedot debu
4	31 – 32	Hidup	Penyedot debu daya hisap mulai berkurang dan mati
Pengujian 3			
1	10	Hidup	Masih bisa menyedot debu
2	20	Hidup	Masih bisa menyedot debu
3	28	Hidup	Masih bisa menyedot debu
4	29 – 30	Hidup	Penyedot debu daya hisap mulai berkurang dan mati

Berdasarkan Pengujian pada tabel 7 diatas dapat disimpulkan bahwa penyedot debu dengan penggunaan yang baik yaitu tidak lebih dari 15 menit dikarenakan penyedot debu dapat menimbulkan panas yang berlebih dan menyebabkan penyedot debu rusak. dari kesimpulan tabel diatas didapat bahwa baterai yang dalam kondisi penuh memiliki rentang waktu yaitu antara 28 sampai 32 menit.

4.8. Pengujian Baterai Robot

Pengujian Baterai pada robot, baterai diisi dengan penuh. Dilakukan agar mengetahui kondisi penyedot debu berapa lama bisa bertahan, maka dari itu pengujian dilakukan secara terus menerus sampai robot tidak mampu berjalan dan dilakukan secara bertahap yaitu selama 15 menit.

Tabel 8. Pengujian Baterai Robot

No	Durasi Menyala (Menit)	Keadaan robot	Kondisi
Pengujian 1			
1	15	Hidup	Masih bisa bergerak
2	30	Hidup	Masih bisa bergerak
3	31 – 32	Hidup	Tidak bisa bergerak dan mati
Pengujian 2			

No	Durasi Menyala (Menit)	Keadaan robot	Kondisi
1	15	Hidup	Masih bisa bergerak
2	26	Hidup	Masih bisa bergerak
3	27 – 28	Hidup	Tidak bisa bergerak dan mati
Pengujian 3			
1	15	Hidup	Masih bisa bergerak
2	28	Hidup	Masih bisa bergerak
3	29 - 30	Hidup	Tidak bisa bergerak dan mati

Berdasarkan Pengujian pada tabel 8 diatas dapat disimpulkan bahwa robot dengan penggunaan yang relatif baik yaitu tidak lebih dari 15 menit dikarenakan robot dapat membebani kinerja robot dan menimbulkan panas yang berlebih pada ESP32-Cam dan motor dc. dari kesimpulan tabel diatas didapat bahwa baterai yang dalam kondisi penuh memiliki rentang waktu yaitu antara 26 sampai 30 menit.

4.9. Pengujian Software

Pengujian *software* pada penelitian ini dengan dilakukannya menguji kompatibilitas website terhadap web browser yang bertujuan untuk mengetahui apakah halaman website yang dibuat dapat menampilkan keseluruhan tampilan website. Bukan hanya pada satu web browser saja, tapi browser yang lainnya. Hasil uji coba kompatibilitas website terhadap web browser seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 9. Pengujian Aplikasi Pada Web Browser

No	Aspek Pengujian	Web Browser		
		Google	Chrome	Opera
1	Menampilkan tampilan halaman website	✓	✓	✓
2	Menampilkan live streaming ESP32-Cam	✓	✓	✓
3	Menampilkan kondisi jarak ultrasonik sensor	✓	✓	✓

Dapat dilihat hasil uji coba pada Tabel diatas bahwa aplikasi yang dibuat dapat berjalan dengan baik pada web browser Google, Chrome, dan Opera Semua fungsi di halaman utama berfungsi dengan baik serta semua responsif dari aplikasi dan alat bisa berjalan dengan baik.

4.10. Pengujian User

Pengujian user diperuntukkan melakukan survei untuk mengetahui seberapa baik kinerja robot berdasarkan pengguna yang menggunakannya. Survei dilakukan peneliti dengan mengajukan 5 pertanyaan yang diujikan kepada 5 orang.

Tabel 10. Pengujian User

No	Pernyataan	Jawaban			
		Sangat setuju	Setuju	Kurang setuju	Tidak setuju
1	Proses saat menghubungkan koneksi website kontrolling sangat mudah.	1	4	0	0
2	Tampilan website kontrolling mudah digunakan dan dipahami.	5	0	0	0
3	Website kontrolling berjalan dengan sangat baik.	4	1	0	0
4	Tombol dalam website kontrolling berfungsi dengan baik.	4	1	0	0
5	Robot pembersih debu sudah berjalan dengan baik dan sesuai.	4	0	1	0
Total perolehan		18	6	1	0

Jumlah pertanyaan yang diberikan : 5

Jumlah user yang mengisi kuisioner : 5

Perhitungan faktor pembagi : $5 * 5 = 25$

Tabel 11. Perhitungan Pengujian User

No	Respon	Perhitungan
1	Sangat setuju	$(18 / 25 * 100\%) = 72\%$
2	Setuju	$(6 / 25 * 100\%) = 24\%$
3	Kurang setuju	$(1 / 25 * 100\%) = 4\%$
4	Tidak setuju	$(0 / 25 * 100\%) = 0\%$

Mengenai perhitungan pengujian diatas terhadap 5 orang, hasil yang didapatkan bahwa perolehan sangat setuju yaitu 72%; perolehan setuju yaitu 24%; perolehan kurang setuju yaitu 4%; dan perolehan tidak setuju yaitu 0%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di atas, pada semua fitur didapat bahwa semua fitur yang ada di website berjalan dengan cukup baik, *delay* untuk pengiriman sinyal wifi kisaran 3 sampai 4 detik, *delay respon time* setiap 10 meter memiliki rentang waktu 1 detik, jarak sinyal yang didapat tanpa halangan maksimal 30 meter sedangkan dengan halangan maksimal jarak 9 meter, untuk pengujian Esp32-Cam dapat menampilkan secara *livestream* cukup jelas jika suasana diruangan terang, untuk ultrasonik sensor memiliki *presentase error* yaitu 1,17% dengan akurasi cukup baik, pengujian baterai robot hanya dapat bertahan kisaran 26 sampai 30 menit

sedangkan untuk penyedot debu hanya bertahan kisaran 29 sampai 32 menit, dan untuk membuka website kontrollingnya pada aplikasi web browser lainya berjalan dengan sangat baik. Proyek ini masih dalam pengembangan khususnya untuk Esp32-Cam masih menampilkan *livestream* secara terpisah dengan website kontrollingnya, serta untuk penyedot debu masih dikontrol secara manual. Oleh karena itu untuk kedepannya penelitian diharapkan dapat mengembangkannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Fitriansyah. "Alat Pembersih Lantai Berbasis Arduino Uno dan Android," *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer MH Thamrin Vol. VI, No.1*, pp. 72-84, 2020.
- [2] Panji Prima. "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler Dengan Kendali Ponsel Pintar," *SNITT Jurnal Vol. III, No.1*, pp. 292-298, 2018.
- [3] Abas Sunarya. "Prototype Robot Pembersih Serbuk Kayu Berbasis Arduino Menggunakan Smartphone Android," *Raharja Open Journal Systems Vol. VI, No.2*, pp. 163-172, 2020.
- [4] Dian Tresnawan. "Implementasi Metode Maze Dan Pid Pada Robot Vacuum Cleaner Automatic," *Jurnal Ilmiah Mikrotek Vol. I, No.4*, pp. 164-174, 2015.
- [5] Daniel, J., Trisianto. "Hardware Robot Penghisap Debu Dengan Mikrokontroler AT89S51," *Jurnal Ilmiah Sistem Komputer*, pp. 1-7, 2005.
- [6] Istiqomah Sumadikarta. "Perancangan Smarthome Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266 (Studi Kasus: Griya Setu Permai)," *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S Vol. XVI, No.1*, pp. 27-36, 2020.
- [7] Rahayu, G., Sunarya, U., Novianti. "Rancang Bangun Web Server Untuk Pemantauan Budidaya Udang Vannamei Menggunakan Teknologi Iot," *e-Proceeding of Applied Science Vol. III, No.3*, pp. 2067-2071, 2017.
- [8] Deni Ahmad Jakaria. "Aplikasi Smartphone Dengan Perintah Suara Untuk Mengendalikan Saklar Listrik Menggunakan Arduino," *Jurnal Teknik Informatika Vol. VIII, No. 1*, pp. 21-28, 2020.
- [9] Prastise Titahningsih. "Perancangan Penempatan Access Point untuk Jaringan Wifi Pada Kereta Api Penumpang," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. II, No. 5*, pp. 2008-2015, 2018.
- [10] Salsabila Alnitri Arrahma. "Pengujian Esp32-Cam Berbasis Mikrokontroler ESP32," *Jurnal Teknik Elektro Indonesia Vol. IV, No.1*, pp. 60-66, 2023.