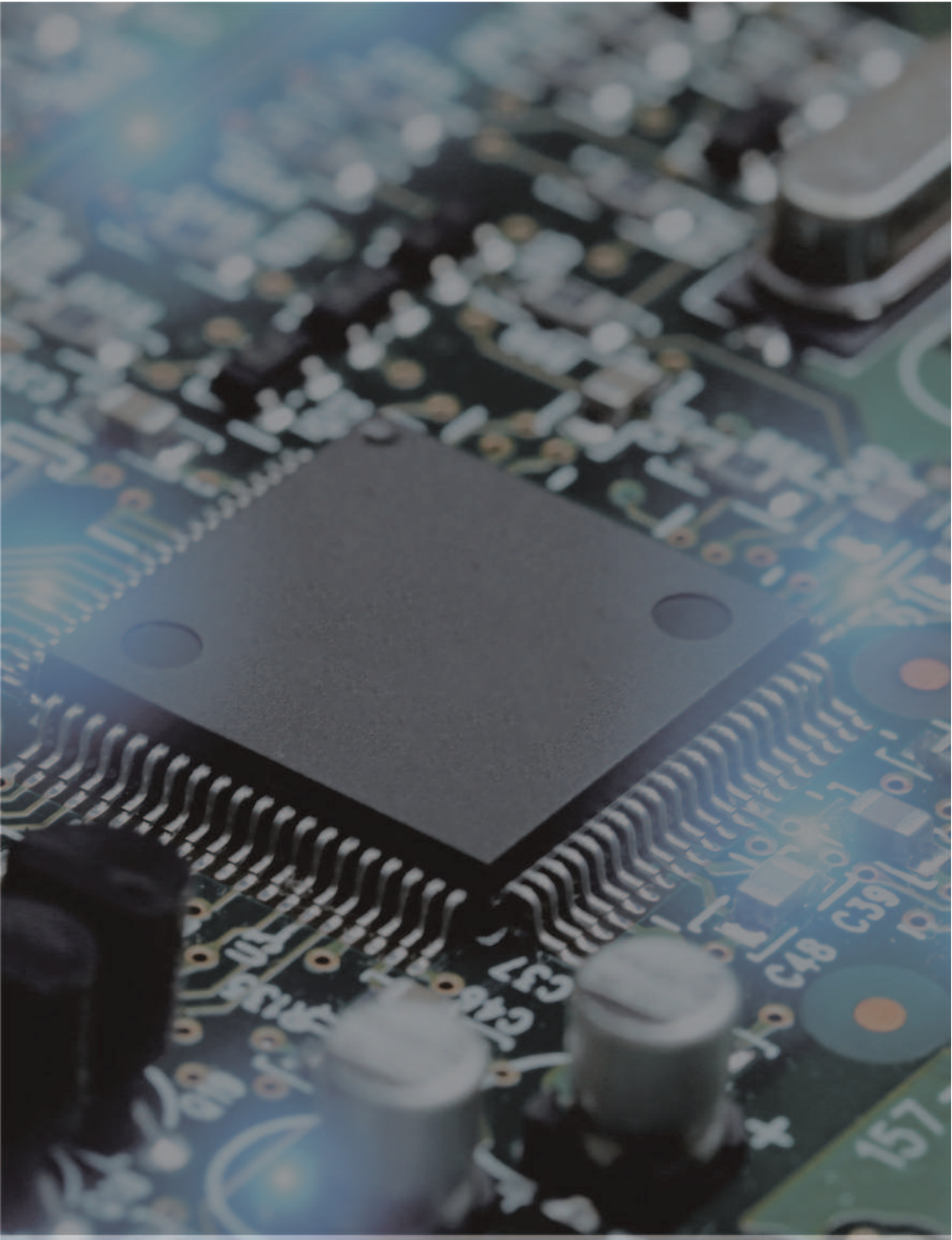
ROBOT

BERBASIS MICROCONTROLLER

Ratna Aisuwarya
Hestin Nalurita Halawa
Dwiki Darmawan
Julianto Rebbi Badidi



eureka
media aksara
Anggota IKAPI

0858 5343 1992
eurekamediaaksara@gmail.com
Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-487-408-2
9 786234 874082

ROBOT BERBASIS MICROCONTROLLER

Ratna Aisuwarya
Hestin Nalurita Halawa
Dwiki Darmawan
Julianto Rebbi Badidi

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

ROBOT BERBASIS MICROCONTROLLER

Penulis : Ratna Aisuwarya
Hestin Nalurita Halawa
Dwiki Darmawan
Julianto Rebbi Badidi

Editor : Darmawan Edi Winoto, S.Pd., M.Pd.

Desain Sampul : Satria Panji Pradana

Tata Letak : Siwi Rimayani Oktora

ISBN : 978-623-487-408-2

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, DESEMBER 2022**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:
Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2022

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan buku ini. Penulisan buku merupakan buah karya dari pemikiran penulis yang diberi judul "Robot Berbasis *Microcontroller*". Kami menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan karya ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca.

Berkembang pesatnya ilmu pengetahuan dan teknologi, penelitian mengenai robot sangatlah banyak. Saat ini teknologi robot umumnya diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Pekerjaan manusia yang dulunya dianggap sulit bahkan tidak mungkin menjadi mudah dan mungkin untuk dilakukan dengan bantuan teknologi. Robot adalah salah satu bentuk teknologi yang berkembang saat ini. Aplikasinya diarahkan untuk membantu tugas manusia. Keberadaan robot tidak hanya diciptakan dengan tujuan untuk membantu pekerjaan manusia, namun juga dimanfaatkan dibidang pendidikan, hiburan, seni, dan olahraga.

Pada buku ini penulis akan menyajikan beberapa robot yang berbasis pada *microcontroller* mulai dari perangkat yang dibutuhkan, perancangan robot, implementasi serta contoh analisa dan pengujian robot untuk memberikan gambaran umum penerapan *microcontroller.*

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
DAFTAR TABEL ..... **v**
DAFTAR GAMBAR ..... **vii**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
BAB 2 ROBOT *SMART PLANT POT* **3**
A. Tanaman Hias 3
B. Perangkat Sistem Robot *Smart Plant Pot* 7
C. Perancangan Sistem Robot *Smart Plant Pot* 30
D. Implementasi Sistem Robot *Smart Plant Pot* 44
E. Pengujian dan Analisa Robot *Smart Plant Pot* 52
F. Lampiran Program 76
BAB 3 ROBOT SUMO **79**
A. Robot Sumo 79
B. Perangkat Sistem Robot Sumo 85
C. Perancangan Sistem Robot Sumo 95
D. Implementasi Sistem Robot Sumo 110
E. Pengujian dan Analisa Robot Sumo 121
F. Lampiran Program 146
BAB 4 ROBOT TANK AUTOMATIK PENDETEKSI HALANGAN **156**
A. Robot Tank 156
B. Perangkat Sistem Robot Tank 157
C. Perancangan Sistem Robot Tank 178
D. Pengujian dan Analisa Robot Tank 203
E. Lampiran Program 245
DAFTAR PUSTAKA **264**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Faktor Nilai Pertumbuhan Tanaman Tricolour[11] 5
Tabel 2.2. Spesifikasi Pin Sensor DHT22[14] 9
Tabel 2.3. Spesifikasi Pompa Air Mini 17
Tabel 2.4. Spesifikasi *Sprayer Mist Nozzle*[22] 18
Tabel 2.5. Spesifikasi Pin Modul ESP8266 Serial ESP-01 [20] 25
Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu 27
Tabel 2.7. Rencana Pengujian Komponen Perangkat Keras 40
Tabel 2.8. Rencana Pengujian Perangkat Lunak 42
Tabel 2.9. Rencana Pengujian Fungsional 43
Tabel 2.10. Hasil Pengujian Sensor Cahaya BH1750 54
Tabel 2.11. Hasil Pengujian Perbandingan Sensor DHT22 dan Hygrometer 55
Tabel 2.12. Pengujian Sensor Ultrasonik 57
Tabel 2.13. Pengujian Sensor *Photodioda* 60
Tabel 2.14. Pengujian RTC 61
Tabel 2.15. Pengujian Kekuatan Sinyal WiFi ESP8266 64
Tabel 2.16. Pengujian Kecepatan Motor Robot 66
Tabel 2.17. Pengujian *Profiling Time* Kode Program 69
Tabel 2.18. Hasil Pengujian *Monitoring Smart Plant Pot* pada Bynk 72
Tabel 3.1. Spesifikasi dari board arduino uno [37] 86
Tabel 3.2. Spesifikasi LCD 16x2 [46] 95
Tabel 3.3. Rencana Pengujian Perangkat Keras 107
Tabel 3.4. Rencana Pengujian Fungsionalitas Sistem 108
Tabel 3.5. Arah Gerak Robot 121
Tabel 3.6. Pengujian Waktu Respon *Bluetooth* 122
Tabel 3.7. Pengujian Jarak Komunikasi Bluetooth Pada Ruangan Terbuka 123
Tabel 3.8. Pengujian Jarak Komunikasi Bluetooth Pada Ruangan Tertutup 125
Tabel 3.9. Pengujian Motor DC 127
Tabel 3.10. Pengujian Sensor *Optocoupler* 129
Tabel 3.11. Pengujian LCD 131
Tabel 3.12. Pengujian Aplikasi Remote Control 136

Tabel 3.13. Pengujian Pergerakan Robot Sumo dan Aplikasi *Remote Control* 137
Tabel 3.14. Pengujian Perhitungan Nilai Kecepatan dan Gaya Dorong Dengan Nilai PWM Tertentu 139
Tabel 3.15. Pengujian Pertandingan Antara Dua Robot Sumo Diatas Ring 144
Tabel 3.16. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan 145
Tabel 4.1. Konfigurasi Port B[54] 159
Tabel 4.2. Konfigurasi Port C[54] 160
Tabel 4.3. Konfigurasi Port D[54] 160
Tabel 4.4. Rule Evaluation 179
Tabel 4.5. Tabel Hasil Perbandingan Pengukuran Jarak 205
Tabel 4.6. Tabel Pengujian Driver Motor 207
Tabel 4.7. Tabel Pengujian Jarak Halangan Terhadap Arah Gerakan Robot Tank 225
Tabel 4.8. Tabel Keberhasilan Robot Tank Menghindari Halangan 240

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. *Dracaena Marginata Tricolour*[11] 4
Gambar 2.2. Modul Sensor Cahaya BH1750[21] 7
Gambar 2.3. Rangkaian Sensor Cahaya terhadap Mikrokontroler 8
Gambar 2.4. Sensor DHT22 9
Gambar 2.5. Sensor *Photodioda*[16] 11
Gambar 2.6. Rangkaian Prinsip Kerja Sensor *Photodioda*[12] 11
Gambar 2.7. Sensor Ultrasonik [12] 12
Gambar 2.8. Cara Kerja Sensor Ultrasonik [12] 13
Gambar 2.9. Motor DC[8]. 15
Gambar 2.10. Kontruksi Pin Driver Motor IC L293D[12] 16
Gambar 2.11. Pompa Air [8] 17
Gambar 2.12. *Sprayer Mist Nozzle*[22] 17
Gambar 2.13. *Relay*[8] 19
Gambar 2.14. RTC [15] 20
Gambar 2.15. Arduino Uno 21
Gambar 2.16. Bagian-Bagian Papan Arduino Uno[12] 22
Gambar 2.17. Modul ESP8266 [20] 24
Gambar 2.18. Tampilan Awal Aplikasi *Blynk* 26
Gambar 2.19. Rancangan Umum Sistem 33
Gambar 2.20. Rancangan Perangkat Keras 35
Gambar 2.21. Diagram Cara Kerja *Smart Plant Pot* 36
Gambar 2.22. Flowchart Rancangan Sistem 38
Gambar 2.23. Rancangan Aplikasi *Blynk* 40
Gambar 2.24. Hasil Rancangan Robot *Smart Plant Pot* 46
Gambar 2.25. Lintasan Robot 48
Gambar 2.26. Halaman Teras Rumah 49
Gambar 2.27. Implementasi Aplikasi *Blynk* 51
Gambar 2.28. Hasil Pengujian Sensor BH1750 pada *Serial Monitor* 53
Gambar 2.29. Tampilan Pengukuran Suhu dan Kelembapan Udara dari *Blynk* dan *Hygrometer* 55
Gambar 2.30. Pegujian Sensor Ultrasonik 57

Gambar 2.31. Grafik Perbandingan Hasil Ukur Halangan dengan Ultrasonik dan Penggaris 58
Gambar 2.32. Pengujian Sensor *Photodioda*.....60
Gambar 2.33. USB to *Serial* ESP8266 63
Gambar 2.34. Pengujian Koneksi WiFi ESP8266 dengan *Blynk*.....63
Gambar 2.35. Pengujian Kecepatan Motor Robot.....66
Gambar 2.36. Grafik Pengujian Kecepatan Motor Robot.....67
Gambar 2.37. Pengujian Pompa Air.....68
Gambar 2.38. Hasil *Monitoring* Aplikasi *Blynk*.....70
Gambar 2.39. Lintasan Robot yang Diujikan 71
Gambar 2.40. Pengujian Robot dengan Lintasan Belokkan Tajam.....71
Gambar 2.41. Pengujian Robot dengan Lintasan Belokkan Tidak Tajam.....72
Gambar 2.42. Robot Bergerak saat Suhu diatas 28^0C 75
Gambar 2.43. Robot Berjalan Mundur Melakukan Pengisian Baterai 75
Gambar 3.1. Robot Sumo [32].....82
Gambar 3.2. Board arduino uno [35] 86
Gambar 3.3 Sensor Optocoupler [38].....87
Gambar 3.4. Motor DC [39].....88
Gambar 3.5. Driver Motor Monster Moto Shield VNH2SP30 [21].....91
Gambar 3.6. Modul *Step Down* LM2596 [44] 92
Gambar 3.7. Modul *bluetooth* HC-05 [36].....93
Gambar 3.8. Konfigurasi pin modul *bluetooth* HC-05 [46] 94
Gambar 3.9. LCD 16x2 [46] 95
Gambar 3.10. Rancangan Umum Sistem 98
Gambar 3.11. Rancangan Proses Secara Umum 101
Gambar 3.12. Perancangan Perangkat Keras 102
Gambar 3.13. *Flowchart* pada program mikrokontroler 104
Gambar 3.14. Tampilan Aplikasi *Remote Control* 105
Gambar 3.15. F*lowchart* Proses Aplikasi *Remote Control*.....106
Gambar 3.16. Tampilan Dalam Robot Sumo.....111
Gambar 3.17. Tampilan Luar Robot Sumo 112
Gambar 3.18. Tampilan Aplikasi.....113

Gambar 3.19. Tampilan Pencarian Perangkat *Bluetooth* Yang Tersedia 114
Gambar 3.20. Deklarasi Pin Motor 115
Gambar 3.21. Perintah Nilai Karakter 116
Gambar 3.22. Program Robot Sumo Maju 116
Gambar 3.23. Program Robot Sumo Mundur 117
Gambar 3.24. Program Robot Sumo Belok Kanan 117
Gambar 3.25. Program Robot Sumo Belok Kiri 118
Gambar 3.26. Program Robot Sumo Putar Kanan 118
Gambar 3.27. Program Robot Putar Kiri 119
Gambar 3.28. Program Robot Sumo Berhenti 119
Gambar 3.29. Posisi Sensor *Optocoupler* 128
Gambar 3.30. Grafik Kecepatan Berdasarkan PWM 64-255 129
Gambar 3.31. Arah Maju dan Posisi *Smartphone* 130
Gambar 3.32. Perintah Maju 132
Gambar 3.33. Perintah Mundur 133
Gambar 3.34. Perintah Belok Kanan 134
Gambar 3.35. Perintah Belok Kiri 134
Gambar 3.36. Perintah Putar Kanan 135
Gambar 3.37. Perintah Putar Kiri 136
Gambar 3.38. Hasil pembacaan gaya kecepatan dan gaya dorong robot 139
Gambar 3.39. Grafik Kecepatan Berdasarkan PWM 64-255 140
Gambar 3.40. Grafik Gaya Dorong Berdasarkan PWM 64-255 ... 140
Gambar 3.41. Jenis Gaya-Gaya Pada Robot Sumo 142
Gambar 3.42. Pertandingan Antara Dua Robot Sumo Diatas Ring 143
Gambar 4.1. Konfigurasi PIN ATmega328[54] 159
Gambar 4.2. Board Arduino Uno ATmega 328[53] 162
Gambar 4.3. IDE Arduino 166
Gambar 4.4. Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04[57] 167
Gambar 4.5. Dimensi Sensor Ultrasonik HC-SR04[57] 168
Gambar 4.6. Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik HC-SR04[57] .. 168
Gambar 4.7. Antarmuka dan Proses Kerja Sensor Ultrasonik[57] 169
Gambar 4.8. Detail Mekanik Motor DC[58] 170

Gambar 4.9. Arduino Motor Shield[59] 172
Gambar 4.10. Bentuk Gelombang PWM[60] 173
Gambar 4.11. Model Mamdani[61] 175
Gambar 4.12. Model Sugeno[61] 176
Gambar 4.13. Model Tsukamoto[61] 177
Gambar 4.14. Susunan Komponen Robot Tank 178
Gambar 4.15. Diagram Blok Robot Tank Pendeteksi Halangan 179
Gambar 4.16. Flowchart Robot Tank Pendeteksi Halangan 184
Gambar 4.17. Rangkaian Sensor Ultrasonik dengan Arduino Uno 185
Gambar 4.18. Sudut Bacaan Sensor Ultrasonik 186
Gambar 4.19. Rangkaian Arduino Motor Shield dan Motor DC 187
Gambar 4.20. Rangkaian Keseluruhan Robot Tank 188
Gambar 4.21. Konstruksi Roda dengan Belt 189
Gambar 4.22. Kurva Segitiga 190
Gambar 4.23. Kurva Trapesium 190
Gambar 4.24. Membership Function Input Variabel Jarak (cm) 191
Gambar 4.25. Membership Function Output Variabel Kecepatan (PWM) 203
Gambar 4.26. Keadaan Belok Kanan 208
Gambar 4.27. Pembacaan Nilai *Center of Gravity* Belok Kanan ... 211
Gambar 4.28. Keadaan Belok Kiri 213
Gambar 4.29. Pembacaan Nilai Center of Gravity Belok Kiri 215
Gambar 4.30. Keadaan Lurus 217
Gambar 4.31. Pembacaan Nilai Center of Gravity Lurus 219
Gambar 4.32. Keadaan Putar Kanan 220
Gambar 4.33. Pembacaan Nilai Center of Gravity Putar Kanan 221
Gambar 4.34. Keadaan Putar Kiri 222
Gambar 4.35. Pembacaan Nilai *Center of Gravity* Putar Kiri 224
Gambar 4.36. Keadaan Tidak Rata dan Bergelombang 245
Gambar 4.37. Keadaan Mendaki dan Menurun 245

BAB 1 PENDAHULUAN

Berkembang pesatnya ilmu pengetahuan dan teknologi, penelitian mengenai robot sangatlah banyak. Saat ini teknologi robot umumnya diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Pekerjaan manusia yang dulunya dianggap sulit bahkan tidak mungkin menjadi mudah dan mungkin untuk dilakukan dengan bantuan teknologi. Robot adalah salah satu bentuk teknologi yang berkembang saat ini. Aplikasinya diarahkan untuk membantu tugas manusia. Keberadaan robot tidak hanya diciptakan dengan tujuan untuk membantu pekerjaan manusia, namun juga dimanfaatkan dibidang pendidikan, hiburan, seni, dan olahraga.

Pada dasarnya manusia memiliki keterbatasan, manusia tidak dapat melakukan hal yang berbahaya bahkan mengancam nyawa. Eksplorasi ketempat yang belum dikenal dan memiliki medan yang sulit untuk ditempuh tentu berbahaya bagi keselamatan manusia. Dibutuhkan bantuan dari sesuatu yang dapat bekerja cepat, teliti dan tidak mengenal lelah, robot adalah jawaban dari keinginan tersebut. Robot dapat bekerja pada lingkungan yang berbahaya bagi kesehatan atau daerah yang harus diamati dengan pengamatan lebih dari kemampuan panca indera manusia.

Perkembangan robot pada saat ini semakin canggih dan bervariasi mulai dari robot beroda hingga berkaki. Robot beroda juga mengalami perkembangan dari yang beroda biasa, hingga menyerupai roda tank. Kelebihan dari bentuk roda tank ini adalah dapat melewati medan mendaki maupun menurun, ataupun medan yang tidak rata dan bergelombang yang tidak dapat dengan

BAB 2 ROBOT *SMART PLANT POT*

A. Tanaman Hias

Tanaman adalah salah satu jenis makhluk hidup atau organisme yang pada umumnya memiliki ciri tidak berpindah-pindah dan hanya menetap di tempatnya tumbuh, menyerap air dan kebutuhan nutrisi melalui akar, serta memproses nutrisi melalui proses fotosintesis menggunakan pigmen hijau klorofil, gas CO2, dan cahaya matahari. Tanaman berguna sebagai simbol dan mempunyai banyak kegunaan yang fungsional. Hijaunya tanaman di dalam ruang kerja, misalnya di perkantoran, bisa menghilangkan kejenuhan rutinitas kerja, melembutkan pandangan pada material keras disekeliling tempat kerja, dan memperbaiki sirkulasi udara (Arifin dan Arifin, 2004). Selain memberikan fungsi secara fisik, tanaman dalam ruang juga memberikan nilai tambah sehingga ruangan menjadi lebih indah, asri dan sejuk.

Tanaman hias (*ornamental plant)* merupakan tanaman hortikultura non pangan yang memiliki nilai keindahan dana daya tarik tertentu. Tanaman hias yang dibicarakan disini adalah tanaman hias dalam pokok kajian florikultura, yaitu ilmu yang mempelajari tentang budidaya tanaman hias untuk produksi tanaman hias pot dalam ruangan. Tanaman hias dalam ruangan (*indoor* plants) umumnya beradalam di dalam kantor dan rumah. Tujuannya adalah untuk dekorasi dan kesehatan (fisik maupun psikologis). Tanaman hias *indoor* memiliki kebutuhan hidup yang sama dengan tanaman di luar ruangan. Pertumbuhan dan kesuburan tanaman hias dipengaruhi oleh

BAB 3 ROBOT SUMO

A. Robot Sumo

1. Pengertian Robot

Robot berasal dari kata "*robota*", diambil dari bahasa Cekoslowakia yang berarti "kerja cepat". Pertama kali kata "*robota*" muncul pada tahun 1920 yang diperkenalkan oleh seorang pengarang pentas sandiwara yang bernama Karel Capek dalam karyanya yang berjudul "*Rossum's Universal Robot*". Rossum merancang dan membangun suatu bala tentara yang terdiri dari robot industri yang akhirnya menjadi terlalu cerdik dan akhirnya menguasai manusia [27]. Menurut bahasa, robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia atau menggunakan program [23].

Mendefinisikan kata robot secara jelas merupakan sesuatu hal yang tidak mudah. Seorang Joseph Engelberger yang dijuluki sebagai "bapak robotika" karena jasanya mengembangkan robot industri yang pertama di Amerika Serikat, pernah mengatakan bahwa dia tidak dapat mendefinisikan robot, tapi dapat mengetahui ketika melihatnya [28]. Menurut *The Robotics International Division of The Society Of Manufacturing Engineers* (RI/SME), robot dapat didefinisikan sebagai *"a reprogrammable and multifunctional manipulator designed to move material, part, tools, and specialized devices throught variable programmed motions for the performance*

BAB 4

ROBOT TANK AUTOMATIK PENDETEKSI HALANGAN

A. Robot Tank

Menurut *Robotics Institute of America* (RIA) robot adalah manipulator multifungsi yang dapat diprogram kembali dan dibuat untuk tujuan pemindahan material, komponen dan peralatan atau merupakan alat tertentu yang dikhususkan untuk dapat bergerak sesuai program yang diberikan agar dapat melakukan berbagai tugas tertentu.[49]

1. Bentuk Robot

a. *Stationary* dan *Mobile*

Beberapa robot dirancang untuk tetap berada pada posisinya dan menggerakkan beberapa obyek yang berada di depannya. Robot *stasionary* umumnya digunakan di pabrik. Robot *stationary* juga digunakan sebagai perisai antara operator dengan beberapa material berbahaya, seperti isotop radioaktif atau bahan-bahan kimia tajam. Sebaliknya, robot *mobile* dirancang untuk bergerak dari satu tempat ke tempat lain. Daya penggerak robot ini berupa roda, rel atau kaki. Robot *Mobile* juga dapat ditambah alat lain, seperti lengan untuk mengerakkan obyek yang berada disekitarnya.

b. *Teleoperated* dan *Autonomous*

Robot *Teleoperated* bergerak berdasarkan perintah dari manusia yang dioperasikan melalui *remote control*. Biasanya robot ini menggunakan kamera sebagai mata untuk operator. *Autonomous robot* (robot otonom) bergerak

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Badan Pusat Statistik. Produksi Tanaman Florikultura (Hias) 2019. https://www.bps.go.id/indicator/55/64/1/produksi-tanaman-florikultura-hias-.html. diakses pada 16 Maret 2021.

[2]. Hasan, M. Z. (2017). Rancang Bangun Sistem Monitoring Tanaman Hias Berbasis Web Dengan Menerapkan Iot (Internet of Things). *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, *1*(1), 610–616.

[3]. Fathurrahmani, F., & Noor, A. (2019). Smartpot untuk Efisiensi Monitoring Tanaman Hias Berbasis IoT. *Sisfotenika*, *9*(2), 203. https://doi.org/10.30700/jst.v9i2.490

[4]. "Jenis Tanaman Hias Indoor Berdasarkan Faktor Cahaya," [Online]. Available: https://pratamaadi.web.ugm.ac.id/2020/08/04/jenis-tanaman-hias-indoor-berdasarkan-faktor-cahaya/. diakses tanggal 17 November 2020.

[5]. "Pengguna Smartphone di Indonesia 2016-2019," [Online]. Available: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2016/08/08/pengguna-smartphone-diindonesia-2016-2019. Diakses tgl 2 November 2020.

[6]. Pambudi, A. S., Andryana, S., & Gunaryati, A. (2020). Rancang Bangun Penyiraman Tanaman Pintar Menggunakan Smartphone dan Mikrokontroler Arduino Berbasis Internet of Thing. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, *4*(2), 250. https://doi.org/10.30865/mib.v4i2.1913

[7]. Daifiria, Domloboy, E, N., & Heryawan, D. (2019). SISTEM MONITORING KELEMBABAN TANAH DAN SUHU PADA TANAMAN HIAS BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS) MENGGUNAKAN RASPBERRY PI. *IT Journal*, *7*(2), 82–90. http://e-journal.potensi utama.ac.id/ojs/index.php/ITJournal/article/vi ew/823

[8]. Pid, C., Informatika, J. T., Teknik, F., & Oleo, U. H. (2018). *Implementasi robot*. *2*(1), 111–124.

[9]. Santoso, Bambang B, "Budidaya Tanaman Hias Ruangan (*Indoor Ornamental Plant*)", Fak. Pertaian UNRAM, Desember 2019

[10]. Ruang, P. K., Dan, F., & Bogor, I. P. (2005).VOLUME PENYIRAMAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PERIODE LAYAK DISPLAY Dracaena Marginata Tricolour

[11]. KlikHijau.com, "Cara Merawat Dracaena, Tanaman Hoki yang Dijuluki Si Naga Betina", [Online]. Available: https://klikhijau.com/read/cara-merawat-dracaena-tanaman-hoki-yang-dijuluki-si-naga-betina/. Diakses tanggal 22 Februari 2021.

[12]. Firsti, Paskar S. (2018). *Racang Bangun Robot Penampung Sampah Berbasis Mikrokontroler.* Sistem Komputer, Teknologi Informasi, Universitas Andalas.

[13]. Sahela, Agustio. (2017*). Rancang Bangun Sistem Monitroing Online Kondisi Lingkungan Tanam Cabai Berbasis Mikrokontroller.* Sistem Komputer, Teknologi Informasi, Universitas Andalas.

[14]. F. El Khair and R. Ferdian, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pertumbuhan Sayuran di Dalam Ruangan Dengan Sistem Tanam Aeroponik", *chipset*, vol. 1, no. 01, pp. 5-9, Apr. 2020.

[15]. Raymas, R. (2019). *Sistem Otomatisasi Pemeliharaan Tanaman Berbasis Internet of Things (Iot)*. http://scholar.unand.ac.id/42380/

[16]. Pangestu, C. R. (2019). Rancang Bangun Robot Pengangkut Sampah Pintar Menggunakan Mikrokontroler. *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, *3*(02), 78–89. https://doi.org/10.25077/jitce.3.02.78-89.2019

[17]. Tayal, S., Rao, H. P. G., Bhardwaj, S., & Aggarwal, H. (2020). Line Follower Robot: Design and Hardware Application. *ICRITO 2020 - IEEE 8th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future*

Directions), 10–13. https://doi.org/10.1109/ICRITO48877.2020.9197968

[18]. Zikri, A. (2020). Rancang bangun sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Raspberry PI 3 dengan memanfaatkan thingspeak dan interface android sebagai kendali. *Repository.Uinjkt.Ac.Id*. http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/50365

[19]. Samodra, Yosaphat. 2012. *Tempat Sampah Berjalan Terkendali Jarak Jauh.* Program Studi Teknik Eektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma.

[20]. Handi, Fitriyah, H., & Setyawan, G. E. (2019). Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *3*(4), 3258–3265

[21]. PAMUNGKAS, M., HAFIDDUDIN, H., & ROHMAH, Y. S. (2015). Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, *3*(2), 120. https://doi.org/10.26760/elkomika.v3i2.120

[22]. Inkuiri.com, "sales paling laku sprater head mist nozzle orange misting splinker konektor" [Online]. Available: https://inkuiri.com/site/bukalapak.com/hobi-koleksi/berkebun/peralatan-hidroponik/dikaraharja61-sale-paling-laku-sprayer-head-mist-nozzle-orange-misting-sprinkler konektor.id. Diakses tanggal 25 Maret 2020.

[23]. Arifianto,Deni dan Winarno.2011. *Bikin Robot Itu Gampang*. Surabaya: Penerbit PT Kawan Pustaka.

[24]. Ayu,Iyut Trisna. 2016. *Perancangan Kontroler Logika Fuzzy Untuk Tracking Control Pada Robot Sumo*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya: Palembang.

[25]. Pertiwi, Dyah Puspa. 2015. *Robot Sumo Autonomous*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya: Palembang.

[26]. Setyawan, Gogor C. 2016.*Robot Sumo Dengan Algoritma Sentry dan Attack Berbasis Mikrokontroler PIC16F84*. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Komputer, Universitas Kristen Immanuel : Yogyakarta.

[27]. Supriyanto, Raden dkk. 2010. *Robotika*. Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer , Universitas Gunadarma.

[28]. Jatmiko,Wisnu dkk. 2012. *Robotika Teori dan Aplikasi*. Fakultas Ilmu Komputer , Universitas Indonesia.

[29]. Saputri,Fircha Yenis.2013. *Lengan Robot Pengecat Ruang Otomatis*. Program Studi Sistem Komputer,Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya. Malang.

[30]. Nalwan,Andi.2012. *Teknik Rancang Bangun Robot*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.

[31]. Baidhowi, Ahmad Bahrul. 2014. *Analisis Infrastruktur Robot Line Follower untuk Mahasiswa Difabel di Lingkungan Balaraja.* Sekolah Tinggi Manajemen Ilmu Komputer Raharja: Tangerang.

[32]. Jsumo. https://www.jsumo.com/predator-mini-sumo-robot-kit-full-kit-not-assembled. diakses pada tanggal 19 Maret 2019, pada pukul 14.05 WIB.

[33]. Assadad,T.R.,Iswanto.,Sadad,A.J. 2011. *Implementasi Mikrokontroler Sebagai Pengendali Lift Empat Lantai.* Jurnal Ilmiah Semesta Teknika,Vol.14,No.2,160-165 November 2011.

[34]. Anonim. 2004. *Building and Programming a Mini-Sumo*. http://www.ridgesoft.com/articles/minisumo/Building%20and%20Programming%20a%20Mini-Sumo.pdf. Diakses tanggal 8 Desember 2018, pukul 20.15 WIB.

[35]. Arduino uno. https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction, diakses

pada tanggal 6 Desember 2018, pada pukul 20.30 WIB.

[36]. M. G. S. B. B. J. Kamer Dafid.2002. *Bluetooth Application Developer's Guide: The Sort Range Interconnection Solution*. United States: Syngress

[37]. Setiawan, Dany.2014. *Arduino Uno*. ilmuti(It Sharing For Indonesia Open Knowledge Community).

[38]. Anonim.2011. *Transmissive Optical Sensor with Phototransistor Output.* https://www.vishay.com/docs/83787/tcst5250.pdf. Diakses tanggal 13 Desember 2018, pukul 16.15 WIB.

[39]. STMicroelectronic.2000. *L298-Dual Full-Bridge Driver.* http://www.st.com/web/en/resource/technical/document /datasheet/CD00000240.pdf. Diakses pada tanggal 10 Desember 2018 pukul 20.15 WIB.

[40]. Microcontroller Programming.Lab Course.2011.Exercise 5:PWM and Control Teory. Technische Universitat Munchen: Germany.

[41]. Mardianto, Imam. 2016. *Perbedaan Performa(Daya, Torsi, Konsumsi Bahan Bakar)Menggunakan Injktor Standar Dan Injektor Racing Dengan Bahan Bakar Pertamax Plus Pada Sepeda V-Xion.* Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

[42]. Fatchurrohman, Amir Fatah. 2014. *Robot Line Follower Pid Sebagai Media Pembelajaran Aplikasi Mikrokontroler*. Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta

[43]. Boy, Ebenhaezer Silaan. 2017. *Simulasi Navigasi Kapal Kemudi Arah Kapal Dengan Kompas.* Progaram Studi Teknik Eleketro, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam.

[44]. Wulandari, Inu. 2018. S*istem Monitoring Perjalanan Trans Mebidang Menggunakan Arduino Uno Dengan Module GSM/GPRS Dan Google API Berbasis Android*. Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara, Medan.

[45]. Nainggolan, Parlindungan. 2015. *Rancang Bangun Sistem Pemantau Dan Transmisi Data Tekanan Darah Pada Mobile Platform Android Menggunakan Koneksi Bluetooth*. STMIK STIKOM. Surabaya.

[46]. Eritha,Fadila N. 2014. I*mplementasi Bluetooth Hc-05 Untuk Mengurangi Tingkat Kecelakaan Pada Pengendara Sepeda Motor*. Universitas Brawijaya. Malang.

[47]. Aditama, Husein Nur. 2017. *Miniatur Geser Otomatis Berbasis Arduino*. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer. Yogyakarta.

[48]. Saputra,Roni. 2016. *Buku Ajar Fisika* . Sekolah inggi Ilmu Kesehatan Ibnu Sina Batam.

[49]. Anonymous. 2013. *Mobile robot*. http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile robot#Classification. Diakses tanggal 20 Juni 2013.

[50]. Siregar, Iskandar Pahlevi. 2008. *Perancangan Robot Penghindar Rintangan Menggunakan Mikrokontroler Scenix BS2SX28AC/DP*. Bandung : Unikom.

[51]. Budiharto, Widodo. 2010. *Robot Tank dan Navigasi Cerdas*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.

[52]. Tardi, Moh. Ibnu Malik Anis. 2009. *Aneka Proyek Mikrokontroler PIC16F84/A.* Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.

[53]. Anonymous. 2013. *Arduino*. http://arduino.cc/en/. Diakses tanggal 10 April 2013.

[54]. Anonymous. 2013. *AVR Programmers*. http://avrprogrammers.com/devices/ATmega/atmega328. Diakses tanggal 10 April 2013.

[55]. Djuandi, Feri. 2011. *Pengenalan Arduino*. www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan. Diakses tanggal 11 April 2013.

[56]. Suyadhi, Taufiq Dwi Septian. 2010. *Buku Pintar Robotika*. Yogyakarta: Andi Offset.

[57]. Anonymous. 2013. *Ultrasonic Range Sensor Module HC-SR04.* http://www.famosastudio.com/ultrasonic-range-sensor-hc-sr04. Diakses tanggal 10 April 2013.

[58]. Malvino, Albert Paul, Ph.D. 1985. *Prinsip-Prinsip Elektronika I, Edisi Ketiga, Jilid 1.* Jakarta : Erlangga.

[59]. Anonymous. 2013. *Arduino Motor Shield*. http://www.dfrobot.com/wiki/index.php?title=Arduino_Motor_Shield_(L298N)_(SKU:DRI0009). *Diakses pada tanggal 11 April 2013.*

[60]. Syahrul. 2012 . *Mikrokontroler AVR ATmega 8535*. Bandung : Informatika Bandung.

[61]. Mulyanto, Edy, dkk. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta : Andi Offset.

[62]. Guritno, Suryo, dkk. 2011. *Theory and Application of IT Research Metodologi Penelitian Teknologi Informasi*. Yogyakarta : Andi Offset.

[63]. Hasibuan, Zainal A., PhD. . 2007. *Metodologi Penelitian Pada Bidang Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*. Depok : Universitas Indonesia.