

TESIS

**ANALISIS SISTEM KENDALI ROBOT USMAN UNTUK STERILISASI
LANTAI MASJID DENGAN ALGORITMA *PROPORTIONAL INTEGRAL
DERIVATIVE***



**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2021

TESIS

**ANALISIS SISTEM KENDALI ROBOT USMAN UNTUK STERILISASI
LANTAI MASJID DENGAN ALGORITMA *PROPORTIONAL INTEGRAL
DERIVATIVE***

**ANALYSIS OF USMAN ROBOT CONTROL SYSTEM FOR MOSQUE
FLOOR STERILIZATION USING PROPORTIONAL INTEGRAL
DERIVATIVE ALGORITHM**

Diajukan melalui Jalur Lomba dengan Publikasi
untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Magister



Disusun oleh:

Nama : ElIk Hart Muktafln
NIM : 19.52.1173
Konsentrasi : Informatics Technopreneurship

**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS SISTEM KENDALI ROBOT USMAN UNTUK STERILISASI LANTAI
MASJID DENGAN ALGORITMA PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE**

**ANALYSIS OF USMAN ROBOT CONTROL SYSTEM FOR MOSQUE FLOOR
STERILIZATION USING PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE
ALGORITHM**

Dipersiapkan dan Disusun oleh

Elik Hari Muktafin

19.52.1173

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis
Program Studi S2 Teknik Informatika
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta
pada hari Rabu, 6 Januari 2021

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, 6 Januari 2021

Rektor

Prof. Dr. M. Suyanto, M.M.
NIK. 190302001

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS SISTEM KENDALI ROBOT USMAN UNTUK STERILISASI LANTAI
MASJID DENGAN ALGORITMA *PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE***

**ANALYSIS OF USMAN ROBOT CONTROL SYSTEM FOR MOSQUE FLOOR
STERILIZATION USING PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE
ALGORITHM**

Dipersiapkan dan Disusun oleh

Elik Hari Muktafin

19.52.1173

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis
Program Studi S2 Teknik Informatika
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta
pada hari Rabu, 6 Januari 2021

Pembimbing Utama

Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

Pembimbing Pendamping

Emha Taufiq Luthfi, S.T., M.Kom.
NIK. 190302125

Anggota Tim Penguji

Dr. Arief Setyanto, S.Si., M.T.
NIK. 190302036

Andi Sunvoto, M.Kom.
NIK. 190302052

Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, 6 Januari 2021
Direktur Program Pascasarjana

Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Elik Hari Muktafin
NIM : 19.52.1173
Konsentrasi : Informatics Technopreneurshlp

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul berikut:
Analisis Sistem Kendali Robot USMAN untuk Sterilisasi Lantai Masjid dengan Algoritma *Proportional Integral Derivative*

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Kusriani, M.Kom.
Dosen Pembimbing Pendamping : Emha Taufiq Luthfi, S.T., M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi

Yogyakarta, 6 Januari 2021
Yang Menyatakan,

Meterai Asli
Rp 6.000

Elik Hari Muktafin

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tesis ini saya persembahkan untuk keluarga besar yang telah memberikan dukungan kepada saya, kepada tim USMAN yang telah bekerja keras dalam pengembangan produk USMAN dan kepada Bapak/Ibu pembimbing yang telah membimbing saya dalam pengembangan produk USMAN dan dalam pelaksanaan prosesi Tesis.



HALAMAN MOTTO

Ilmu yang besar, hadir dengan tanggung jawab yang besar, menuntut ilmu adalah tentang bagaimana lebih bermanfaat untuk lebih banyak manusia.



KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-NYA, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul: Analisis Sistem Kendali Robot USMAN untuk Sterilisasi Lantai Masjid dengan Algoritma Proportional Integral Derivative. Tesis ini ditulis dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Informatika di program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis berterima kasih kepada semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini. Secara khusus pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada: Dr. Kusriani, M.Kom. selaku pembimbing I dan Emha Taufiq Luthfi, S.T., M.Kom selaku Pembimbing II, yang telah membimbing dari awal hingga tesis ini dapat diselesaikan.

Kiranya penulis berharap tesis ini dapat memberi manfaat bagi dunia pendidikan dan masyarakat.

Yogyakarta, 6 Januari 2021

Penulis

BAB I

DESKRIPSI KARYA LOMBA

1.1. Uralan Tentang Karya

USMAN (*UVC Sterilizer* Lantai Masjid yang Aman) adalah robot beroda dengan kendali *microcontroller* yang berfungsi untuk sterilisasi lantai masjid dan alas salat dengan teknologi sinar *UVC*. Sinar *UVC* adalah sinar dengan panjang gelombang 254 nm yang memiliki sifat *germicidal* yang dapat membunuh virus Corona dalam hitungan detik. Penggunaan sinar *UVC* pada USMAN lebih efektif dibandingkan desinfektan karena tidak meninggalkan residu dan dapat digunakan tanpa perlu mengosongkan masjid.

USMAN dapat bekerja secara otomatis maupun dikendalikan secara manual dengan aplikasi *mobile* sebagai remote. USMAN menggunakan optimasi kendali menggunakan Algoritma *PID (Proportional Integral Derivative)* yang membuat USMAN dapat berjalan dengan stabil dengan ketepatan gerakan yang tinggi. Ketepatan gerakan robot berfungsi agar setiap bagian lantai masjid mendapat dosis dan lama waktu penyinaran *UVC* yang tepat sehingga proses sterilisasi dapat mencapai nilai *germicidal* minimum yang dapat membunuh virus Corona.

1.2. Latar Belakang Pengembangan

SARS-CoV-2 yang lebih dikenal dengan nama virus Corona telah menyebar ke hampir semua negara, termasuk Indonesia. Di Indonesia telah diberlakukan kebijakan *New Normal* dengan penerapan protokol kesehatan untuk menekan

penyebaran virus Corona, sekaligus tetap memberikan ruang kepada masyarakat dalam beraktivitas.

Bagi umat islam, salat berjamaah di masjid menjadi hal yang utama dalam ibadah. Lantai masjid dan alas salat merupakan salah satu media yang berpotensi menyebarkan virus Corona. Virus yang dibawa oleh jamaah sebelumnya dapat menempel pada lantai dan berpotensi terhirup jamaah lain saat melakukan gerakan sujud dalam salat. Membawa sajadah sendiri tidak berarti aman, karena apabila lantai tidak steril, maka virus dapat menempel pada sajadah dan terbawa pulang ke rumah.

Solusi yang paling tepat adalah dengan melakukan sterilisasi lantai masjid dan alas salat secara berkala. Dibutuhkan teknik sterilisasi yang tepat dan efisien karena kegiatan sterilisasi harus dilakukan berulang dan membutuhkan waktu dalam prosesnya. Solusi terbaik adalah menggunakan robot untuk meringankan kerja manusia, untuk itulah dikembangkan robot bernama USMAN (*UVC Sterilizer Lantai Masjid yang Aman*).

1.3. Keunikan dan Value

Berikut ini adalah keunikan dari produk USMAN :

a. Bentuk USMAN

Robot USMAN dibuat dengan bentuk memanjang ke samping dengan lampu *UVC* hanya mengarah ke bawah agar tidak terpapar pada manusia disekitarnya, sehingga USMAN dapat digunakan untuk sterilisasi lantai masjid tanpa perlu mengosongkan masjid.

b. Sterilisasi UVC

USMAN menggunakan sinar UVC yang dapat menonaktifkan virus Corona dalam hitungan detik. Penggunaan UVC lebih efektif dibandingkan disinfektan karena tidak meninggalkan residu.

c. Mode kerja otomatis

USMAN dapat digunakan secara otomatis, pengguna dapat melakukan rekaman gerakan dan menjalankan ulang rekaman gerakan tersebut berulang kali sesuai jadwal.

1.4. Fungsi, Fitur, dan Kegunaan

USMAN memiliki berbagai fitur yang mendukung proses kerja dan fungsinya dalam sterilisasi lantai masjid dan alas salat. Fitur tersebut adalah :

a. Lampu UVC

Sinar UVC yang digunakan mempunyai panjang gelombang 254 nm yang memiliki sifat *germicidal* yang dapat menonaktifkan 99% virus Corona dengan dosis 5 mJ/cm² dalam waktu 6 detik (Dr. Anthony Griffiths, 2020). Penggunaan sinar UVC lebih efektif dibandingkan disinfektan karena tidak meninggalkan residu, tetapi dalam penggunaannya perlu berhati-hati karena sinar UVC tidak boleh terpapar langsung ke manusia. USMAN menggunakan 2 buah lampu UVC 40 watt dengan dosis 5,4 mJ/cm² yang diisolasi menggunakan reflektor dan dipaparkan sedekat mungkin dengan lantai, sehingga sinar tidak mengenai kulit atau mata orang disekitarnya.

b. Aplikasi Mobile

USMAN dilengkapi dengan aplikasi *mobile* yang terhubung dengan *bluetooth* yang dapat digunakan untuk pengendalian jarak jauh dan pengaturan jadwal dengan lebih mudah. Aplikasi *mobile* dapat digunakan sebagai remote untuk mengendalikan gerakan USMAN, maupun untuk membuat perencanaan gerakan (*path planning*) dan pengaturan lainnya.

c. System Gerakan Otomatis

USMAN dilengkapi dengan sistem roda penggerak ganda yang dikontrol oleh *microcontroller* menggunakan kendali *path planning* dengan dukungan Algoritma *PID (Proportional Integral Derivative)* yang dikombinasikan dengan sensor kompas, sensor *rotary encoder* dan sensor jarak. Pengguna dapat merekam gerakan USMAN sesuai dengan pola atau keadaan bidang lantai dan menjalankan ulang rekaman tersebut secara otomatis berulang kali secara terjadwal.

d. Auto Brake System

USMAN dilengkapi dengan sensor jarak yang berfungsi untuk pembaca halangan di sekitar robot, sehingga dapat mengaktifkan sistem pengereman otomatis agar robot tidak menabrak. Jika ada rintangan seperti orang yang sedang salat, USMAN bisa menghentikan gerakan dan mengubah arah gerak.

e. Penjadwalan

USMAN dapat bekerja secara manual maupun terjadwal. USMAN dapat diatur secara otomatis untuk bekerja pada waktu yang dijadwalkan, sehingga proses sterilisasi dapat selesai sebelum waktu salat tiba.

USMAN memiliki 3 mode kendali, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan sterilisasi masing - masing masjid. Mode kendali tersebut adalah :

a. Manual

USMAN dapat dioperasikan secara manual dengan remote navigasi menggunakan aplikasi *mobile*. Perintah navigasi bisa berupa gerakan maju, mundur dan berbelok, gerakan manual ini cocok digunakan untuk memindahkan USMAN tanpa perlu diangkat atau untuk melakukan sterilisasi di tempat yang sempit.

b. Otomatis

USMAN dapat bergerak secara otomatis sesuai dengan rekaman gerakan yang telah dibuat sebelumnya. Pengguna dapat membuat beberapa tipe gerakan untuk disesuaikan dengan kebutuhan, contohnya untuk waktu salat Jumatan proses sterilisasi bisa diatur untuk seluruh bagian lantai masjid, sedangkan untuk jadwal salat yang hanya menggunakan sebagian shaf, gerakan bisa diatur hanya untuk shaf tersebut.

c. Terjadwal

USMAN dapat diatur untuk bekerja secara otomatis dengan jadwal yang telah ditentukan dan gerakan mana yang dijalankan. Fungsi jadwal dapat meningkatkan keefektifan penggunaan USMAN karena dapat mulai bekerja

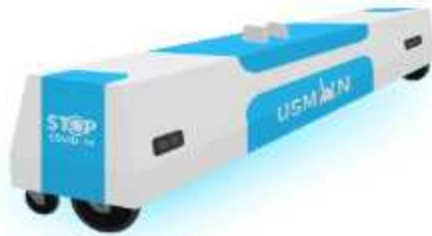
pada waktu yang ditentukan dan selesai sebelum masuk waktu salat berikutnya.

1.5. Inovasi, dan Implementasi atau Potensi

Inovasi USMAN adalah penggunaan sinar *UVC* terisolasi untuk sterilisasi lantai masjid yang diterapkan pada robot beroda dengan kendali *microcontroller* dan Algoritma *PID* sehingga dapat bekerja secara otomatis. Algoritma *PID* pada USMAN berfungsi sebagai *stabilisator* gerakan robot dalam berjalan, robot tetap akan berjalan secara lurus sesuai *set point* tujuan yang ditetapkan walaupun lantai bergelombang dan roda selip. Ketepatan gerakan ini menjadi penting karena menentukan gerakan selanjutnya, apabila robot tidak dapat menjaga ketepatan gerakan, maka gerakan robot akan berpotensi keluar dari jalur yang sudah ditentukan.

USMAN dapat diimplementasikan di berbagai bentuk dan ukuran masjid, mulai dari mushola, masjid jami, masjid besar, masjid agung hingga masjid raya. Menurut DMI (Dewan Masjid Indonesia) ada lebih dari 800.000 masjid di Indonesia yang dapat menjadi target implementasi produk USMAN.

1.6. Screenshot



Gambar I.1. Tampilan robot USMAN



Gambar I.2. Tampilan depan robot USMAN



Gambar I.3. Tampilan samping robot USMAN



Gambar I.4. Tampilan garis bentuk USMAN



Gambar 1.5. Tampilan aplikasi mobile USMAN



BAB II

PUBLIKASI

2.1. Penjelasan Publikasi

Hasil penelitian tentang produk USMAN telah dipublikasikan dalam artikel ilmiah sesuai dengan SURAT KETERANGAN PENERIMAAN NASKAH ARTIKEL dengan nomor 65/PERPUB/LPPM/WRI/ITBSTIKOM/XII/20 seperti terlampir pada Lampiran 4, dengan detail sebagai berikut :

Nama Penulis : Elik Hari Muktafin, Kusriani, Emha Taufiq Luthfi
Institusi : Universitas Amikom Yogyakarta
Fakultas/Prodi : Magister Teknik Informatika
Judul Makalah : Analisis Sistem Kendali Robot USMAN untuk Sterilisasi Lantai Masjid dengan Algoritma *Proportional Integral Derivative*

Dinyatakan diterima dan diterbitkan pada Jurnal dengan detail berikut ini:

Nama Jurnal : Jurnal Eksplora Informatika
Periode Terbitan : Volume 10 Nomor 2, Periode Maret 2021
Kode Makalah : E-10-2-2
Website : <https://eksplora.stikom-bali.ac.id/index.php/eksplora>
ISSN : (p) 2089-1814, (e) 2460-3694

2.2. Abstrak

2.2.1. Abstrak Bahasa Indonesia

Lantai masjid merupakan media potensial untuk penyebaran COVID-19. Virus dapat menempel pada lantai dan terhirup oleh jamaah saat melakukan salat, sehingga dibutuhkan alat untuk membantu sterilisasi lantai masjid secara berkala. Dengan robot sterilisasi USMAN yang dilengkapi dengan sinar UVC diharapkan dapat membantu proses sterilisasi secara efektif. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kinerja sistem kendali robot USMAN dengan penerapan algoritma PID (Proportional-Integral-Derivative), agar dapat bergerak lurus dan bermanuver secara tepat. Keterbaruan penelitian ini adalah penerapan Algoritma PID pada robot sterilisasi dengan ukuran memanjang 100 cm yang sulit dikendalikan dengan teknik set-timer. Penelitian ini terdiri dari tahapan analisis, desain, pengodean dan pengujian robot. Penggunaan kendali set-timer digantikan Algoritma PID dengan nilai $K_p=10$, $K_i=0$ dan $K_d=100$ yang dikombinasikan dengan sensor kompas, jarak dan rotary encoder. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan kinerja kendali robot USMAN dengan nilai standar deviasi tertinggi untuk ketepatan jarak tempuh dari 10,46 menjadi 0,44, kelurusan gerak dari 10,21 menjadi 0,35 dan manuver berbelok dari 1,80 menjadi 0,29. Pembacaan halangan dengan sensor jarak untuk pengereman otomatis akurat dibawah 70 cm. Proses sterilisasi lantai masjid dengan ukuran 10 m x 10 m membutuhkan waktu 36,3 menit.

Kata kunci: COVID-19, Masjid, UVC, Robot Sterilisasi, PID

2.2.2. Abstrak Bahasa Inggris

Mosque floors are potential medium for the spread of COVID-19. The virus can stick to the floor and be inhaled by worshipers while performing prayers, so a tool is needed to periodically sterilize the floor of the mosque. With the USMAN sterilization robot equipped with UVC ray, it is hoped that it can help the sterilization process effectively. The purpose of this research is to improve the performance of the USMAN robot control system by applying the PID (Proportional-Integral-Derivative) Algorithm, so that it can move straight and maneuver appropriately. The novelty is the application of the PID algorithm to a sterilization robot measuring 100 cm in length which is difficult to control with the set-timer technique. This research consists of the stages of analysis, design, coding and robot testing. The set-timer control was replaced by the PID algorithm with values of $K_p=10$, $K_i=0$ and $K_d=100$ combined with compass, distance and rotary encoder sensors. The test results show an increase in the performance of the USMAN robot control system with the highest standard deviation value for distance accuracy from 10.46 to 0.44, motion straightness from 10.21 to 0.35 and maneuver turning from 1.80 to 0.29. Obstacle reading with a proximity sensor for automatic braking is accurate under 70 cm. The process of sterilizing the mosque floor with a size of 10 m x 10 m takes 36.3 minutes.

Keywords: COVID-19, Mosque, UVC, Sterilization Robot, PID

2.3. Pendahuluan

SARS-CoV-2 yang lebih dikenal dengan nama virus Corona adalah jenis baru dari *coronavirus* yang menular ke manusia. Infeksi virus Corona disebut *COVID-19 (Corona Virus Disease 2019)* pertama kali ditemukan di kota Wuhan, China pada akhir Desember 2019 [1]. Virus ini menular dengan sangat cepat dan telah menyebar ke hampir semua negara, termasuk Indonesia. Di Indonesia telah diberlakukan kebijakan *New Normal* dengan penerapan protokol kesehatan untuk menekan penyebaran virus Corona, sekaligus tetap memberikan ruang kepada masyarakat dalam beraktivitas.

Berbagai upaya dilakukan sebagai pencegahan penyebaran virus Corona, termasuk dalam kegiatan ibadah. Dalam agama Islam, kegiatan ibadah salat lima waktu diutamakan dengan berjamaah di masjid [2]. Lantai masjid dan alas salat merupakan salah satu media yang berpotensi menyebarkan virus Corona. Transmisi virus Corona dapat melalui benda yang terkontaminasi virus [3]. Virus yang dibawa oleh jamaah sebelumnya dapat menempel pada lantai dan berpotensi terhirup jamaah lain saat melakukan gerakan sujud dalam salat. Membawa sajadah sendiri tidak berarti aman, karena apabila lantai tidak steril, maka virus Corona dapat menempel pada sajadah dan terbawa pulang ke rumah.

Solusi yang paling tepat adalah dengan melakukan sterilisasi lantai masjid dan alas salat secara berkala. Sterilisasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan bahan kimia rumah tangga sebagai *disinfectant* maupun menggunakan radiasi sinar *UVC (Ultraviolet-C)* [4]. Sinar *UVC* adalah sinar dengan panjang gelombang 254 nm yang memiliki sifat *germicidal* yang dapat membunuh virus, kuman dan bakteri

[5]. Penggunaan sinar *UVC* lebih efektif dibandingkan disinfektan karena tidak meninggalkan residu, tetapi dalam penggunaannya perlu berhati-hati karena sinar *UVC* tidak boleh terpapar langsung ke manusia [6]. Penelitian sebelumnya oleh dokter Anthony Griffiths, menunjukkan sinar *UVC* dapat menonaktifkan 99% virus Corona dengan dosis 5 mJ/cm² dalam waktu 6 detik [7]. Untuk dapat mencapai nilai *germicidal* minimum yang dapat membunuh virus Corona setiap bagian lantai masjid harus terpapar sinar *UVC* dengan dosis dan lama waktu penyinaran yang tepat [5].

Dibutuhkan teknik sterilisasi yang tepat dan efisien karena kegiatan sterilisasi harus dilakukan berulang dan membutuhkan waktu dalam prosesnya, solusinya adalah menggunakan robot untuk meringankan kerja manusia [8]. Keterbaruan inovasi yang kami hadirkan adalah penggunaan robot beroda untuk membantu proses sterilisasi lantai masjid, kami mengembangkan robot bernama USMAN (*UVC Sterilizer Lantai Masjid yang Aman*). USMAN dilengkapi dengan sistem *microcontroller* yang dapat dikendalikan secara manual maupun secara otomatis. USMAN dilengkapi dengan lampu *UVC* yang ditempatkan pada bagian bawah secara menyamping dan dilengkapi dengan reflektor yang mengarahkan sinar *UVC* ke lantai agar tidak terpapar ke manusia disekitar robot. Untuk dapat membunuh virus, kuman dan bakteri secara menyeluruh, robot harus berjalan lurus dengan kecepatan yang stabil dan dapat bermanuver dengan baik sehingga tidak ada bagian lantai masjid yang terlewatkan.

Penelitian sebelumnya tentang robot beroda telah dilakukan oleh Marfanri Lamatenggo tentang penerapan Algoritma *PID* (*Proportional-Integral-Derivative*)

pada robot keseimbangan beroda dua dengan nilai $K_p = 60$, $K_i = 2.0$ dan $K_d = 130$. Fungsi Algoritma *PID* dalam robot ini untuk menjaga keseimbangan robot [9]. Pada penelitian lain oleh Manullang mengendalikan robot dengan *Inverse Kinematics* dengan rata - rata nilai galat sebesar 0.9 meter, penelitian ini menggunakan *Global Positioning System (GPS)* sebagai penentu posisi robot yang lebih cocok digunakan di luar ruangan [10]. Penelitian lain oleh Farros Zuhri Ramdhani menggunakan sinar *UVC* untuk sterilisasi alat makan berbasis *microcontroller* dengan waktu sterilisasi 15 menit dengan lampu *UVC* 25 watt dan jarak 10 cm dari objek [11]. Penelitian tentang robot sterilisasi berbasis *UVC* juga dilakukan oleh Guettari yang berbentuk robot beroda dengan lampu *UVC* berdiri di bagian atas untuk sterilisasi ruangan, penggunaan robot ini mengharuskan tidak boleh ada manusia di dalam ruangan agar tidak terkena radiasi *UVC* [12].

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji dan menganalisis peningkatan kinerja sistem kendali robot USMAN dengan menerapkan Algoritma *PID (Proportional-Integral-Derivative)* menggantikan sistem kendali konvensional *set-timer*. Kebaruan pada penelitian ini adalah penerapan Algoritma *PID* untuk sistem kendali robot sterilisasi lantai masjid dengan sinar *UVC*, yang memiliki ukuran panjang 100 cm dengan 2 roda penggerak. Ukuran robot yang memanjang membuat robot sulit dikendalikan, sehingga penerapan Algoritma *PID* dibutuhkan agar robot dapat bergerak lurus dan bermanuver secara tepat, agar tidak ada bagian lantai masjid yang terlewat. Pengujian dilakukan pada fungsi aplikasi USMAN, dilanjutkan dengan pengujian kendali gerakan robot yaitu ketepatan jarak tempuh, kelurusan gerak dan manuver berbelok dari robot USMAN, serta akurasi

pembacaan halangan dengan sensor jarak untuk fitur pengereman otomatis. Tujuan lain dari penelitian ini adalah untuk menghitung waktu yang dibutuhkan untuk melakukan sterilisasi lantai masjid, agar pengguna dapat menentukan waktu mulai sterilisasi sehingga dapat selesai sebelum memasuki waktu salat.

2.4. Metode Penelitian

Alur penelitian dalam analisis sistem kendali robot USMAN untuk sterilisasi lantai masjid dengan Algoritma *PID* ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Metode Penelitian

2.4.1. Analisis Kebutuhan

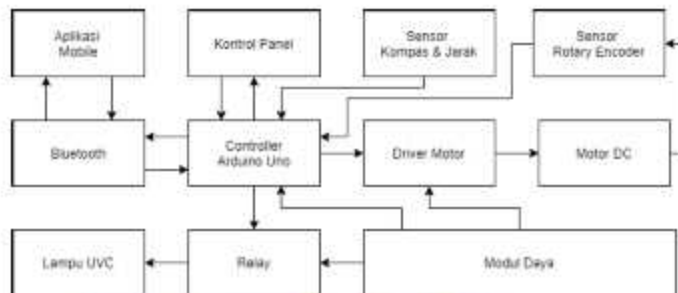
Pada tahapan ini dilakukan analisis kebutuhan fungsional dan non fungsional. Dilakukan wawancara kepada 5 marbot masjid dan tinjauan literatur untuk penggunaan sinar *UVC* agar mendapatkan kebutuhan fungsional yang perlu diterapkan. Robot sterilisasi dapat dikendalikan secara manual dengan remote dan dapat bekerja secara otomatis, agar dapat disesuaikan dengan bentuk bidang lantai masjid di Indonesia, sebab ada sebagian masjid yang memiliki tiang di tengah ruangan [13]. Robot harus dapat bergerak secara lurus dengan kecepatan konstan dan juga dapat bermanuver dengan tepat. Robot juga harus dapat mendeteksi halangan disekitarnya untuk melakukan pengereman otomatis agar tidak menabrak,

Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan non fungsional, yang terdiri dari *software* dan *hardware*. *Software* yang dibutuhkan untuk membuat sistem robot adalah : Arduino IDE untuk pembuatan aplikasi pada Arduino dan Android Studio untuk pembuatan aplikasi *mobile* USMAN. *Hardware* yang diperlukan untuk membuat robot adalah Arduino Uno R3 sebagai *microcontroller*, dengan *control panel* menggunakan LCD 20x4, modul I2C, 4 *push button* untuk navigasi dan 2 *switch* untuk tombol power robot dan lampu *UVC*. Sensor yang dibutuhkan adalah 4 sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi halangan disekitar robot, 1 sensor kompas GY-BNO055 untuk menjaga kelurusan gerakan, 2 sensor *rotary encoder* untuk membaca putaran roda. Penggunaan sensor kompas GY-BNO055 lebih efektif dibandingkan dengan sensor kompas lainnya, karena tidak terpengaruh oleh medan magnet dari benda lain [14].

Untuk penggerak robot USMAN menggunakan 2 motor DC dengan *driver* motor BTS7960. Untuk melakukan koneksi dengan *smartphone* menggunakan modul *bluetooth* HC-06 dengan jarak hubung 15 meter tanpa penghalang dan 9 meter dengan penghalang [15]. Untuk daya listrik membutuhkan *rechargeable battery* 25.000 mAh, *inverter* DC to AC 220 dihubungkan ke *trafo* untuk menyalakan lampu *UVC*, relay untuk menyambung dan memutus arus dan *charger adaptor*. Untuk sterilisasi menggunakan 2 lampu neon *UVC* 40 W, dengan energi radiasi yang dipancarkan 5,6 mJ/cm². Energi yang dihasilkan lebih dari cukup untuk menonaktifkan 99% virus Corona dengan dosis 5 mJ/cm² dalam waktu 6 detik [16].

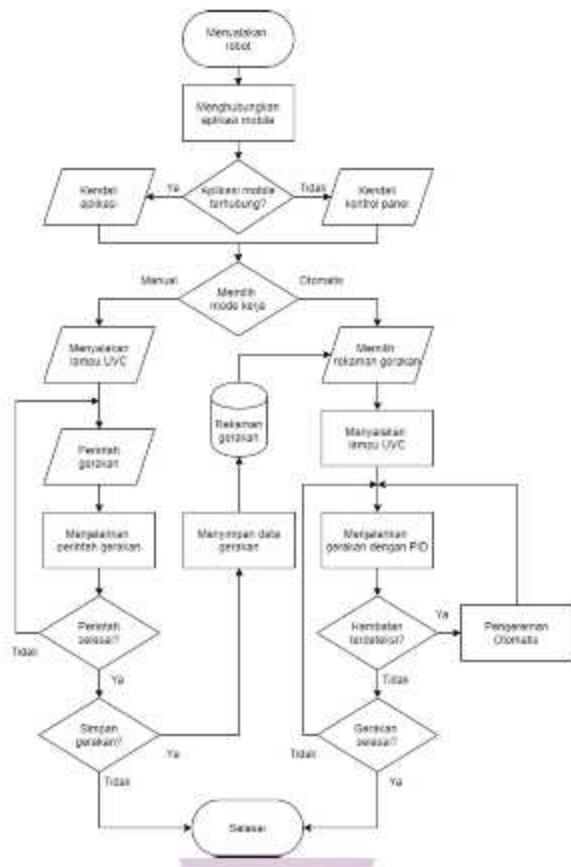
2.4.2. Desain

Proses desain yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari arsitektur rancangan *hardware* dan *flowchart software*.



Gambar 2.2. Desain arsitektur *hardware*

Desain *hardware* pada Gambar 2.2 menunjukkan modul sensor jarak dan sensor kompas yang terhubung dan mengirimkan data ke *controller* berupa Arduino Uno. Arduino Uno adalah papan kontrol berbasis *microcontroller* yang digunakan sebagai pengontrol yang dapat diprogram untuk mengeksekusi instruksi berdasarkan input yang diberikan ke papan [17]. Arduino Uno dapat menerima perintah dari pengguna melalui aplikasi *mobile* USMAN atau *control panel* pada robot. Arduino Uno melaksanakan fungsinya sebagai *controller* dengan menerima data dari sensor, mengolah data lalu mengirim perintah ke *driver* untuk menggerakkan motor dan *relay* untuk menyambung atau memutus arus listrik dari modul daya ke lampu *UVC*. Putaran dari roda dibaca oleh sensor *rotary encoder* dan dikirim ke *controller* untuk diolah dengan data dari sensor kompas, sehingga robot dapat mengoreksi arah gerakan dan menjaga kelurusan dengan dukungan Algoritma *PID* [18].



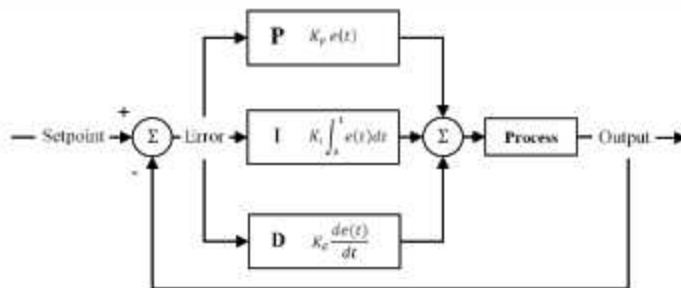
Gambar 2.3. Desain flowchart sistem

Gambar 2.3 menunjukkan alur kerja sistem robot USMAN. Perintah dapat diberikan oleh pengguna melalui aplikasi *mobile* atau control panel, pengguna dapat menjalankan dua mode perintah yaitu pengendalian manual dan otomatis. Apabila pengguna memilih mode pengendalian manual, maka robot akan melakukan gerakan sesuai perintah gerakan yang ditekan pengguna pada aplikasi *mobile*. Apabila pengguna memilih mode otomatis, *controller* akan otomatis menjalankan

gerakan yang sudah disimpan sebelumnya. Sistem juga menerima data dari sensor kompas dan sensor *rotary encoder* untuk diolah menggunakan Algoritma *PID* dan menghasilkan perintah gerakan pada kedua motor DC, sistem akan melakukan koreksi gerakan secara berulang untuk menjaga agar robot dapat berjalan secara lurus. Apabila sensor jarak mendeteksi ada benda pada jarak 30 cm di lintasan robot, maka sistem akan menjalankan prosedur pengereman otomatis agar robot tidak menabrak. Sensor jarak mendeteksi jarak benda dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) selama $t = 200$ us kemudian mendeteksi pantulannya [19].

2.4.3. Pengodean

Pengodean pada penelitian ini menggunakan Android Studio untuk pengembangan aplikasi *mobile* yang berjalan pada sistem operasi Android dengan bahasa Java, sedangkan untuk aplikasi yang digunakan pada Arduino dibuat dengan Arduino IDE dengan bahasa C. Sistem robot USMAN menerapkan Algoritma *PID* untuk meningkatkan ketepatan gerakan, kelurusan dan manuver robot agar tidak ada bagian lantai masjid yang terlewatkan. Algoritma *PID* merupakan penggabungan dari tiga macam pengendali, yaitu pengendali *proporsional*, pengendali *integral*, dan pengendali *derivative* [20]. Algoritma *PID* digunakan dalam sebuah sistem *loop* tertutup yang melibatkan umpan balik dari *output* sistem untuk mencapai respon yang diinginkan [20]. Algoritma *PID* dapat mengoreksi kesalahan gerakan robot karena faktor hambatan luar seperti roda selip dan lantai bergelombang, sehingga gerakan robot tetap lurus dan stabil.



Gambar 2.4. Diagram alir PID [21]

Dapat dilihat pada Gambar 2.4, Algoritma *PID* menggunakan hasil *output* sebagai *feedback* untuk diolah kembali dan dicocokkan dengan *set point* yang ingin dicapai. Ketiga parameter *PID* dapat dijumlahkan sehingga kendali *PID* dapat dirumuskan dengan Persamaan 1:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^1 e(t)dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Dimana $u(t)$ adalah sinyal keluaran pengendali *PID*. K_p adalah konstanta *proporsional* untuk respon pergerakan motor, K_i adalah konstanta *integral* untuk kecepatan akselerasi motor dan K_d adalah konstanta *derivatif* untuk peredam osilasi / *bouncing* saat motor berputar. Sedangkan $e(t)$ adalah sinyal kesalahan yaitu dari hasil selisih *set point* dan *output* yang terjadi [21].

2.4.4. Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian fungsionalitas aplikasi untuk mengetahui fungsi aplikasi USMAN, dilanjutkan dengan pengujian kendali gerakan dengan dan tanpa penerapan Algoritma *PID* untuk mengetahui dampak

peningkatan kinerja robot. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian ketepatan jarak tempuh, ketepatan kelurusan berjalan dan ketepatan manuver berbelok. Penerapan Algoritma *PID* dalam penelitian ini menggunakan nilai $K_p = 10$, $K_i = 0$ dan $K_d = 100$. Kemudian dilakukan pengujian jarak pendeteksi halangan yang optimal untuk mendukung fungsi pengereman otomatis. Dilakukan pula perhitungan waktu yang dibutuhkan oleh robot USMAN dalam proses sterilisasi sesuai luasan bidang lantai masjid.

Pengujian dilakukan dalam beberapa kali uji coba untuk mendapat beberapa data. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan metode standar deviasi. Standar deviasi adalah pengukuran sebaran data yang digunakan untuk mengetahui homogenitas suatu kelompok data atau menentukan sebaran data dalam suatu sampel dan seberapa dekat suatu titik data dengan garis data nilai rata-rata [22]. Semakin besar nilai distribusi standar deviasi berarti variasi nilai datanya semakin besar. Rumus penghitungan standar deviasi ditunjukkan pada persamaan 2.

$$s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

Dimana s adalah nilai standar deviasi, sedangkan x_i adalah nilai x ke- i dan n adalah ukuran sampel [22].

2.5. Hasil dan Pembahasan

2.5.1. Tampilan *Hardware*

Hardware dalam penelitian ini berbentuk robot beroda dengan body berukuran panjang 125 cm, lebar 25 cm dan tinggi 30 cm. Robot dilengkapi dengan

2 roda penggerak yang dipasang di bagian depan di setiap ujung robot, dengan dukungan 2 roda bebas di bagian belakangnya untuk memudahkan pergerakan robot dalam bermanuver.



Gambar 2.5. Tampilan *hardware* robot

Gambar 2.5 menunjukkan tampilan *hardware* dari robot USMAN dengan casing dan rangka dari bahan aluminium. Lampu *UVC* ditempatkan di bagian dalam robot sebelah bawah sedekat mungkin dengan lantai agar menjaga energi radiasi sinar *UVC* yang diterima permukaan lantai. Lampu *UVC* ditutup oleh reflektor pada bagian atas dan samping yang berfungsi memantulkan sinar *UVC* sehingga hanya mengarah ke bawah dan tidak terpapar pada orang disekitar. *Control panel* diletakan di bagian atas dan sensor jarak diletakan sejumlah 2 buah di depan dan 2 buah di belakang. Untuk peralatan elektronik lainnya dan modul daya diletakan di dalam *body* robot.

2.5.2. Tampilan Software

Software yang digunakan terdiri dari aplikasi *mobile* yang dijalankan pada *smartphone* Android dan aplikasi yang dijalankan pada Arduino.



Gambar 2.6. Tampilan software

Gambar 2.6 menunjukkan tampilan aplikasi *mobile* di sebelah kiri dan tampilan aplikasi pada *control panel* di sebelah kanan. Pengguna dapat menghubungkan aplikasi *mobile* dengan robot menggunakan *bluetooth*. Robot juga dapat dikendalikan dengan *control panel* yang berada di atas robot dengan 4 tombol navigasi, *control panel* dapat digunakan untuk menggantikan ketersediaan aplikasi *mobile*. Robot USMAN dapat dikendalikan dengan pilihan mode manual dan mode otomatis. Mode manual digunakan untuk memindahkan robot atau sterilisasi tempat yang sempit, sedangkan mode otomatis dapat digunakan untuk sterilisasi bagian utama lantai masjid yang mempunyai ukuran yang luas. Mode otomatis bekerja dengan cara pengguna melakukan perekaman gerakan sesuai dengan keadaan bidang lantai masjid dan robot mengulangi gerakan tersebut secara otomatis.

2.5.3. Fungsionalitas Aplikasi

Pengujian fungsionalitas dilakukan pada aplikasi USMAN. Pengujian mengacu pada metode *Black-box* ISO 9126-2 dengan faktor kualitas *functionality* dengan sub faktornya kualitas *suitability* [23]. Terdapat tiga matriks dalam sub faktor ini yaitu *Functional Adequacy*, *Functional Implementation Coverage*, dan *Functional Implementation Completeness*. Dilakukan 5 *test case* terhadap fitur pada aplikasi USMAN. Rentang nilai pada standar ISO 9126-2 yaitu 0-1 dengan nilai 0 dinyatakan tidak baik dan nilai mendekati atau sama dengan 1 dinyatakan baik ($0 \leq X \leq 1$). Hasil pengujian aplikasi USMAN menunjukkan semua fungsi berjalan dengan baik seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian fungsionalitas

Fitur	FA	FIC	FICM
Terhubung ke Robot	1	1	1
Kontrol Gerakan Maju	1	1	1
Kontrol Gerakan Mundur	1	1	1
Kontrol Gerakan Belok Kanan	1	1	1
Kontrol Gerakan Belok Kiri	1	1	1
Rekam Gerakan	1	1	1
Menjalankan Rekaman	1	1	1
Atur Jadwal	1	1	1

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa fungsi aplikasi USMAN dapat bekerja dengan baik. Aplikasi pada robot USMAN dan aplikasi *mobile* USMAN dapat terhubung dengan *bluetooth*. Fungsi kontrol gerakan manual seperti maju, mundur dan berbelok dapat berjalan baik. Fungsi merekam gerakan robot sesuai dengan keadaan ruangan masjid dan fungsi menjalankan rekaman gerakan dapat berjalan baik. Jadwal kerja robot USMAN dapat diatur untuk memulai proses sterilisasi sesuai waktu yang diinginkan.

2.5.4. Pengujian Kendall Gerakan

Pengujian kendali gerakan dilakukan dengan cara melakukan beberapa kali *test case* dan menganalisis hasilnya. Pengujian jarak tempuh robot dilakukan dengan membandingkan jarak tempuh yang direncanakan pada *set point* dengan jarak tempuh sebenarnya. Masing - masing variasi jarak dilakukan pengujian sebanyak 3 kali dengan menggunakan Algoritma *PID* dengan sensor *rotary encoder* dan sensor kompas serta hanya menggunakan teknik *set-timer*. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian jarak tempuh sebenarnya dibanding set point

Jarak Tempuh (cm)	Teknik	Hasil Jarak Tempuh (cm)			Rata Rata	Standar Deviasi
		1	2	3		
100	Set-timer	93.6	102.5	98.4	98.17	4.45
250	Set-timer	258.6	247.2	252.5	252.77	5.70
500	Set-timer	504.5	507.2	493.5	501.73	7.26
750	Set-timer	760.1	753.5	741.5	751.70	9.43
1000	Set-timer	1010.5	995.4	1015.5	1007.13	10.46
100	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	100.1	100.3	100.4	100.27	0.15
250	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	250.6	250.8	250.4	250.60	0.20
500	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	500.9	501.2	501.5	501.20	0.30
750	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	751.1	750.8	751.5	751.13	0.35
1000	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	1002.5	1002.4	1003.2	1002.70	0.44

Dari Tabel 2 diketahui semakin panjang jarak tempuh robot maka semakin besar kesalahan yang terjadi, ditunjukkan dengan selisih antara rata-rata jarak tempuh sebenarnya dengan yang direncanakan. Nilai standar deviasi juga semakin meningkat pada jarak tempuh yang semakin jauh, menggambarkan sebaran hasil yang semakin bervariasi. Tetapi penggunaan Algoritma *PID* dengan *rotary encoder* dan sensor kompas menunjukkan hasil kesalahan jarak tempuh yang lebih kecil dibandingkan hanya menggunakan teknik *set-timer*. Algoritma *PID* berfungsi untuk mengoreksi posisi robot berdasarkan besar *error* yang diperoleh, sehingga

robot dapat mengoreksi kesalahan posisi robot untuk semakin dekat ke *set point* [18]. Algoritma *PID* dapat mengendalikan gerakan robot lebih tepat, dengan selisih kesalahan terbesar hanya 3,2 cm dengan standar deviasi terbesar 0,44 pada jarak tempuh 1.000 cm. Sedangkan teknik *set-timer* menunjukkan selisih kesalahan terbesar mencapai 15.5 cm dengan standar deviasi terbesar 10.46 pada jarak sama.

Pengujian kelurusan gerakan robot dilakukan dengan menghitung selisih jarak posisi hasil akhir gerakan robot dengan garis lurus ditarik dari titik awal gerakan. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan 5 variasi jarak tempuh yang membandingkan gerakan robot dengan dan tanpa penerapan Algoritma *PID* dengan rotary encoder dan kompas. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian kelurusan gerakan robot

Jarak Tempuh (cm)	Teknik	Hasil Jarak Tempuh (cm)			Rata Rata	Standar Deviasi
		1	2	3		
100	Set-timer	3	5	5.5	4.50	1.32
250	Set-timer	5	5.5	9	6.50	2.18
500	Set-timer	10.5	8	13	10.50	2.50
750	Set-timer	14.5	11	20	15.17	4.54
1000	Set-timer	20.5	35.5	40	32.00	10.21
100	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	0.5	1	0.7	0.73	0.25
250	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	1.2	1.2	0.8	1.07	0.23
500	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	1.5	0.9	1.4	1.27	0.32
750	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	1.5	1.2	1.7	1.47	0.25
1000	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	2.2	1.8	1.5	1.83	0.35

Dari Tabel 3 diketahui bahwa gerakan robot tanpa Algoritma *PID* menunjukkan semakin jauh jarak yang ditempuh robot semakin melenceng dari garis lurus atau *set point*. Selisih posisi dari garis lurus terbesar mencapai 40 cm, dengan standar deviasi tertinggi mencapai 10.21 yang menunjukkan gerakan robot tidak stabil karena lantai bergelombang dan roda selip. Penerapan Algoritma *PID* menunjukkan hasil pergerakan robot yang stabil pada jarak tempuh jauh maupun

dekat, dengan selisih posisi dari garis lurus terbesar hanya 2,2 cm dengan standar deviasi terbesar 0,35. Algoritma *PID* berhasil membuat gerakan robot menjadi stabil, karena setiap gerakan yang salah langsung dikoreksi kelurusannya [18]. Algoritma *PID* bekerja dengan membaca arah gerakan robot melalui sensor kompas dan apabila terjadi kesalahan gerakan yang diakibatkan oleh lantai bergelombang maupun roda selip. *Error* yang terjadi langsung direspon oleh Algoritma *PID* dengan melakukan gerakan untuk mengoreksi posisi dan arah gerak robot sesuai *set point* pada sensor kompas. Jarak tempuh robot tidak terlalu berpengaruh pada robot, karena Algoritma *PID* bekerja secara terus menerus pada setiap gerakan yang terjadi selama robot berjalan.

Pengujian ketepatan manuver berbelok robot dilakukan dengan menghitung selisih derajat hasil akhir gerakan berbelok robot dari sudut yang direncanakan dan hasil sudut yang sebenarnya. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan 3 variasi sudut belokan dengan dan tanpa penerapan Algoritma *PID*. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian manuver berbelok robot

Sudut Belok (θ)	Teknik	Sudut Hasil Belokan (θ)			Rata Rata	Standar Deviasi
		1	2	3		
45	Set-timer	46	44	44.5	44.83	1.04
90	Set-timer	89.5	90	92.5	90.67	1.61
180	Set-timer	178	179	181.5	179.50	1.80
45	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	45.5	45	45	45.17	0.29
90	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	90	90.5	90.5	90.33	0.29
180	<i>PID</i> + Rotary + Kompas	180	180	180.5	180.17	0.29

Dari Table 4 diketahui bahwa manuver gerakan berbelok robot yang menggunakan Algoritma *PID* dengan sensor *rotary encoder* dan sensor kompas

menghasilkan gerakan yang lebih tepat, ditunjukkan pada standar deviasi yang sama yaitu 0,29 dengan selisih derajat tertinggi hanya 0.5°. Sedangkan dengan teknik *set-timer* sudut yang dihasilkan memiliki selisih terbesar mencapai 2,5° dengan standar deviasi terbesar 1,80. Penerapan Algoritma *PID* dengan sensor *rotary encoder* dan sensor kompas pada robot USMAN membuat gerakan manuver berbelok robot menjadi lebih baik dibandingkan hanya menggunakan *set-timer*. Manuver berbelok robot untuk berpindah ke shaf berikutnya adalah faktor penting yang menentukan kelurusan gerakan berikutnya [24]. Posisi akhir gerakan berbelok robot dijadikan sebagai posisi awal gerakan selanjutnya, sehingga apabila posisi akhir berbelok robot melenceng jauh, maka gerakan selanjutnya juga akan melenceng. Kombinasi sensor *rotary encoder* dan sensor kompas dapat menangani masalah tersebut.

Pengujian pembacaan jarak benda atau halangan di sekitar robot dilakukan dengan menghitung selisih jarak sebenarnya dengan jarak yang terbaca pada sensor. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan 10 variasi jarak benda. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian jarak benda sebenarnya dibanding sensor

Jarak Benda (cm)	Hasil Baca Jarak Benda (cm)			Rata Rata	Standar Deviasi
	1	2	3		
10	10.5	10.2	11.2	10.63	0.51
30	30.3	31	30.5	30.60	0.36
50	50.5	50.9	50	50.47	0.45
70	70.8	70.5	71	70.77	0.25
90	91.5	90.8	92	91.43	0.60
110	112.2	114.6	113.5	113.43	1.20
130	137.6	138	138.5	138.03	0.45
200	210.3	211	210.6	210.63	0.35
250	260.5	255.9	255.5	257.30	2.78
300	317.5	310.5	311.7	313.23	3.74

Data pada tabel 5 merupakan hasil pengujian pembacaan jarak benda yang menunjukkan semakin jauh jarak benda maka hasil pembacaan sensor semakin melemah. Nilai standar deviasi pada tabel di atas menghasilkan nilai distribusi yang kecil pada jarak baca dibawah 70 cm dengan selisih jarak rata - rata dengan jarak benda sebesar 0,77 cm. Pada jarak benda diatas 90 cm hasil pembacaan jarak menghasilkan selisih jarak rata - rata dengan jarak benda yang sebenarnya semakin jauh dan standar deviasi yang semakin besar. Salah satu tantangan dalam perencanaan jalur untuk robot otomatis adalah ketidakpastian dalam lingkungan operasional [25]. Dimungkinkan adanya halangan yang tidak terprediksi yang dapat menghambat robot, pembacaan jarak yang tidak stabil berpotensi terjadi kesalahan pembacaan dan membuat robot gagal melakukan pengereman otomatis [26]. Robot USMAN menggunakan jarak 50 cm untuk mulai mendeteksi halangan disekitar robot, dan pada jarak 30 cm mulai dilakukan pengereman otomatis agar robot tidak menabrak.

2.5.5. Perhitungan Waktu Sterilisasi

Perhitungan waktu sterilisasi dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan robot USMAN untuk proses sterilisasi luasan tertentu dari bidang lantai masjid agar pengguna dapat menjadwalkan waktu mulai sterilisasi, sehingga proses sterilisasi dapat selesai sebelum memasuki waktu salat berjamaah berikutnya.

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan gerak lurus} &= 5 \text{ cm/detik} \\
 &= 3 \text{ m/menit} \\
 \text{Waktu untuk berbelok } 180^\circ &= 1/3 \text{ menit / belokan}
 \end{aligned}$$

Robot mempunyai lebar 100 cm dan setiap bergerak robot menyapu luasan 100 cm.

$$\begin{aligned} \text{Waktu untuk gerak lurus} &= \text{panjang lantai} / \text{kecepatan gerak lurus} \times \\ &\quad \text{lebar lantai} \\ \text{Waktu untuk berbelok} &= \text{jumlah belokan} \times \text{waktu untuk berbelok} \\ \text{Waktu sterilisasi} &= \text{Jumlah waktu untuk gerak lurus} + \text{Jumlah} \\ &\quad \text{waktu untuk berbelok} \end{aligned}$$

Dari data di atas didapat rumus seperti ditunjukkan pada Persamaan 3.

$$\text{Waktu sterilisasi} = \frac{(\text{panjang lantai} \times \text{lebar lantai}) + (\text{lebar lantai} - 1)}{3} \quad (3)$$

Dimana (*Waktu Sterilisasi*) adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses sterilisasi. (*panjang lantai*) adalah jarak dinding kiri dan kanan masjid dan (*lebar lantai*) adalah jarak dinding depan dan belakang masjid. Untuk jumlah belokan yang terjadi adalah sejumlah *lebar lantai* dalam meter dikurangi 1 (*lebar lantai - 1*). Penjumlahan dari keduanya dibagi 3 yaitu kecepatan gerak robot 3 meter / menit.

Untuk sterilisasi bidang lantai masjid dengan ukuran 10 x 10 meter, dibutuhkan waktu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu sterilisasi} &= ((10 \times 10) + (10 - 1)) / 3 \\ &= 36,3 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses sterilisasi lantai masjid menggunakan USMAN, sehingga pengguna dapat menentukan waktu mulai sterilisasi sesuai luasan bidang lantai masjid. Apabila luasan bidang lantai masjid berukuran 10 x 10 m, maka proses sterilisasi dapat dimulai minimal 36,3 menit sebelum waktu salat berikutnya.

2.5.6. Pembahasan

Dari pengujian diatas menunjukkan bahwa fungsi aplikasi USMAN dapat bekerja dengan baik. Aplikasi pada robot USMAN dapat terhubung dengan aplikasi *mobile* USMAN menggunakan *bluetooth*. Pengguna dapat melakukan perintah gerakan manual seperti maju dan berbelok dengan menekan tombol pada aplikasi *mobile* USMAN dan robot bergerak sesuai perintah tersebut. Pengguna juga dapat merekam gerakan robot sesuai dengan keadaan ruangan masing-masing masjid, kemudian rekaman tersebut dapat dijalankan berulang kali. Pengguna juga dapat mengatur jadwal kerja robot USMAN agar dapat memulai proses sterilisasi sesuai waktu yang diinginkan, sehingga penggunaan robot USMAN menjadi lebih efektif, marbot masjid tidak perlu mengendalikan robot USMAN sepanjang waktu.

Keterbaruan dalam penelitian ini selain penerapan sinar *UVC* untuk proses sterilisasi pada robot USMAN, juga pada penerapan Algoritma *PID* (*Proportional-Integral-Derivative*) pada sistem kendali robot USMAN dengan ukuran memanjang 100 cm dengan 2 roda penggerak yang sulit dikendalikan secara konvensional dengan teknik *set-timer*. Penggunaan Algoritma *PID* dengan dukungan sensor *rotary encoder* dan sensor kompas dapat meningkatkan ketepatan jarak tempuh robot USMAN sesuai *set point* yang direncanakan. Kesalahan gerak robot dapat diakibatkan oleh rantai yang bergelombang maupun roda selip. Penerapan Algoritma *PID* menghasilkan gerakan robot yang lebih tepat dan stabil. Pada pengujian ketepatan jarak tempuh, kesalahan terbesar hanya 3,2 cm dengan standar deviasi terbesar 0,44 pada jarak tempuh 1.000 cm, lebih baik daripada teknik *set-timer* dengan kesalahan terbesar mencapai 15.5 cm dan standar deviasi terbesar

10.46 pada jarak yang sama. Artinya jarak yang ditempuh robot USMAN dengan Algoritma *PID* lebih mendekati jarak yang diperintahkan pengguna.

Selain jarak tempuh, kelurusan gerakan robot juga meningkat pada jarak tempuh jauh maupun dekat, dengan selisih jarak posisi akhir terbesar hanya 2,2 cm dari garis lurus dengan standar deviasi terbesar 0,35 pada jarak tempuh 1.000 cm. Algoritma *PID* membuat gerakan roda kanan dan kiri menjadi lebih sesuai, apabila salah satu roda selip maka akan dikoreksi secara otomatis di sepanjang perjalanan robot menuju *set point*. Ketepatan sudut manuver berbelok robot USMAN juga mengalami peningkatan dengan standar deviasi 0,29 dan selisih derajat terbesar hanya 0,5°, lebih baik daripada menggunakan *set-timer* dengan selisih terbesar mencapai 2,5° dan standar deviasi terbesar 1,80. Pendeteksian benda disekitar robot menjadi penting untuk mengaktifkan sistem pengereman otomatis agar robot tidak menabrak. Penggunaan sensor jarak pada robot USMAN diterapkan pada jarak 50 cm untuk mulai mendeteksi benda dan jarak 30 cm untuk mulai pengereman otomatis, karena sesuai hasil pengujian pada jarak di bawah 70 cm ketepatan pembacaan sensor lebih akurat.

Untuk proses sterilisasi menggunakan sinar *UVC* tergantung pada dosis energi radiasi dan lama paparan, USMAN menerapkan kecepatan gerak 5 cm / detik. Dengan ukuran lebar bidang paparan 30 cm maka setiap 1 cm lantai terpapar selama 6 detik. Proses sterilisasi lantai dengan ukuran 10 m x 10 m membutuhkan waktu 36,3 menit, sehingga pengguna dapat memulai proses sterilisasi sesuai dengan kebutuhan waktu sterilisasi. Untuk ukuran lantai masjid yang lebih luas, pengguna dapat menggunakan robot USMAN dengan waktu lebih lama, maupun

dapat menggunakan lebih dari 1 robot USMAN yang dijalankan secara bersamaan pada bidang lantai yang berbeda.

2.6. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa didapat kesimpulan bahwa semua fungsi aplikasi USMAN dapat berjalan dengan baik, robot USMAN dapat dikendalikan dengan remote, dapat merekam gerakan dan dapat diatur jadwal kerja untuk berjalan otomatis. Penerapan Algoritma *PID* (*Proportional-Integral-Derivative*) dengan nilai $K_p=10$, $K_i=0$ dan $K_d=100$ yang dikombinasikan dengan sensor kompas, sensor *rotary encoder* dan sensor jarak terbukti dapat meningkatkan kinerja sistem kendali robot USMAN dibandingkan dengan penggunaan teknik *set-timer*. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan kinerja kendali robot USMAN dengan nilai standar deviasi tertinggi untuk ketepatan jarak tempuh menurun dari 10.46 menjadi 0,44, nilai standar deviasi tertinggi untuk kelurusan gerak menurun dari 10.21 menjadi 0,35 dan nilai standar deviasi tertinggi untuk ketepatan manuver berbelok menurun dari 1,80 menjadi 0,29. Nilai standar deviasi yang mengalami penurunan menunjukkan bahwa ketepatan gerakan robot meningkat, sehingga posisi akhir gerakan robot lebih sesuai dengan instruksi pengguna. Pembacaan halangan dengan sensor jarak akurat dibawah 70 cm, sehingga USMAN menerapkan nilai pembacaan halangan pada jarak 50 cm dan 30 cm untuk fitur pengereman otomatis agar robot tidak menabrak. Proses sterilisasi lantai masjid dengan ukuran 10 m x 10 m membutuhkan waktu 36,3 menit. Pengguna dapat memulai proses sterilisasi sesuai dengan waktu yang dibutuhkan agar proses sterilisasi dapat selesai sebelum

masuk waktu salat selanjutnya. Penelitian ini dapat menjadi *pilot project* penelitian lainnya, terutama pengembangan ke arah penerapan mode *autonomous system* pada robot sterilisasi lantai.

2.7. Daftar Pustaka

- [1] Yuliana, "Corona virus diseases (Covid -19); Sebuah tinjauan literatur," *WELLNESS Heal. Mag.*, vol. 2, no. February, pp. 187 – 192, 2020.
- [2] A. Jumhan, "MENGHIDUPKAN SHALAT BERJAMAAH DI MASJID NURUL JANNAH SERIKEMBANG III KECAMATAN PAYARAMAN KABUPATEN OGAN ILIR," *J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 53, no. 9, pp. 98–102, 2019.
- [3] A. D. Elisanti, E. T. Ardianto, N. C. Ida, and E. Hendriatno, "Effectiveness Of Uv And Alcohol 70% Exposure To Total Bacteria Of Folding Money Circulating During The Pandemic Covid-19," *J. Ris. Kefarmasian Indones.*, vol. 2, no. 2, pp. 113–121, 2020.
- [4] M. H. Al-Sayah, "Chemical disinfectants of COVID-19: An overview," *J. Water Health*, vol. 18, no. 5, pp. 843–848, 2020, doi: 10.2166/wh.2020.108.
- [5] F. A. Juarez-Leon, A. G. Soriano-Sanchez, M. A. Rodriguez-Licea, and F. J. Perez-Pinal, "Design and implementation of a germicidal UVC-LED lamp," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 1–1, 2020, doi: 10.1109/access.2020.3034436.
- [6] M. Buonanno *et al.*, "Germicidal efficacy and mammalian skin safety of 222-nm UV light," *Radiat. Res.*, vol. 187, no. 4, pp. 483–491, 2017, doi: 10.1667/RR0010CC.1.

- [7] N. Storm *et al.*, "Rapid and complete inactivation of SARS-CoV-2 by ultraviolet-C irradiation," pp. 1–7, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-65742/v1>.
- [8] A. Mardon, N. Lum, and M. Xiao, *COVID-19 and Robotics*. Edmonton: Golden Meteorite Press, 2020.
- [9] M. Lamatenggo, I. Wiranto, and W. Ridwan, "Perancangan Balancing Robot Beroda Dua Dengan Metode Pengendali PID Berbasis Arduino Nano," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 39–43, 2020, doi: 10.37905/jjee.v2i2.6906.
- [10] M. J. C. Manullang, M. K. D. Hardhienata, and K. Priandana, "Kendali Robot Beroda Otonom dengan Inverse Kinematics," *J. Ilmu Komput. dan Agri-Informatika*, vol. 7, no. 1, pp. 62–73, 2020, doi: 10.29244/jika.7.1.62-73.
- [11] F. Zuhri Ramdhani, D. Riyanto Riyanto, and D. Desriyanti, "Electronic Sterilization of Tableware Using Ultraviolet Light Radiation," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng. UMSIDA)*, vol. 4, no. 1, pp. 70–79, 2020, doi: 10.21070/jeeeu.v4i1.316.
- [12] M. Guettari, I. Gharbi, and S. Hamza, "UVC disinfection robot," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11184-2>.
- [13] A. Fikri, "Kemiripan Arsitektur Tiang Masjid Ampel Karangasem Bali dengan Masjid Agung Demak," in *Seminar Ikatan Peneliti Lingkungan Binaan Indonesia (IPLBI) 1*, 2017, pp. A351–A354, doi: 10.32315/sem.1.a351.

- [14] Y. Nurul hilal, S. Heranurweni, and A. Kurniawan N, "Rancang Bangun Robot Pemadam Api Beroda Dengan Navigasi Sensor Kompas Berbasis Atmega 128," *eLEKTRIKA*, vol. 9, no. 1, p. 9, 2018, doi: 10.26623/elektrika.v9i1.1108.
- [15] N. Sudin, I. Djufri, and M. Umar, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Menggunakan Smartphone," *J. Ilm. Ilk. - Ilmu Komput. Inform.*, vol. 3, Jul. 2020, doi: 10.47324/ilkominfo.v3i2.102.
- [16] E. Parliament *et al.*, "Signify and Boston University validate effectiveness of Signify's UV-C light sources on inactivating the virus that causes COVID-19," Boston, 2020.
- [17] S. S. Dheeban, D. V. Harish, A. Hari Vignesh, and M. Prasanna, "Arduino Controlled Gesture Robot," *2018 IEEE 4th Int. Symp. Robot. Manuf. Autom. ROMA 2018*, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/ROMA46407.2018.8986730.
- [18] B. Winarno and M. W. P. Pratama, "Pengendalian Gerak Robot Penghinder Halangan Menggunakan Citra dengan Kontrol PID," *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.)*, vol. 1, no. 1, pp. 25–30, 2017, doi: 10.32486/jeecae.v1i1.8.
- [19] A. Mappa and M. D. T. Sogen, "Rancang Bangun Prototype Sistem Pengendalian Kecepatan Dan Pengereman Menggunakan Sensor Jarak," *Electro Luceat*, vol. 5, no. 2, pp. 48–61, 2019, doi: 10.32531/jelekn.v5i2.153.
- [20] D. Diana and J. Al-Rasyid, "Implementasi Sensor Kompas HMC5883L Terhadap Gerak Robot Micromouse dengan Menggunakan Algoritma PID,"

- J. Tek. Elektro ITP*, vol. 6, no. 2, pp. 120–124, 2017, doi: 10.21063/jte.2017.3133616.
- [21] D. Irawan and P. Perdana SS, “Kontrol Motor Brushless DC (BLDC) Berbasis Algoritma AI - PID,” *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 2, no. 1, pp. 41–48, 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i1.3146.
- [22] N. Nafi'iyah, “Perbandingan Modus , Median , K _ Standar Deviasi , Iterative , Mean Dan Otsu Dalam Thresholding,” vol. 8, no. 2, pp. 31–36, 2016.
- [23] N. Kadir, J. Febriana, and E. P. Rahayu, “Penerapan ISO 9126 Dalam Pengujian Kualitas Perangkat Lunak pada E-book,” vol. 11, no. 1, pp. 9–13, 2019.
- [24] M. A. Habib, M. S. Alam, and N. H. Siddique, “Optimizing Coverage Performance of Multiple Random Path-planning Robots,” *Paladyn, J. Behav. Robot.*, vol. 3, no. 1, pp. 11–22, 2012, doi: 10.2478/s13230-012-0012-5.
- [25] I. Sung, B. Choi, and P. Nielsen, “On the training of a neural network for online path planning with offline path planning algorithms,” *Int. J. Inf. Manage.*, p. 102142, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102142.
- [26] A. Frobenius, E. Utami, and A. Nasiri, “Analysis of Speed Gablind App in Detecting Obstacle-Experiment Results,” in *2018 3rd International Conference on Information Technology, Information System and Electrical Engineering (ICITISEE)*, Nov. 2018, pp. 319–324, doi: 10.1109/ICITISEE.2018.8720964.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Sertifikat Kompetisi IOT Makers Creation 2020



Lampiran 2. Pendaftaran Paten

FORMULIR PERMOHONAN PENDAFTARAN PATEN INDONESIA APPLICATION FORM OF PATENT REGISTRATION OF INDONESIA

Data Permohonan (Application)			
Nomor Permohonan Number of Application	: 500202009238	Tanggal Permohonan Date of Submission	: 01-Dec-2020
Jenis Permohonan Type of Application	: PATEN SEDERHANA	Jumlah Klaim Total Claim	: 1
		Jumlah Halaman Total page	: 12
Judul Title	Robot Sterilisasi Lantai Masjid Berbasis UV-C dengan Sistem Gerak Otonom		
Abstrak Abstract	<p>Robot Sterilisasi Lantai Masjid dengan Teknologi UV-C. Prinsip kerja dari alat ini secara umum adalah sebuah robot beroda yang dapat bergerak secara otonom dengan kemampuan menyusuri seluruh bidang lantai masjid secara otomatis. Robot dilengkapi dengan lampu UV-C yang ditempatkan di bagian bawah dan dilengkapi dengan selubung reflektor yang memfokuskan sinar UV-C hanya mengarah kebawah, sehingga dapat menghasilkan nilai germisidal dan mencegah paparan kepada manusia. Robot berjalan dengan kecepatan gerakan yang rendah dan lambat, membuat selubung bidang lantai masjid mendapat paparan sinar UV-C dengan densitas dan lama paparan yang cukup agar virus, kuman dan bakteri dapat mati dalam sekali jalan. Robot memiliki aplikasi sensor yang dapat digunakan untuk mengendalikan secara manual dan mengatur jadwal kerja robot agar dapat memulai proses sterilisasi otomatis sehingga dapat selesai sebelum memasuki waktu salat.</p>		
Permohonan PCT (PCT Application)			
Nomor PCT PCT Number	:	Nomor Publikasi Publication Number	:
Tanggal PCT PCT Date	:	Tanggal Publikasi Publication Date	:
Pemohon (Applicant)			
Name (Name)	Alamat (Address)	Surel/Telp (Email/Phone)	
Universitas Amikom Yogyakarta	Jl. Padjajaran, Ring Road Utara, Kel. Condongcatur, Kec. Depok, Kab. Sleman, Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta	0274884201 info@amikom.ac.id	

Penemu (Inventor)			
Nama (Name)	Warganegara (Nationality)	Alamat (Address)	Surel/Telp. (Email/Phone)
Elis Hari Muktafin, S.Kom	Indonesia	Siwolan, RT.21/RW.10, Bandung, Ngrampal, Sragen, Jawa Tengah	elivropas@gmail.com 081270324006
Muhammad Ainur Raziqin, S.Kom	Indonesia	Jl. Raya Solo Gg. Mangga (V No.34C, RT.004/RW.001 Ngentak, Caturtunggal, Depok, Sleman	hikikainur@gmail.com 081270324006
Galbun Selim As Shidiq, S.Kom	Indonesia	Jl. Rajawati Gang Dacar No.35, Melongrejo, RT.02/RW.33, Wedomartani, Ngemplak, Sleman	qorbunselim.as@gmail.com 081270324006
Bimo Ari Wibowo	Indonesia	Jl. Anggrek No. 208, Perumnas, Condongcatur, Depok, Sleman	elivropas@gmail.com 081658877262
Dr. Kusnini, S.Kom, M.Kom	Indonesia	Sanggrahan, RT.04/RW.36, Wedomartani, Ngemplak, Sleman	kusnini@amikom.ac.id 08157988801
Prof. Dr. Ema Ukami, S.Si, M.Kom	Indonesia	Mulungan Wetan, RT.07/RW.17, Sendangel, Miali, Sleman	ema.u@amikom.ac.id 081804321737
Rizqi Sukma Kharisma	Indonesia	Dusun Jabung Berbah, RT5/RW2, Kalitiro, Berbah, Sleman, Yogyakarta	sukma@amikom.ac.id 08562741754

Data Prioritas (Priority Data)		
Negara (Country)	Nomor (Number)	Tanggal (Date)

Korespondensi (Correspondence)		
Nama (Name)	Alamat (Address)	Surel/Telp. (Email/Phone)
Rizqi Sukma Kharisma	Sentra Kekayaan Intelektual Universitas Amikom Yogyakarta, Jl. Padjajaran, Ring Road Ukara, Kel. Condongcatur, Kes. Depok, Kab. Sleman, Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta	hki@amikom.ac.id 08562741754

Anda telah berhasil melakukan pembayaran permohonan pemeriksaan Substantif, dengan data sebagai berikut :

Jenis Permohonan Paten : PATEN SEDERHANA
 Nomor Permohonan Paten : 590202009238
 Tanggal Penerimaan Permohonan Paten : 01-DEC-20
 Judul Invenasi : Robot Sterilisasi Lantai Masjid Berbasis UV-C dengan Sistem Gerak Otonom

Nama Pemohon	Alamat Pemohon	Nomor Telepon	Email	Warganegara
Universitas Amikom Yogyakarta	Jl. Padjajaran, Ring Road Utara, Kel. Condongcatur, Kec. Depok, Kab. Sleman, Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta	0274884201	hki@amikom.ac.id	Indonesia

Konsultasi/Non Konsultasi - Data Korespondensi

Melalui Kuasa Non Kuasa : Non Konsultasi
 Nama Konsultasi / Non Konsultasi : Rizqi Sukma Kharisma
 Alamat Konsultasi KI : Sentra Kekayaan Intelektual Universitas Amikom Yogyakarta, Jl. Padjajaran, Ring Road Utara, Kel. Condongcatur, Kec. Depok, Kab. Sleman, Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta
 Nomor Telepon Konsultasi : 08562741754
 Email Konsultasi : hki@amikom.ac.id

Detail Pembayaran

Kode Billing : 820201201238537
 Tanggal Pembayaran : 01/12/2020
 Jumlah Yang Dibayarkan : Rp 500,000

Jakarta, 01 Desember 2020
 Pemohon / Kuasa
 Applicant / Representative



Tanda Tangan / Signature
 Nama Lengkap / Fullname

Lampiran (Attachment)
KLAIM
ABSTRAK
GAMBAR TEKNIK
GAMBAR YANG DITAMPELKAN
SURAT PENGALIHAN HAK ATAS INVENSI
SURAT PERNYATAAN KEPEMILIKAN INVENSI OLEH INVENTOR
SURAT PERNYATAAN PELAKU UMUM/SURAT PENUNJUKAN PENDIRIAN LEMBAGA
DOKUMEN LAINNYA
DESKRIPSI

Detail Pembayaran (Payment Detail)			
No	Nama Pembayaran	Sudah Bayar	Jumlah Data
1.	Pembayaran Permohonan Paten	<input checked="" type="checkbox"/>	-
2.	Pembayaran Kelebihan Deskripsi	<input type="checkbox"/>	-
3.	Pembayaran Kelebihan Klaim	<input type="checkbox"/>	-
4.	Pembayaran Percepatan Pengumuman	<input type="checkbox"/>	-
5.	Pembayaran Pemeriksaan Substantif	<input checked="" type="checkbox"/>	-

Jakarta, 01 Desember 2020
 Pemohon / Kuasa
 Applicant / Representative



Tanda Tangan / Signature
 Nama Lengkap / Fullname

Lampiran 3. Surat Keterangan Penerimaan Naskah Artikel



**INSTITUT TEKNOLOGI DAN BISNIS
(ITB) STIKOM BALI**

Kampus Denpasar
Jl. Raya Purihutan No. 50, Hutan, Denpasar - Bali - Indonesia | Ph. +62 (0) 36144442 | Fax: +62 (0) 36144443
Kampus Jemberan
Jl. Raya Jemberan, Jemberan, Kota Gombak, Badung - Bali - Indonesia | Ph. +62 (0) 36144443
Email: info@itb-stikom-bali.ac.id | website: www.itb-stikom-bali.ac.id



SURAT KETERANGAN PENERIMAAN NASKAH ARTIKEL

Nomor: 65/PERPUB/LPPM/WRI/ITBSTIKOM/XII/20

Yang bertanda tangan di bawah ini, *Editor in Chief* Jurnal Ekspora Informatika, menerangkan bahwa makalah dengan detail berikut ini:

Nama Penulis : Elik Hari Muktafin, Kusriani, Emha Taufiq Luthfi
 Institusi : Universitas Amikom Yogyakarta
 Fakultas/Program Studi : Magister Teknik Informatika
 Judul Makalah : Analisis Sistem Kendali Robot USMAN untuk Sterilisasi Lantai Masjid dengan Algoritma *Proportional Integral Derivative*

dinyatakan **diterima** dan akan diterbitkan di Jurnal dengan detail berikut ini:

Nama Jurnal : Jurnal Ekspora Informatika
 Periode Terbitan : Volume 10 Nomor 2, Periode Maret 2021
 Kode Makalah : E-10-2-2
 Website : <https://ekspora.stikom-bali.ac.id/index.php/ekspora>
 ISSN : (p) 2089-1814, (e) 2460-3694

Demikian surat ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Denpasar, 19 Desember 2020

Editor in Chief



Dr. Evi Triandini, M.Eng.

NIK.04.70.013

Evi Triandini

Lampiran 4. Dokumentasi penggunaan USMAN



