

**PENGEMBANGAN DAN IMPLEMENTASI *SHORTEST ROUTING*
PADA ROBOT 4 AXIS
(*PROOF OF CONCEPT* MENGGUNAKAN ROBODK)**

TUGAS AKHIR



**RIZKI HAKIKI ZULKARNEIN
1182003036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

**JAKARTA
2022**

**PENGEMBANGAN DAN IMPLEMENTASI *SHORTEST ROUTING*
PADA ROBOT 4 AXIS
(*PROOF OF CONCEPT* MENGGUNAKAN ROBODK)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



**RIZKI HAKIKI ZULKARNEIN
1182003036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

**JAKARTA
2022**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Rizki Hakiki Zulkarnein
NIM : 1182003036
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Tugas Akhir : Pengembangan dan Implementasi *Shortest Routing* pada
Robot 4 Axis (*Proof of concept* menggunakan RoboDK)
Tanda Tangan : 
Tanggal : 11 Juli 2022

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizki Hakiki Zulkarnein
NIM : 1182003036
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Tugas Akhir : Pengembangan dan Implementasi *Shortest Routing* pada Robot 4 Axis (*Proof of concept* menggunakan RoboDK)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Raden Jachryandestama, S.T., M.L.S.M., IPP

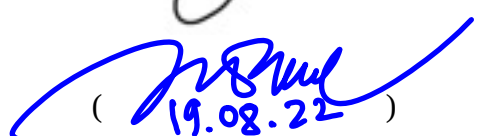
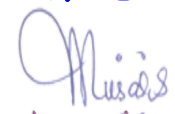
Pembimbing II : Ir. Invanos Tertiana, M.M.MBA

Penguji I : Mirsa Diah Novianti, S.T., M.T., IPM

Penguji II : Arief Bimantoro Suharko, Ph.D

Ditetapkan di :

Tanggal :


( 19.08.22)
()
()

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kehidupan, kesehatan, dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **Pengembangan dan Implementasi *Shortest Routing* Pada Robot 4 Axis (*Proof of concept* menggunakan RoboDK)**.

Tugas Akhir ini dibuat untuk menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir di jurusan Teknik Industri Universitas Bakrie dan sebagai syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Bakrie. Selain untuk menyelesaikan studi, penulis juga memperoleh banyak ilmu dan pengalaman selama pengerjaan Tugas Akhir ini. Selain itu, terdapat dukungan, bimbingan, saran, dan bantuan yang penulis dapatkan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sehingga dapat membangkitkan motivasi penulis untuk menyelesaikannya. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- Allah SWT atas segala tuntunan, kesehatan, keselamatan dan kemudahan yang diberikan pada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir dan penulisan Tugas Akhir, sehingga semua dapat diselesaikan dengan lancar.
- Bapak Zulkarnein, M.B.A. dan Ibu Gumala Sari selaku Kedua orang tua penulis serta kakak-kakak dan adik-adik penulis yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat.
- Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D selaku Rektor Universitas Bakrie.
- Bapak Ir. Esa Haruman Wiraatmadja, M.Sc., Eng., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik & Ilmu Komputer Universitas Bakrie sekaligus Dosen Pembimbing Akademik penulis.
- Bapak Ir. Gunawarman Hartono, M.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Bakrie.
- Bapak Raden Jachryandestama, S.T., M.L.S.M., IPP dan Bapak Ir. Invanos Tertiana, M.M.MBA selaku Dosen Pembimbing Skripsi dan seluruh tim dosen Teknik Industri Universitas Bakrie sebagai pembimbing internal yang telah meluangkan waktu untuk memberikan informasi, bantuan dan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- Resti Aulia selaku *partner* dalam pengerjaan Tugas Akhir yang telah berbagi ilmu dan saran.

- Grup Arsen selaku *circle* di kampus.
- Grup Mabes selaku *circle* di rumah.
- Safa Indira yang telah memberikan *support* dan semangat selama perkuliahan khususnya selama pengerjaan Tugas akhir.
- Teman-teman Teknik Industri Universitas Bakrie angkatan 2018 yang selalu mendukung satu sama lain selama perkuliahan khususnya selama pengerjaan Tugas Akhir.

Saya mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah disebutkan di atas, karena atas bantuan pihak-pihak tersebut penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sesuai dengan harapan para tim penilai.

Jakarta, 11 Juli 2022

Penulis,



Rizki Hakiki Zulkarnein
(1182003036)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizki Hakiki Zulkarnein
NIM : 1182003036
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Pengembangan Sistem

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pengembangan dan Implementasi *Shortest Routing* pada Robot 4 Axis (*Proof of concept* menggunakan RoboDK)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 11 Juli 2022

Yang Menyatakan,



Rizki Hakiki Zulkarnein
(1182003036)

**PENGEMBANGAN DAN IMPLEMENTASI *SHORTEST ROUTING*
PADA ROBOT 4 AXIS (*PROOF OF CONCEPT* MENGGUNAKAN ROBODK)**

Rizki Hakiki Zulkarnein

ABSTRAK

Pengembangan sistem ini dilakukan untuk menambahkan kemampuan robot lengan 4 axis dalam menentukan jalur pergerakan dengan metode *shortest routing*. Pengembangan sistem ini dilakukan karena kepintaran robot yang terbatas dan tidak dapat menentukan jalur terdekat sehingga waktu dan cara kerja robot lengan tidak efisien. Robot lengan yang digunakan adalah robot Dobot Magician keluaran perusahaan Dobot. Pencarian *shortest route* pada pengembangan sistem ini menggunakan Algoritma Dijkstra dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. Hasil dari pencarian *shortest route* tersebut kemudian diubah menjadi target yang harus dilalui oleh robot lengan yang diimplementasikan dalam aplikasi RoboDK. Dengan menggunakan aplikasi tersebut, konfigurasi Program Python untuk menentukan *shortest route* berhasil dilakukan berupa *script output*, lalu hasil dari *shortest route* tersebut berhasil diintegrasikan dengan konfigurasi RoboDK sehingga menghasilkan *robot movement* yang sesuai dengan rute jalur terpendek. Pengembangan sistem ini hanya sebatas *Proof of Concept* (PoC) dan dilakukan untuk melakukan integrasi antara *shortest routing* Program Python dengan RoboDK.

Kata Kunci: Robot Lengan, *Shortest Route*, Algoritma Dijkstra, Program Python, RoboDK, *Proof of Concept*, *Software Development Life Cycle*.

**PENGEMBANGAN DAN IMPLEMENTASI SHORTEST ROUTING
PADA ROBOT 4 AXIS (PROOF OF CONCEPT MENGGUNAKAN ROBODK)**

Rizki Hakiki Zulkarnein

ABSTRACT

This system development intends to add the ability of the 4 axis robot arm in determining the movement with the shortest routing method. This system development is carried out because the robot's intelligence is limited and cannot determine the shortest route, so that the time and workings of the robot arm are inefficient. The robot arm used is the Dobot Magician robot produced by the Dobot company. In finding the shortest route, this system development uses Dijkstra's Algorithm using the Python programming language. The results of the search for the shortest route are then converted into targets that must be passed by the robot arm which is implemented in the RoboDK application. By using this application, the Python program configuration to determine the shortest route was successfully carried out in the form of an output script, then the results from the shortest route were successfully integrated with the RoboDK configuration so as to produce a robot movement that matches the shortest route. The development of this system is only limited to Proof of Concept (PoC) and is carried out to integrate the shortest routing Python Program with RoboDK.

Keywords: *Robot-Arm, Shortest Route, Dijkstra's Algorithm, Python Program, RoboDK, Proof of Concept, Software Development Life Cycle.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	17
1.1 Latar Belakang.....	17
1.2 Pernyataan Masalah	19
1.3 Tujuan Pengembangan Sistem.....	19
1.4 Jangkauan dan Batasan Pengembangan Sistem.....	19
1.4.1 Jangkauan Pengembangan Sistem.....	19
1.4.2 Batasan Pengembangan Sistem.....	19
1.5 Manfaat Pengembangan Sistem.....	20
1.5.1 Manfaat bagi penulis	20
1.5.2 Manfaat bagi universitas	20
1.6 Sistematika Penulisan	20
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	22
2.1 <i>Literature Review</i>	22
2.2 Robot-Arm 4 Axis.....	22
2.2.1 Anatomi dan Terminologi Robot	22
2.2.2 <i>Degree of Freedom (DOF)</i>	23
2.2.3 Dobot Magician.....	23
2.3 <i>Shortest Routing</i>	23
2.3.1 Pengertian <i>Shortest Routing</i>	23
2.3.2 Network Model Berupa Graf.....	24
2.3.3 Algoritma Dijkstra.....	25

2.3.3.1	Pengertian Algoritma Dijkstra.....	25
2.3.3.2	Metode <i>Labeling</i> dan Prinsip Algoritma Dijkstra	26
2.4	Program Python	29
2.4.1	Algoritma dan Bahasa Python.....	29
2.4.2	NetworkX.....	32
2.5	SDLC (<i>Software Development Life Cycle</i>).....	32
2.5.1	<i>Planning</i> (Perencanaan)	32
2.5.2	<i>Analysis</i> (Analisis).....	32
2.5.3	<i>Design</i> (Perancangan)	33
2.5.4	<i>Implementation</i> (Implementasi)	33
2.5.5	<i>Integration & Testing</i> (Integrasi & Uji Coba).....	33
2.5.6	<i>Maintenance</i> (Pemeliharaan).....	33
2.6	Sistem	33
BAB 3	METODOLOGI.....	34
3.1	Objek Pengembangan Sistem	34
3.2	Metode Pengembangan Sistem.....	34
3.2.1	<i>Planning</i> (Perencanaan)	34
3.2.2	<i>Analysis</i> (Analisis).....	34
3.2.3	<i>Design</i> (Perancangan)	34
3.2.4	<i>Implementation</i> (Implementasi)	35
3.2.5	<i>Integration & Testing</i> (Integrasi & Uji Coba).....	35
3.2.6	<i>Maintenance</i> (Pemeliharaan).....	35
3.3	Diagram Alir Penulisan	36
3.3.1	Uraian Diagram Alir Penulisan.....	37
3.3.1.1	Rumusan Masalah, Tujuan, dan Batasan.....	37
3.3.1.2	Studi Pendahuluan	37
3.3.1.3	Analisis Kebutuhan dan Sistem Awal	37
3.3.1.4	Pengembangan dan Integrasi Sistem	38
3.3.1.5	Uji Coba.....	38
3.3.1.6	Evaluasi	38
3.3.1.7	Kesimpulan dan Saran	38
BAB 4	KOMPONEN DESAIN	39
4.1	Sistem Arsitektur	39
4.2	<i>Planning</i> (Perencanaan).....	39

4.3	Analysis (Analisis).....	40
4.3.1	Kebutuhan <i>User</i>	40
4.3.2	Kebutuhan Spesifikasi Sistem.....	41
4.4	<i>Design</i> (Perancangan).....	42
4.5	Implementation (Implementasi).....	42
4.5.1	Instalasi.....	42
4.5.2	Konfigurasi.....	43
4.6	Integration & Testing (Integrasi & Uji Coba)	43
4.6.1	Integrasi RoboDK dan Program Python.....	43
4.6.2	Uji Coba Hasil pada Aplikasi RoboDK	43
BAB 5	HASIL DAN PEMBAHASAN	44
5.1	Instalasi	44
5.1.1	Instalasi RoboDK	44
5.1.2	Instalasi Program Python	47
5.1.2.1	Instalasi Modul NetworkX	49
5.2	Konfigurasi	49
5.2.1	Konfigurasi RoboDK	49
5.2.2	Konfigurasi Program Python.....	55
5.3	Integrasi	59
5.4	Uji Coba.....	62
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	68
6.1	Kesimpulan.....	68
6.2	Saran	68
	DAFTAR PUSTAKA.....	69
	LAMPIRAN 1.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1: Literature Review.....	22
Gambar 2.3.1: Contoh Graf.....	25
Gambar 2.3.2: Flowchart Algoritma Dijkstra	26
Gambar 3.3.1: Diagram Alir Pengembangan Sistem	36
Gambar 4.1.1: Diagram Arsitektur.....	39
Gambar 4.4.1: Diagram Arsitektur.....	42
Gambar 5.1.1: Download aplikasi RoboDK.....	44
Gambar 5.1.2: Proses instalasi RoboDK tahap 1.....	45
Gambar 5.1.3: Proses instalasi RoboDK tahap 2.....	45
Gambar 5.1.4: Proses instalasi RoboDK tahap 3.....	46
Gambar 5.1.5: Proses instalasi RoboDK tahap 4.....	46
Gambar 5.1.6: Proses instalasi RoboDK tahap 5.....	47
Gambar 5.1.7: Proses instalasi RoboDK tahap 6.....	47
Gambar 5.1.8: Download aplikasi Python.....	48
Gambar 5.1.9: Instalasi Python	48
Gambar 5.1.10: Instalasi modul NetworkX.....	49
Gambar 5.2.1: Tampilan awal RoboDK	50
Gambar 5.2.2: Online Library RoboDK.....	51
Gambar 5.2.3: Download robot Dobot Magician.....	51
Gambar 5.2.4: Memasukkan Dobot Magician pada Station RoboDK	52
Gambar 5.2.5: Menambahkan Tool Item	53
Gambar 5.2.6: Menambahkan Reference Frame	53
Gambar 5.2.7: Menambahkan Target	54
Gambar 5.2.8: Menambahkan Object	55
Gambar 5.2.9: Graf dalam bentuk gambar.....	55
Gambar 5.2.10: Graf dalam bentuk matriks	56
Gambar 5.3.1: Membuat Program Python pada RoboDK	61
Gambar 5.3.2: Memasukkan coding ke Program Python pada RoboDK	62
Gambar 5.4.1: Menentukan node awal.....	62
Gambar 5.4.2: Menentukan node akhir	63
Gambar 5.4.3: Jalur pergerakan robot saat Pick and Place Box 1.....	63

Gambar 5.4.4: Script output shortest route saat Pick and Place Box 1.....	64
Gambar 5.4.5: Jalur pergerakan robot saat Pick and Place Box 2.....	65
Gambar 5.4.6: Script output shortest route saat Pick and Place Box 2.....	65
Gambar 5.4.7: Jalur pergerakan robot saat Pick and Place Box 3.....	66
Gambar 5.4.8: Script output shortest route saat Pick and Place Box 3.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.4.1: Tabel Operator Aritmatika Python	30
Tabel 2.4.2: Tabel Operator Pembandingan/Relasional Python	30
Tabel 2.4.3: Tabel Operator Penugasan Python	31
Tabel 2.4.4: Tabel Operator Ternary/Kondisional.....	31
Tabel 4.2.1: Tabel Perencanaan	40
Tabel 5.4.1: Tabel Pengujian	67

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.3.1: Rumus Labeling Algoritma Dijkstra	27
---	-----------