

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PRAKATA.....	vi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTISARI.....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat penelitian .....	6
1.6 Keaslian penelitian.....	6
1.5 Sistematika Penulisan .....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	15
2.1 Tinjauan Pustaka .....	15
2.2 Landasan Teori .....	22
2.2.1 Model <i>Quadrotor</i> .....	22
2.2.2 Algoritme Artificial Potential Field (APF) .....	32
2.2.3 Algoritme <i>Line of Sight</i> .....	40
2.2.4 Kendali Formasi Robot .....	41
2.3 Ringkasan Bab 2 .....	47
BAB III METODOLOGI .....	48
3.1 Bahan Penelitian .....	48
3.1.1 Parrot AR Drone 2.0.....	48
3.1.2 AR Drone Otonomi .....	49
3.1.3 Sistem Operasi Robot.....	50
3.1.4 Gazebo Simulator .....	50
3.2 Jalannya Penelitian.....	51
3.3 Perencanaan Jalur <i>Quadrotor</i> .....	51
3.3.1 Perencanaan jalur dengan algoritme APF .....	51
3.3.2 Menghindari local minima dan GNRON .....	55
3.3.3 Menghindari rintangan berbentuk poligonal dan koridor .....	68
3.4 Kendali Formasi.....	78

3.5 Ringkasan Bab 3 .....	90
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	96
4.1 Pengujian Perencanaan Jalur <i>Single Quadrotor</i> .....	96
4.2 Pengujian Perencanaan Jalur <i>Multi-Quadrotor</i> .....	115
4.3 Ringkasan Bab 4 .....	123
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	124
5.1 Kesimpulan .....	124
5.2 Saran .....	124
DAFTAR PUSTAKA .....	125
LAMPIRAN.....	135

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lingkungan statik yang terdapat masalah algoritme APF .....	3
Gambar 1.2.	Daerah <i>Local Minima</i> .....	7
Gambar 1.3.	Goal akibat GNRON ( <i>Local Minima</i> GNRON) .....	9
Gambar 1.4.	Rintangan Bentuk Poligon.....	10
Gambar 1.5.	Rintangan Lorong Sempit Koridor .....	12
Gambar 2.1.	Pemodelan <i>Quadrotor</i> .....	22
Gambar 2.2.	Pemodelan <i>Quadrotor</i> .....	31
Gambar 2.3.	Model APF.....	33
Gambar 2.4.	Model lingkungan algoritme APF <i>Repulsive Potential</i> .....	35
Gambar 2.5.	Lingkungan yang terdapat <i>Local minima</i> .....	37
Gambar 2.6.	Gaya APF milik Khatib di lingkungan <i>Local minima</i> .....	38
Gambar 2.7.	Lingkungan yang memiliki daerah GNRON.....	39
Gambar 2.8.	Gaya APF milik Khatib di lingkungan GNRON .....	40
Gambar 2.9.	Model algoritme <i>line of sight</i> .....	41
Gambar 2.10.	Formasi pemimpin pengikut menggunakan 2 robot.....	42
Gambar 2.11.	Pemodelan Bentuk Formasi segitiga .....	46
Gambar 2.12.	Aliran kendali dari robot pemimpin ke robot pengikut .....	47
Gambar 3.1.	ParrotARDrone.....	48
Gambar 3.2.	Blok diagram penelitian perencanaan jalur <i>multi-Quadrotor</i> ...	51
Gambar 3.3.	Algoritme APF untuk <i>Quadrotor</i> .....	55
Gambar 3.4.	Lingkungan yang terdapat <i>Local minima</i> .....	56
Gambar 3.5.	Gaya APF milik Khatib di lingkungan <i>Local minima</i> .....	57
Gambar 3.6.	Gaya APF milik Penulis di lingkungan <i>Local minima</i> .....	61
Gambar 3.7.	Lingkungan yang memiliki daerah GNRON.....	62
Gambar 3.8.	Gaya APF milik Khatib di lingkungan GNRON.....	63
Gambar 3.9.	Gaya APF yang diusulkan di lingkungan GNRON.....	64
Gambar 3.10.	Lingkungan GNRON.....	66
Gambar 3.11.	Gaya APF baru milik penulis di lingkungan GNRON.....	68
Gambar 3.12.	Gaya APF baru milik penulis di lingkungan poligon.....	69
Gambar 3.13.	Gaya APF baru milik penulis di lingkungan GNRON.....	72
Gambar 3.14.	Aliran Gaya APF.....	79
Gambar 3.15.	Kendali formasi dengan APF.....	80
Gambar 4. 1.	Algoritme APF Khatib pada Lingkungan.....	98
Gambar 4. 2.	Algoritme APF Khatib pada Lingkungan <i>Local minima</i> .....	100
Gambar 4.3	Algoritme APF Khatib pada Pengujian Lingkungan GNRON.....	101
Gambar 4.4.	Algoritme APF dengan <i>Virtual Potential</i> pada lingkungan <i>Local minima</i> .....	102
Gambar 4. 5.	Algoritme APF dengan Modifikasi <i>Repulsive Potential</i> di lingkungan GNRON.....	104
Gambar 4. 6.	Perencanaan Jalur Algoritme APF yang diusulkan di lingkungan <i>Local minima</i> .....	105
Gambar 4. 7.	Algoritme APF yang Diusulkan di lingkungan GNRON .....	106

Gambar 4. 8. Algoritme yang Diusulkan APF di lingkungan GNRON dan <i>local minima</i> .....	108
Gambar 4.9 Algoritme APF yang diusulkan (Biru) dan APF Khatib (B) di lingkungan Koridor .....	109
Gambar 4.10. Hasil Pengujian Algoritme APF yang diusulkan (Biru) dan APF Khatib (Merah) di Lingkungan yang Terdapat Rintangan Poligon .....	111
Gambar 4.11. Hasil Pengujian Algoritme APF yang diusulkan di Lingkungan yang Terdapat Rintangan Poligon.....	112
Gambar 4.12. Hasil Pengujian Algoritme New APF (Garis Biru) dan APF Khatib (Garis Merah) pada lingkungan <i>Local Minima</i> , GNRON, Koridor dan Poligon .....	113
Gambar 4. 13. Algoritme APF milik Khatib untuk formasi terpusat di <i>Local minima</i> . .....	116
Gambar 4. 14. Algoritme APF untuk formasi tidak terpusat di <i>Local minima</i> . .....	117
Gambar 4. 15. Algoritme diusulkan untuk formasi terpusat di <i>Local minima</i> . .....	119
Gambar 4. 16. Algoritme diusulkan untuk formasi tidak terpusat di <i>Local minima</i> . .....	120
Gambar 4.17. Hasil Pengujian Antara Algoritme APF yang Diusulkan (A) dan APF milik Khatib (B) dengan rintangan poligon.....	121
Gambar 4.18. Hasil Pengujian Antara Algoritme APF yang Diusulkan (Biru) dan APF milik Khatib (Merah) dengan rintangan poligon .....	122

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Metode-metode modifikasi untuk menghindari 4 masalah APF...	17
Tabel 2.2	Peta riset dari tinjauan pustaka APF .....	19
Tabel 2.3	Metode yang diusulkan .....	21
Tabel 4.1	Nilai Parameter <i>Quadrotor</i> .....	96
Tabel 4.2	Daftar Pengujian Perencanaan Jalur Single <i>Quadrotor</i> .....	97
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Kedua Algoritme APF.....	100
Tabel 4.4	Hasil Pengujian ketiga Algoritme APF dengan Lingkungan GNRON.....	101
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Algoritme APF dengan <i>Virtual Potential</i> pada Lingkungan <i>Local Minima</i> .....	102
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Kelima Algoritme APF dengan Modifikasi Gaya <i>Repulsive</i> dan Lingkungan GNRON.....	103
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Algoritme APF yang Diusulkan di lingkungan <i>Local Minima</i> .....	105
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Algoritme APF yang Diusulkan di lingkungan GNRON.....	106
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Algoritme APF yang Diusulkan di lingkungan Local Minima dan GNRON .....	107
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Algoritme APF yang Diusulkan di lingkungan Koridor .....	110
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Algoritme APF yang Diusulkan di lingkungan Local Minima dan GNRON .....	112
Tabel 4.12	Daftar Pengujian Perencanaan Jalur Single <i>Quadrotor</i> .....	115