

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Cara kerja quadcopter di ambil dari “Quadcopter Prototype” .....	7
<b>Gambar 2.2</b>	Sistem frame dengan Sistem Sumbu B(x, y, z) dan Sumbu Bumi E(x, y, z) .....	8
<b>Gambar 2.3</b>	Sistem Kendali PID .....	10
<b>Gambar 2.4</b>	Sistem Kendali <i>Fuzzy Logic</i> .....	11
<b>Gambar 2.5</b>	Fungsi Fuzzifikasi .....	12
<b>Gambar 2.6</b>	Diagram Blok Hybrid Kendali Fuzzy-PID .....	15
<b>Gambar 2.7</b>	Arduino Due .....	17
<b>Gambar 2.8</b>	Modul IMU ( <i>Inertial Measurement Unit</i> ) 10 DOF .....	18
<b>Gambar 2.9</b>	<i>Low pass filter (ideal signal dan realistic signal LPF)</i> .....	20
<b>Gambar 2.10</b>	<i>High pass filter (ideal signal dan realistic signal HPF)</i> .....	21
<b>Gambar 2.11</b>	<i>Complementary filter</i> .....	21
<b>Gambar 2.12</b>	Perbandingan <i>Kalman filter</i> dan <i>Complementary filter</i> orde 1 dan 2 .....	23
<b>Gambar 2.13</b>	<i>Wiring</i> diagram BLDC .....	24
<b>Gambar 2.14</b>	Tegangan stator BLDC Motor .....	24
<b>Gambar 2.15</b>	<i>Electronic Speed Control</i> .....	25
<b>Gambar 2.16</b>	<i>Remote Control</i> .....	26
<b>Gambar 3.1</b>	Blok Diagram Hardware Robot Quadcopter .....	28
<b>Gambar 3.2</b>	Kontruksi Robot .....	29
<b>Gambar 3.3</b>	Blok Diagram Sistem Kendali Robot untuk Sudut <i>Roll</i> dan <i>Pitch</i> Quadcopter .....	30

<b>Gambar 3.4</b>	Fuzzifikasi <i>Error</i> dan Delta <i>Error</i> Sudut Quadcopter.....	33
<b>Gambar 3.5</b>	<i>Membership Function Output</i> .....	37
<b>Gambar 3.6</b>	Perencanaan Pengujian.....	40
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik <i>Error</i> Sudut <i>Roll</i> .....	44
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik <i>Error</i> Sudut <i>Pitch</i> .....	44
<b>Gambar 4.3</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Roll</i> Menggunakan Kontrol PID ( $K_p=12, K_i=0.85, K_d=2.55$ ) .....	46
<b>Gambar 4.4</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Roll</i> Menggunakan Kontrol PID ( $K_p=6.62, K_i=2.0, K_d=2.55$ ) .....	46
<b>Gambar 4.5</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Roll</i> Menggunakan Kontrol PID ( $K_p=6.62, K_i=0.85, K_d=5$ ) .....	46
<b>Gambar 4.6</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Roll</i> Menggunakan Kontrol PID ( $K_p=6.62, K_i=0.85, K_d=2.55$ ) .....	47
<b>Gambar 4.7</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Pitch</i> Menggunakan Kontrol PID ( $K_p=12, K_i=0.85, K_d=2.55$ ) .....	47
<b>Gambar 4.8</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Pitch</i> Menggunakan Kontrol PID ( $K_p=6.62, K_i=2.0, K_d=2.55$ ) .....	47
<b>Gambar 4.9</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Pitch</i> Menggunakan Kontrol PID ( $K_p=6.62, K_i=0.85, K_d=5$ ) .....	48
<b>Gambar 4.10</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Pitch</i> Menggunakan Kontrol PID ( $K_p=6.62, K_i=0.85, K_d=2.55$ ) .....	48
<b>Gambar 4.11</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Roll</i> Menggunakan Kontrol PID dengan Gangguan .....	50
<b>Gambar 4.12</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Pitch</i> Menggunakan Kontrol PID dengan Gangguan .....	50
<b>Gambar 4.13</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Roll</i> Menggunakan Kontrol <i>Fuzzy</i> .....	51

<b>Gambar 4.14</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Pitch</i> dengan Menggunakan Kontrol <i>Fuzzy</i> .....	51
<b>Gambar 4.15</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Roll</i> Menggunakan Kontrol <i>Hybrid PID-Fuzzy</i> (PID=50%, <i>Fuzzy</i> =50%) .....	53
<b>Gambar 4.16</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Roll</i> Menggunakan Kontrol <i>Hybrid PID-Fuzzy</i> (PID=10%, <i>Fuzzy</i> =90%) .....	53
<b>Gambar 4.17</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Roll</i> Menggunakan Kontrol <i>Hybrid PID-Fuzzy</i> (PID=90%, <i>Fuzzy</i> =10%) .....	53
<b>Gambar 4.18</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Pitch</i> Menggunakan Kontrol <i>Hybrid PID-Fuzzy</i> (PID=50%, <i>Fuzzy</i> =50%) .....	54
<b>Gambar 4.19</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Pitch</i> Menggunakan Kontrol <i>Hybrid PID-Fuzzy</i> (PID=10%, <i>Fuzzy</i> =90%) .....	54
<b>Gambar 4.20</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Pitch</i> Menggunakan Kontrol <i>Hybrid PID-Fuzzy</i> (PID=90%, <i>Fuzzy</i> =10%) .....	54
<b>Gambar 4.21</b>	Respon Kontrol.....	56
<b>Gambar 4.22</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Roll</i> Menggunakan Kontrol <i>Hybrid PID-Fuzzy</i> dengan Gangguan.....	57
<b>Gambar 4.23</b>	Respon Quadcopter di Sudut <i>Pitch</i> Menggunakan Kontrol <i>Hybrid PID-Fuzzy</i> dengan Gangguan.....	57
<b>Gambar 4.24</b>	Respon kontrol PID Konvensional.....	58
<b>Gambar 4.25</b>	Respon Kontrol <i>Hybrid PID-Fuzzy</i> .....	58
<b>Gambar 4.26</b>	Respon Quadcopter Menggunakan Kontrol <i>Hybrid PID-Fuzzy</i> dengan Gangguan .....	59