

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II- 1. Sistem Ball on Plate .....	5
Gambar II- 2. Sistem Kontrol Loop Tertutup (Close loop) .....	6
Gambar II- 3. Diagram Blok Kontrol PID .....	7
Gambar II- 4. Personal Computer .....	9
Gambar II- 5. Arduino UNO.....	10
Gambar II- 6. Motor Servo.....	11
Gambar II- 7. Lebar Pulsa.....	11
Gambar II- 8. Piramida Warna.....	14
Gambar II- 9. Hough Circle Transform .....	15
Gambar III- 1. Sistem Keseluruhan .....	16
Gambar III- 2. Diagram Blok Sistem.....	17
Gambar III- 3. Diagram Alir Sistem di PC .....	18
Gambar III- 4. Diagram Alir Proses Filtering Gambar .....	19
Gambar III- 5. Diagram Alir Proses Perhitungan PID.....	19
Gambar III- 6. Diagram Alir Proses Sistem di Arduino .....	20
Gambar III- 7. Diagram Blok Hardware .....	21
Gambar III- 8. (a) Lebar dan (b) Panjang Penampang.....	21
Gambar III- 9. (a) Lebar dan (b) Panjang Plate .....	22
Gambar III- 10. (a) Tinggi dan (b) Lebar Penyangga .....	22
Gambar III- 11. (a )Jarak Kamera Terhadap <i>Plate</i> dan (b ) Panjang Kaki Motor ke Plate.....	22
Gambar III- 12. (a) Panjang Penyangga Penampang <i>Plate</i> dan (b)Panjang Penyangga Tiang.....	23
Gambar III- 13. Arduino Uno .....	24
Gambar III- 14. Motor Servo MG996R .....	25
Gambar III- 15. Diagram Alir Hough Circle Transform.....	26
Gambar III- 16. Source Code Filtering Warna C++ .....	27
Gambar III- 17. Filter Warna Hanya Objek yang Terdeteksi .....	27
Gambar III- 18. Proses Pendeteksi Lingkaran .....	27
Gambar III- 19. Proses Pengolahan Lingkaran .....	28

Gambar III- 20. Proses Mengubah Variabel .....	28
Gambar III- 21. Proses Menggambar Lingkaran Bewarna Merah.....	28
Gambar III- 22. Proses Menggambar Titik Tengah pada Lingkaran .....	28
Gambar III- 23. Proses Akhir Hough Circle Transform .....	29
Gambar III- 24. Permodelan Motor Sederhana.....	29
Gambar III- 25. Permodelan Akhir Motor Servo.....	30
Gambar III- 26. Diagram Close loop Sistem pada 1 Sumbu.....	31
Gambar III- 27. Hasil Permodelan Sistem Menggunakan Simulink.....	32
Gambar III- 28. Hasil Permodelan Sistem dengan Gangguan Menggunakan Simulink .....	32
Gambar III- 29. Loop Gain di MATLAB .....	33
Gambar III- 30. Input Pole Baru di MATLAB .....	33
Gambar III- 31. Input Pole Baru .....	33
Gambar III- 32. Syarat Sudut .....	33
Gambar III- 33. Hitung Kekurangan Sudut.....	34
Gambar III- 34. Input Nilai a dan PD .....	34
Gambar III- 35. Fungsi Loop Gain .....	34
Gambar III- 36. Grafik Root Locus $L \cdot C1$ .....	35
Gambar IV- 1. Grafik Data Terbaca Kamera Dalam 60 detik .....	36
Gambar IV- 2. Respon X Hanya Menggunakan Nilai $K_p$ .....	37
Gambar IV- 3. Respon Y Hanya Menggunakan Nilai $K_p$ .....	38
Gambar IV- 4. Respon X Menggunakan Nilai $K_p$ dan $K_d$ .....	38
Gambar IV- 5. Respon Y Menggunakan Nilai $K_p$ dan $K_d$ .....	39
Gambar IV- 6. Respon X Menggunakan Nilai $K_p$ , $K_d$ , dan $K_i$ .....	39
Gambar IV- 7. Respon Y Menggunakan Nilai $K_p$ , $K_d$ , dan $K_i$ .....	40
Gambar IV- 8. Letak 8 Titik Awal Menuju Setpoint.....	41
Gambar IV- 9. Respon Koordinat X pada Titik A .....	41
Gambar IV- 10. Respon Koordinat Y pada Titik A .....	42
Gambar IV- 11. Respon Koordinat X pada Titik B .....	42
Gambar IV- 12. Respon Koordinat Y pada Titik B .....	43
Gambar IV- 13. Respon Koordinat X pada Titik C .....	44
Gambar IV- 14. Respon Koordinat Y pada Titik C .....	44

Gambar IV- 15. Respon Koordinat X pada Titik D.....	45
Gambar IV- 16. Respon Koordinat Y pada Titik D.....	45
Gambar IV- 17. Respon Koordinat X pada Titik E.....	46
Gambar IV- 18. Respon Koordinat Y pada Titik E.....	46
Gambar IV- 19. Respon Koordinat X pada Titik F.....	47
Gambar IV- 20. Respon Koordinat Y pada Titik F.....	47
Gambar IV- 21. Respon Koordinat X pada Titik G.....	48
Gambar IV- 22. Respon Koordinat Y pada Titik G.....	48
Gambar IV- 23. Respon Koordinat X pada Titik H.....	49
Gambar IV- 24. Respon Koordinat Y pada Titik H.....	49
Gambar IV- 25. Letak Titik Awal menuju 8 Titik Setpoint.....	50
Gambar IV- 26. Respon Koordinat X pada Titik I.....	51
Gambar IV- 27. Respon Koordinat Y pada Titik I.....	51
Gambar IV- 28. Respon Koordinat X pada Titik J.....	52
Gambar IV- 29. Respon Koordinat Y pada Titik J.....	52
Gambar IV- 30. Respon Koordinat X pada Titik K.....	53
Gambar IV- 31. Respon Koordinat Y pada Titik K.....	53
Gambar IV- 32. Respon Koordinat X pada Titik L.....	54
Gambar IV- 33. Respon Koordinat Y pada Titik L.....	54
Gambar IV- 34. Respon Koordinat X pada Titik M.....	55
Gambar IV- 35. Respon Koordinat Y pada Titik M.....	55
Gambar IV- 36. Respon Koordinat X pada Titik N.....	56
Gambar IV- 37. Respon Koordinat Y pada Titik N.....	56
Gambar IV- 38. Respon Koordinat X pada Titik O.....	57
Gambar IV- 39. Respon Koordinat Y pada Titik O.....	57
Gambar IV- 40. Respon Koordinat X pada Titik P.....	58
Gambar IV- 41. Respon Koordinat Y pada Titik P.....	58
Gambar IV- 42. Diagram Blok dengan Gangguan.....	59
Gambar IV- 43. Respon Sistem X dengan Gangguan.....	60
Gambar IV- 44. Respon Sistem Y dengan Gangguan.....	60