

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	VIII
UCAPAN TERIMA KASIH	IX
BAB I USULAN GAGASAN.....	1
1.1 Deskripsi Umum Masalah dan Kebutuhan.....	1
1.1.1 Complex Engineering Problem	4
1.2 Analisis Masalah	5
1.2.1 Aspek Teknis	5
1.2.2 Aspek Operasional.....	5
1.2.3 Aspek Keamanan	6
1.2.4 Aspek Ekonomi	6
1.2.5 Aspek Regulasi	6
1.3 Analisis Solusi Yang Sudah Ada.....	6
1.3.1 Pemantauan Manual oleh Petugas	7
1.3.2 Pemantauan Menggunakan CCTV	7
1.3.3 Pemantauan Menggunakan Kamera Termal.....	7
1.4 Kesimpulan Bab I.....	10
BAB II BATASAN DAN SPESIFIKASI.....	11
2.1 Dasar Penentuan Spesifikasi.....	11
2.1.1 Aturan dan Regulasi	11
2.1.2 Kebutuhan Teknologi	11
2.1.3 Integrasi dengan Sistem yang Ada	12
2.1.4 Spesifikasi Pertimbangan Ekonomi.....	12
2.1.5 Spesifikasi Keamanan dan Keandalan.....	13
2.2 Batasan dan Spesifikasi	15
2.2.1 Batasan Masalah	15
2.2.2 Spesifikasi Solusi.....	17
2.3 Pengukuran dan Verifikasi Spesifikasi.....	21
2.4 Kesimpulan Bab II.....	25
BAB III DESAIN RANCANGAN SOLUSI.....	26
3.1 Alternatif Usulan Solusi.....	26

3.1.1	Solusi Berbasis Sensor LiDAR.....	26
3.1.2	Solusi Berbasis Radar Gelombang Mikro	26
3.1.3	Solusi Berbasis Computer Vision.....	26
3.2	Analisis dan Pemilihan Solusi	26
3.2.1	Kriteria Pemilihan Alternatif Solusi	28
3.2.2	Analisis Model Arsitektur.....	29
3.2.3	Dasar Matematika Model YOLO	47
3.2.4	Analisis Alat Kamera	49
3.2.5	Analisis Alat <i>Computer Unit</i>	51
3.2.6	Analisis Opsi Alat Alerting	54
3.3	Desain Solusi Terpilih	56
3.3.1	Overview dari YOLOv11	57
3.3.2	Flowchart Sistem.....	57
3.3.3	State Transition Diagram.....	62
3.3.4	Ilustrasi Implementasi Perangkat.....	63
3.4	Jadwal dan Anggaran	65
3.4.1	Jadwal	65
3.4.2	Anggaran	67
3.5	Kesimpulan Bab III	68
BAB IV IMPLEMENTASI		69
4.1	Deskripsi Umum Implementasi	69
4.1.1	Detil Implementasi Machine Learning.....	76
4.1.2	Detil Implementasi Hardware.....	76
4.1.3	Detil Implementasi Maket Model Lingkungan.....	88
4.1.4	Detil Implementasi Keadaan Lingkungan	92
4.2	Prosedur Pengoperasian.....	95
4.2.1	Prosedur Pengoperasian Machine Learning	92
4.2.2	Prosedur Pengoperasian Hardware.....	92
4.3	Kesimpulan Bab IV	97
BAB V PENGUJIAN SISTEM		98
5.1	Skenario Umum Pengujian.....	98
5.1.1	Pengujian Sub-Sistem Deteksi.....	99
5.1.2	Pengujian Sub-Sistem Alerting	102
5.1.3	Pengujian Hardware	103

5.2	Detil Pengujian	105
5.2.1	Pengujian Sub-Sistem Deteksi.....	106
5.2.2	Pengujian Sub-Sistem Alerting	106
5.3	Analisa Hasil Pengujian	157
5.3.1	Analisa Pengujian <i>Dataset</i> Dengan YOLOv11n (Ultralytic)	157
5.3.2	Analisa Pengujian Class Obstacle	157
5.3.3	Analisa Pengujian Sistem Alerting	157
5.4	Keterbatasan dan Pengembangan Berkelanjutan	165
5.5	Kesimpulan Bab V	165
DAFTAR PUSTAKA.....		167