

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konsep operasi militer masa depan.....	5
Gambar 2.2	Arsitektur dari firmware <i>ArduPilot</i>	8
Gambar 2.3	Blok diagram algoritma PID	9
Gambar 2.4	Perbedaan antara kendali PID dan non-PID.....	9
Gambar 2.5	Fungsi algoritma EKF	10
Gambar 2.6	Perbandingan <i>steering</i> UGV dengan dan tanpa EKF	10
Gambar 2.7	Prinsip operasi VPN	11
Gambar 2.8	Perbedaan antara koneksi protokol UDP dan TCP.....	12
Gambar 3.1	Tampak Unit <i>Unmanned Ground Vehicle</i>	14
Gambar 3.2	Desain 3D Konsep Sistem.....	15
Gambar 3.3	Sub-sistem <i>existing</i> pada UGV.....	15
Gambar 3.4	Ilustrasi implementasi sistem pada UGV	16
Gambar 3.5	Ilustrasi implementasi sistem pada UGV (2).....	10
Gambar 3.6	Blok Diagram Sistem	17
Gambar 3.7	Desain Perangkat Keras.....	19
Gambar 3.8	Komponen GPS	20
Gambar 3.9	Komponen sensor kompas.....	22
Gambar 3.10	Komponen sensor IMU	23
Gambar 3.11	Komponen <i>motor driver</i>	24
Gambar 3.12	Mikrokontroller STM32F405RG	25
Gambar 3.13	Komponen mikrokontroller ATmega2560.....	26
Gambar 3.14	Mikrokomputer <i>Jetson Nano</i>	27
Gambar 3.15	Modem 4G LTE	28
Gambar 3.16	Desain skematik keseluruhan untuk papan sirkuit cetak.....	29
Gambar 3.17	Desain skematik sistem minimal mikrokontroller untuk papan sirkuit cetak	30
Gambar 3.18	Desain skematik sensor giroskop dan <i>accelerometer</i>	30
Gambar 3.19	Desain skematik sensor kompas	31
Gambar 3.20	Tampak lapisan pada papan sirkuit cetak.....	31
Gambar 3.21	Flowchart prosesor navigasi	32
Gambar 3.22	Mode operasi otonom pada UGV	32

Gambar 3.23	Mode operasi manual pada UGV	32
Gambar 3.24	Algoritma PID dan EKF	32
Gambar 3.25	Flowchart kontroller kendaraan.....	36
Gambar 3.26	Algoritma PID untuk sistem <i>steering</i> dan rem	37
Gambar 3.27	Alur komunikasi data UGV	38
Gambar 4.1	Desain papan sirkuit cetak yang akan dimanufaktur oleh JLCPCB	39
Gambar 4.2	Papan sirkuit cetak yang telah dimanufaktur.....	39
Gambar 4.3	Bentuk rute <i>Waypoint</i> 1	40
Gambar 4.4	Bentuk rute <i>Waypoint</i> 1.....	41
Gambar 4.5	Bentuk rute <i>Waypoint</i> 3.....	41
Gambar 4.6	Grafik perbandingan antara <i>Waypoint</i> , simulasi SITL, serta percobaan aktual pada rute <i>Waypoint 1</i>	44
Gambar 4.7	Grafik perbandingan antara <i>Waypoint</i> , simulasi SITL, serta percobaan aktual pada rute <i>Waypoint 2</i>	47
Gambar 4.8	Grafik perbandingan antara <i>Waypoint</i> , simulasi SITL, serta percobaan aktual pada rute <i>Waypoint 3</i>	48
Gambar 4.9	Grafik hasil pengumpulan data <i>ping</i> dengan 100 kali pengiriman paket data dari operator menuju UGV	49