

RANCANG BANGUN SISTEM AKUSISI DATA PARAMETER IDENTITAS PUNA1 LAPAN

Oleh:
Teguh Pandoyo*

Abstrak

Sebuah sub system elektronik dibutuhkan untuk membaca dan menyimpan data parameter identitas Pesawat Udara Nir Awak (PUNA1) LAPAN. Data inersia pesawat seperti percepatan pada tiga sumbu, kecepatan sudut putar pada tiga sumbu, defleksi elevator, defleksi aileron, defleksi rudder, defleksi throttle dan waktu pengukuran merupakan parameter utama yang wajib diukur untuk menentukan watak sikap PUNA, sedangkan parameter ketinggian dan posisi pesawat pesawat merupakan data tambahan untuk mempermudah dalam menganalisis data.

Sistem elektronik dirancang untuk mengukur sensor percepatan lateral , rate gyro , defleksi sayap dan throttle serta waktu pengukuran dengan kecepatan lebih dari 40 sampel perdetik. Data hasil pengukuran kemudian disimpan dalam flash rom agar dapat dibaca dan diolah kemudian pada waktu PUNA sudah mendarat.

Kata kunci : parameter , identitas , inersia

Abstract

An electronic sub-systems needed for reading and storing identity data parameters Unmanned Aircraft Vehicle (UAVI) LAPAN. Data such as aircraft inertial acceleration in three axes, angular velocity around the three axes, the deflection of the elevator, aileron deflection, rudder deflection, deflection of the throttle and time measurements are the main parameters that must be measured to determine the nature of the attitude of PUNA, while the height and position parameters of an aircraft fuselage additional data for ease in analyzing the data.

An electronic system designed to measure the lateral acceleration sensor, rate gyro, the deflection of the wing and the throttle and the time measurement at speeds of more than 40 samples per second. Measurement result data is then stored in the flash rom that can be read and processed later in the Puna has landed.

Key words: parameters, identity, inertia

1. PENDAHULUAN

Seorang bapak buah dalam sebuah perusahaan agar dapat dengan mudah mengendalikan seorang anak buahnya maka bapak buah tersebut harus mempelajari watak sikap anak buahnya tersebut. Untuk mengetahui watak sikap anak buah tersebut maka pihak anak buah diberi masukan beberapa parameter misalnya gaji upah, pujian/penghargaan, kenaikan pangkat dan lain sebagainya. Dengan adanya masukan ini maka pihak anak buah akan member reaksi/keluaran berupa misalnya: prestasi kerja, taat, disiplin dan lain sebagainya. Demikian juga apabila kita akan mengendalikan sebuah PUNA1 maka kita terlebih dahulu harus mengetahui watak sikap dari PUNA tersebut. Parameter masukan dari PUNA1 LAPAN ada empat buah masukan yaitu defleksi throttle, depleksi elevator, depleksi rudder dan depleksi aileron. Depleksi throttle akan berbanding lurus dengan percepatan arah horizontal maupun arah vertical yang perbandingan besarnya tergantung pada depleksi elevator, depleksi rudder dan depleksi aileron. Depleksi elevator akan mempengaruhi perubahan sudut pitch, depleksi aileron akan mempengaruhi perubahan sudut roll dan depleksi rudder akan mempengaruhi perubahan sebagian besar sudut yaw dan sebagian kecil sudut roll. Keluaran dari watak sikap PUNA1 LAPAN akan berupa gaya percepatan lateral pada arah tiga sumbu dan tiga buah kecepatan sudut (rotasi) pada tiga sumbu. Untuk mengukur kecepatan gerak rotasi dapat diukur dengan sensor rate gyro. Sensor rate gyro merubah kecepatan berputar sebuah benda pada sumbunya menjadi sebuah tegangan arus searah yang setara, jadi tegangan arus searah yang kita ukur akan

*Peneliti Bidang Avionik, Pusat Teknologi Penerbangan, LAPAN

menunjukkan sekian radian perdetik berputarnya benda atau pesawat tersebut pada sumbunya. Untuk mengukur gaya percepatan arah lateral dapat digunakan sensor accelerometer, sensor accelerometer merubah percepatan lateral menjadi sebuah tegangan arus searah yang setara, jadi tegangan arus searah yang kita ukur akan menunjukkan berapa meter/detik² percepatan lateral yang dialami oleh pesawat tersebut. Selain sensor percepatan dan sensor rate gyro masih diperlukan satu parameter lagi agar data percepatan lateral maupun kecepatan sudut dapat diintegrasikan maupun di turunkan yaitu parameter waktu kapan sensor-sensor tersebut dibaca.

Untuk keperluan mempercepat pengolahan data yang ribuan baris dalam sebuah uji terbang maka diperlukan sensor tambahan yaitu sensor untuk mengukur ketinggian. Data ini digunakan untuk melihat kapan dimulai dan diakhirinya fase climbing, fase cruise, dan fase turun pesawat. Untuk mengukur ketinggian dengan kesalahan kurang dari 0,6 meter dapat digunakan sensor barometer, sedangkan untuk mengukur ketinggian dengan kesalahan kurang dari 10 meter dapat digunakan GPS receiver.

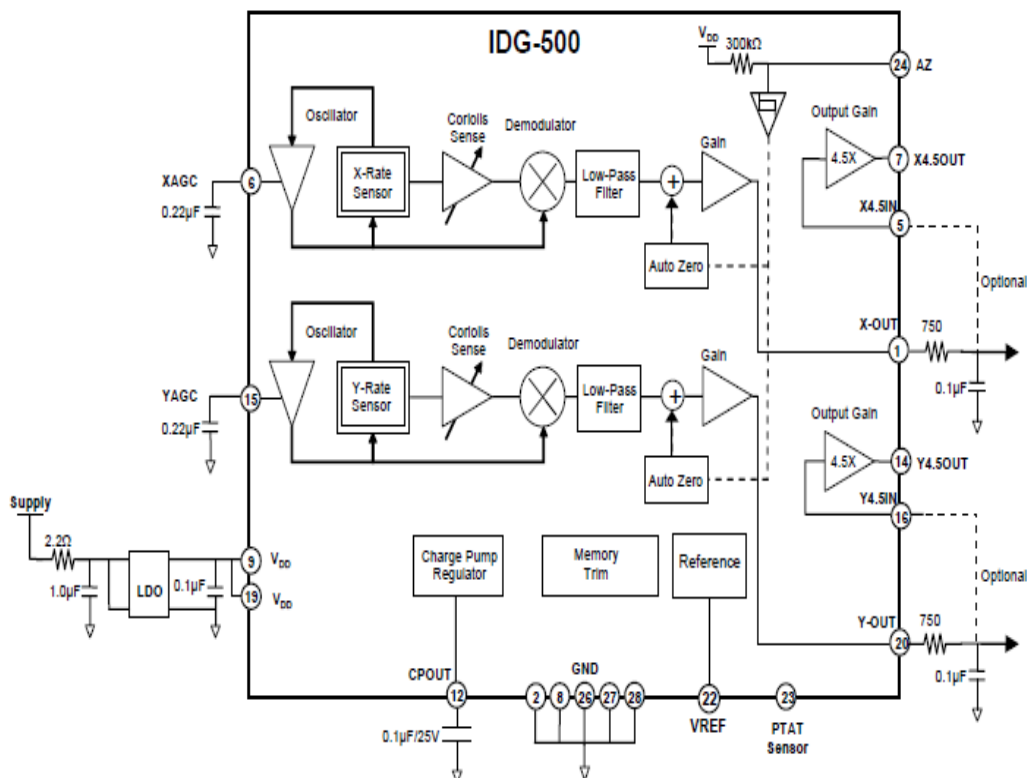
2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di LAPAN RUMPIN dengan pesawat tanpa awak LAPAN.

3. SISTEM DATA AKUSISI PUNAI LAPAN

3.1. Sensor Rate Gyro

Sensor rate gyro untuk sumbu x dan y digunakan chip IDG500 yang mempunyai blok diagram sebagai berikut:



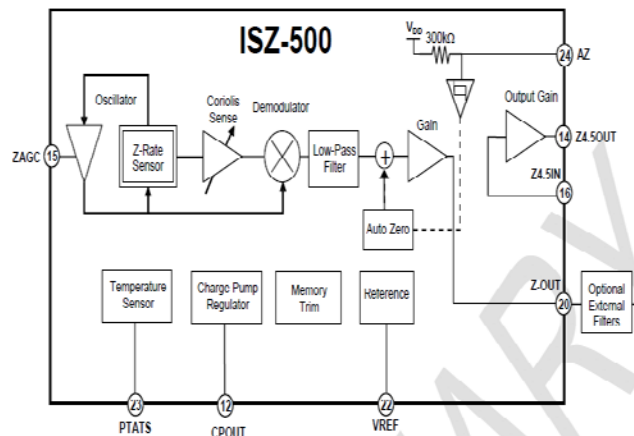
Gambar.3.1. Blok Diagram Sensor Rate Gyro IDG-500

Adapun spesifikasi rate gyro ini adalah sebagai berikut:

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SENSITIVITY					
Full-Scale Range	At X-OUT and Y-OUT At X4.5Out and Y4.5Out		± 500 ± 110		$^{\circ}/s$ $^{\circ}/s$
Sensitivity	At X-OUT and Y-OUT At X4.5Out and Y4.5Out		2.0 9.1		mV/ $^{\circ}/s$ mV/ $^{\circ}/s$
Initial Calibration Tolerance	At X-OUT and Y-OUT		± 6		%
Over Specified Temperature	At X-OUT and Y-OUT		± 10		%
Nonlinearity	At X-OUT and Y-OUT, Best Fit Straight Line		<1		% of FS
Cross-axis Sensitivity			± 1		%
REFERENCE					
Voltage (VREF)			1.35		V
Tolerance			± 50		mV
Load Drive			100		μA
Capacitive Load Drive	Load directly connected to VREF		100		pF
Power Supply Rejection	VDD= 2.7V to 3.3V		1		mV/V
Over Specified Temperature			± 5		mV

Gambar.3.2.Tabel Spesifikasi IDG500

Sedangkan untuk sensor rate gyro pada sumbu Z dipakai chip ISZ500SMD yang mempunyai blok diagram sebagai berikut:



Gambar.3.3.Blok Diagram Chip ISZ500SMD

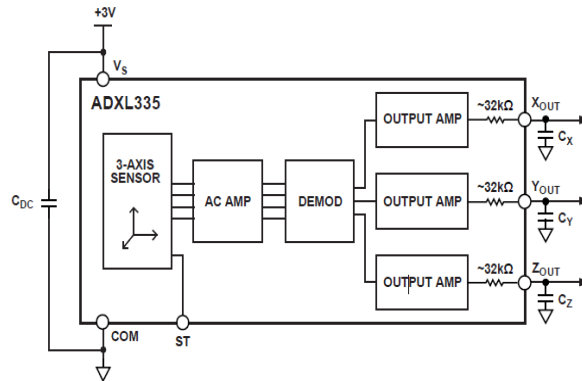
Chips isz500 ini mempunyai mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SENSITIVITY					
Full-Scale Range	At Z-OUT At Z4.5OUT		± 500 ± 110		$^{\circ}/s$ $^{\circ}/s$
Sensitivity	At Z-OUT At Z4.5OUT		2.0 9.1		mV/ $^{\circ}/s$ mV/ $^{\circ}/s$
Initial Calibration Tolerance	At Z-OUT		± 6		%
Calibration Drift Over Specified Temperature	At Z-OUT		± 10		%
Nonlinearity	At Z-OUT, Best Fit Straight Line		0.5		% of FS
Cross-axis Sensitivity			± 1		%
REFERENCE					
Voltage (VREF)			1.35		V
Tolerance			± 50		mV
Load Drive			100		μA
Capacitive Load Drive	Load directly connected to VREF		100		pF
Power Supply Rejection	VDD= 2.7V to 3.3V		1		mV/V
Reference Drift Over Specified Temperature			± 5		mV

Gambar.3.4.Tabel Spesifikasi Sensor ISZ500SMD

3.2.Sensor Accelerometer

Sensor accelerometer dipilih satu chip yang berisi tiga sensor accelerometer pada tiga sumbu X, Y, dan Z yaitu chip ADXL 335. Dipilih ADXL 335 dikarenakan diperkirakan gerakan PUNA tidak akan melebihi 3 kali percepatan gravitasi, sehingga pengukuran menjadi lebih teliti dibandingkan dengan menggunakan accelerometer dengan range lebih besar. Blok diagram chip ADXL335 ini adalah sebagai berikut:



Gambar.3.5.Blok Diagram Accelerometer ADXL335

Adapun spesifikasi accelerometer ini adalah sebagai berikut:

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
SENSOR INPUT					
Measurement Range	Each axis	±3	±3.6		g
Nonlinearity	% of full scale		±0.3		%
Package Alignment Error			±1		Degrees
Interaxis Alignment Error			±0.1		Degrees
Cross-Axis Sensitivity ¹			±1		%
SENSITIVITY (RATIOMETRIC)²					
Sensitivity at X _{OUT} , Y _{OUT} , Z _{OUT}	V _S = 3 V	270	300	330	mV/g
Sensitivity Change Due to Temperature ³	V _S = 3 V		±0.01		%/°C
ZERO g BIAS LEVEL (RATIOMETRIC)					
0 g Voltage at X _{OUT} , Y _{OUT}	V _S = 3 V	1.35	1.5	1.65	V
0 g Voltage at Z _{OUT}	V _S = 3 V	1.2	1.5	1.8	V
0 g Offset vs. Temperature			±1		mg/°C
NOISE PERFORMANCE					
Noise Density X _{OUT} , Y _{OUT}			150		µg/√Hz rms
Noise Density Z _{OUT}			300		µg/√Hz rms
FREQUENCY RESPONSE⁴					
Bandwidth X _{OUT} , Y _{OUT} ⁵	No external filter		1600		Hz
Bandwidth Z _{OUT} ⁵	No external filter		550		Hz
R _{FILT} Tolerance			32 ± 15%		kΩ
Sensor Resonant Frequency			5.5		kHz

Gambar.3.6.Spesifikasi ADXL335

3.3.Barometer

Sensor barometer digunakan sensor SMD085 buatan bosch yang mempunyai jangkauan pengukuran dari 60 sampai dengan 115 KPa. Sebagai alat untuk mengukur ketinggian SMD085 dapat mempunyai kesalah pengukuran maksimal 60 cm. Beriku ini adalah tabel spesifikasi dari SMD085

Operating Conditions

Absolute Pressure Sensor SMD085	
Operating temperature	-40 ... +130°C
Absolute pressure	60 ... 115 kPa
Supply voltage ¹⁾	4.5 ... 5.5 V
Overall accuracy ²⁾	1.0 kPa
Supply current at $V_{DD} = 5V$	8.5 mA typ.
Response time ³⁾	100 μ s
Lower limit at $U_S = 5 V$ ⁴⁾	0.3 V typ.
Upper limit at $U_S = 5 V$ ⁴⁾	4.8 V typ.
ESD (HBM)	2 kV
Ratiometricity error	0.006 V max.
Inverse polarity protection	300 mA

Gambar.3.7.Spesifikasi SMD085

3.4.Mikroprosesor Pengumpul Data

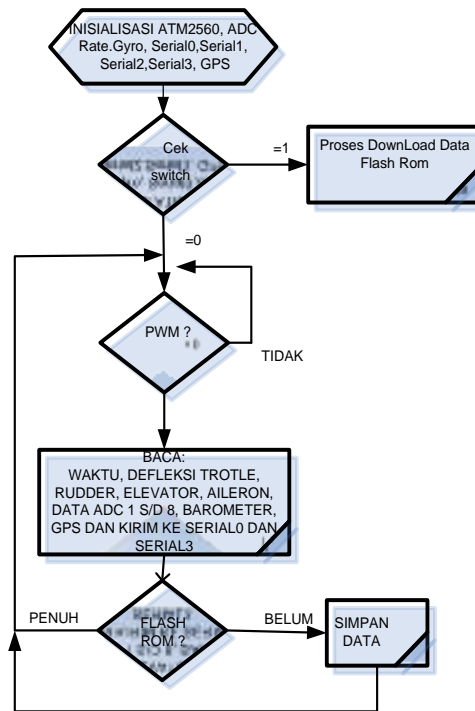
Pemilihan mikroprosesor yang tepat adalah mikroprosesor yang mempunyai masukan dan keluran Pulse Width Modulation (PWM) minimal empat pasang . Seperti diketahui bahwa defleksi sayap dan throttle digerakan oleh motor servo yang masukannya berupa sinyal PWM. Dalam rancangan ini dipilih mikroproseso AT Mega2560 yang mempunyai fasilitas antara lain:

- 8 masukan PWM dan 8 keluran PWM
- 4 buah serial port.
- 16 Analog masukan dengan ADC
- 256k Flash Program Memory, 8K SRAM, 4K EEPROM

Rangkaian elektronik secara lengkap ada pada lampiran, dibagi dalam dua gambar rangkaian yaitu gambar pertama merupakan rangkaian system dua prosesor dengan prosesor utama ATmega2560 dan prosesor pembantu untuk menangani pembacaan sensor dan penyimpanan data dipakai mikroprosesor ATmega8. Sedangkan gambar rangkaian elektronik kedua adalah kumpulan rangkaian sensor yang diperlukan dalam sebuah autopilot

3.5.Diagram Alir Perangkat Lunak

Berikut ini adalah diagram alir dari perangkat lunak, sedangkan realisasinya dikodekan dalam bahasa C versi arduino.



Gambar.3.8.Diagram Alir Perangkat Lunak

3.6. Analisa

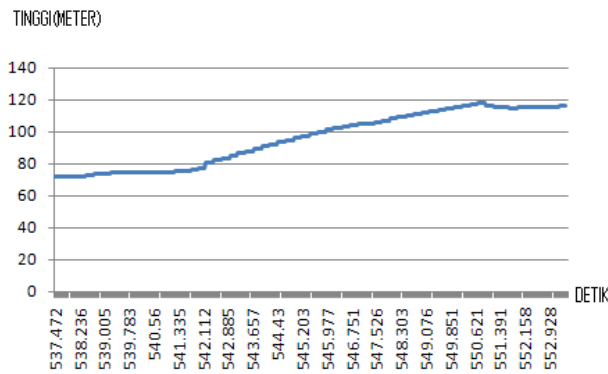
Data dari Flash Rom diolah dulu oleh ATmega2560 sebelum dikeluarkan dalam proses download. Pengolahan dalam mikroprosesor adalah menghitung sudut Euler tiap-tiap waktu pengukuran untuk mempermudah pengolahan data selanjutnya. Berikut ini adalah contoh format data keluaran dari system data akuisisi ini yang diterima oleh PC pada port serial dengan perangkat lunak Hyperterminal.

t(detik)	p	q	r	u'	v'	w'	eLe	aeI	thro	rudd
537.472	-0.114	0.250	-0.008	-1.742	-0.499	-7.887	1510	1164	1316	1503
537.516	0.059	0.321	-0.015	-0.933	4.174	-9.761	1514	1174	1341	1513
537.562	0.262	0.472	-0.008	-0.840	2.138	-13.926	1514	1152	1386	1514
537.607	0.269	0.515	-0.029	-0.585	1.513	-15.477	1517	1107	1404	1517
537.653	0.234	0.472	-0.051	-0.794	0.217	-12.885	1516	1106	1429	1504
537.696	0.094	0.643	-0.037	-1.580	-1.980	-13.996	1516	1106	1422	1507
537.742	0.164	0.708	-0.029	-0.100	-0.129	-15.453	1517	1121	1414	1506
537.786	0.255	0.608	-0.065	2.144	2.231	-7.193	1518	1172	1389	1508
537.833	0.143	0.722	-0.065	2.306	1.143	-4.855	1518	1180	1378	1508
537.877	0.129	0.636	-0.058	0.987	-0.476	-7.007	1518	1216	1335	1517
537.921	0.262	0.586	-0.080	0.038	0.518	-9.715	1516	1221	1352	1515
537.966	0.213	0.364	-0.094	3.023	0.472	-13.232	1516	1220	1363	1516
538.012	0.150	0.307	-0.108	3.046	-0.476	-16.263	1516	1231	1349	1506
538.056	0.150	0.243	-0.094	1.080	1.722	-12.399	1516	1244	1341	1510
538.103	0.101	0.164	-0.087	0.108	-0.221	-10.085	1519	1266	1317	1508
538.147	0.031	0.178	-0.058	0.686	0.403	-14.181	1537	1350	1245	1511
538.192	-0.037	0.064	-0.051	1.311	1.328	-14.690	1519	1356	1237	1517
538.236	-0.072	-0.114	-0.001	0.547	0.032	-11.173	1519	1382	1228	1505
538.283	-0.079	-0.128	0.055	2.514	0.865	-10.964	1520	1402	1207	1509
538.328	-0.282	-0.164	0.077	2.098	-0.591	-10.687	1519	1402	1204	1508
538.374	-0.107	-0.207	0.134	1.056	-0.661	-11.913	1519	1396	1224	1507
538.418	-0.044	-0.264	0.177	0.362	-0.106	-10.872	1519	1381	1235	1509
538.463	-0.219	-0.250	0.170	-2.043	1.236	-11.265	1518	1350	1250	1508
538.507	-0.044	-0.164	0.213	-0.585	0.032	-10.039	1517	1351	1244	1518
538.553	-0.044	-0.236	0.177	-0.100	0.125	-8.257	1525	1384	1235	1512
538.598	0.122	-0.214	0.170	-0.678	0.935	-8.349	1532	1407	1207	1514
538.644	-0.037	-0.171	0.098	-3.316	2.971	-6.892	1525	1417	1198	1513
538.689	0.003	-0.136	0.091	-2.483	1.536	-7.007	1527	1439	1185	1514
538.735	-0.107	-0.207	0.070	-1.488	0.703	-6.753	1526	1435	1190	1513
538.777	-0.107	-0.171	0.063	-1.465	0.241	-8.442	1531	1433	1206	1516
538.823	-0.107	-0.222	0.055	-1.303	1.374	-8.812	1532	1414	1237	1517

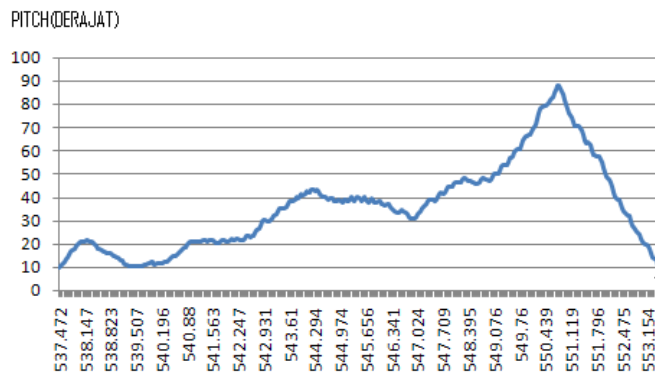
Gambar.3.9.a.Contoh Format Keluaran Data

pitch	roll	yaw	jml.sat	lintang	bujur
9.92	61.46	312.32	sat=10	-63375.0181	106624.3400
10.34	60.07	311.64	sat=10	-63375.0181	106624.3400
11.17	59.34	311.34	sat=10	-63375.0181	106624.3400
12.39	59.02	311.41	sat=10	-63375.0181	106624.3400
13.46	59.91	312.31	sat=10	-63375.0181	106624.3400
14.30	60.60	312.02	sat=10	-63374.9927	106624.3400
15.72	60.90	312.17	sat=10	-63374.9927	106624.3400
16.92	61.28	312.22	sat=10	-63374.9927	106624.3400
17.36	61.55	312.67	sat=10	-63374.9927	106624.3400
18.03	62.58	312.44	sat=10	-63374.9927	106624.3400
19.27	62.94	312.77	sat=10	-63374.9927	106624.3400
19.90	66.93	313.76	sat=10	-63374.9702	106624.3400
20.46	71.21	313.04	sat=10	-63374.9702	106624.3400
20.90	70.03	313.69	sat=10	-63374.9702	106624.3400
21.18	71.43	313.87	sat=10	-63374.9702	106624.3400
21.27	72.89	314.43	sat=10	-63374.9702	106624.3400
21.44	73.27	316.09	sat=10	-63374.9702	106624.3400
21.44	73.35	316.75	sat=10	-63374.9448	106624.3400
21.36	74.34	317.89	sat=10	-63374.9448	106624.3400
20.85	76.16	319.95	sat=10	-63374.9448	106624.3400
20.74	71.94	319.31	sat=10	-63374.9448	106624.3400
19.99	72.19	319.30	sat=10	-63374.9448	106624.3400
19.04	70.42	319.13	sat=10	-63374.9199	106624.3400
18.24	70.36	319.06	sat=10	-63374.9199	106624.3400
18.06	67.35	319.42	sat=10	-63374.9199	106624.3400
17.44	73.01	319.19	sat=10	-63374.9199	106624.3400
16.97	71.53	319.18	sat=10	-63374.9199	106624.3400
16.89	73.94	319.24	sat=10	-63374.9199	106624.3400
16.24	77.51	320.05	sat=10	-63374.8950	106624.3400
16.04	77.83	320.30	sat=10	-63374.8950	106624.3400
16.09	78.13	320.96	sat=10	-63374.8950	106624.3400

Gambar.3.9.b.Contoh Format Keluaran Data(lanjutannya)



Gambar.3.10.a.Contoh Grafik Pase Climbing PUNA.LAPAN



Gambar.3.10.b.Contoh Grafik Pase Climbing PUNA.LAPAN

4. KESIMPULAN

- Dari contoh format data keluaran dapat disimpulkan bahwa pengambilan sampel baca paling sedikit membutuhkan waktu 44 milidetik sedangkan paling banyak 47 milidetik. Pengambilan sampel berdasarkan waktu dimulainya pulsa PWM dari remote kontrol.
- Dengan adanya data rate gyro pada tiga sumbu (p, q, r), data percepatan pada tiga sumbu (u', v', w'), sudut pitch pesawat dan waktu pembacaan maka dapat ditentukan matrik identitas watak sikap pesawat (lihat daftar pustaka [6])

DAFTAR PUSTAKA

- Cooper,G.R. dan Mc.Gillem, C.D. “*Modern Communications and Spread Spectrum* “, New York : Mc.Graw Hill. 1986.
- Dixon, RC, “*Why Spread Spectrum*”, IEEE Communications Society Magazine, Vol.13,Juli. 1975.
- G.M.Voorsluijs J.A.Mulder “*Parameter Dependent Robust Control For A Rotorcraft UAV*”, AIAA Guidance, Navigation, And Control Conference ,15-19 August 2005 San Francisco.
- J.Kaloust C.Ham Z.Qu “*Non Linear Autopilot Control Design For a 2DOF Helicopter Model*”, IEE Proceeding Online No.19971638
- P.Kanosvsky L.Smrcek “*Simulation Of UAV System*”, Czech Technical University Publishing House, Vol.45 No.2/2005
- S.A.Salman A.G.Sreenatha, “*Nonlinear Identification of Unmanned Aircraft Vehicle*”, ACSE 05 Conference, 19-21 Desember 2005, CICC, Cairo, Egypt
- Utlaut, W.F.”*Spread Spectrum Principles and Possible Application to Spectrum Utilization and Allocation*” IEEE Communications Society Magazine, Vol.16, September. 1978.
- www.arduino.cc/en/Reference/Homepage
- www.code.google.com/Ardupilot-mega
- http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/Datasheet_IDG500.pdf
- <http://www.invensense.com/mems/gyro/documents/PS-ISZ-0500-00-03.pdf>
- www.bosch-sensortec.com/.../SMD085_V1_
- www.atmel.com/dyn/resources/prod.../doc2549.pdf

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA UMUM

Nama Lengkap : Teguh Pandoyo
Tempat & Tgl. Lahir : Grobogan / 1962-01-04
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Instansi Pekerjaan : LAPAN
NIP. / NIM. : 19620104 198802 1 001
Pangkat / Gol. Ruang : Penata – III/d
Jabatan Dalam Pekerjaan : Perekayasa
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

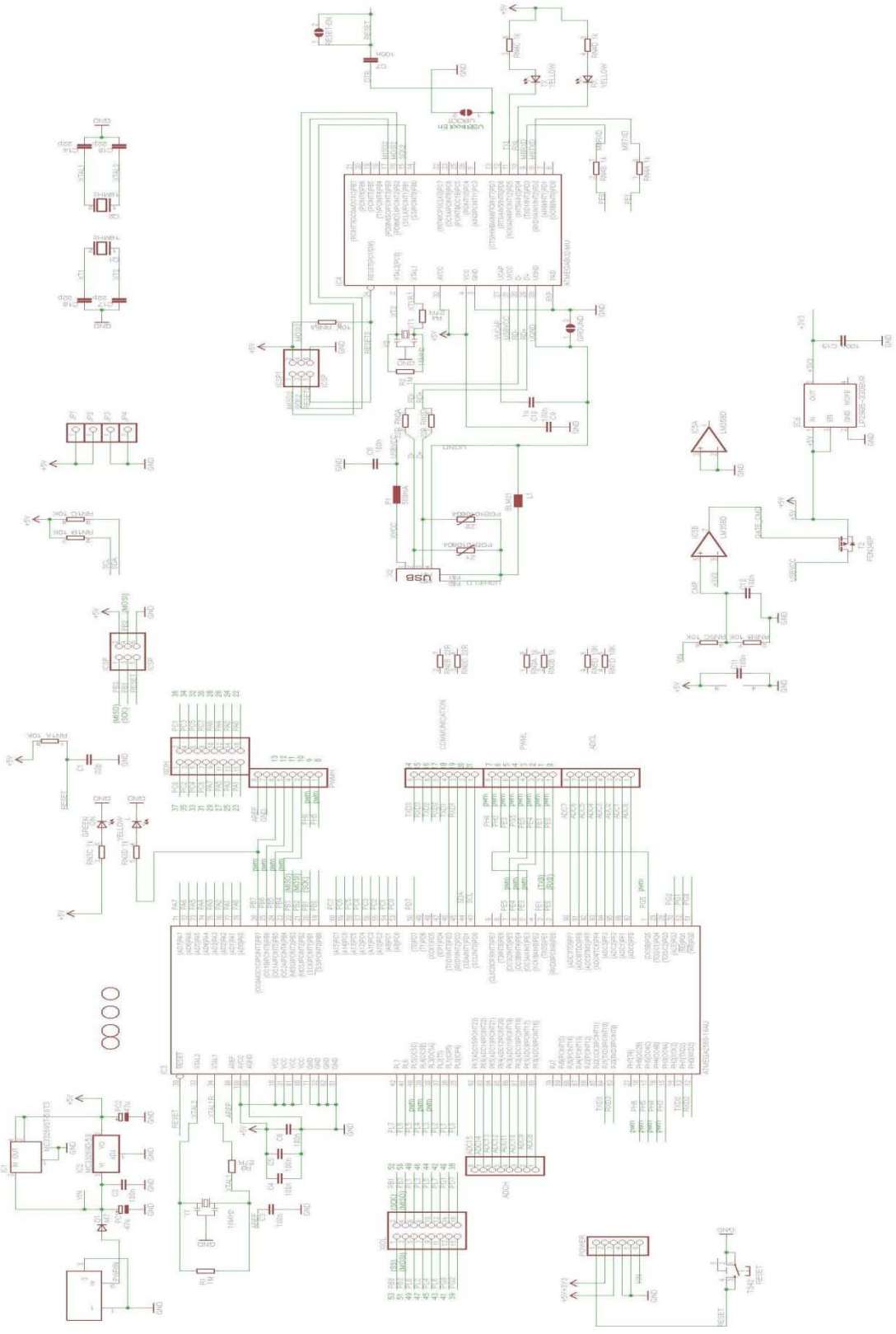
SLTA : SMU Negeri Salatiga Tahun : 1981
STRATA 1 (S.1) : Teknik Elektro – UGM Tahun : 1987

ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Anggrek I/2 Perumnas Bumi Suradita
Alamat Kantor / Instansi : Jalan Raya Lapan, Cisauk – Rumpin -Bogor
Telp. : 021 - 75790038

LAMPIRAN 1

Rangkaian Mikroprosesor Atmega 85C50 8 M Mega 8 Modul Pengumpul Data



LAMPIRAN.2

Rangkaian Sensor Rate Gyro + Accelerometer + Barometer + Flash Rom + FTDI

