

RANCANG BANGUN TRACKING ANTENNA BERBASIS DATA POSISI GPS(GLOBAL POSITIONING SYSTEM) MENGGUNAKAN POLOLU MAESTRO SERVO CONTROLLER

Sunar, Yanuar Prabowo
Bidang Avionik, Pusat Teknologi Penerbangan, LAPAN

Abstrak

Tujuan penting untuk dicapai dalam pengoperasian misi LSU(Lapan Surveillance UAV) adalah stabilitas dan kontinuitas penerimaan data dari sistem navigasi dan payload UAV ke GCS(Ground Control Station) atau sebaliknya. Keandalan komunikasi data uplink dan downlink menjadi faktor penentu keberhasilan misi. Dibutuhkan pengarah sekaligus penjejak posisi LSU saat terbang berupa Antena Tracker agar antena di GCS bisa selalu mengarah ke posisi terbang LSU setiap saat. Informasi posisi Longitude, latitude, dan altitude(ketinggian) dari GPS dikirim ke GCS melalui jalur downlink radio telemetry, kemudian data posisi ini diproses oleh Pololu Maestro Servo Controller untuk menggerakkan servo antena mengarah ke posisi LSU. Setting parameter-parameter servo di software maestro controller dilakukan dengan tepat dengan setting kalibrasi di software mission planner. Tracking Antenna bekerja sesuai rancangan yaitu bisa mengikuti arah posisi terbang LSU setiap saat.

Kata Kunci : Tracking Antenna, GPS, pan, tilt, Maestro Controller, Mission Planner

Abstract

One of the important objectives in operation mission of LSU (Lapan Surveillance UAV) are the stability and continuity receiving data of navigation system and payload from UAV into GCS (Ground Control Station) or conversely. Communication reliability of downlink and uplink data become critical factor for successfully mission. Tracking antenna need for pointing and tracking position of LSU, so the antenna receiver in GCS can be always pointing to the flying direction of LSU. Position information of longitude, latitude, and altitude (height) send to GCS through radio telemetry downlink, then the data processed by Pololu Maestro Servo Controller for driving servo movement to pointing LSU position. Setting the parameters in the maestro controller software and calibration in mission planner software conducted precisely. Tracking Antenna was working accordance following directions of LSU flying any time.

Keyword: Tracking Antenna, GPS, pan, tilt, Maestro Controller, Mission Planner

1. PENDAHULUAN

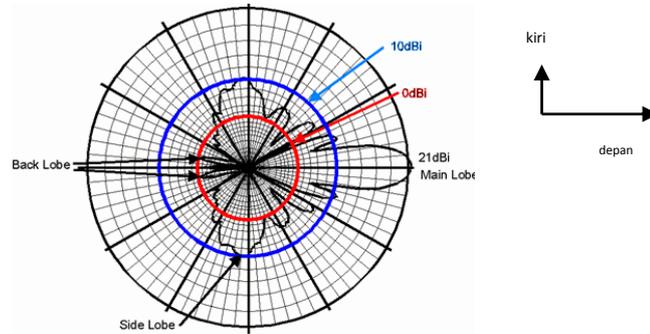
Pusat Penerbangan LAPAN telah berhasil mengembangkan LSU (*LAPAN Surveillance UAV*). Dalam menjalankan misinya diperlukan stabilitas dan kontinuitas penerimaan data-data sistem navigasi dan *payload* UAV ke GCS (*Ground Control Station*) dan sebaliknya. Faktor penting untuk mendapatkan stabilitas dan kontinuitas ini adalah kemampuan jarak jangkauan radiasi antena radio telemetry dan ketepatan arah antara sistem pemancar dengan sistem penerima radio telemetry yang digunakan dalam sistem UAV. Radio telemetry bekerja menggunakan media udara sebagai media pengiriman atau penerimaan data dengan menggunakan antena. Antena memiliki pola radiasi yang berbeda-beda sesuai dengan konfigurasi. Dalam sistem antena *tracker* yang dibahas kali ini menggunakan tipe antena grid dan omni. Contoh pola radiasi antena dapat dilihat dalam gambar 1-1.

Pancaran yang paling baik adalah pancaran arah ke depan antena (*main lobe*). Pancaran antena yang diperlihatkan dalam gambar 1.1 merupakan diagram jangkauan *patch* area pancaran antena dilihat dari atas. Sistem deteksi kuat sinyal radio dapat digunakan sebagai metode tracking wahana terbang, bisa untuk *tracking* roket seperti yang dikembangkan Satria Gunawan dkk [1].

Dari gambar 1-1 dapat dilihat bahwa ada dua ukuran pancaran samping yang cukup baik yang dapat digunakan saat pesawat LSU berada di belakang antena. Dengan memilih menggunakan pancaran sisi samping dan belakang ketika terbang di belakang antena. Begitu pesawat melewati 90 derajat ke kiri, antena akan berputar 90 derajat tepat dalam upaya untuk menempatkan pesawat di pancaran kiri. Ini akan mencoba untuk mengikuti pesawat dan menyimpannya di pancaran kiri hingga mencapai titik akhir kiri, pada waktu itu akan berputar ke sisi pancaran kanan dan terus berputar sampai pesawat dapat dicapai dengan pancaran utama lagi. Dalam beberapa kasus, servo *pan* tidak memungkinkan mengikuti pergerakan sampai 180 derajat dan dalam skenario kasus terburuk ini, GCS akan mencoba untuk menggunakan *pole*(kutub pancaran) kecil belakang ketika pesawat sudah dekat 180 derajat dari tanda *tracker* 0 derajat. Dalam situasi ini, antena akan mengarah langsung menjauh dari pesawat dan miring ke bawah menuju tanah dalam upaya untuk mendapatkan jalur ke atas terbaik antara *pole* belakang

dengan pesawat^[2]. Jangkauan ini sangat kecil di *pole* belakang jadi ini bukan cara yang baik untuk misi terbang. Jika memiliki cakupan setidaknya 180 derajat pada servo *pan* (horizontal) akan menghilangkan penggunaan *pole* belakang ini.

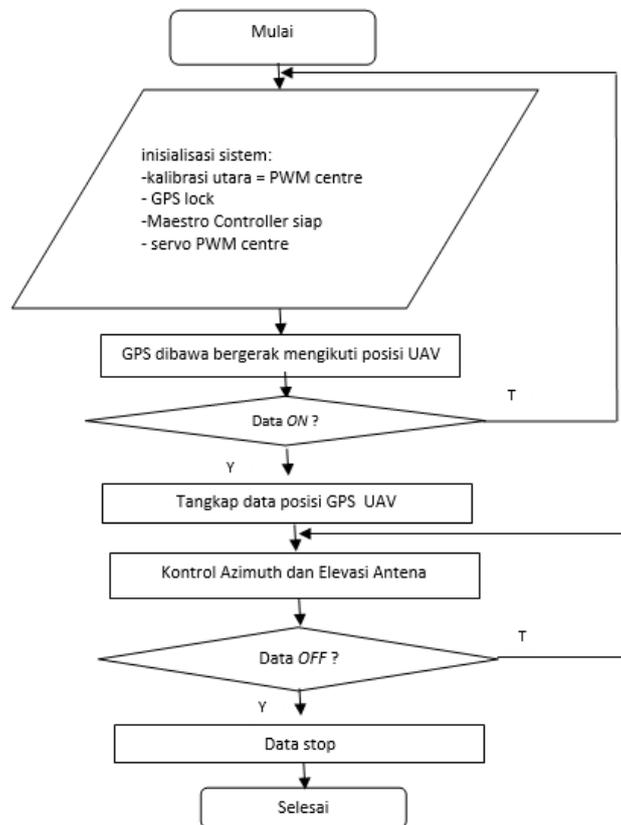
Agar jangkauan pancaran lebih jauh dan arah antenna di GCS lebih terarah ke pesawat LSU, maka dirancang *tracking antenna* ini. Sistem berbasis data posisi GPS dan menggunakan 2 buah servo untuk arah pergerakan horizontal sudut azimuth (*pan* servo) dan arah gerakan vertikal sudut elevasi (*tilt* servo). Perlu diperhatikan sistem tracking yang dirancang dalam tulisan ini berbasis data GPS.



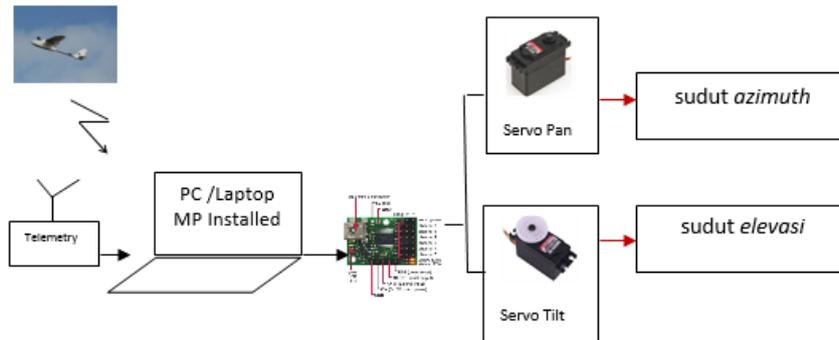
Gambar 1-1 Pancaran antenna

2. RANCANGAN SISTEM

Rancang bangun dimulai dengan menyusun diagram alir (*flow chart*) cara kerja keseluruhan sistem, mentabulasi kebutuhan semua sub sistem beserta penjelasannya dan menyusun blok diagramnya. Sistematika cara kerja sistem digambarkan dalam *flow-chart* gambar 2-1, sedangkan blok diagram pada gambar 2-2.



Gambar 2-1 Flow chart Algoritma cara kerja sistem



Gambar 2-2 Blok diagram sistem

2.1 Data NMEA GPS

GPS digunakan oleh LSU sebagai pemberi informasi kepada antenna tracker mengenai letak dan posisi dari LSU (*longitude, latitude*) serta ketinggian, kecepatan terbang, dan lain – lain. Dalam tulisan ini jenis GPS yang digunakan adalah model U-Blox LEA 6H.



Gambar 2-3 Receiver GPS U-Blox LEA 6H

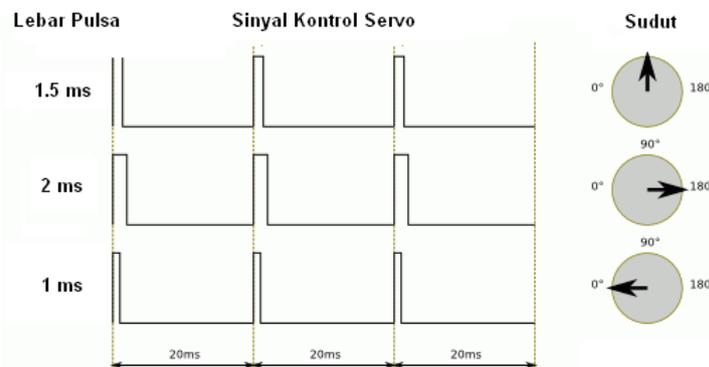
Fitur-fitur GPS yang digunakan memenuhi kebutuhan perancangan[7] :

GPS menghasilkan beberapa data seperti GPGGA, GPRMC, GPGSV, GPGSA, GPGLL. Dalam rancang bangun antenna tracker ini data yang akan dipergunakan adalah data GPRMC. Berikut ini format data dari GPRMC:

\$GPRMC,101025.20,A,0622.45836,S,10637.68524,E,1.706,,250515,,,A*6C<CR><LF>

2.2 Motor Servo

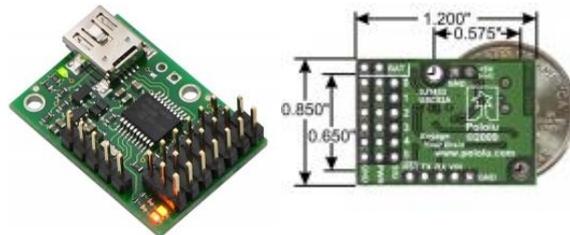
Sistem mekanik penggerak antenna tracker menggunakan motor servo. Motor dengan sistem pengoperasian gerak berdasarkan modulasi lebar pulsa (PWM-*Pulse Width Modulation*) sebagai sinyal masukkan. Besar perputaran sudut motor servo dipengaruhi oleh besar PWM yang masuk. Pada umumnya, range PWM sebuah motor servo sekitar 1000 μ s untuk posisi sudut minimal sampai dengan sekitar 2000 μ s untuk posisi sudut maksimal. *Center point* atau posisi netral dari sebuah servo biasanya memiliki pulsa dengan besar sekitar 1500 μ s, lebih jelas dapat dilihat gambar 2-4 sebagai ilustrasinya.



Gambar 2-4 Tampilan sinyal pulsa PWM [8]

2.3 Maestro Pololu Servo Controller

Pololu Servo Controller memiliki 4 varian produk[2] yaitu micro maestro 6, mini maestro 12, mini maestro 18 dan mini maestro 24. Angka pada seri produk menunjukkan jumlah port controller servo yang dimiliki, 6 berarti mampu mengontrol sebanyak 6 buah servo, 12 berarti mampu mengontrol sebanyak 12 buah servo dan seterusnya. Dalam rancang bangun ini menggunakan tipe micro maestro 6, karena hanya butuh 2 buah port untuk mengontrol servo *pan* dan *tilt*.



Gambar 2-5 Micro Maestro 6

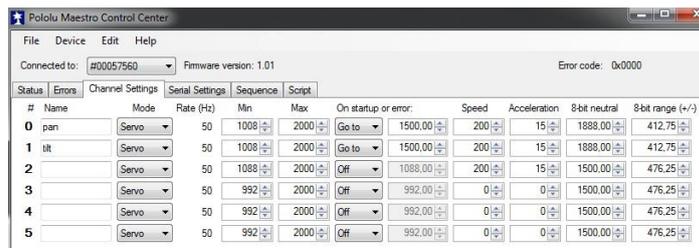
Feature yang dimiliki Micro Maestro 6 yang digunakan dalam perancangan adalah[2]:

- resolusi lebar pulsa $0.25\mu\text{s}$ (berkorelasi sekitar 0.025° jarak putaran servo).
- jarak lebar pulsa PWM dapat diset dari 64 sampai $3280\ \mu\text{s}$
- kecepatan dan percepatan servo dapat dikontrol pada masing-masing kanal port
- masing-masing kanal dapat disetting bergerak sampai posisi sudut tertentu atau dinonaktifkan
- kanal port satu dan port dua disetting sebagai output.
- Board dapat diberi power supply dari kabel USB atau baterai 5-16 V, atau regulator 5 V

2.3.1 Setting dan Kalibrasi Servo

Servo yang digunakan dalam rancangan ada 2 buah servo, untuk arah gerak horizontal (sudut *pan* servo) dan untuk arah gerak vertikal (sudut *tilt* servo). Arah horizontal *range* gerakannya $0-180^\circ$, arah vertikal *range* gerakannya $0-90^\circ$ menggunakan servo tipe TGY-58166M. Dengan menggunakan *software* sertaan *maestro controller*, bisa dilakukan setting servo seperti gambar 2-6 berikut:

a. Channel Setting



Gambar 2-6 Setting parameter servo di *software* Pololu Maestro

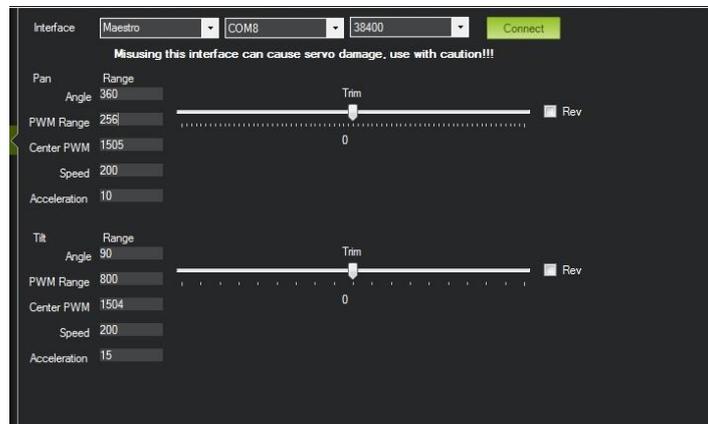
Parameter-parameter yang disetting meliputi nomer servo: port 0 servo *pan*, port 1 servo *tilt*, name(pan dan tilt), mode : servo, Rate: 50 Hz, PWM Min pan :1008 uS, PWM Max pan: 2000 uS, PWM Min tilt :1008 uS, PWM Max tilt: 2000 uS, Speed:200, Acceleration:15, 8-bit neutral: 8-bit range:412,75.

b. Serial setting

- Setting baudrate: 38400 bps
- Setting maestro bekerja dengan usb cable kemudian klik tombol "apply settings".

Setting maestro controller selesai dan dengan menggerakkan tombol slider mestinya hasil gerakan sudut servo sesuai dengan setting yang diinginkan. Kemudian di *software* mission planner

masukkan *range* sudut yang telah diset di maestro controller. Jika 90° ke kiri dan ke kanan, maka di *range* mission planner masukkan 180°. Masukkan *range* nilai PWM dari nilai yang diperoleh di maestro controller (nilai max – min). Lokasi home mission planer digunakan sebagai lokasi *tracker*, jadi pastikan bahwa posisinya benar. Tampilan setting dapat dilihat di gambar berikut.



Gambar 2-7 setting di *software* antenna tracker pada Mission Planner (MP)

2.4 Komunikasi Radio Modem

Radio Modem digunakan untuk mentransmisikan data dari *transceiver* ke *receiver* yang mempunyai frekuensi tertentu. Dibutuhkan dua buah radio modem, satu buah dipasang di LSU menggunakan radio Xtend OEM RF (lihat gambar 2.8) dan yang kedua sebagai *receiver* dipasang di Laptop GCS (Ground Control Station) yaitu Xtend PKG RF. Radio modem ini harus selalu dilengkapi dengan antena untuk media transmisi data. Radio modem di LSU menggunakan antena omni, untuk di GCS menggunakan antena omni high gain dan antena grid parabolic, sedangkan untuk antena video receiver menggunakan antena omni high gain dan *helical*.



(a) OEM RF



(b) PKG RF

Gambar 2-8 Radio modem Xtend (www.digi.com)

Berikut beberapa fitur dan spesifikasi yang dimiliki Xtend OEM RF[12] :

- 1) Frekuensi kerja antara 902 – 928 MHz
- 2) Jangkauan jarak pantau hingga 40 mil (64 km) dengan *high gain antenna* dan 14 mil (22 km) dengan 2,1 dB antena
- 3) Daya transmisi sebesar 1mW – 1W (0 - 30 dB)
- 4) Sensivitas *receiver* -110 dBm (9600 bps) , -100 dBm (115.200)
- 5) 9600 bps atau 115.200 bps *data rate*
- 6) Menggunakan modulasi FSK (*Frequency Shift Keying*)
- 7) Kemampuan enkripsi data 256 bit / 128 bit
- 8) Mendukung untuk digunakan dalam berbagai topologi jaringan antara lain *point to point*, *point to multipoint*, *repeater*, dan *mosh*
- 9) Membutuhkan suplai tegangan 7 – 28 volt
- 10) Mampu beroperasi pada suhu sekitar -45° C - 80° C

3. HASIL DAN ANALISA

Hasil rancang bangun dapat dilihat pada gambar 4-1. Antena digunakan sebagai alat penangkap sinyal yang dikirimkan oleh radio modem *transmitter* dari LSU. Ada 4 antena, 2 buah antena omni, 1 buah antena helical dan 1 buah antena grid parabolic. Antena omni digunakan untuk jarak pendek sedangkan antena helical dan grid parabolic untuk jarak jauh. Antena parabolic *high gain* terhubung dengan radio modem Xtend PKG RF. Antena helical untuk video *receiver* Tampilan antena bisa dilihat pada gambar 3-1 di bawah.

Saat pengujian, kalibrasi 0° ditetapkan dengan arah utara bumi dan sudutnya bertambah searah dengan jarum jam. Dalam rancang bangun antena *tracking* ini menggunakan servo *pan* dengan jangkauan sudut 180°. Idealnya harusnya menggunakan servo *pan* dengan jangkauan 360° sehingga bisa menjangkau seluruh pergerakan posisi LSU meski berada di belakang antena *tracking*. Dengan demikian pengujian hanya bisa dilakukan untuk mentracking posisi LSU di depan antena. Akurasi dan ketelitian *tracking* sangat ditentukan dengan kepresisian konversi PWM menjadi pergerakan sudut servo. Hasil pengujian konversi PWM Mission planner ke posisi sudut servo ditampilkan dalam tabel 4-1.



Gambar 3-1 Hasil Rancang bangun Antenna Tracker

Tabel 4-1 Pengujian konversi PWM ke posisi sudut servo antena tracker

Servo	Nilai MP (Mission Planner)	Nilai PWM (μ s)	Pengamatan Servo dgn Busur ($^{\circ}$)	Pergerakan Nilai MP ($^{\circ}$)	Kondisi Antena Tracking	Faktor Kesalahan (%)
Pan	90	1000	3	0	OK	3.00
	60	1166	31	30	OK	3.22
	30	1333	64	60	OK	6.25
	0	1500	93	90	OK	3.22
	-30	1666	120	120	OK	0.00

	-60	1833	148	150	OK	1.33
	-90	2000	180	180	OK	0.00
Tilt	45	1000	3	0	OK	3.00
	30	1166	16	15	OK	6.25
	15	1333	32	30	OK	6.25
	0	1500	48	45	OK	6.25
	-15	1666	62	60	OK	3.22
	-30	1833	78	75	OK	3.84
	-45	2000	93	90	OK	3.22
Rata – rata faktor kesalahan						
				Pan		2.43
				Tilt		4.57

Setelah diperoleh data berupa nilai pengamatan servo (diukur menggunakan busur) dan nilai pergerakan MP, maka bisa dihitung persentase faktor ketelitiannya dengan rumus :

$$FK(\%) = \frac{N.Peng - N.Per}{N.Peng} \times 100 \quad (3.1)$$

N.Peng: Nilai Pengukuran/pengamatan, N.Per:Nilai Pergerakan.

Setelah nilai faktor kesalahan (FK) masing – masing ditemukan, maka untuk mencari nilai rata – rata faktor kesalahan bisa menggunakan rumus:

$$Rata - rata FK(\%) = \sum_n^0 FK_n \quad (3.2)$$

dimana :

FK = persentase faktor kesalahan tiap keadaan

n = jumlah keadaan

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Telah berhasil dilakukan rancang bangun antenna *tracking* berbasis data GPS. Maestro *Controller* digunakan untuk mengkonversi perubahan data-data PWM dari *software* MP menjadi data-data sudut pergerakan servo *pan* dan *tilt*. Konversi ini menghasilkan kombinasi arah sudut antenna yang sangat akurat dengan nilai kesalahan sekitar 2,43% arah horisontal dan 4,57% arah vertikal. Sistem antenna *tracking* ini sangat bermanfaat untuk pengembangan *long range data link* yang menjadi tujuan yang ingin dicapai yaitu prestasi *long range* telemetri dan *video realtime* LSU yang sedang dikembangkan LAPAN. Untuk meningkatkan performa antenna *tracking* bisa diterapkan prinsip controller sebagaimana seperti dikembangkan oleh Ramadhani Kurniawan Subroto dkk[12] dan didukung pengadaan motor servo dengan jangkauan sudut 360° untuk jangkauan *pan*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada Kepala Bidang Avionik, Kapus Pustekbang LAPAN yang telah mendukung penyediaan bahan-bahan rancang bangun antenna *tracking*. Terimakasih pula kepada Suryani, Prasepvianto, Husein, dan teman-teman bidang avionik sehingga percobaan pada penelitian ini dapat dilakukan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Satria Gunawan Zein dan Sri Kliwati, *Penerapan Lowpass Filter untuk Memperbaiki Hasil Estimasi Sudut Pada Sistem Radio Tracking Roket*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI) Yogyakarta, 19 Juni 2010
- 2) *Pololu Maestro Servo Controller User's Guide*, © 2001–2014 Pololu Corporation
- 3) <https://code.google.com/p/happykillmore-gcs/wiki/Tracking>

- 4) <http://copter.ardupilot.com/wiki/common-antenna-tracking/common-mission-planner-gps-based-antenna-tracking/>
- 5) Edy Rahmat Juma, Heroe Wijanto, Unang Sunarya, *Implementasi dan Analisis Kinerja Sistem Automatic Tracking Control Polarisasi Antena Penerima Frekuensi 433 MHz Berbasis GPS*, Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
- 6) Muhammad Cakra Megasakti, *Rancang Bangun Auto Tracking Dengan Menggunakan Microcontroller, GPS, Sat Finder dan Digital Compass Untuk Sinkronisasi Azimuth Antena Terhadap Satelit Cakrawala-2*, Universitas Indonesia, Skripsi 2010
- 7) uBlox, LEA 6 uBlox 6 GPS Modules Data Sheet, https://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/LEA-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09004%29.pdf, diakses Mei 2015
- 8) Ginanto, Novika, 2012, *Kendali Motor Servo dengan Pulse Width Modulation (PWM) pada Mikrokontroler AVR*, <https://novikagianto.wordpress.com/2012/04/01/kendali-motor-servo-dengan-pulse-width-modulation-pwm-pada-mikrokontroler-avr/>, diakses April 2015
- 9) Wahyu Widada dan Sri Kliwati, *Analisa Sistem Scondary Surveillance Radar Untuk Tracking Roket*, Seminar Nasional Informatika 2008 (semnasIF 2008) UPN "Veteran" Yogyakarta, 24 Mei 2008
- 10) Wahyu Widada, *Metode Penggabungan Beberapa Penerima GPS untuk Meningkatkan Akurasi dan Keandalan Sistem Penjejak Roket Balistik*, Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 12 No. 1 Juni 2014 : 1-10
- 11) Mochamad Nurdiansyah, *Perancangan dan Implementasi Kontroler PID untuk Tracking Waypoint pada Sistem Navigasi UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Berbasis GPS (Global Positioning System)*, Proceeding Seminar Tugas Akhir Januari 2011
- 12) Ramadhani Kurniawan Subroto, Ir. Rusdhianto Effendi Abdul Kadier, M.T., *Peningkatan Performansi Pengaturan Posisi Motor DC untuk Sistem Tracking Menggunakan Kontroler Optimal Sliding Mode*, 1st Indonesian Student Conference on Satellite, Surabaya, December 17, 2011.