

Prototipe Antena Tracker Menggunakan Motor Stepper Nema 23 sebagai Aktuator 2 Axis

Satria Gunawan Zain¹, Nirwana²

Universitas Negeri Makassar

Email: SG.Zain@gmail.com

Abstrak. Tujuan makalah ini adalah menghasilkan prototipe antena tracker menggunakan motor stepper NEMA 23 sebagai sistem penggerak 2 axis dan untuk mengetahui unjuk kerja penggerak dua derajat kebebasan berdasarkan data masukan sudut azimuth dan elevasi posisi muatan balon atmosfer. Hasil penelitian ini adalah antena tracker dengan menghasilkan aktuator yang dapat berorientasi pada sudut *azimuth* dan sudut *elevasi* sesuai dengan set point yang diberikan. Sistem kerja *tracking* antena dengan mengambil sampel data perbandingan sudut set point dengan sudut sebenarnya (sudut terbaca) yang dilakukan sebanyak 9 kali percobaan dengan jumlah step yang berbeda. Saat dilakukan inisialisasi dengan percobaan pertama 10° maka terjadi eror sebesar 2,8%. Kemudian dilanjutkan percobaan selanjutnya dengan inisialisasi 20° dan tidak terdapat eror. Dan selanjutnya kembali dilakukan pengujian dengan inisialisasi 30° sehingga mendapatkan nilai eror sebesar 1,9%. Percobaan kemudian dilakukan dengan menambah inisialisasi sampai dengan 90° dengan perolehan tingkatan eror yang berbeda-beda. Hasilnya rata-rata eror pada gerakan motor stepper berdasarkan step inputan mencapai 1,24%.

Kata Kunci : Antena tracker, azimuth, elevasi, motor stepper, antena Yagi-Uda

Abstract. The purpose of this paper is to produce a tracker antenna prototype using a NEMA 23 stepper motor as a 2 axis drive system and to determine the two degrees of freedom drive performance based on azimuth angle input data and atmospheric balloon load position elevation. The result of this study is a tracker antenna by producing an actuator that can be oriented to the azimuth and elevation angle in accordance with the given set point. Antenna tracking system works by taking a sample data comparing the angle of the set point with the actual angle (the angle read) conducted 9 times with a number of different steps. When initializing with the first experiment 10°, an error of 2.8% occurred. Then proceed with the next experiment with initialization 20° and no errors. And then re-stiffened the test with 30° initialization so that it gets an error value of 1.9%. The experiment was then carried out by adding initialization up to 90° with the acquisition of different error levels. The result is the average error in the stepper motor movement based on the input step reaches 1.24%.

Keywords: tracker antenna, azimuth, elevation, stepper motor, Yagi-Uda antenna

PENDAHULUAN

Teknologi pengamatan atmosfer khususnya untuk pengamatan vertikal di Indonesia masih sangat minim, sementara aktifitas atmosfer di Indonesia sangat dinamis. Menggunakan teknologi peluncuran balon sonde atau rawinsonde (*radio wind sounding*) yang mampu mengukur parameter-parameter data atmosfer vertikal yang mengirim data ke radio kepada sistem penerima (*receive*) yang ada di permukaan. Rawinsonde yang diluncurkan membawa beberapa sensor yang mampu mengukur parameter-parameter data atmosfer seperti tekanan, kelembapan, suhu, temperatur, arah dan kecepatan angin, *global positioning system* (GPS), serta mampu melakukan pengotomatisan lintasan (*Auto Track*).

Menjamin kontinuitas hubungan komunikasi antara rawinsonde dan stasiun penerima diperlukan antena yagi dengan frekuensi operasi 433 MHz, sehingga komunikasi antara stasiun dan muatan dapat menjangkau jarak yang cukup jauh. Antena *tracker* merupakan salah satu bagian dari *Ground Control Station* (GCS) yang memiliki fungsi untuk melacak keberadaan sebuah

benda terbang. Alat ini memiliki kemampuan untuk mengikuti pergerakan sebuah benda yang sedang dilacak (Albanna, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad (2015) menggunakan antena Yagi dengan frekuensi 433 MHz karena memiliki kelebihan antara lain nilai *gain* yang tinggi dan *beamwidth* yang sempit sehingga komunikasi dapat menjangkau jarak yang cukup jauh. Pada penelitian Kurniawan (2017) juga menggunakan antena yagi. antena yagi yang digunakan termasuk antena dengan frekuensi ultra tinggi atau disebut juga dengan *ultra high frequency* yang merupakan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi antara 300 MHz sampai dengan 3 GHz, antena yagi yang digunakan mampu menjangkau jarak komunikasi yang cukup jauh, yaitu sekitar 5-10 km dari posisi antena tersebut. Tetapi permasalahan yang muncul saat ini adalah apabila sumber sinyal mengalami posisi yang berubah-ubah terhadap antena, menyebabkan terjadi *low data communication*.

Berdasarkan beberapa permasalahan diatas maka dapat disimpulkan untuk membangun sistem *antena tracker* yang mampu menangkap

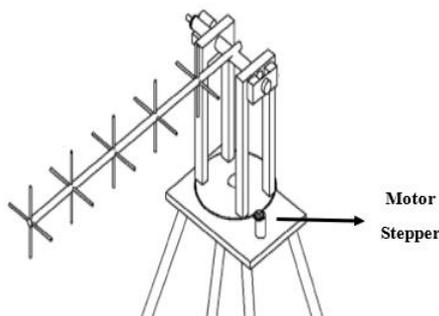
dan mengikuti arah pergerakan muatan. Menggunakan prinsip pergerakan sudut *elevasi* dan sudut *azimuth* yang direpresentasikan oleh dua buah servo, yaitu servo *pan* (*azimuth*) dan servo *tilt* (*elevasi*).

Dalam makalah ini, dibahas tentang system penggerak antena tracker 2 axis yaitu sudut azimuth dan sudut elevasi dengan menggunakan motor stepper NEMA 23 dengan tujuan untuk dapat diimplementasikan sebagai system pengoptimalisasian pergerakan sehingga dapat digunakan untuk melacak keberadaan sumber sinyal (rawinsonde). Melalui penerimaan data telemetri 433MHz yang akan dikirim ke PC melalui sistem GUI yang disebut Sistem GS (*ground station*). Data yang diterima kemudian akan ditampilkan pada *Ground Station* sebagai perangkat *receiver* di permukaan bumi dengan perangkat komputer untuk menerima, merekam dan memonitor data yang *ditransmisikan* oleh muatan secara *realtime*. Oleh karena itu dilakukan perancangan dan pembuatan prototype untuk menghasilkan antena tracker yang dapat bergerak pada posisi azimuth dan elevasi.

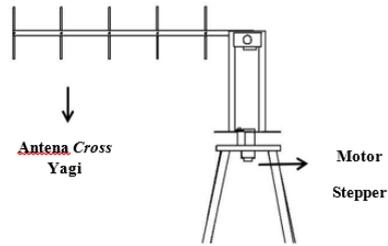
METODE PENELITIAN

Antena Yagi digunakan untuk menerima atau mengirim sinyal radio. Antena Yagi adalah antena direksional, artinya dia hanya dapat mengambil atau menerima sinyal pada satu arah (yaitu depan). Antena Yagi biasanya memiliki Gain sekitar 3 – 20 dB. Adapun sistem yang dikembangkan menggunakan estimasi arah sumber pancaran berdasarkan rasio dua kuat sinyal terhadap pola radiasi antena.

Perancangan antena *tracker* menggunakan desain yang sudah ada dan sebagian kecil diperbarui, akan tetapi desain juga disesuaikan dengan bentuk dan ukuran komponen yang digunakan. Desain akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian yang berputar dan bagian yang tidak berputar. Pada bagian yang tidak berputar akan dibuat sebuah celah yang dapat menampung beberapa komponen seperti arduino due, *driver* motor, motor servo, motor stepper dan *power supply*.



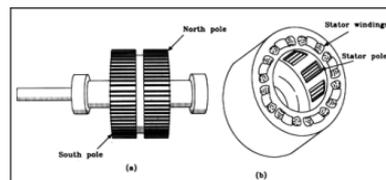
Gambar 1. Rancangan antena tracker tanpa atas



Gambar 2. rancangan antena tracker

Motor stepper yang digunakan memiliki ukuran dimensi 54 mm (panjang) x 20 mm (lebar) x 42,7 mm (tinggi). Kemudian *body* utama yang menggunakan akrilik memiliki ukuran 250 mm (panjang) x 44 mm (lebar) x 13 mm (tinggi). Pada *shaft* motor stepper dipasang sebuah *pulley* yang terhubung dengan *gear*, untuk diameter *gear* berukuran 30,5 mm x ketebalan 5 mm x *hole* 2 mm. *Gear* ini akan menjadi penghubung untuk menggerakkan bagian yang berputar. Pada bagian ini akan terhubung dengan bagian yang berputar, maka akan digunakan *gear* yang melekat pada bagian *body* yang nantinya memiliki diameter 7 mm x ketebalan 5 mm x *hole* 2 mm. Setiap *gear* yang seharusnya berputar dapat berputar dengan baik.

Motor jenis hybrid merupakan gabungan antara motor VR dan PM, dimana rotornya menggunakan magnet permanen. Sehingga motor stepper jenis ini sangat akurat pergerakannya.



Gambar 3. Permanent Magnet (PM) stepper Motor
 (a) Rotor (b) Stator

Motor *hybrid* standar akan memiliki 200 gigi sehingga jumlah rotasi/*step* adalah $360^\circ/200$ atau sama dengan 1.8° , bahkan dapat mencapai $3.6^\circ - 0.9^\circ$. Untuk mendapatkan kecepatan rotasi motor *hybrid* ini, dapat digunakan pendekatan sebagai berikut:

$$N = [\Psi \times (s/s)]/6 \quad (1)$$

Keterangan: N = kecepatan motor (rpm)
 Ψ = *Step angle* (degree)
 s/s = jumlah *step* per detik

Sedangkan hubungan antara *step angle*, jumlah gigi pada rotor dan stator dapat dilakukan pendekatan dengan menggunakan perhitungan di bawah ini.

$$\Psi = [(N_s - N_r) / (N_s \times N_r)] \times 360^\circ \quad (2)$$

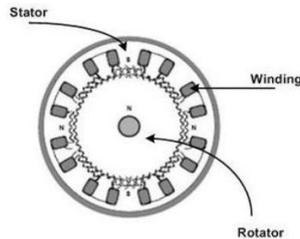
Keterangan:

N_s = jumlah gigi pada stator

N_r = jumlah gigi pada rotor

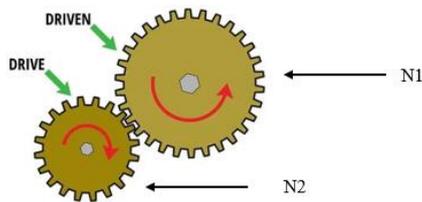
Ψ = step angle (degree)

Rancangan motor stepper Hybrid 2 phase dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 4. Motor stepper tipe hybrid

Pada motor jenis Permanent Magnet, rotor motor ini menggunakan magnet permanen tetapi tidak memiliki gigi sehingga perputaran per step-nya akan 45° atau 90° .



Gambar 5. gambar rancangan driven dan drive stepper

Adapun rumus mencari keliling lingkaran pada gear antenna yaitu sebagai berikut.

$$K.N = 2\pi r \quad (3)$$

Keterangan KN = keliling gear
 r = jari-jari lingkaran

Setelah mencari nilai dari keliling lingkaran pada gear kemudian, mengetahui berapa step pergerakan antara stepper 1 dan 2 untuk memutar *drive* dan *driven* antenna.

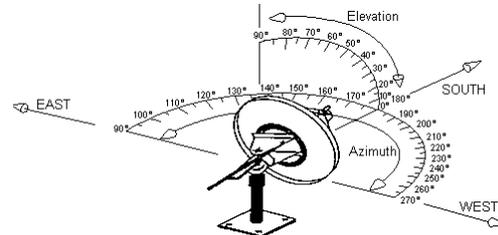
$$\tan \alpha = \frac{y}{x} \quad (4)$$

$$\sin \alpha = \frac{r}{x} \quad (5)$$

$$y = r \sin \alpha \quad (6)$$

$$\text{Hasil} = \sqrt{(y)^2 + (x)^2} \quad (7)$$

Penentuan sudut azimuth dan elevasi dapat dilakukan dengan menggunakan rumus. Sudut azimuth didefinisikan sebagai sudut yang dihasilkan dengan memutar sebuah sumbu tegak lurus dengan bidang horizontal searah putaran jarum jam. Sudut elevasi adalah sudut yang dihasilkan dengan memutar sebuah sumbu yang sejajar dengan bidang horizontal.



Gambar 6. Pergerakan sudut azimuth dan elevasi

Menurut Irwanto (2018) Data perbedaan *longitude* dan *latitude* antara wahana terbang dan posisi antenna akan menghasilkan data azimuth, sedangkan data *altitude* wahana akan menghasilkan data elevasi. Berikut adalah perhitungan jarak wahana terhadap posisi antenna berdasarkan rumus trigonometri umum (*Calculate distance, bearing and more between Latitude/Longitude points*):

$$a1 = \left(\frac{\sin(lat1 - lat2)}{2} \right)^2 + \cos(lat1) * \cos(lat2) * \left(\frac{\sin(lon1 - lon2)}{2} \right)^2 \quad (8)$$

$$a2 = 2 * \sin^{-1}(\sqrt{a1}) \quad (9)$$

$$\text{Range} = a2 * 180 * \frac{60}{\pi} * 1.852 \quad (10)$$

dimana koordinat posisi antenna ($lon1$, $lat1$) dan koordinat posisi wahana ($lon2$, $lat2$) dikonversikan dalam radian. Sedangkan arah antenna terhadap wahana, yakni azimuth dapat dihitung berdasarkan formula berikut :

Jika $\sin(lon2 - lon1) > 0$,
 maka:

$$\text{Azimuth} = \cos^{-1} \left(\frac{\sin(lat2) - \sin(lat1) * \cos(a2)}{\sin(a2) * \cos(lat1)} \right) \quad (11)$$

Sebaliknya jika $\sin(lon2 - lon1) < 0$, maka;

$$\text{Azimuth} = (2 * \pi) - \cos^{-1} \left(\frac{\sin(lat2) - \sin(lat1) * \cos(a2)}{\sin(a2) * \cos(lat1)} \right)$$

Sedangkan elevasi antenna terhadap wahana dapat dihitung secara sederhana menggunakan rumus Pythagoras :

$$\text{Elevasi} = \tan^{-1} \left(\frac{\text{ait wahana} - \text{ait antenna}}{\text{Range}} \right) \quad (13)$$

Posisi *pan* sendiri merupakan implementasi dari sudut *azimuth*, sedangkan posisi *tilt* merupakan implementasi dari sudut *elevasi*. Sudut yang dibentuk oleh kedua motor servo mempunyai rentang yang berbeda. Motor servo pada posisi *pan* membentuk sudut 00 hingga sudut 3600. Motor servo pada sudut *tilt* membentuk sudut 00 sampai sudut 1800. Posisi *pan* dan *tilt*. Pada pengujian motor servo yang digunakan pada posisi *pan*.

Untuk menggerakkan suatu muatan diperlukan suatu perhitungan sudut dengan menggunakan rumus diatas. Adapun data eror yang dihasilkan dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$\varepsilon\% = \frac{D1-D2}{D1} \times 100 \quad (14)$$

Keterangan $\varepsilon\%$ = Presentasi Error
 D1 = Data hasil
 D2 = Data asli

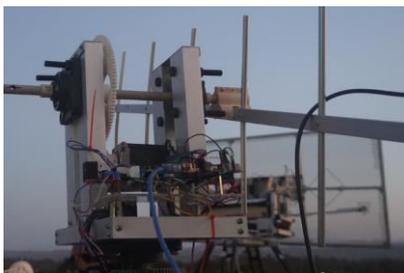
Pembicaraan dari nilai masukan dan keluaran serta karakteristik plant sangat penting untuk diketahui. Sudut pergerakan motor stepper diperlukan untuk mengetahui pergerakan muatan. Adapun untuk perhitungan sudut digunakan persamaan

$$\theta = \text{atan2}(\sin \Delta\lambda \cdot \cos \varphi_2, \cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos \Delta\lambda) \quad (15)$$

Keterangan: λ = data *longitude*
 φ = data *latitude*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Antena tracker dengan spesifikasi jenis yagi-uda menggunakan motor penggerak jenis stepper nema hybrid sebanyak 2 motor dengan tujuan sebagai penggerak azimuth dan elevasi disetiap motornya. Pada motor driver digunakan driver motor L298N. pada tahapannya dilakukan perakitan pada prototype terlebih dahulu untuk melakukan uji coba Gerakan yang dihasilkan. Adapun rangkaian antena tracking dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 7. rangkaian antena tracker

Perancangan antena tracker ini menghasilkan 2 gear berbeda. Gear N1 sebesar 56,52 sedangkan gear N2 sebesar 12,56. Sehingga dihasilkan nilai perbandingan dari N1:N2 sebesar 1:4, sehingga dapat diketahui berapa step yang dibutuhkan untuk memutar kedua gear pada sudut 360°. perhitungan jumlah step maupun besar sudut gear pada 1 step di dapatkan dari persamaan 5. Gear N1 pada saat berputar membutuhkan 1 step untuk mencapai sudut 1,8° sehingga untuk memutar gear sebanyak 360° maka dibutuhkan 200 putaran. Sedangkan pada gear N2 pada saat berputar membutuhkan 1 step untuk mencapai sudut 1,8° sehingga untuk memutar gear sebanyak 360° maka dibutuhkan 200 putaran. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 1. Pengujian sudut gerak motor stepper

No.	Step	Sudut set point (Derajat)	Sudut Terbaca (Derajat)	Error (%)
1	10	18	18.5	2.8
2	20	36	36	0
3	30	54	55	1.9
4	40	72	72.5	0.7
5	50	90	89	1.1
6	60	108	110	1.9
7	70	126	125	0.8
8	80	144	145	0.8
9	90	162	160	1.2
Rata-Rata Error			1.24	

didas dapat dilihat bahwa pada saat dilakukan inialisasi dengan percobaan pertama 10° maka terjadi eror sebesar 2,8%. Kemudian dilanjutkan percobaan selanjutnya dengan inialisasi 20° dan tidak terdapat eror. Dan selanjutnya kembali dilakukan pengujian dengan inialisasi 30° sehingga mendapatkan nilai eror sebesar 1,9%. Percobaan kemudian dilakukan dengan menambah inialisasi sampai dengan 90° dengan perolehan tingkatan eror yang berbeda-beda. Hasilnya kemudian rata-rata eror pada Gerakan motor stepper berdasarkan step inputan mencapai 1,24%. Nilai eror didapatkan dengan menggunakan rumus:

Sudut yang dibentuk oleh kedua motor servo mempunyai rentang yang berbeda. Motor servo pada posisi *pan* membentuk sudut 00 hingga sudut 360. Pengujian ini dilakukan untuk memberikan nilai input pada servo *pan* agar mampu berputar sesuai dengan data koordinat

posisi. Pengujian dilakukan dengan cara menentukan sudut (setpoint) yang akan menjadi tujuan sudut heading antena tracker. Dengan persamaan hasil pengurangan dari sudut (setpoint) dengan arah (heading) dari antena tracker yang berdasarkan nilai dari sensor kompas akan dihasilkan sudut heading. Hasil pengurangan tersebut akan dijadikan nilai error, sehingga nilai error tersebut akan dijadikan nilai input putaran servo pan. Hasil error sudut dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2. data pengujian sudut azimuth

Data	Sudut azimuth	Step X	Arah gerakan antena	error
1	257.07	571	256.95	0.12
2	274.09	611	274.95	0.05
3	273.68	608	273.06	0.08
4	265.52	590	265.05	0.02
5	257.15	571	256.95	0.02
6	64.49	143	64.35	0.14
7	280.02	623	280.35	0.15
8	272.83	606	272.07	0.13
9	243.95	542	243.09	0.05
10	278.94	620	279	0.06

Hasil pengujian terhadap sudut azimuth dilakukan dengan melakukan pengujian sebanyak 10 data dengan memperhatikan sudut elevasi pada maps dan jumlah step motor. Perbandingan data yang dilakukan dengan melihat perbandingan arah pergerakan sudut azimuth berdasarkan busur derajat dengan arah pergerakan sudut pada antena.

Sudut pada posisi tilt dilakukan pengujian dengan memberikan nilai input pada servo tilt agar mampu berputar sesuai dengan data koordinat posisi. Pengujian dilakukan dengan cara menentukan sudut (setpoint) yang akan menjadi tujuan sudut heading antena tracker. Dengan persamaan hasil pengurangan dari sudut (setpoint) dengan arah (heading) dari antena tracker yang berdasarkan nilai dari sensor kompas akan dihasilkan sudut heading. Hasil pengurangan tersebut akan dijadikan nilai error, sehingga nilai error tersebut akan dijadikan nilai input putaran servo tilt. Hasil error sudut dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 3. data pengujian sudut elevasi

Sampel data	Sudut elevasi	Step Y	Arah Gerakan antena	Error
1	257.07	500	257	0.07
2	270.85	527	270.878	0.028
3	269.01	523	268.822	0.188
4	271.39	528	271.392	0.002
5	266.16	518	266.252	0.092
6	95.91	187	96.118	0.208
7	269.92	525	269.85	0.07
8	271.09	527	270.878	0.212
9	266.72	519	266.766	0.046
10	268.39	522	268.308	0.082

KESIMPULAN

Prorotypen antena tracker menggunakan stepper NEMA 23 sebagai penggerak aktuator 2 axis ini dapat digunakan sebagai antena pengarah pada muatan balon atmosfer. hal tersebut berdasarkan pada percobaan pertama dengan arah pergerakan 10° maka terjadi error sebesar 2,8%. Kemudian percobaan selanjutnya dengan inialisasi 20° dan tidak terdapat error. Dan selanjutnya kembali dilakukan pengujian dengan inialisasi 30° sehingga mendapat nilai error sebesar 1,9%. Percobaan kemudian dilakukan dengan menambah inialisasi sampai dengan 90° dengan perolehan tingkatan error yang berbeda-beda. Hasilnya rata-rata error pada gerakan motor stepper berdasarkan step inputan mencapai 1,24%.

DAFTAR PUSTAKA

- Herawan, agus. (2013). Optimalisasi Akurasi Antena Penjejak Satelit Orbit Rendah Menggunakan Motor Stepper Hybrid 2 Fasa (*Optimization Of Low Earth Orbit Tracking Antenna Using Stepper Motor Hybrid 2-Phase*. 11(1): 2-3.
- Juma , E. R., Wijanto, H. & Sunarya, U. (2015). *Implementation And Analysis Of System Automatic Tracking Control Performance 433mhz Frequency Receiver Antenna Polarization Based GPS*. 2(1) : 185-192.
- Kharisma, M., & Arman S. (2015). Rancang Bangun Antena Stacking Yagi Untuk Stasiun Penerima Sistem Komunikasi Muatan Balon Atmosfer Frekuensi 433 Mhz. 11(31) : 122-128.
- Kumer, J. Reuder, dan B. R. Furevik. 2014. “A Comparison of LiDAR and Radiosonde



- Wind Measurements," Energy Procedia*, vol. 53, hlm. 214– 220.
- Nugroho, Awang Bayu. (2017). *Smart Measurement For Long Range Communication With Antenna Tracker*. Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta.
- Megasakti, M., C. (2010) *Rancang Bangun Auto Tracking Dengan Menggunakan Microcontroller, Gps, Sat Finder Dan Digital Compass Untuk Sinkronisasi Azimuth Antena Terhadap Satelit Cakrawarta-2*. Tugas Akhir. Universitas Indonesia. Depok.
- Riandy, Ahmad & Prakoso Teguh. (2018). *Parameters Auto-Tuning on GPS-based Antenna Tracker Control using Fuzzy Logic*. 6(2) : 121-128
- Sirat, D., Asvial, M., Diponegoro, A.D. & Sidharta, H. (2010). Rancang Bangun Perangkat Lunak Sistem Auto Tracking Satellite Antenna Mobile Menggunakan Metode Azimut-Elevasi Dan Koreksi Modem. 14(1) : 15-21.
- Suroso, Satya Hadi. (2018). Pengendalian Posisi Azimut Antena Tracker Berbasis *Global Positioning System (GPS) Dengan Kendali PD Fuzzy*. 7(3) : 191-200.
- Zain, S. G., Susanto, A., Widodo, T.S. & Widada, W. (2011). Algoritma Deteksi Sudut Azimut Dan Elevasi Roket Menggunakan Sembilan Antena *Array Yagi-Uda*. 9(1) : 1-7



PROSIDING SEMINAR NASIONAL LP2M UNM - 2019

"Peran Penelitian dalam Menunjang Percepatan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia"

ISBN: 978-623-7496-14-4