Edisi XLIII, Vol 9, No 1, Bulan Maret, Tahun 2024
p-ISSN : 1978-6832
e-ISSN : 2622-5948

RANCANGAN SIMULASI AUTO POINTING UNTUK ANTENA VSAT BERBASIS MIKROKONTROLER

Farhan Hidayat, Johan Wahyudi, Zulina Kurniawati
Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Indonesia
E-mail correspondence : zulina.kurniawati@ppicurug.ac.id

Abstrak

VSAT yang digunakan di bandara masih menggunakan jenis antena FSS (*Fixed Satellite Service*). Antena jenis ini jika digunakan dapat terjadi pergeseran pada arah antena serta belum dilengkapi dengan pengarahan secara otomatis. Oleh karena itu pada penelitian ini dirancang sebuah alat simulasi auto pointing antena VSAT. Konsep rancangan ini dibuat untuk penanganan secara langsung jika terjadi suatu pergeseran secara tiba-tiba sehingga pengarahan antena dapat selalu sesuai. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* dengan tahapan yang dilalui hanya akan mencapai tahap keenam dari keseluruhan tahapan. Tahapan tersebut yaitu menentukan potensi dan masalah, pengumpulan data, desain alat, validasi alat, revisi alat dan tahap uji coba. Ada beberapa komponen yang digunakan dalam pembuatan rancangan ini yaitu mikrokontroler, modul GPS, modul kompas digital, modul akselerometer dan motor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan simulasi alat dapat menggerakan dan mempertahankan arah antena tetapi terdapat sedikit kesalahan dalam proses pengarahannya.
Kata Kunci : satelit; VSAT; *pointing;* esp32

Abstract

VSATs used at airports still use the FSS (Fixed Satellite Service) antenna type. If this type of antenna is used, there may be a shift in the direction of the antenna and it is not equipped with automatic alignment. Therefore, in this study a VSAT auto pointing antenna simulation tool was designed. This design concept is made for direct handling in the event of a sudden shift so that the antenna alignment can always be right. This study uses the Research and Development method with the stages passed only reaching the sixth stage of the entire stage. These stages are determining potential and problems, collecting data, designing tools, validating tools, revising tools and testing stages. There are several components used in making this design, namely the microcontroller, GPS module, digital compass module, accelerometer module and motor. The design of the simulation tool can move and maintain the direction of the antenna but there are several errors in the alignment process.
Keywords*:* satellite; VSATs; pointing; esp32

PENDAHULUAN

VSAT adalah suatu teknologi terbaru dalam bidang komunikasi satelit. *Very Small Aperture Terminal* adalah sebuah stasiun bumi yang digunakan untuk menerima atau mengirim sinyal dari satelit yang berada diluar angkasa. Sinyal tersebut dikirimkan secara langsung ke atau dari stasiun bumi yang berisikan informasi suara, data, maupun gambar(Wartiyati et al., 2017).

Teknologi VSAT memerlukan sebuah satelit dalam proses pengiriman informasi. Teknologi ini memiliki banyak manfaat pada berbagai bidang kehidupan. Salah satunya pada bidang penerbangan, teknologi VSAT dapat dimanfaatkan untuk mengirimkan data cuaca(Ramonyaga et al., 2016) dan data digital suatu audio yang digunakan untuk VHF-ER(Lea et al., 2018). VSAT yang digunakan dalam bidang tersebut terdapat di setiap bandara dengan menggunakan antena berjenis FSS (*Fixed Sattelite Service*). Dalam penggunaan antena jenis ini dapat terjadi pergeseran yang tiba-tiba dan tidak diketahui oleh user. VSAT jenis ini juga tidak memiliki sistem *auto pointing* yang dapat mengarahkan antena secara otomatis pada saat pergeseran itu terjadi. Akibatnya sinyal yang diterima kurang maksimal atau melemah dan dapat mengganggu penerimaan informasi dari satelit.

Rancang antena VSAT dengan sistem auto pointing antena yang dapat digunakan di bandara sehingga apabila terjadi perubahan arah antena maka akan dilakukan pengarahan kembali secara otomatis. Pembuatan rancangan simulasi ini dapat menjadi sebuah konsep untuk pembuatan antena VSAT dengan sistem auto pointing menggunakan mikrokontroler yang dapat menangani jika arah antena bergeser secara tiba-tiba.

Beberapa penelitian sebelumnya yang membahas *pointing* antena diantaranya yang dilakukan oleh Djamhari Sirat berserta kawan-kawan(Sirat et al., 2010). Mereka merancang sebuah *auto tracking* satelit dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pengontrol, *global positioning system* (GPS) untuk menghasilkan *input* lokasi, digital compass untuk *input* arah *pointing* antena, rotary encoder untuk sensor pergerakan azimut dan elevasi serta modem untuk melihat besar Eb/No sinyal.

Rancangan alat *pointing* antena lainnya yang dilakukan oleh Wartiyati dan kawan-kawan(Wartiyati et al., 2017), marancang *prototype* pengatur sudut *pointing* antena parabola menggunakan radio *frequency*. Cara kerja alat ini yaitu dengan menggerakkan antena parabola secara *wireless* ke satelit yang diinginkan dengan teknik modulasi *Amplitude Shift Keying* (ASK).

Rancangan alat lainnya yaitu dilakukan oleh TW Wisjhnuadji dan Sesar Sugandi(Sugandi & Wisjhnuadji, 2016) merancang sebuah *auto tracking* antena dengan menggunakan *sattelite finder*, kompas dan *bluetooth.* Cara kerja alat ini menggunakan smartphone yang dihubungkan dengan menggunakan *bluetooth* untuk mengirimkan perintah dalam bentuk data serial agar diproses pada mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler dapat menggerakan motor DC sesuai dengan delapan sudut arah mata angin.

Rancangan alat ini akan ditambahkan dengan komponen lainnya seperti modul GPS dan kompas digital. Penggunaan modul GPS agar mendapatkan informasi posisi antena. Sedangkan kompas digital digunakan untuk mendapatkan informasi berupa arah dari antena tersebut. Rancangan simulasi ini dapat menjadi sebuah konsep untuk pembuatan antena VSAT dengan dengan sistem auto pointing menggunakan mikrokontroler yang dapat menangani jika arah antena bergeser secara tiba-tiba.

METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development). Metode penelitian research and development bisa disingkat dengan R&D adalah sebuah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan dan menguji keefektifan suatu produk tertentu(Purnama, 2016). Metode R&D dapat digunakan untuk menyempurnakan suatu produk tertentu agar sesuai dengan acuan dan kriteria dari produk yang dibuat. Dengan menggunakan metode ini, penelitian dapat menghasilkan suatu produk auto pointing VSAT sehingga dapat digunakan pada bandara untuk pengiriman audio maupun informasi cuaca.

Penelitian ini akan mengadaptasi tahapan dari metode Research and Development yang dikembangkan oleh Sugiyono. Metode R&D memiliki 10 tahapan tetapi pada penelitian ini hanya akan sampai pada tahap keenam yaitu ujicoba produk dikarenakan waktu yang singkat dalam proses pembuatan tugas akhir.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Tugas Akhir

Potensi dan masalah

Suatu penelitian dapat bermula dari adanya potensi dan masalah. Potensi sendiri memiliki arti segala sesuatu yang apabila didayagunakan akan menghasilkan nilai tambah(Purnama, 2016). Dalam melakukan penelitian ini potensi yang dimiliki yaitu teknologi VSAT, satelit dan mikrokontroler. Ketiga potensi tersebut dapat didayagunakan dalam melakukan komunikasi jarak jauh menggunakan satelit sehingga memerlukan pengarahan antena secara otomatis menggunakan mikrokontroler agar penerimaan daya dapat maksimal.Sedangkan masalah merupakan suatu penyimpangan antara yang diharapkan dengan yang terjadi(Purnama, 2016).

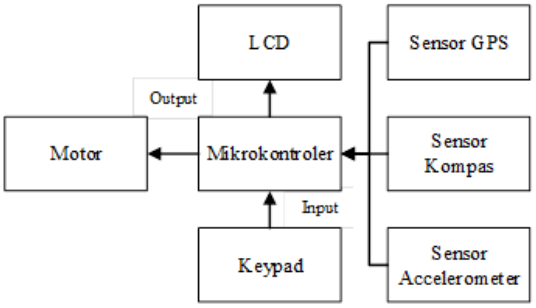
Masalah yang terjadi dalam melakukan penelitian ini yaitu teknologi VSAT masih menggunakan pengarahan manual. Masalah ini dapat diatasi dengan melakukan penelitian dengan menggunakan metode R&D. Caranya yaitu dengan menerapkan teknologi mikrokontroler pada alat pointing antena VSAT.

Pengumpulan data

Proses pengumpulan data memiliki tujuan yaitu untuk mengumpulkan sejumlah informasi yang dibutuhkan agar penelitian dapat mencapai target. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah informasi mengenai penggunaan VSAT di beberapa bandara. VSAT yang diterapkan pada bandara menggunaan antena jenis apa. Pengumpulan data ini menggunakan metode wawancara dan survei lapangan.

Desain rancangan alat

Pada penelitian ini akan menghasilkan suatu produk yang dapat melakukan pointing antena secara otomatis. Sistem alat menggunakan mikrokontroler esp32 sebagai pusat pemrosesan serta modul-modul sensor seperti modul GPS, modul kompas digital dan modul akselerometeryang dapat menghasilkan informasi koordinat, sudut azimut dan elevasi. Komponen tambahan yang digunakan pada sistem yaitu motor, keypad dan LCD. Sistem akan bekerja dengan menghasilkan koordinat dari modul GPS kemudian akan dilakukan perhitungan untuk menghasilkan nilai azimut dan elevasi. Kedua nilai ini menjadi referensi bergeraknya motor. Ketika motor bekerja, modul kompas dan Akselerometerakan menghasilkan informasi arah mata angin dan kemiringan sudut agar perputaran motor dapat dikontrol. Sehingga sistem alat ini dapat memudahkan kegiatan pointing antena VSAT.



Gambar 2. Blog Diagram Alat *Auto Pointing* Antena

Validasi rancangan alat

Pada tahap ini dilakukan penilaian alat yang dirancang apakah akan lebih efektif dari yang lama atau tidak. Validasi ini masih bersifat penilaian berdasarkan pemikiran rasional dan belum penilaian berdasarkan fakta yang ada di lapangan.

Validasi dapat dilakukan dengan menghadirkan pakar yang ahli untuk menilai rancangan alat ini. Penilaian ini betujuan untuk mencari kelemahan ataupun kekuatan alat berdasarkan teori-teori yang ada. Pendapat dosen mengenai pengembangan inovasi alat dibutuhkan dalam melakukan kegiatan validasi. Adapun tim validasi adalah dosen pembimbing tugas akhir penulis.

Perbaikan/revisi rancangan alat

Setelah melalui tahap validasi dan ditemukan suatu kelemahan pada rancangan alat. Kelemahan tersebut akan diperbaiki untuk meminimalisir kekurangan dari alat tersebut dengan cara memperbaiki rancangan hardware dan desain alat. Jika tidak ada perbaikan pada rancangan alat maka akan dilanjutkan ke tahap uji coba.

Uji coba

Rancangan alat yang sudah melalui tahap validasi dan revisi maka akan dilanjutkan ke tahap uji coba. Pada tahap ini yang akan dilakukannya pengujian terhadap kinerja dari setiap komponen hingga seluruh bagian alat yang dibuat. Apabila dari salah satu atau bahkan keseluruhan alat yang dibuat tidak sesuai dengan perancangan dan tujuan dari pembuatan alat, maka proses akan diulangi. Jika alat berjalan sesuai dengan rencana maka alat siap untuk di pakai. Pada tahap ini juga diuji sebarapa akuratnya kinerja dari alat sehingga dapat menjadi suatu simulasi yang valid. Tahapan ini akan menjadi tahapan akhir apabila tidak ada lagi tambahan atau pengembangan dari alat yang telah dibuat.

Komponen

Pada penelitian ini, penulis membutuhkan beberapa komponen penting yang digunakan untuk merancangan alat pointing antena. Berikut ini merupakan komponen yang dibutuhkan yaitu:

A. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler adalah sebuah sistem mini komputer yang digunakan untuk pengolahan suatu tugas dan menjalankan suatu prgram. Didalam mikrokontroler ini terdapat satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output dan AD konverter. Pada penelitian ini mikrokontroler yang digunakan adalah berjenis WROOM 32 yang memiliki 30 pin dengan tegangan input 3-5V(Suhaeb et al., 2017).



Gambar 3. Mikrokontroler ESP32

Modul GPS

Modul GPS berfungsi untuk menghasilkan nilai latitude dan longtitude dari koordinat stasiun bumi. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan azimut dan elevasi dari arah antena VSAT. Pada rancangan ini menggunakan sensor GPS dengan chip NEO-6M dari u-blox. Modul ini membutuhkan daya dengan arus 45 mA dengan tegangan 2.7V – 3.6V. Tingkat akurasinya mencapai 2,5 meter dan dapat melakukan pembaharuan posisi hingga 5 detik(Azis, 2020).



Gambar 4. Modul GPS

Modul Compass Digital

Modul ini akan menghasilkan informasi berupa sudut arah mata angin dengan cara mendeteksi medan magnet bumi[58]. Informasi ini berguna untuk mengetahui berapa sudut yang diperlukan agar sesuai dengan nilai sudut azimut. Modul sensor kompas yang digunakan yaitu digital compass GY-271 dengan chip HMC5883L. Tingkat keakurasian sensor ini dapat mencapai 1° hingga 2° sedangkan tingkat resolusinya apat mencapai ±8 Gauss(Honeywell, 2010).



Gambar 5. Modul Kompas Digital

Modul Akselerometer

Modul akselerometer digunakan untuk mendeteksi dan mengukur percepatan yang diakibatkan oleh gravitasi. Modul ini berfungsi untuk mendeteksi kemiringan atau elevasi dari antena pada rentang sudut 0° - 90°. Tipe modul Akselerometer yang akan

digunakan adalah MPU6050. Didalamnya terdapat sebuah chip dengan 3-axis akselerometer dan 3-axis gyroscope atau dengan kata lain 6 degress of freedom (DOF) of IMU(Graseo Granteo, 2019). Proses perhitungan kemiringan sudut hanya dapat dilakukan dalam keadaan tidak bergerak atau statis. Tegangan yang diperlukan agar modul beroperasi adalah 3 – 5V dengan tinggat pendeteksiaan gerakan akselerasi hingga 16g dan rentang pendeteksian gyro hingga 2000°/s(Ave, 2012).

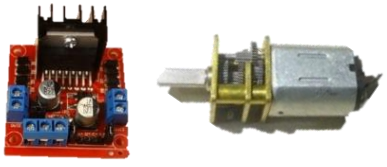


Gambar 6. Modul Akselerometer

Motor DC dan Driver Motor

Motor DC digunakan untuk menggerakan antena secara horizontal agar nilai azimut sesuai dengan nilai yang sudah dihitung. Motor DC yang digunakan pada rancangan ini bertipe GA12-N20. Tipe motor DC ini membutuhkan tegangan 3-5V untuk menghasilkan kecepatan putaran dari 250-2000°/s(Rittenberry, 2005).

Pengoperasian motor DC membutuhkan sebuah driver motor agar kecepatan putarannya dapat dikontrol. Driver motor yang digunakan bertipe L298N yang memiliki sebuah IC H-bridge mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti solenoid, relay, motor DC dan motor stepper. Tegangan operasi motor DC yang dapat dikontrol dari 5-35V sedangkan untuk tegangan yang dibutuhkan komponen yaitu 5V(Azis, 2020).



Gambar 7. Driver motor L298N dan motor DC N20

Motor Stepper dan Driver Motor

Motor Stepper digunakan untuk menggerakan antena secara vertikal. Tipe motor stepper yang digunakan yaitu 28BYJ-4. Tipe ini membutuhkan tegangan 5V dengan sudut perlangkah yaitu 5.625°/64 . Prinsip kerja motor ini mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis distrik(Pratama, 2019).

Motor stepper membutuhkan sebuah driver dengan tipe ULN2003 yang berfungsi untuk mengontrol gerakan dari motor ini. Tegangan operasi yang dibutuhkan yaitu 5-12V. Dikarenakan tegangan dari output mikrokontroler tidak dapat mencatu daya pada relay secara langsung maka sebagai gantinya menggunakan baterai atau supply luar(Pratama, 2019).



Gambar 8. Driver ULN2003 dan motor stepper 28BYJ-4.

PEMBAHASAN

Pada pengujian alat berhasil menghasilkan nilai sudut azimut dan elevasi dari proses perhitungan koordinat satelit dan koordinat stasiun bumi yang dihasilkan oleh modul GPS. Kedua nilai sudut tersebut dapat menjadi referensi pergerakan dari motor.

Keypad yang digunakan pada alat digunakan untuk memasukan nilai koordinat yang belum ditetapkan. Hasil pengujian yang sudah dilakukan mendapatkan data bahwa keypad dapat memasukan dan menghapus angka pada LCD sesuai dengan koordinat satelit yang diinginkan user.

Pengujian alat ini juga berhasil menggerakan antena menggunakan motor sesuai dengan nilai sudut azimut dan elevasi hasil dari perhitungan koordinat. Pengujian dilakukan dengan pengarahan antena ke beberapa satelit yang berada pada orbit geostasioner dengan posisi stasiun bumi tetap. Pengujian ini menghasilkan nilai azimut dan elevasi yang akan dihitung untuk menentukan tingkat kesalahan(eror) dari kinerja alatnya.

Pada pengujian pertama dilakukan pengarahan antena ke satelit Telkom 4 yang memiliki koordinat 108º E. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Pengujian alat pada satelit Telkom 4

Perco-baan	Hasil pergerakan		Eror		% Eror	
	Az	El	Az	El	Az	El

Ke						
1	13.85	82.20	0.97	0.21	7.53	0.25
2	12.08	82.21	0.8	0.2	6.21	0.24
3	12.22	82.35	0.66	0.06	5.12	0.07
4	13.55	82.10	0.67	0.31	5.2	0.38
5	13.23	82.15	0.35	0.26	2.72	0.32
Rata-rata eror dan persentase					5.35	0.25

Pada pengujian kedua dilakukan pengarahan antena ke satelit Telkom 3S yang memiliki koordinat 118º E. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Pengujian alat pada satelit Telkom 3S

Perco-baan	Hasil pergerakan		Eror		% Eror	
Ke	Az	El	Az	El	Az	El
1	60.87	74.90	0.7	0.21	1.14	0.28
2	61.1	74.2	0.47	0.49	0.76	0.66
3	62.56	74.37	0.99	0.32	1.61	0.43
4	62.78	74.41	1.21	0.28	1.97	0.37
5	61.05	74.23	0.52	0.46	0.84	0.62
Rata-rata eror dan persentase					1.26	0.47

Pada pengujian ketiga dilakukan pengarahan antena ke satelit Brisat yang memiliki koordinat 150,5º E. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Pengujian alat pada satelit Brisat

Perco-baan	Hasil pergerakan		Eror		% Eror	
Ke	Az	El	Az	El	Az	El
1	38.64	84.43	0.91	0.33	1.09	0.85
2	38.99	82.54	0.98	0.02	1.17	0.05
3	38.72	82.98	0.54	0.25	0.65	0.64
4	38.86	84.4	0.88	0.11	1.05	0.28
5	38.67	83.94	0.42	0.3	0.5	0.77
Rata-rata eror dan persentase					0.89	0.51

Pada pengujian keempat dilakukan pengarahan antena ke satelit Palapa D yang memiliki koordinat 113º E. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Pengujian alat pada satelit Palapa D

Perco-baan	Hasil pergerakan		Eror		% Eror	
Ke	Az	El	Az	El	Az	El
1	44.85	78.72	1	0.71	2.18	0.89
2	44.90	78.88	0.95	0.55	2.07	0.69
3	45.12	78.81	0.73	0.62	1.59	0.78
4	45.31	78.97	0.54	0.46	1.18	0.58
5	45.20	78.92	0.65	0.51	1.42	0.64
Rata-rata eror dan persentase					1.69	0.72

Dari hasil pengujian diatas maka dapat dihitung nilai eror dari setiap percobaan pengarahan beberapa satelit. Nilai eror yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian modul seluruh sistem nilai eror azimut : (5.35 + 1.26 + 0.86 + 1.69) / 4 = 2.29%
2. Pengujian modul seluruh sistem nilai eror elevasi : (0.25 + 0.47 + 0.51 + 0.72) / 4 = 0.48%

Beberapa hasil dari nilai pengujian tersebut didapatkan nilai eror yang tergolong kecil. Hasil tersebut menjadi pertanda bahwa sistem auto pointing antena VSAT bekerja cukup baik. Nilai output dari modul kompas dan modul akselerometer menjadi hal terpenting dalam sistem pointing otomatis ini. Jika keakurasian dari kedua modul tersebut kurang efektif maka hasil dari pengarahan antena akan melenceng.

Pada pengujian proses stabilisasi alat untuk mengarahkan antena ke satelit yang sudah dituju telah berhasil mempertahankan arah antena sesuai dengan yang sudah ditetapkan. Ketika seluruh bagian dari antena digerakan atau diputar maka antena akan mengembalikan arah antena yang sudah ditetapkan.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, dapat disimpulkan bahwa rancangan alat ini bekerja menggunakan mikrokontroler yang akan menjalankan program yang sudah dibuat pada tahap perancangan. Program tersebut dimulai dengan menerima posisi koordinat dari modul GPS untuk dilakukan proses perhitungan dengan posisi satelit sehingga menghasilkan sudut azimut dan elevasi. Program selanjutnya akan mengaktifkan modul sensor untuk menghasilkan informasi arah mata angin dan kemiringan dari antena kemudian motor akan bergerak. Jika nilai dari modul sensor sudah sesuai dengan nilai sudut azimut dan elevasi hasil perhitungan maka motor akan berhenti. Kemudian dilanjutkan dengan proses stabilisasi antena. Jika arah antena mengalami pergeseran kurang dari 1º dari posisi yang sudah ditetapkan maka akan dilakukan proses pengarahan ulang berdasarkan nilai dari modul sensor sehingga arah dari antena selalu tepat menuju satelit

DAFTAR PUSTAKA

Ave, B. (2012). MPU-6050 Datasheet. *InvenSense*, *1*(408), 54. www.invensense.com

Azis, P. F. A. (2020). IMPLEMENTASI ROBOT BERODA MENGGUNAKAN DRIVER L298N MELALUI MPU-6050 SEBAGAI KENDALI GESTUR TANGAN. *Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara*, 1–72.

Graseo Granteo, P. (2019). PEMBACA AKTIFITAS MANUSIA DENGAN SENSOR GYRO. *Department Of Electrical Enggineering Faculty Of Science And Technology Sanata Dharma University Yogyakarja*, *8*(4).

Honeywell. (2010). *HMC5883L Datasheet*. http://www.soc-robotics.com/pdfs/HMC5883L.pdf

Lea, A., Sepmiati, L., & Laksana, E. P. (2018). *Perancangan Dan Implementasi Sistem Vhf-Er Menggunakan Roip Di Jakarta Air Traffic Service Center*. *1*(2), 344.

Pratama, M. rifk. (2019). RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT). *Sifonoforos*, *1*(August 2019), 12–14.

Purnama, S. (2016). Metode Penelitian Dan Pengembangan (Pengenalan Untuk Mengembangkan Produk Pembelajaran Bahasa Arab). *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)*, *4*(1), 19. https://doi.org/10.21927/literasi.2013.4(1).19-32

Ramonyaga, H., Tjahjamooniarsih, N., & W, F. T. P. (2016). Pengiriman Data Cuaca Penerbangan Menggunakan Computer Message Switching System (CMSS). *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, *1*(1), 1–9. https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/15714

Rittenberry, R. (2005). Hands-on technology. *Occupational Health & Safety (Waco, Tex.)*, *74*(2), 24.

Sirat, D., Asvial, M., Diponegoro, A. D., & Sidharta, H. (2010). *Rancang bangun perangkat lunak sistem*. *14*(1), 15–21.

Sugandi, S., & Wisjhnuadji, T. (2016). *Auto Tracking Dan Satellite Finder Untuk Antena Parabola Dengan Menggunakan Kompas Hmc5883L Dan Bluetooth Hc05 Berbasis Android*. *13*, 1–8.

Suhaeb, S., Abd Djawad, Y., Jaya, H., Ridwansyah, Sabran, & Risal, A. (2017). Mikrokontroler dan Interface. *Buku Ajar Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika UNM*, 2–3. https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+artikel+ilmiah&btnG=

Wartiyati, Dandun, W., & Thamrin, A. R. A. (2017). *Prototype Pengatur Sudut Pointing Antena Parabola Menggunakan Radio Frequency*. *16*(2), 125–130.