

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian tentang elemen umpan balik dan sistem kendali pada antena sudah banyak dilakukan. Terdapat beberapa judul penelitian yang berhubungan dengan elemen umpan balik dan sistem kendali pada antena. Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pembandingan dan referensi dalam menulis.

Djamhari, Arman, dan Himawan (2014) melakukan penelitian yang berjudul “*Rancang Bangun Perangkat Lunak Sistem Autotracking Satelit Antena Mobile Menggunakan Metode Azimuth-Elevasi dan Koreksi Modem*”. Penggunaan kontroler *auto tracking* satelit pada penelitian ini berguna untuk menghilangkan selisih derajat *pointing* dalam komunikasi satelit. Kontroler ini menggunakan dua proses tahapan. Tahapan pertama menggunakan nilai masukan dari sensor GPS (*Global Positioning Sensor*), kompas digital serta posisi satelit yang disimpan pada mikrokontroler. Kontroler akan menghitung nilai sudut azimuth dan elevasi antena terhadap satelit. Kemudian antena akan bergerak sesuai dengan sudutnya. Tahapan yang kedua adalah pengoreksian modem. Tahapan ini dapat mengetahui nilai Eb/no sinyal. Masukan modem digunakan untuk mengatur penggerak motor sehingga tahapan ini mengacu pada optimasi sistem. Motor akan bergerak ke segala arah dengan lambat untuk mendapatkan sinyal/ Eb no sinyal terbesar [1].

Hamidi (2015) membuat proyek akhir dengan judul “Perancangan Program Pengendali Servo *Antenna Tracker* Berbasis GPS dengan Arduino Uno di Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN”. Penelitian ini membuat sistem pengendalian antena penjejak menggunakan prinsip pergerakan sudut elevasi dan azimuth yang direpresentasikan menggunakan dua buah servo. Kedua buah servo akan digerakan oleh kontroler pada sisi antena. Servo akan bergerak menggunakan titik koordinat yang dikirimkan oleh objek berupa pesawat tanpa awak. GPS (*Global Positioning Sensor*) mengirimkan data menggunakan dua buah modem yang berguna sebagai *transmitter* dan *receiver*. Data GPS yang diterima akan diolah melalui aplikasi

mission planner yang akan diubah menjadi PWM (Pulse Width Modulation) dan dijadikan nilai masukan terhadap servo [2].

Wiyagi, Danar, dan Tri (2016) melakukan penelitian dengan judul “*High Altitude Ballon Payload Design For Atmospheric Observation*”. Penelitian ini menjelaskan bahwa *microcontroller Research Group* Universitas Muhammadiyah Yogyakarta mendesain dan mengembangkan *payload* untuk *high altitude ballon*. *Payload* berfungsi untuk mengukur parameter *atmosphere* secara vertikal dan mengirimkan data pada *ground station*. Parameter yang diukur adalah tekanan udara, suhu, dan kelembapan relatif. *Payload* juga memiliki misi untuk memonitoring posisi sebenarnya *payload* menggunakan sensor GPS. Selain mengirimkan nilai parameter, *Payload* juga berfungsi untuk mengirimkan video secara *real time* dan mengambil foto secara berkelanjutan serta mengirimkan ke *ground station*. Uji coba *payload* dilaksanakan pada saat KOMBAT (Kompetisi Muatan Balon Atmosfer) [3].

Suroso dan Rusmiamto (2018) membuat sistem pengendalian posisi azimuth dengan *antenna tracker* berbasis GPS (*Global Positioning Sensor*) dengan kendali Pd Fuzzy. *Antenna tracker* yang digunakan adalah jenis antena direksional. Antena akan memancarkan gelombang elektromagnetik pada satu arah. Pengarahan *antenna tracker* sangat dibutuhkan agar antena direksional dapat menangkap sinyal terkuat. Skema pengendalian yang digunakan adalah MISO (*Multi Input Single Output*). MISO dapat memberikan *input* yang banyak dan menghasilkan satu nilai *output*. *Output* yang dihasilkan adalah PWM (*Pulse Width Modulation*). Mesin yang digunakan dalam pengendalian ini adalah mesin inferensi Fuzy dengan metode namdani. Pada penelitian ini perhitungan sudut azimuth dihitung menggunakan metode haversein dengan data koordinat GPS pada posisi *Transmitter* dan *Receiver*. Hasil dari penelitian ini, sistem berhasil dibuat dan *plant* (kotak *hardware* pada antena) dapat mengikuti titik koordinat dari *transmitter* [4].

Wisjhnuadji dan Suandi (2018) melakukan penelitian tentang “*Auto Tracking dan Satellite Finder* untuk Antena Parabola dengan Menggunakan Kompas HMC5883L dan *Bluetooth* Hc05 Berbasis Android”. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pengarahannya sinyal dan posisi satelit. Rancang bangun penelitian ini menggunakan *bluetooth* dengan tipe HC05 berbasis android. Sistem kontroler yang

digunakan berupa *chip* dengan daya rendah dan mampu berkomunikasi dengan berbagai modul sensor secara *real time*. Pengujian penelitian ini menghasilkan bahwa ketelitian dan respon yang cepat dari sistem pengendalian berbasis android. Kesamaan penelitian ini terdapat pada tujuan untuk mengarahkan antena tepat pada posisi objek agar mendapatkan sinyal terkuat [5].

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Antenna tracker

(Basuki, 2016) Komunikasi satelit sangat mengharapkan keakuratan *pointing* antena terhadap satelit. Selisih *pointing* satu derajat pada antena terhadap satelit dapat menyebabkan satelit tidak dapat menerima data dari antena. Hal ini disebabkan karena bumi dan satelit memiliki jarak yang sangat jauh. Kesalahan yang terjadi pada *pointing* komunikasi satelit dapat menyebabkan pengurangan daya [6]. Kesalahan pada *pointing* antena disebabkan oleh kesalahan posisi sudut azimuth dan elevasi. Kesalahan posisi sudut tersebut akan mempengaruhi kualitas sinyal informasi yang ditransmisikan. Kualitas sinyal informasi yang baik akan memiliki nilai EB/No yang selalu meningkat.

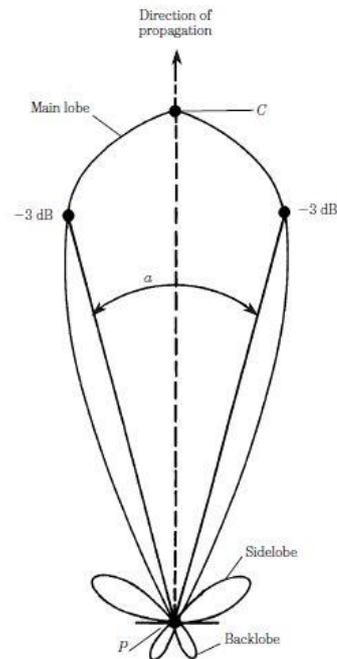
Antenna tracker adalah sistem penjejak suatu muatan atau objek yang dapat mengikuti arah objek dengan menangkap sinyal terkuat. Untuk mengarahkan antena kepada sinyal terkuat, antena harus digeser atau dipindahkan menghadap objek pengirim. Pengarahan antena dapat dilakukan dengan menggunakan sistem manual ataupun otomatis. Sistem pengarahan antena manual dapat dilakukan dengan menggeser antena ke arah muatan tetapi sistem pengarahan ini kurang efisien apabila digunakan untuk menjejak objek yang selalu berpindah. Penggunaan sistem pengarahan antena otomatis, antena dapat mengikuti objek secara otomatis dengan menggunakan sistem kendali tanpa harus dipindah. Pengarahan menggunakan sistem ini harus memiliki sistem kendali yang sangat baik agar tidak terdapat nilai *error* yang menyebabkan antena mengarah tidak tepat pada objek.



Gambar 2. 1 *Antenna Tracker* Tim Mr. Cilindro UMY

Gambar 2.1 merupakan *antenna tracker* dengan sistem *open loop* yang digunakan Mr Cilindro pada KOMBAT (Kompetisi Muatan Balon Atmosfer) 2017. Antena yang digunakan adalah antena yagi dengan 10 elemen. Antena yagi merupakan antena yang bersifat direksional dan memancarkan gelombang pada satu frekuensi. Antena yang bersifat direksional adalah antena yang memiliki sudut yang kecil dan daya yang lebih terarah atau terpusat. Antena ini hanya dapat menerima dan mengirimkan sinyal pada satu arah sehingga antena harus diarahkan kepada sumber sinyal terkuat. Selain itu antena memiliki lingkup area yang sempit tetapi memiliki jangkauan yang jauh. [7]

Gambar 2.2 merupakan gambar pola radiasi antena direksional. Antena terletak pada titik P dan memancarkan sinyal pada arah panah diatas. Antena pemancar yang sempurna hanya memiliki sebuah *main lobe*. Selama target pemancar masih di dalam *main lobe* antena, antena pemancar masih dianggap menerima sinyal secara optimal. Pada gambar 2.2 terdapat *back lobe* dan *side lobe*. Adanya lobus merupakan daya yang terbuang saat dikirim kearah yang salah [8].



Gambar 2. 2 Pola radiasi *antenna directional*

2.2.2 Sistem Kendali

Sistem kendali adalah susunan komponen yang saling berhubungan agar dapat mengatur, mengontrol, dan mengarahkan diri sendiri atau sistem lain untuk mendapatkan respon yang diinginkan. Riyandi dan Husada (2013), sistem pengendalian adalah susunan suatu komponen yang dihubungkan sedemikian rupa untuk mengatur suatu kondisi agar mencapai kondisi yang diharapkan. Dalam kehidupan sehari-hari, sistem pengendalian sering kita temukan di lingkungan sekitar kita. Salah satu contoh sistem pengendalian adalah peralatan elektronik rumah tangga seperti mesin cuci otomatis dan setrika[7].

Komponen yang paling sering digunakan pada sistem kendali berupa sensor, kontroler ataupun motor. Setiap sistem kendali akan memiliki minimal kontroler dan aktuator. Kontroler merupakan kecerdasan dari sistem sebagai pengendali. Masukan dari kontroler adalah *set point* yang mana sinyal akan ditujukan kepada *output* atau variabel terkontrol. Aktuator merupakan *electro-*

mechanical yang melakukan konversi sinyal menjadi aksi fisik. Salah satu contoh aktuator adalah motor listrik yang digunakan untuk menggerakkan sudut azimuth dan elevasi pada antena. Blok proses merupakan dampak yang dihasilkan dari aksi aktuator. Kontrol variabel adalah hasil dari proses tersebut [9]. Sistem kendali terbagi atas dua jenis yaitu sistem kendali *open loop* dan sistem kendali *close loop*. Kedua sistem ini memiliki cara kerja yang berbeda, diantaranya adalah:

- Sistem Kendali *Open loop*

Sistem kendali *open loop* (pengendalian terbuka) adalah sistem kendali yang memiliki nilai masukan dan keluaran yang mana nilai keluaran tidak mempengaruhi proses sistem tersebut. Perhatikan diagram di bawah ini

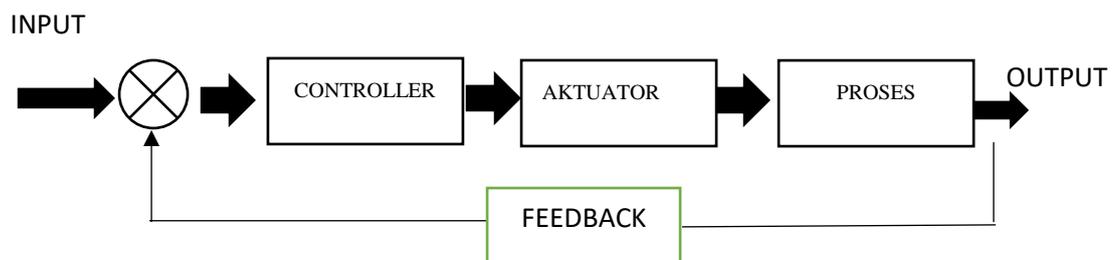


Gambar 2. 3 Diagram Blok Sistem Open Loop

Pada diagram 2.3, terdapat kontroler dan aktuator. Diagram blok 2.3 tidak memiliki nilai umpan balik sehingga sistem kendali ini akan tetap bekerja sesuai dengan perintah kecuali terjadi faktor pengganggu dari luar. Keuntungan penggunaan sistem kendali *open loop* adalah sederhana dan murah. Pemeliharaan yang dilakukan cukup mudah. Kekurangan dari sistem ini adalah tidak memiliki nilai umpan balik. Gangguan dan nilai perubahan dapat membuat kesalahan sehingga hasil tidak sesuai dengan keinginan. Sistem masukan kendali ini akan bersifat konstan. ketelitian hanya bergantung pada kalibrasi diawal.

- Sistem Kendali *close loop*

Sistem kendali *close loop* (*tertutup*) adalah sistem kendali yang menghasilkan nilai umpan balik dimana hasil keluaran akan mempengaruhi langsung pada aksi pengontrolan. Sinyal kesalahan penggerak akan diumpangkan ke kontroler untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem sesuai dengan yang diinginkan. Hasil keluaran dari sensor secara konstan akan di monitor oleh sensor secara langsung. Perhatikan diagram blok di bawah ini



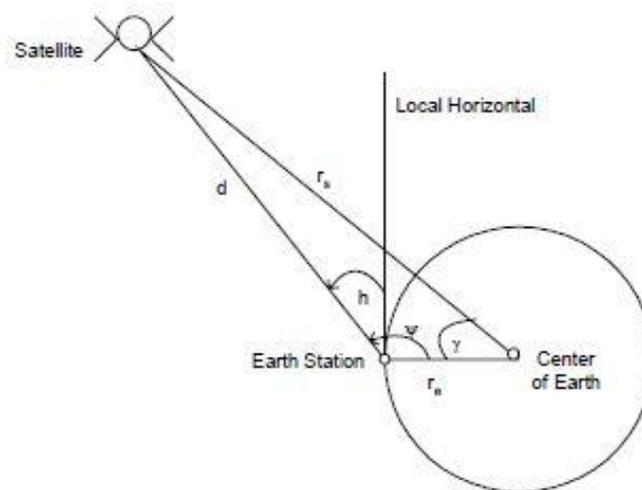
Gambar 2. 4 Diagram Blok Sistem Close Loop

Berdasarkan gambar 2.4. Nilai umpan balik sensor akan di konversi kedalam elektrik sinyal yang dikirimkan ke kontroler. Kontroler akan mengetahui apa yang sedang sistem lakukan. Pengaturan akan dilakukan oleh kontroler sesuai kebutuhan untuk mempertahankan *output* sesuai dengan *set point*. Sinyal dari kontroler akan diteruskan untuk menggerakkan aktuator. Hasil keluaran akan dideteksi oleh sensor dan dibandingkan oleh komparator. Komparator akan membandingkan dengan nilai masukan. Perbandingan selisih nilai *feedback* dan masukkan awal disebut dengan (*error correction*). Ketika sudah mendekati nilai *set point* maka kontroler dan proses akan menghasilkan nilai keluaran dimana nilai keluaran tersebut langsung mempengaruhi nilai aksi pada pengontrolan melalui nilai *feedback*. Sistem ini yang disebut dengan sistem *close loop*.

Keuntungan menggunakan sistem kendali *close loop* adalah dapat mengendalikan keluaran secara otomatis sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu, Sistem menjadi kurang peka dari gangguan eksternal. Sedangkan kekurangan dari sistem *close loop* adalah perawatan yang cukup rumit dan harga yang mahal.

2.2.3 Elevasi dan Azimuth

Untuk memiliki posisi *pointing* pada antena penjejak yang tepat, maka dibutuhkan sudut elevasi dan azimuth. Sudut elevasi suatu satelit adalah sudut yang dibentuk oleh satelit dengan sudut tangen pada titik tertentu di bumi. Sedangkan, sudut azimuth suatu satelit adalah sudut yang dibentuk oleh arah satelit dengan arah utara yang sebenarnya, diukur berlawanan arah jarum jam.



Yuni (2003).

Gambar 2. 5 Geometri Kalkulasi Sudut Elevasi

Yuni(2003)

rs : vektor dari pusat bumi ke satelit,

re :vektor dari pusat bumi ke stasiun bumi, h adalah sudut *elevasi* antena stasiun

d :vektor dari stasiun bumi ke satelit.

Ketiga vektor pada gambar 2.5 membentuk suatu posisi segitiga. Sudut yang terbentuk dari segitiga tersebut disebut dengan sudut elevasi. Perhitungan sudut elevasi dapat dihitung dengan rumus geometri kalkulasi sudut elevasi.

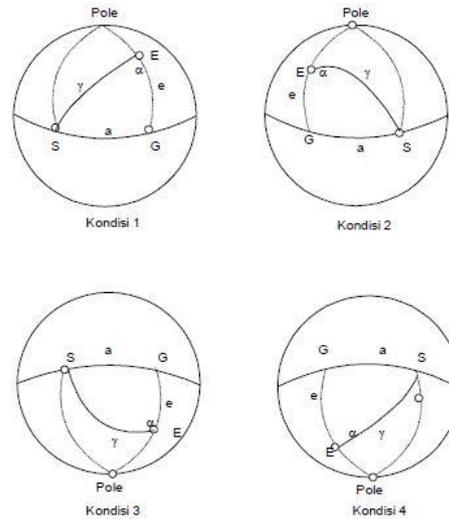
Penentuan sudut azimuth lebih sulit dibandingkan sudut elevasi. Hal ini disebabkan perhitungan geometrinya berbeda jika titik subsatelit berada diarah yang berbeda. Masalah ini dapat diselesaikan dengan perhitungan satelit *geostationer ideal* di mana titik subsatelit dan stasiun bumi selalu berada pada

belahan bumi yang sama. Untuk membuat persamaan yang dibutuhkan segitiga bola dengan titik – titik sudut berupa E, S, dan G. Yuni (2003)

E: Stasiun bumi,

S: Titik subsatelit,

G: Titik meridian (garis bujur) stasiun bumi memotong ekuator.



Gambar 2. 6 Trigonometri Bola

Yuni(2003)

Gambar 2.6 adalah ilustrasi saat titik subsatelit berada pada arah yang berbeda. Perbedaan ini dapat diselesaikan dengan rumus perhitungan tabel 2.1. Berdasarkan tabel 2.1 perhitungan persamaan subsatelit bumi berada pada arah yang berbeda. Pada nomor 1 dan 3, stasiun bumi berada di timur titik subsatelit. Pada kondisi 2 dan 4, stasiun bumi berada di barat titik subsatelit. Yuni(2003)

Tabel 2. 1 Perhitungan Sudut Azimut

Kondisi	Persamaan
1. Titik subsatelit di barat daya stasiun bumi	$A = 180 + \alpha$
2. Titik subsatelit di tenggara stasiun bumi	$A = 180 - \alpha$
3. Titik subsatelit di barat laut stasiun bumi	$A = 360 - \alpha$
4. Titik subsatelit di timur laut stasiun bumi	$A = \alpha$

2.2.4 Protokol Komunikasi Data dan Antarmuka Serial

Dalam dunia elektronika, Komunikasi data merupakan hal yang sangat penting. Komunikasi data merupakan interaksi antara komponen untuk saling bertukar informasi. Salah satu contoh adalah komunikasi perangkat mikrokontroler dengan sensor. Dalam komunikasi data, dibutuhkan sebuah protokol untuk menyematani komunikasi antar perangkat. Salah satu contoh komunikasi data yang sering digunakan adalah komunikasi serial yang terdiri dari SPI, I2C, dan UART.

- *UART (Universal Asynchronous Receiver dan Transmitter)*

UART merupakan protokol komunikasi data yang berisi *register* geser dan berfungsi untuk menerjemahkan bit paralel menjadi bit serial. UART biasanya digunakan pada komunikasi serial RS 232, RS442, dan RS 485. UART memiliki komunikasi *full duplex* dengan sifat *peer to peer* yang menyebabkan hanya dapat berkomunikasi dengan perangkat lain dalam satu bus. Cara kerja pengiriman data pada UART dilakukan dengan pemberitahuan pada *receiver* dengan cara melakukan *start bit*. Data yang dikirimkan sebanyak 8 bit akan diterima dan dilakukan *parity check* untuk melihat keamanan data. Penyelesaian pengiriman data diakhiri dengan *stop bit*.

UART memiliki dua jalur untuk mengirimkan data. Jalur yang digunakan adalah jalur Tx dan Rx. Jalur ini mengirimkan data secara silang. Jalur Tx dari perangkat A akan mengirimkan data pada jalur Rx pada Perangkat B. Pada model *asynchronous* ini data dapat dikirimkan hanya dengan menggunakan satu buah kabel transmisi. Hanya saja model *asynchronous* ini memiliki kelemahan pada

jarak dan kecepatan. Semakin jauh dan cepat data yang dikirimkan maka paket data semakin mudah untuk mendapatkan gangguan. Gangguan menyebabkan data yang diterima dapat mengalami *error*.

- RS 485

Perkembangan sistem telekomunikasi saat ini sudah sangat pesat. Penelitian tentang sistem pengiriman dan penerimaan data sudah sangat sering dilakukan. Salah satu contoh adalah sistem telemetri rs 485. Komponen RS485 merupakan komponen yang dikembangkan dari RS-232. Pengiriman data serial menggunakan RS485 dapat mengirimkan data dengan pengiriman sejauh 10 km. Sistem telemetri rs 485 menggunakan sistem telemetri *half duplex*. *Half duplex* adalah komunikasi antara dua buah perangkat dan dua arah secara bergantian pada suatu waktu.



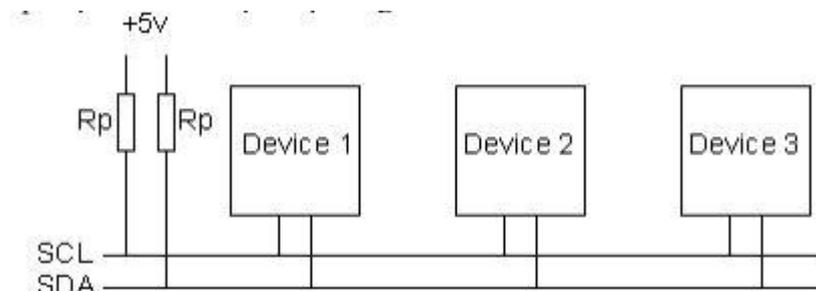
Gambar 2. 7 RS 485 USB Module

(antratek.com)

Gambar 2.7 merupakan RS 485 USB Module yang bekerja pada setiap *baud rate* hingga 250.000 *baud rate*. Pengiriman data serial pada RS485 berupa bilangan ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). Rs-485 merupakan EIA (*Electronic Industries association*) yang memiliki beberapa keuntungan. Keuntungan rs 485 dapat menghubungkan satu *master* ke beberapa *slave*. Selain itu, kecepatan data Rs-485 mencapai 10 Mbps serta Panjang kabel yang digunakan dapat mencapai 1200m.

- I²C (*inter-Integrated cicuit*)

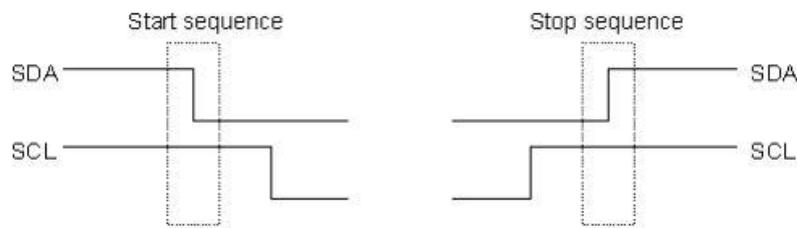
I²C merupakan komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran untuk mengirim dan menerima data. Dua jalur yang digunakan adalah SDA (*serial data line*) dan SCL (*serial clock line*). Pada I²C, digunakan jalur *master* dan *slave*. *Master* akan memulai pengiriman data dan diakhiri pada *slave*. *Slave* merupakan alamat yang dituju oleh master.



Gambar 2. 8 Pull Up pada I2C

Frans (2007)

I²C merupakan protokol komunikasi yang dikenalkan oleh Philips. I²C memiliki sifat *serial synchronous half duplex bi directiona* yang hanya dapat mengirimkan dan menerima data hanya menggunakan satu jalur saja. Data dapat saling mengirim dan menerima antar perangkat secara bergantian. Sumber clock yang berada di I²C berasal dari satu master yang disebut dengan SCL. Jalur pada I²C bersifat "*open drain*". Jalur ini dapat melakukan *drive* pada keluaran menjadi *low* tetapi tidak dapat menjadi *high*. Keadaan *high* pada jalur membutuhkan perlakuan *drive* dengan memasang resistor *pull up* dengan tegangan 5V seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2. 9 Pengiriman data I^2C

Frans (2007)

Transmisi data pada I^2C seperti pada gambar 2.9, melakukan pengiriman dengan ditandai *start sequence* dan diakhiri dengan *stop sequence*. Jumlah data yang dikirimkan sebanyak 8 bit dengan urutan MSB (*Most Significant Bit*) terlebih dahulu dan setelahnya LSB (*Least Significant Bit*). Kemudian terdapat satu tambahan bit yang dinamakan ACK. Apabila ACK dalam kondisi *low*, hal ini menandakan bahwa pengiriman yang dilakukan telah sukses dan menunggu kiriman yang selanjutnya. Apabila ACK bersifat *high* maka ACK tidak dapat menerima data yang dikirimkan dan *master* harus mengirimkan *stop sequence* untuk menghentikan komunikasi.

2.2.5 Komponen sensor processing

- Mikrokontroler AT Mega 2560

Mikrokontroler adalah *chip* atau dengan IC (*Integrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan Komputer (Jati dan Grace, 2011). Salah satu mikrokontroler yang umum digunakan adalah AT Mega 2560.



Gambar 2. 10 Arduino Mega 2560

Gambar 2.10 di atas merupakan gambar Arduino mega 2560 yang menggunakan mikrokontroler AT Mega 2560. Arduino ini memiliki 54 *input/output* yang mana 14 dapat digunakan sebagai *output analog* dan 16 sebagai *input analog*. Selain itu Arduino ini memiliki empat pin UART (*port serial* perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, USB, header ICSP, dan tombol reset. Untuk menyalakan mikrokontroler dibutuhkan energi suplai dengan menghubungkan kabel USB ke komputer, baterai ataupun AC to DC adaptor.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

Tabel diatas merupakan tabel spesifikasi dari arduino mega 2560. Tegangan operasi pada arduino mega adalah 5v. Tegangan *supply* pada arduino *board* disarankan sekitar 7-12 V. Jika tegangan suplai kurang dari yang disarankan maka dapat menyebabkan ketidakstabilan pada board arduino. Apabila tegangan yang disuplai lebih besar dari yang direkomendasikan maka akan ada kemungkinan board akan menjadi rusak. Selain itu, arduino mega 2560 memiliki 256 KB memori *flash* yang digunakan untuk menyimpan kode (8 KB digunakan *bootloader*), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM .

- *GPS (Global Positioning system)*

GPS adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui koordinat posisi secara tepat. Prinsip kerja GPS ini menggunakan sinyal gelombang mikro yang dikirimkan ke satelit bumi. Pada permukaan bumi, terdapat receiver yang menerima sinyal dan digunakan untuk menentukan koordinat posisi. Salah satu contoh sensor GPS adalah U-BLOX NEO 7.



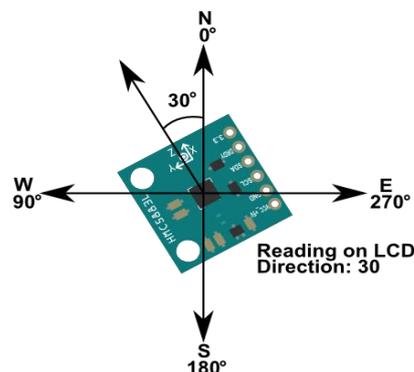
Gambar 2. 11 U BLOX NEO 7.

(www.u-blox.com)

Gambar 2.11 adalah sensor U BLOX NEO 7. Sensor ini memiliki beberapa keunggulan salah satunya adalah memiliki sensitivitas dan waktu akuisisi yang tinggi dengan daya yang rendah. Sensor ini dikemas dengan ukuran yang kecil sehingga ukuran sensor ini sangat ideal untuk diaplikasikan. Selain itu sensor ini memiliki kemampuan *Backward* dengan jenis UBLOX NEO sebelumnya.

Pada penelitian ini, GPS U BLOX M7N digunakan untuk menentukan koordinat posisi pada *ground control station* berada. Sensor ini diletakkan pada antenna *Kontroler* untuk mendapatkan titik koordinat yang tepat.

- Sensor HMC5883L



Gambar 2. 12 U BLOX M7N.

(www.u-blox.com)

Sensor HMC5883L adalah sensor kompas yang digunakan untuk menunjukkan arah medan magnet bumi. Penelitian ini menggunakan sensor HMC5883L untuk menentukan sudut azimuth dalam satuan derajat. Gambar 2.12 adalah sensor kompas berjenis HMC5883L. Sensor ini memiliki 3 sumbu X,Y

dan Z. Nilai X,Y dan Z adalah nilai *magnetic vector* yang akan dikonversi menjadi nilai sudut dalam satuan derajat.

Sensor HMC5883L menggunakan antarmuka I2C dalam komunikasi data. Selain itu sensor ini memiliki keunggulan dengan menggunakan teknologi *Anisotropic Magnetoresistive* (AMR). Teknologi Anisotropik ini adalah Teknologi dengan sensor *directional* memiliki kepekaan presisi dalam sumbu dan linearitas. Kepekaan sensor ini memiliki akurasi heading hingga 1-2 derajat. Kecepatan data *rate* pada sensor mencapai hingga 160HZ. Sensor ini juga memiliki tegangan operasi yang rendah hanya 2.16 hingga 3.6V dan konsumsi daya yang rendah. Tabel 2.3 dibawah ini merupakan tabel spesifikasi dari sensor HMC5883L.

Tabel 2. 3 Spesifikasi HMC5883L

1	Maksimal data <i>rate</i> a160Hz
2	Komunikasi I2C
3	Akurasi heading hingga 1-2 derajat
4	Terintegrasi 12-bit ADC
5	Range of -8 to +8 Gaus

- Sensor Autonics EP50S8-1024-2F-N-24 Rotary Encoder



Gambar 2. 13 Sensor Autonics

<http://www.autonicsonline.com>

Sensor Autonics merupakan sensor *absolute encoder* yang memiliki output berupa nilai biner. Resolusi nilai biner sensor mencapai 1024 bit. Sensor ini akan berputar berlawanan dengan jarum jam. Tegangan suplai yang dibutuhkan sensor adalah 12-24 volt.

Tegangan yang dibutuhkan oleh sensor memiliki nilai yang cukup besar. Pemasangan sensor pada arduino mega 2560 secara langsung akan membahayakan mikrokontroler. Pada kondisi ini dibutuhkan suatu rangkaian pengkondisi sinyal yang dapat menerjemahkan tegangan dari 12 volt menjadi 5 volt tegangan mikrokontroler.

Dalam melakukan sistem pengkabelan sensor harus dilakukan dengan hati-hati. Hal ini dikarenakan sensor memiliki 13 kabel *output*. Kabel tidak boleh tertukar pada saat melakukan perangkaian sehingga tidak membahayakan sensor ataupun mikrokontroler. Perhatikan urutan pengkabelan sensor pada tabel dibawah ini.

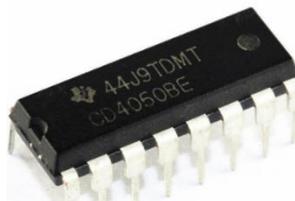
Tabel 2. 4 Sistem Pengkabelan

Resolution		6- divi- sion	8- divi- sion	10- divi- sion	12- divi- sion	16- divi- sion	20- divi- sion	24- divi- sion	32- divi- sion	40- divi- sion	45- divi- sion	48- divi- sion	64- divi- sion	90- divi- sion	128- divi- sion	80- divi- sion	256- divi- sion	360- divi- sion	512- divi- sion	720- divi- sion	1024- divi- sion	
Power	White	+V																				
	Boack	0V																				
Output wire	Brown	2^0																				
	Red	2^1																				
	Orange	2^2																				
	Yellow	N-C		2^3																		
	Blue	N-C		$2^0 \times 10$																		
	Purple	N-C				$2^{21} \times 10$																
	Gray	N-C								$2^2 \times 10$												
	White/Brown	TP1		N-C										$2^3 \times 10$								
	White/Red	TP2		N-C										$2^0 \times 10$								
	White/Orange	EP		N-C										$2^1 \times 100$								
	White/Yellow	N-C																$2^2 \times 100$				
	White/Blue	N-C																		$2^3 \times 100$		
	White/Purple	N-C																		$2^0 \times 1000$		
	Shield wire	F.G.																				

Tabel 2.4 menunjukkan urutan kabel dengan menggunakan warna pada kabel. Kabel pada sensor harus dipasang sesuai dengan urutan dan keterangan yang ada. Kabel sinyal atau *shield wire* pada sensor harus dipasangkan terhadap *ground* kabel.

Pada penelitian ini sensor *rotary encoder* digunakan untuk menentukan sudut elevasi. *Output* sensor yang berupa nilai biner akan dikonversikan menjadi nilai desimal dalam satuan derajat. Nilai derajat yang dihasilkan dari sensor ini akan dibandingkan dengan nilai derajat pada busur.

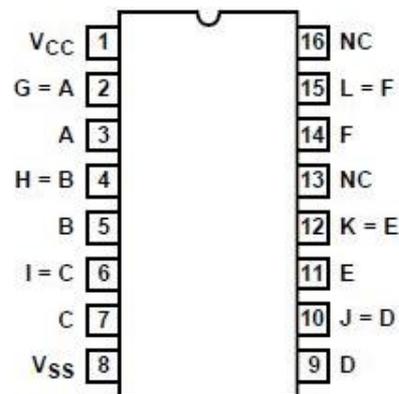
- IC CD 4050 BE



Gambar 2. 14 IC CD 4050 BE

(www.ebay.com)

IC (*Integrated Circuit*) adalah ratusan atau ribuan komponen elektronika yang digabungkan dan bersifat semi konduktor. Komponen IC 4050 BE merupakan salah satu jenis IC *level shifter*. *Level shifter* berfungsi untuk menerjemahkan logika tegangan tinggi hingga menjadi tegangan rendah. CD4050BE adalah tipe *non inverting hex buffer*. Selain itu hanya dibutuhkan satu tegangan suplai (VCC) untuk konversi logika. Perangkat ini merupakan jenis IC CMOS.



Gambar 2. 15 Pinout IC 4050

(www.alldatasheet.com)

Gambar 2.15 adalah gambar pinout IC 4050. Komponen tersebut memiliki 6 pin *input* dan *output*. Selain itu memiliki 1 pin untuk tegangan, 1 pin *ground* dan 1 pin NC. Komponen ini memiliki tegangan DC suplai yang cukup tinggi yaitu - 0.5V hingga 20V \pm 10 mA. Kelemahan IC ini adalah mudahnya terjadi kerusakan yang disebabkan oleh elektrostatis.