

Perancangan dan Realisasi *Remote Tilting Antena Base Station* Secara Vertikal

EKARIANI PRATIVI, LUCIA JAMBOLA

Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung
Email : ekariani.prativi@gmail.com

ABSTRAK

Pada kondisi pembangunan jaringan seluler baru, permasalahan *coverage area* terkadang perlu penanganan khusus. Jika *coverage* dari suatu *base station* terlalu besar maka akan mengakibatkan saling tumpang tindih dengan sel yang berdekatan, yang akan menurunkan kualitas layanan. Salah satu bentuk solusi untuk memenuhi persyaratan *coverage area* kinerja jaringan seluler dan juga memenuhi kinerja keselamatan petugas adalah dengan menggunakan metoda *down tilting antenna* secara vertikal melalui *wireless*. Perancangan bentuk bangun dua buah sistem pendukung utama seperti penggerak antenna sektoral pada *base station* (BTS) dan sistem pengendali penggerak antenna jarak jauh berbasis gelombang radio atau *wireless*. Metoda *down tilting antenna* secara vertikal ini dilakukan dengan membuat suatu peralatan penggerak antena secara vertikal sebagai penggerak motor DC, dengan mengetahui jarak terjauh yang dapat dicapai yang dilengkapi pengukuran besar perubahan sudut *tilt* pada antena. Pengoperasiannya dengan menggunakan sensor *optocoupler* dengan mikrokontroler AT89S52 yang ditampilkan layar LCD. Pengujian yang dilakukan pada ruangan terbuka *remote control* sebagai pemancar dapat mencapai jarak maksimal 27 meter dengan besar sudut *tilt* maksimal mencapai $24,71^\circ$, dimana perubahan sudut *tilt* setiap 1° pada layar LCD akan berpengaruh pada *coverage area*.

Kata kunci: *Coverage Area, Motor DC, Down Tilting Antenna, Antena Sektoral, sensor optocoupler* dengan mikrokontroler AT89S52.

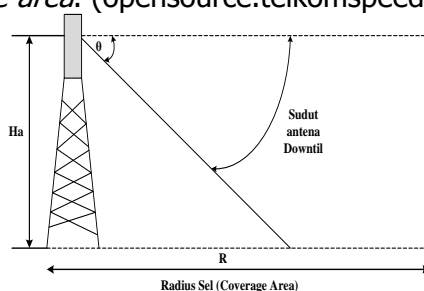
ABSTRACT

On the state of development of new mobile networks, area coverage problems sometimes need special handling. If the coverage of a base station (BTS) is too large it will result in overlap with adjacent cells, which will degrade the quality of service. One form of solutions to meet the performance requirements of mobile network coverage area and also meet the safety performance of officers is to use the method of tilting down vertically through the wireless antenna. Designing the shape of two main support systems such as propulsion sectoral antenna at the base station (BTS) antenna drive and control system based distance or wireless radio waves. Method vertical antenna down tilting is done by creating a vertical antenna transmission devices as DC motor drive, knowing the furthest distance that can be achieved incorporating the measurement of the antenna tilt angle changes. Operation using optocoupler sensor with AT89S52 microcontroller LCD screen displayed. Tests were carried out on the open space as a remote control transmitter can reach a maximum distance of 27 meters with a large tilt angle reaches a maximum 24.71° , which changes every 1° tilt angle on the LCD screen will affect the coverage area.

Keywords : *Coverage Area, Motor DC, Down Tilting Antenna, Sectoral Antenna, Sensor Optocoupler with Microcontroler AT89S52*

1. PENDAHULUAN

Penyedia layanan telekomunikasi menyediakan berbagai layanan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, oleh karena itu menuntut beberapa *provider* layanan telekomunikasi menyediakan layanan yang luas. Berbagai upaya dilakukan baik dengan cara mendirikan base station (BTS) baru. Semakin banyak BTS yang didirikan maka memerlukan perencanaan yang matang agar area cakupan (*coverage area*) dapat memberikan hasil maksimal baik dalam segi kualitas layanan dan agar tidak terjadi adanya saling tumpang tindih dengan sel yang saling berdekatan, maka perancangan *remote tilting antenna* untuk menentukan *coverage area*. Antena merupakan sebuah komponen yang dirancang untuk dapat memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetik (Alaydrus, Mudrik : 2011). Untuk mengubah *coverage area* yang di layani BTS yang dapat dilakukan dengan teknik *tilting*, yaitu kemiringan yang dilakukan untuk mengatur *coverage area* dari antena. *Down tilting* merupakan metoda pergeseran sudut kecuraman antena untuk mendapatkan *coverage area*, *mechanical down tilting* mengubah direksional antena dengan mengubah sisi fisik. Penggunaan metoda *mechanical down tilting* pada dasarnya memberikan dampak yang hampir sama dalam hal penentuan *coverage area* (Mahyuddin, Fahmi :2011). Gambar 1 merupakan hubungan antara sudut kemiringan (θ) pada metoda *down tilting antenna* dengan *radius cell* (R) yang dihasilkan, besar sudut *tilt* akan diperoleh terhadap jarak yang dapat mempengaruhi *coverage area*. (opensource.telkomspeedy.com)



Gambar 1. Perhitungan Coverage Area

Jarak pancar yang ditempuh oleh suatu antena dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\theta = \text{arc tan } \frac{Ha}{R} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

R = Radius *cell* (meter)

Ha = Tinggi Antena (meter)

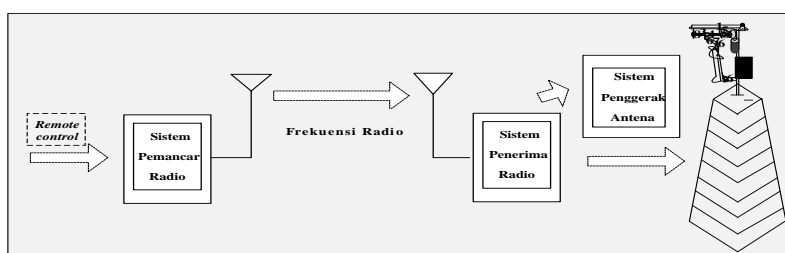
Penerapan *down tilting antenna* dilakukan dengan membuat suatu peralatan yang dapat menggerakkan posisi antena pada *base station*, yang dilakukan pada ruangan terbuka serta penempatan peralatan pada jangkauan yang cukup tinggi. Perangkat yang digunakan terdiri dari beberapa komponen diantaranya perangkat penggerak antena secara vertikal, *transceiver*, motor listrik, antena, LCD dan sensor pembaca perubahan kemiringan antena secara vertikal. *Remote control* sebagai pemancar, di mana terdapat induktor, transistor, kapasitor, resistor, dioda zener dan ic. Perangkat *remote control* mengirimkan sinyal yang diterima oleh *receiver* secara *wireless* digunakan untuk kemudian dibaca oleh sensor untuk kemiringan antena yang kemudian ditampilkan pada LCD yang dapat membantu pergerakan antena sampai dengan jarak dan kecepatan putaran tertentu. Penggunaan sensor *optocoupler* dengan mikrokontroler AT89S52 dapat menentukan perubahan besar sudut tilt pada antena sebagai aplikasi secara digitalnya yang terdapat di pasaran serta dapat diaplikasikan dan di rakit dengan mudah.

2. METODOLOGI PERANCANGAN

Perencanaan sistem *remote tilting* antena sektoral secara vertikal dimana terdapat beberapa komponen yang membentuk sistem pada *remote tilting antenna* secara vertikal, diantaranya sebagai berikut :

- Sistem Pemancar Radio (*Transmitter*)
- Sistem Penerima Radio (*Receiver*)
- Sistem Penggerak Antena
- Antena Base Station*

Gambar 2 merupakan perancangan dan realisasi *remote tilting* antena secara vertikal pada sistem.



Gambar 2. Ilustrasi Perencanaan Sistem *Remote Tilting antenna* secara Vertikal (Darlis, Arsyad R. : 2011)

Sistem pemancar antena (*transmitter*) membangkitkan Sinyal tersebut kemudian ditransmisikan melalui media *wireless* sehingga sampai pada sistem penerima (*receiver*), pada *receiver* sinyal yang dimodulasi tersebut akan dikonversikan kembali menjadi sinyal pengendali yang sama seperti sebelumnya yang dikirimkan *transmitter* (Nugroho, Dudi : 2010). Hasil sinyal kendali yang dihasilkan oleh *transmitter* dan *receiver* akan menggerakkan motor dc yang nantinya sebagai sistem penggerak antena dan akan memutar ulir besi pada peralatan penggerak antena kemudian akan menggerakkan antena secara vertikal. Perlu ditambahkan pula bahwa pada sistem *transmitter* sistem *remote control* menggunakan catu daya sebesar 9 volt. Sistem pemancar antena sebagai penggerak (*transmitter*) menggunakan tombol penggerak searah jarum jam atau sebaliknya yang berfungsi sebagai pengatur pergerakan *remote tilting antenna* secara vertikal.

2.1 Sistem Pemancar Radio (*Transmitter*)

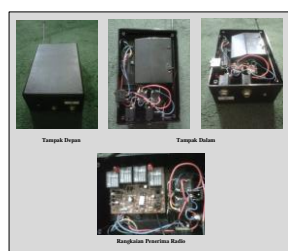
Pemancar yang digunakan pada tugas akhir ini menggunakan pemancar *mobile radio remote control* yang tersedia dipasaran yang beroperasi pada frekuensi 49 MHz yang dapat mencapai jarak ± 30 meter. Sistem pemancar antena (*transmitter*) membangkitkan sinyal kendali yang dimodulasikan dengan sinyal pembawa secara FSK (*frequency Shift Keying*) dengan frekuensi 49 MHz. Gambar 3 merupakan gambar *remote radio control* yang digunakan.



Gambar 3. Sistem Pemancar Radio *Remote Tilting Antenna*

2.2 Sistem Penerima Radio (Receiver)

Receiver yang digunakan pada sistem ini menggunakan rangkaian dari *mobile remote control* dan sebelumnya *remote control* pada mobil ini digunakan sebagai sistem pemancar radio. Rangkaian sistem pada *mobile remote control* ini kemudian dipasang pada sebuah kotak hitam yang telah tersedia yang dilengkapi oleh penambahan dua buah relay pada sistemnya dimana kotak hitam ini diberi tambahan dua buah output untuk catu daya dan *driver* motor yang nantinya sebagai penggerak dari sistem *remote tilting antenna* secara vertikal. Gambar 4 merupakan sistem penerima radio yang telah dilengkapi dan ditambahkan beberapa komponen agar sistem penerima radio ini dapat berfungsi sebagaimana mestinya.



Gambar 4. Sistem Penerima Radio (Receiver)

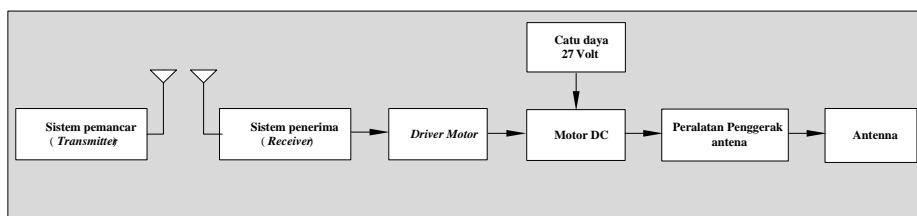
Sistem penerima radio menerima sinyal yang dikirimkan oleh sistem pemancar radio. Sinyal yang diterima akan menggerakkan driver motor yang akan dilanjutkan sebagai penggerak antena. Sistem penerima radio memakai baterai Ni-Cad AA 1200 mAh 9,6 volt (8 baterai @ ,2 volt) seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Baterai Ni-Cad

2.3 Sistem Penggerak Antena

Remote tilting antenna berdasarkan sistem bergerak secara vertikal, dimana untuk dapat menggerakkan sistem ini membutuhkan perancangan serta peralatan yang dapat mendukung cara kerja sistem ini, untuk lebih jelasnya dapat digambarkan pada blok diagram pada Gambar 5 yang dibagi menjadi beberapa bagian.

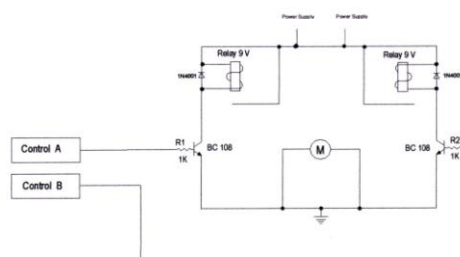


Gambar 5. Blok Diagram Sistem Penggerak Antena

Pada Gambar 5 merupakan sistem penggerak antena, sistem pemancar mengirimkan sinyal informasinya pada antena pemancar yang kemudian di terima pada antena penerima pada sistem penerima, sinyal tersebut kemudian diproses lebih lanjut pada driver motor dengan menggunakan power supply 27 volt sehingga dapat menggerakkan motor DC sehingga implementasi dapat menggerakkan antena secara vertikal.

2.3.1 Driver Motor

Driver motor terdapat pada sistem penerima, dimana berfungsi untuk mengkonversikan tegangan keluaran dari sistem penerima (*receiver*) menjadi tegangan untuk dapat menggerak yang diperlukan motor dilanjutkan agar sistem penggerak antenna dapat berfungsi dengan baik. Pada Gambar 6 merupakan rangkaian driver motor yang salah satunya disambungkan pada catu daya.



Gambar 6. Rangkaian Driver Motor

Rangkaian yang digunakan ada dua buah dimana rangkaian driver sebagai *supply* positif dan driver sebagai *supply* negatif, dimana rangkaian driver nantinya akan menentukan pergerakan antenna melalui motor DC. *Supply* positif akan menggerakkan motor DC bergerak ke arah kanan yang artinya ulir besi akan menggerakkan antenna maju ke depan arah vertikal, sedangkan *supply* negatif akan menggerakkan motor DC bergerak ke arah kiri yang artinya ulir besi akan menggerakkan antenna mundur ke belakang arah vertikal. *Power supply* motor menggunakan sumber tegangan 27 volt yang berasal dari *power supply*. Rangkaian komponen yang digunakan pada driver motor dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Komponen Driver Motor DC

No.	Komponen	Jumlah
1	Resistor 1 kohm	2 buah
2	Transistor BC 108	2 buah
3	Dioda 1N4001	2 buah
4	Relay 9 volt 12 Ah	2 buah

Gambar 6 menggambarkan secara rinci dan spesifikasi terlihat pada tabel 1 yakni, 2 buah driver motor DC agar bisa menggerakkan dan memutar ulir besi ke depan maupun ke belakang maka dipasang 2 buah relay dengan spesifikasi tegangan 9 volt dengan kuat arus 10 ampere (relay DC 5 kaki) dan 2 buah diode 1N4001

2.3.2 Power Supply

Power Supply yang digunakan menggunakan besar tegangan 27 volt, jika menggunakan besar tegangan di atas 27 volt maka relay pada sistem penerima akan panas. Driver motor akan menghubungkan *power supply* dengan motor, meskipun menggunakan tegangan yang cukup besar tetapi dalam pergerakannya sedikit halus, hal ini dikarenakan beban yang diputar merupakan ulir besi yang membutuhkan tegangan cukup besar dalam realisasinya untuk *remote tilting antenna* secara vertikal ini membutuhkan pergerakan yang halus agar terlihat perubahan kemiringan terhadap sudut yang nantinya berpengaruh pada *coverage area*. Gambar 7 merupakan *power supply* yang digunakan



Gambar 7. Power Supply

2.3.3 Motor DC

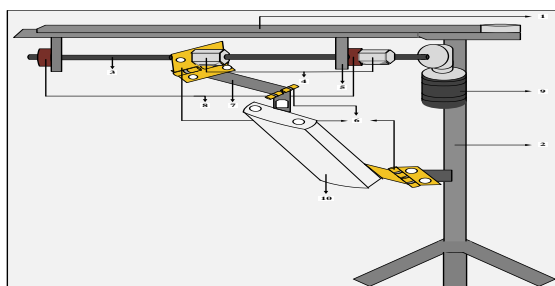
Motor arus searah yang digunakan pada tugas akhir ini adalah motor DC, dimana apabila diberi *power supply* tegangan dc akan bergerak sesuai putaran yang diinginkan. motor arus searah merupakan suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah (listrik DC) menjadi tenaga gerak atau mekanik, dimana tenaga gerak berupa putaran dari pada motor. Gambar 7 merupakan motor DC yang digunakan pada tugas akhir ini.



Gambar 7. Motor DC

2.3.4 Peralatan Penggerak Antena

Rancang bangun peralatan penggerak antena sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, perlu ditambahkan bahwa penggerak antena ini bergerak secara arah vertikal. Peralatan penggerak ini dapat berfungsi jika dihubungkan dengan *driver motor* yang diberi *power supply* 27 volt yang akan menggerakkan motor dc yang dapat memutar ulir besi sehingga antena BTS dapat bergerak sesuai dengan keinginan dengan arah vertikal. Gambar 8 merupakan skema realisasi perancangan *down tilting antenna* secara.



Gambar 8. Peralatan Penggerak Antena

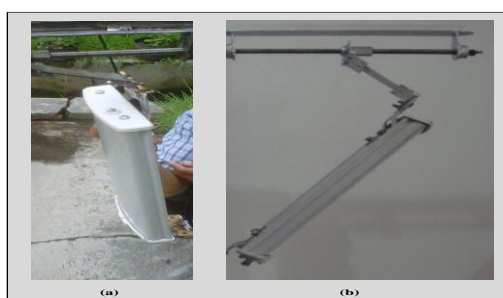
Keterangan gambar :

1. Plat besi dengan tebal ± 2 mm.
2. Plat besi berbentuk tabung.
3. Mur (As besi ulir) dengan diameter 2 – 2,5 mm.
4. Mur Besi.
5. Plat besi berbentuk jajaran genjang sebagai penyangga as besi ulir.
6. Engsel Pintu berbahan besi.
7. Plat besi sebagai penyangga antena untuk pergerakan kemiringan.
8. Bering sebagai penyangga pergerakan as besi ulir.
9. Driver Motor (motor dc).
10. Antena Sektoral.

Gambar 8 merupakan peralatan penggerak antenna yang di rancang kemudian dikerjakan dengan teknik pengelasan sesuai dengan perancangan. Mur (as besi ulir) dapat berputar sehingga menggerakkan antenna secara vertikal sebagai penggeraknya menggunakan motor DC untuk menggerakkan antenna sektoral.

2.4 Antena *Base Station*

Antena yang digunakan adalah merupakan prototype dari antenna sektoral, dimana Antena sektoral mempunyai polarisasi vertikal dan di rancang untuk digunakan pada *base station* (BTS) tempat *Acces Point* berada. Gambar 8 merupakan antenna yang digunakan dengan sistem perputarannya dilihat pada sisi depan (a) dan sisi samping (b)



Gambar 8. Antenna Base Station (a) Tampak Depan (b) Tampang Samping

2.5 Sensor *Optocoupler* dengan Mikrokontroler AT89S52

Pembacaan perubahan sudut kemiringan secara digital yang direalisasikan pada tugas akhir ini menggunakan modul sensor *optocoupler*, yang kemudian dirakit menjadi satu sistem dengan menggunakan mikrokontroler AT89S52 dan LCD dengan ukuran 16x2 sebagai display sudut kemiringannya. Gambar 9 merupakan rangkaian aplikasi yang digunakan.



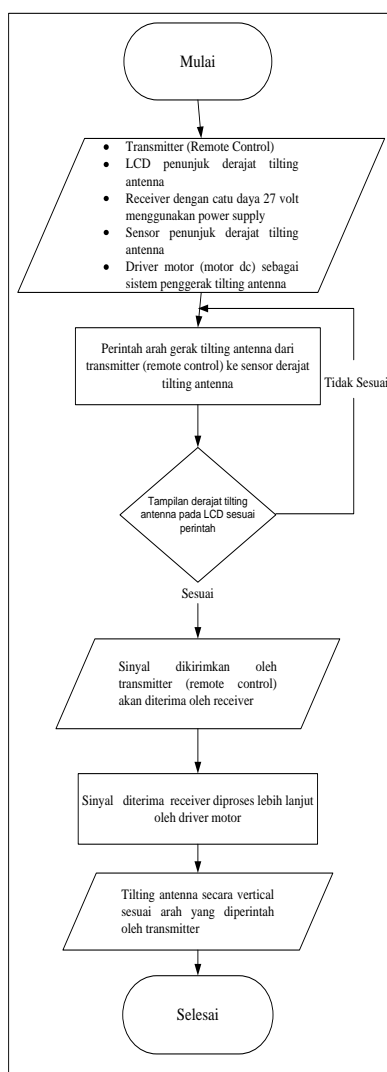
Gambar 9. Rangkaian aplikasi Modul Sensor *Optocoupler* dengan Mikrokontroler AT89S52

Realiasi secara digital penentuan sudut kemiringan pada antenna *base station* secara vertikal ini dapat dilihat pada layar LCD, dimana dapat disebutkan perlengkapan yang dibutuhkan selain modul sensor *optocoupler* adalah sebagai berikut :

- Layar LCD 16x2
- Modul sensor *optocoupler* dengan Mikrokontroler AT89S52
- Kabel penghubung beserta *counter*
- *Encoder*

Perputaran ulir yang menggerakkan antena *base station* yang mengakibatkan antena bergerak secara vertikal yang menyebabkan sudut kemiringan tertentu guna kebutuhan layanan komunikasi, akan menyebabkan perputaran pada *encoder* sebagai pembaca pulsa yang diterima oleh *counter* sebagai sensor *optocoupler* kemudian disampaikan Mikrokontroler AT89S52 yang akan terbaca pada layar LCD seberapa besar perubahan sudut kemiringan antena *base station* yang diinginkan (Nugraha, Irwan Ralidi S : 2009). *Listing* program yang digunakan untuk menjalankan sensor optocoupler dengan Mikrokontroler AT89S52 dapat dilihat pada lampiran.

Gambar 10 merupakan *flowchart* realisasi proses dari perancangan dan realiasi sistem hingga pembacaan perubahan sudut kemiringan antena pada layar LCD.



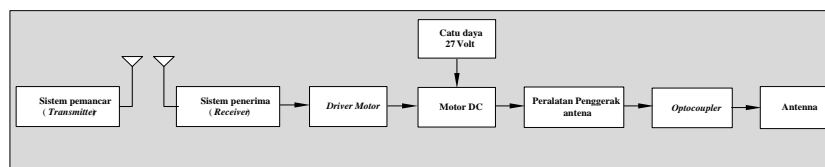
Gambar 10. Flow Chart Sistem Remote Tilting Antenna secara Vertikal

Gambar 10 menunjukkan flow chart dari sistem perancangan remote tilting antenna secara vertikal yang menggerakkan antena sektoral secara wireless. Remote control sebagai pengontrol gerakan antenna mengarahkan arah gerak yang kemudian akan menampilkan besar sudut perubahan tilt pada LCD, jika sesuai akan dilanjutkan pada pergerakan lebih lanjut dan jika tidak antenna akan diputar kembali sesuai dengan yang diinginkan.

3. HASIL PERANCANGAN, PEMBAHASAN DAN PENGUJIAN SISTEM

3.1 Perancangan *Remote tilting antenna* Secara Vertikal

Realisasi dan perancangan telah dilakukan diperlukan beberapa pengujian untuk mengukur kinerja dan hasil dari sistem tersebut. Gambar 11 merupakan blok diagram dibawah ini dapat menjelaskan cara kerja dari sistem yang diimplementasikan.



Gambar 11. Blok Diagram Realisasi Sistem *Remote tilting antenna*

Sistem pemancar antenna (*transmitter*) membangkitkan sinyal kendali yang dimodulasi dengan sinyal pembawa secara FSK (*frequency Shift Keying*) dengan frekuensi 49 MHz. Sinyal tersebut kemudian ditransmisikan melalui media *wireless* sehingga sampai pada sistem penerima (*receiver*), pada *receiver* sinyal yang dimodulasi tersebut akan dikonversikan kembali menjadi sinyal pengendali yang sama seperti sebelumnya yang dikirimkan *transmitter*. Hasil sinyal kendali yang dihasilkan oleh *transmitter* dan *receiver* akan menggerakkan motor dc yang nantinya sebagai sistem penggerak antenna dan akan memutar ulir besi pada peralatan penggerak antenna kemudian akan menggerakkan antenna secara vertikal. Perlu ditambahkan pula bahwa pada sistem *transmitter* sistem *remote control* menggunakan catu daya sebesar 9 volt. Sistem pemancar antenna sebagai penggerak (*transmitter*) menggunakan tombol penggerak searah jarum jam atau sebaliknya yang berfungsi sebagai pengatur pergerakan *remote tilting antenna* secara vertikal.

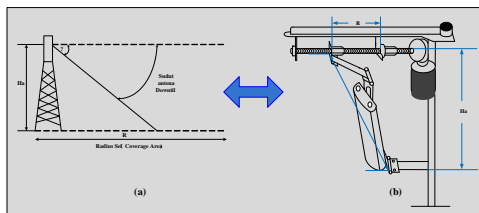
Sinyal kendali yang menggerakkan motor dc akan menggerakkan ulir besi menggunakan catu daya 27 volt. Jumlah daya yang dibutuhkan memang cukup besar, hal ini dikarenakan dibutuhkan daya yang cukup untuk menggerakkan ulir besi dan kemudian menggerakkan antenna tersebut. Sebelumnya telah dilakukan pengujian catu daya dan didapatkan bahwa untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dan dapat menunjang cara kerja peralatan penggerak antenna menggunakan *power supply* 27 volt. Dengan *power supply* 27 volt dihasilkan pergerakan antenna yang lembut (tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat). Rangkaian yang terdapat pada *receiver* terdapat dua rangkaian, dimana pada rangkaian pertama menghasilkan rangkaian tegangan +27 volt yang diperlukan untuk menggerakkan motor dc kemudian menggerakkan ulir besi sebagai penggerak antenna akan berputar searah jarum jam yang menghasilkan arah pergerakan antenna kedepan, sedangkan rangkaian tegangan -27 volt akan berputar ke arah sebaliknya. Hal tersebut di atas dapat dilihat pada Gambar 12 merupakan realisasi peralatan yang digunakan sehingga antenna *base station* bergerak secara vertikal.



Gambar 12. Realisasi *remote tilting antenna* secara vertikal

3.2 Pengujian *Remote tilting antenna* Secara Vertikal

Perancangan yang telah dilakukan pada *remote tilting antenna* secara vertikal telah dilakukan dan didapatkan hasil yang cukup memuaskan, dimana antenna dapat bergerak sesuai dengan yang diharapkan pada tugas akhir ini. Pada bab sebelumnya dapat dikatakan bahwa dengan mengatur sudut *tilt* antenna sektoral, maka area cakupan (*coverage area*) akan bisa diatur sedemikian rupa sehingga sinyal yang dipancarkan akan dapat dibatasi, jarak pancar yang dapat ditempuh oleh suatu antenna (Darlis, Arsyad R :2011). Perhitungan besar sudut *tilting antenna* dapat dilakukan secara manual seperti terlihat pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Perhitungan Sudut Kemiringan

Pada Gambar 13 (a) diatas dapat dijelaskan seperti yang dibahas pada pembahasan sebelumnya, bahwa perhitungan sudut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

$$\theta = \text{arc tan } \frac{Ha}{R} \dots\dots\dots (2)$$

Hasil pengujian tersebut dihitung menggunakan rumus (2) dan dapat dilihat pada Tabel 2 dan tabel 3 yang dilakukan di lapangan luas terbuka dan Tabel 4 yang dilakukan di lab. Telekomunikasi ITENAS sesuai dengan daerah jangkauannya seperti dibawah ini.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sistem Berdasarkan Jarak Jangkau Pada Ruang Terbuka

Jarak Transmitter dengan Alat (m)	Pengujian dengan Perhitungan Rumus					Pengujian dengan Pembacaan Secara Digital				Keterangan
	Jumlah Putaran	Tinggi Antena (cm)	Jarak Antena (cm)	Down Tilt θ Antena ($^{\circ}$)	Perubahan θ Antena ($^{\circ}$)	Jumlah Putaran	Set Awal Tilt θ ($^{\circ}$)	Down Tilt θ Antena ($^{\circ}$)	Perubahan θ Antena ($^{\circ}$)	
5 - 20	0	52.6	24.20	24.71	0.00	0	53	53	0	Lancar
	10	52.6	22.90	23.53	1.18	3	53	52	1	Lancar
	17	52.6	21.50	22.23	2.47	8	53	51	2	Lancar
	23	52.6	20.50	21.29	3.41	12	53	50	3	Lancar
	28	52.6	19.70	20.53	4.17	15	53	49	4	Lancar
	34	52.6	18.50	19.38	5.33	18	53	48	5	Lancar
27	0	52.6	24.20	24.71	0.00	0	53	53	0	Tersendat
	10	52.6	22.90	23.53	1.18	3	53	52	1	Tersendat
	17	52.6	21.50	22.23	2.47	8	53	51	2	Tersendat
	23	52.6	20.50	21.29	3.41	12	53	50	3	Tersendat
	28	52.6	19.70	20.53	4.17	15	53	49	4	Tersendat
	34	52.6	18.50	19.38	5.33	18	53	48	5	Tersendat
29	0	52.6	24.20	24.71	0.00	0	53	53	0	Tidak Berputar

Pada Tabel 3 memperlihatkan jarak jangkau pada ruang terbuka di mana pada jarak 27 meter antenna sudah mulai sedikit tersendat dan pada jarak 29 meter sudah tidak dapat bergerak sama sekali, dengan hasil pengujian *down tilt* θ antenna mencapai sudut terbesar yaitu $24,71^{\circ}$ dengan perubahan sudut θ antenna setiap 1° dengan jarak tertentu.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sistem Berdasarkan Jarak Jangkau Pada Ruang Terbuka dengan Perubahan Posisi Antena

Jarak Transmitter dengan Alat (m)	Pengujian dengan Perhitungan Rumus					Pengujian dengan Pembacaan Secara Digital				Keterangan
	Jumlah Putaran	Tinggi Antena (cm)	Jarak Antena (cm)	Down Tilt θ Antena ($^{\circ}$)	Perubahan θ Antena ($^{\circ}$)	Jumlah Putaran	Set Awal Tilt θ ($^{\circ}$)	Down Tilt θ Antena ($^{\circ}$)	Perubahan θ Antena ($^{\circ}$)	
Lantai 2 (3,2)	0	52.6	24.20	24.71	0.00	0	53	53	0	Lancar
	10	52.6	22.90	23.53	1.18	3	53	52	1	Lancar
	17	52.6	21.50	22.23	2.47	8	53	51	2	Lancar
	23	52.6	20.50	21.29	3.41	12	53	50	3	Lancar
	28	52.6	19.70	20.53	4.17	15	53	49	4	Lancar
Lantai 3 (6,5)	34	52.6	18.50	19.38	5.33	18	53	48	5	Lancar
	0	52.6	24.20	24.71	0.00	0	53	53	0	Lancar
	10	52.6	22.90	23.53	1.18	3	53	52	1	Lancar
	17	52.6	21.50	22.23	2.47	8	53	51	2	Lancar
	23	52.6	20.50	21.29	3.41	12	53	50	3	Lancar
Lantai 4 (10,5)	28	52.6	19.70	20.53	4.17	15	53	49	4	Lancar
	34	52.6	18.50	19.38	5.33	18	53	48	5	Lancar
	0	52.6	24.20	24.71	0.00	0	53	53	0	Lancar
	10	52.6	22.90	23.53	1.18	3	53	52	1	Lancar
	17	52.6	21.50	22.23	2.47	8	53	51	2	Lancar

Pada Tabel 3 memperlihatkan jarak jangkau pada ruang terbuka dengan perubahan posisi anten, sampai dengan lantai 4 masih dapat bergerak lancar dengan hasil pengujian *down tilt* θ antena mencapai sudut terbesar yaitu $24,71^{\circ}$ dengan perubahan sudut θ antena setiap 1° dengan jarak tertentu.

Pengujian pada Tabel 3 dan Tabel 4 sama-sama dilakukan pada ruang terbuka, tetapi perbedaannya terdapat pada posisi antena. Tabel 3 posisi peralatan antena sejajar dengan *remote control* sedangkan pada Tabel 4 posisi peralatan antena berpindah lantai dengan *remote control* pada lantai 1.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem Berdasarkan Jarak Jangkau Pada Ruang Tertutup

Jarak Transmitter dengan Alat (m)	Pengujian dengan Perhitungan Rumus					Pengujian dengan Pembacaan Secara Digital				Keterangan
	Jumlah Putaran	Tinggi Antena (cm)	Jarak Antena (cm)	Down Tilt θ Antena ($^{\circ}$)	Perubahan θ Antena ($^{\circ}$)	Jumlah Putaran	Set Awal Tilt θ ($^{\circ}$)	Down Tilt θ Antena ($^{\circ}$)	Perubahan θ Antena ($^{\circ}$)	
5 - 20	0	52.6	24.20	24.71	0.00	0	53	53	0	Lancar
	10	52.6	22.90	23.53	1.18	3	53	52	1	Lancar
	17	52.6	21.50	22.23	2.47	8	53	51	2	Lancar
	23	52.6	20.50	21.29	3.41	12	53	50	3	Lancar
	28	52.6	19.70	20.53	4.17	15	53	49	4	Lancar
24	34	52.6	18.50	19.38	5.33	18	53	48	5	Lancar
	0	52.6	24.20	24.71	0.00	0	53	53	0	Tersendat
	10	52.6	22.90	23.53	1.18	3	53	52	1	Tersendat
	17	52.6	21.50	22.23	2.47	8	53	51	2	Tersendat
	23	52.6	20.50	21.29	3.41	12	53	50	3	Tersendat
26	28	52.6	19.70	20.53	4.17	15	53	49	4	Tersendat
	34	52.6	18.50	19.38	5.33	18	53	48	5	Tersendat
	0	52.6	24.20	65.29	0.00	0	53	53	0	Tidak Berputar

Pada Tabel 4 memperlihatkan jarak jangkau pada ruang terbuka di mana pada jarak 24meter antena sudah mulai sedikit tersendat dan pada jarak 26 meter sudah tidak dapat bergerak sama sekali, dengan hasil pengujian *down tilt* θ antena mencapai sudut terbesar yaitu $24,71^{\circ}$ dengan perubahan sudut θ antena setiap 1° dengan jarak tertentu.

Pengujian dilakukan dengan mengukur jaraknya dalam setiap lantai, baik dari lantai 4 sampai lantai 1 yang mencapai jarak 26 meter.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Perancangan *tilting antenna* secara vertikal ini telah berhasil dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Antena tersebut dapat berputar secara vertikal dengan lancar dan besar kecepatan perputaran antena yang halus dengan memberikan catu daya yang optimal, dimana dalam sumber tegangan tersebut menggunakan *power supply* sebesar 27 volt.
2. Perputaran antena yang menghasilkan sudut *tilt* terhadap antena secara vertikal sangat optimal, dimana didapatkan perputaran maksimal yang dapat dicapai dalam *tilt* antena tersebut dapat mencapai 24,71°. Pergerakan antena searah jarum jam akan menghasilkan *down tilt antenna* sedang jika berlawanan arah jarum jam menghasilkan *up tilt antenna*.
3. *Remote control* sebagai *transmitter* dapat mencapai jarak ± 27 meter pada ruangan terbuka, dengan posisi tegak lurus dan dengan posisi antena yang berpindah dari setiap lantai, hal ini dirasakan cukup jauh dengan penggunaan secara sebenarnya yang diletakkan pada *tower* dengan tinggi lebih dari 20 meter di atas bangunan.
4. Realisasi sensor *optocoupler* dengan *mikrokontroler* AT89S52 yang tampilan posisi sudut *tilt* pada layar LCD cukup baik berhasil dengan perubahan besar sudutnya tetapi tanpa bisa memperlihatkan besar sudut *tilt* pada antena.

DAFTAR RUJUKAN

Alaydrus, Mudrik. (2011). *Antena, Prinsip & Aplikasi*. Edisi pertama. Yogyakarta.:Graha Ilmu.

Darlis, Arsyad Ramadhan. (2011). *Perancangan dan Realisasi Remote Tilting Antena Base Station*. Bandung : Institut Teknologi Nasional Bandung.

http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/WiFi:_Down_Tilt_Coverage

Mahyuddin, Fahmi. (2011). *Analisa Pengaruh Perubahan Tilting Antena Sektoral BTS Secara Electrical Dan Mechanical Terhadap Perolehan Sinyal Ms Dan Kualitas Layanan*. Medan : Universitas Sumatera Utara. 39-40.

Nugraha, Irwan Ralidi Supardi. (2009). *Sensor Optocoupler dan Mikrokontroler AT89S52*. Bandung : Insitut Teknologi nasional Bandung

Nugroho, Dudi. (2010). *UMB-Sistem Komunikasi II*. Jakarta : Universitas Mercu Buana.