



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN
CONTROLLING ARAH SERTA KEMIRINGAN ANTENA
SEKTORAL BERBASIS NB-IOT**

SKRIPSI

Aditya Putra Ramadhan

2103421048



PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN
CONTROLLING ARAH SERTA KEMIRINGAN ANTENA
SEKTORAL BERBASIS NB-IOT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Terapan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Aditya Putra Ramadhan

2103421048

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Aditya Putra Ramadhan

NIM : 2103421048

Tanda Tangan : 

Tanggal : 30 Juni 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Aditya Putra Ramadhan
NIM : 2103421048
Program Studi : Broadband Multimedia
: Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan
Judul Tugas Akhir : *Controlling* Arah Serta Kemiringan Antena
Sektoral Berbasis NB-IoT

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Senin, 30 Juni 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Asri Wulandari, S.T., M.T.,
NIP. 197503011999032001

()

Depok, 09 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan *Controlling* Arah Serta Kemiringan Antena Sektoral Berbasis NB-IoT. Penulisan skripsi ini dilaksanakan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma IV dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Asri Wulandari, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Teristimewa kepada kedua orang tua, kakak, dan abang yang telah memberikan bantuan do'a, motivasi, serta dukungan material dan moral selama menyelesaikan skripsi ini.
3. Sahabat dan teman-teman Broadband Multimedia, serta Ferra Azriani yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu dan semua pihak.

Depok, 30 Juni 2025

Aditya Putra Ramadhan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan *Controlling* Arah Serta Kemiringan Antena Sektoral Berbasis NB-IoT

Abstrak

Pengaturan arah dan kemiringan antena sektoral yang tidak optimal dapat menurunkan kualitas jaringan seluler. Penyesuaian posisi secara manual membutuhkan waktu, biaya, dan berisiko bagi teknisi. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring dan controlling antena sektoral berbasis NB-IoT (Narrowband Internet of things) yang dapat diakses secara jarak jauh melalui antarmuka website. Sistem ini memanfaatkan modul LilyGO ESP32 SIM7000G, sensor HMC5883L untuk arah azimuth, sensor MPU6050 untuk kemiringan, serta motor stepper dan linear actuator sebagai aktuator. Komunikasi data dilakukan melalui Firebase Realtime Database dengan VPS sebagai perantara antara modul SIM7000G dan Firebase. Hasil pengujian diperoleh dengan membandingkan pembacaan sensor dan aktuator terhadap alat ukur kompas analog (azimuth) dan angle meter (kemiringan). Deviasi rata-rata pada sistem monitoring sebesar 3,32° (azimuth) dan 0,2° (kemiringan), dengan error 1,98% (azimuth) dan 4,11% (kemiringan). Pada sistem controlling, deviasi rata-rata 5,2° (azimuth) dan 0° (kemiringan), dengan error masing-masing 3,8% (azimuth) dan 0% (kemiringan). Transmisi data NB-IoT menunjukkan keberhasilan 100% dengan rata-rata latency 0,768 detik. Sebagai pembandingan, analisis terhadap data drive test pada perusahaan G1 menunjukkan adanya peningkatan kualitas sinyal setelah dilakukan pengoptimalan arah dan kemiringan antena, di mana cakupan sinyal baik RSRP meningkat dari 97,11% menjadi 100%, dan SINR dari 93,03% menjadi 93,48%. Temuan ini mendukung bahwa sistem yang dikembangkan memiliki potensi untuk digunakan dalam pengoptimalan posisi antena secara jarak jauh dalam pengelolaan jaringan seluler.

Kata Kunci: Antena Sektoral, Monitoring, Controlling, Pengoptimalan Arah, Narrowband Internet of things (NB-IoT)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Designing a Monitoring and Controlling System for the Direction and Tilt of Sectoral Antennas Based on NB-IoT

Abstract

Suboptimal orientation and tilt adjustment of sectoral antennas can degrade cellular network quality. Manual adjustment requires time, cost, and poses risks to technicians. This study developed a sectoral antenna monitoring and controlling system based on NB-IoT (Narrowband Internet of things), which can be accessed remotely via a web-based interface. The system utilizes the LilyGO ESP32 SIM7000G module, HMC5883L sensor for azimuth direction, MPU6050 sensor for tilt angle, and employs a stepper motor and linear actuator as actuators. Data communication is conducted through Firebase Realtime Database, with a VPS acting as an intermediary between the SIM7000G module and Firebase. Testing results were obtained by comparing sensor and actuator readings with analog compass (azimuth) and angle meter (tilt) measurements. The monitoring system yielded an average deviation of 3.32° (azimuth) and 0.2° (tilt), with an error of 1.98% (azimuth) and 4.11% (tilt). In the controlling system, the average deviation was 5.2° (azimuth) and 0° (tilt), with respective errors of 3.8% and 0%. NB-IoT data transmission showed 100% success with an average latency of 0.768 seconds. As a comparison, analysis of drive test data from company G1 showed an improvement in signal quality after optimizing the antenna's orientation and tilt, where good RSRP coverage increased from 97.11% to 100%, and good SINR from 93.03% to 93.48%. These findings indicate that the developed system has the potential to be used for remote antenna positioning optimization in cellular network management.

Keywords: Sectoral Antenna, Monitoring, Controlling, Direction Optimization, Narrowband Internet of things (NB-IoT)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	iii
HALAMAN JUDUL	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	v
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR RUMUS	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State Of The Art</i>	5
2.2 Antena Sektoral	7
2.3 <i>Website</i>	7
2.3.1 Front-End	8
2.3.2 Back-End.....	9
2.4 <i>Hardware</i>	10
2.4.1 Lilygo ESP32 SIM7000G	10
2.4.2 Linear Actuator	11
2.4.3 Stepper Motor	13
2.4.4 MPU6050.....	14
2.4.5 HMC5883L	15
2.4.6 BTS7960	17
2.4.7 TB6600 Driver	18



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.8 LCD Display	20
2.4.9 LM2596.....	20
2.4.10 Power Supply	22
2.5 <i>Software</i>	23
2.5.1 Visual Studio Code	23
2.5.2 Arduino IDE.....	24
2.5.3 Fritzing	26
2.5.4 MobaXterm	27
2.6 <i>Narrowband Internet of things (NB-IoT)</i>	28
2.7 Firebase.....	30
2.8 <i>Virtual private server</i>	32
2.9 Parameter Pengujian	33
2.9.1 Posisi Antena	33
2.9.1.1 Deviasi Posisi	33
2.9.1.2 Akurasi Relatif	33
2.9.1.3 Akurasi Gerakan.....	34
2.9.2 <i>Quality of service</i>	34
2.9.2.1 <i>Latency</i>	34
2.9.2.2 <i>Packet loss</i>	34
2.10 Parameter Kualitas Sinyal Drive Test.....	35
2.10.1 <i>Reference Signal Receive Power (RSRP)</i>	35
2.10.2 <i>Signal Interference to Noise Ratio (SINR)</i>	36
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	37
3.1 Rancangan Skripsi	37
3.1.1 Rancangan Sistem.....	37
3.1.1.1 Deskripsi Sistem.....	37
3.1.1.2 Spesifikasi Sistem	38
3.1.1.3 Diagram Blok Sistem	40
3.1.1.4 Arsitektur Sistem.....	41
3.1.1.5 Cara Kerja Sistem.....	43
3.1.2 Rancangan Alat.....	44
3.1.2.1 Deskripsi Alat.....	44



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.2.2 Diagram Blok Alat	44
3.1.2.3 Cara Kerja Alat.....	46
3.1.2.4 Perancangan Alat.....	47
3.1.3 Rancangan <i>Website</i>	49
3.1.3.1 Deskripsi <i>Website</i>	49
3.1.3.2 Diagram Blok <i>Website</i>	49
3.1.3.3 Cara Kerja <i>Website</i>	50
3.1.3.4 Perancangan <i>Website</i>	51
3.1.4 Rancangan <i>Narrowband Internet of things</i> (NB-IoT)	52
3.1.4.1 Deskripsi NB-IoT	53
3.1.4.2 Spesifikasi NB-IoT.....	53
3.1.4.3 Diagram Blok NB-IoT	54
3.1.4.4 Cara Kerja NB-IoT.....	55
3.1.4.5 Perancangan NB-IoT.....	56
3.2 Realisasi Skripsi	57
3.2.1 Realisasi Alat	57
3.2.1.1 Realisasi Desain dan Perakitan Rangkaian Elektronik	57
3.2.1.2 Realisasi Pemrograman Pada Mikrokontroler.....	62
3.2.2 Realisasi <i>Website</i>	66
3.2.2.1 Realisasi Antarmuka Frontend.....	66
3.2.2.2 Realisasi Backend Berbasis Firebase	69
3.2.3 Realisasi <i>Narrowband Internet of things</i> (NB-IoT).....	75
3.2.3.1 Realisasi Konfigurasi Modul SIM7000G.....	75
3.2.3.2 Realisasi Integrasi NB-IoT Dengan VPS	78
3.2.4 Realisasi Sistem Keseluruhan	83
3.2.4.1 Realisasi Pemasangan <i>Hardware</i> ke Antena Sektoral	83
3.2.4.2 Realisasi Konektivitas Antara <i>Hardware</i> dan <i>Website</i>	88
3.3 Mekanisme Pengujian Sistem.....	98
3.3.1 Mekanisme Pengujian Keakuratan Sistem <i>Monitoring</i>	99
3.3.2 Mekanisme Pengujian Keakuratan Sistem <i>Controlling</i>	100
3.3.3 Mekanisme Pengujian Transmisi Data Modul SIM7000G.....	101
BAB IV PEMBAHASAN.....	102



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1 Pengujian Sistem	102
4.1.1 Pengujian Keakuratan Sistem Monitoring	102
4.1.1.1 Deskripsi Pengujian.....	102
4.1.1.2 Prosedur Pengujian.....	103
4.1.1.3 Data Hasil Pengujian	104
4.1.1.4 Analisa Hasil Pengujian	107
4.1.2 Pengujian Keakuratan Sistem Controlling	108
4.1.2.1 Deskripsi Pengujian	108
4.1.2.2 Prosedur Pengujian.....	108
4.1.2.3 Data Hasil Pengujian.....	111
4.1.2.4 Analisa Hasil Pengujian	114
4.1.3 Pengujian Transmisi Data Modul SIM7000G	115
4.1.3.1 Deskripsi Pengujian	115
4.1.3.2 Prosedur Pengujian.....	116
4.1.3.3 Data Hasil Pengujian.....	117
4.1.3.4 Analisa Hasil Pengujian	119
4.2 Analisa Hasil <i>Drive Test</i> Sebagai Pembuktian Potensi Sistem	120
4.2.1 Tujuan Analisa	120
4.2.2 Deskripsi Kondisi Sebelum dan Sesudah Pengoptimalan	120
4.2.3 Analisa Hasil <i>Drive Test</i>	121
4.2.4 Analisa dan Keterkaitan Dengan Sistem Yang Dirancang	125
BAB V KESIMPULAN	126
5.1 Kesimpulan.....	126
5.2 Saran	127
DAFTAR PUSTAKA	128



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lilygo ESP32 SIM7000G	11
Gambar 2.2 Linear Actuator	12
Gambar 2.3 Stepper Motor.....	13
Gambar 2.4 MPU6050	15
Gambar 2.5 HMC5883L	16
Gambar 2.6 BTS7960	17
Gambar 2.7 TB6600.....	19
Gambar 2.8 LCD Display	20
Gambar 2.9 LM2596.....	21
Gambar 2.10 Power Supply	22
Gambar 2.11 Visual Studio Code	24
Gambar 2.12 Arduino IDE.....	25
Gambar 2.13 Fritzing	27
Gambar 2.14 MobaXterm	28
Gambar 2.15 Arsitektur NB-IoT	29
Gambar 2.16 Firebase	31
Gambar 2.17 <i>Virtual private server</i>	32
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	40
Gambar 3.2 Arsitektur Sistem <i>Monitoring dan Controlling</i>	41
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Sistem	43
Gambar 3.4 Diagram Blok Alat <i>Monitoring</i>	44
Gambar 3.5 Diagram Blok Alat <i>Controlling</i>	45
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Alat <i>Monitoring</i>	46
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Alat <i>Controlling</i>	47
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Perancangan Alat.....	48
Gambar 3.9 Diagram Blok <i>Website</i>	49
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Cara Kerja <i>Website</i>	50
Gambar 3.11 <i>Flowchart</i> Perancangan <i>Website</i>	51
Gambar 3.12 Diagram Blok NB-IoT	54
Gambar 3.13 <i>Flowchart</i> Cara Kerja NB-IoT	55



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.14 <i>Flowchart</i> Perancangan NB-IoT	56
Gambar 3.15 <i>Flowchart</i> Desain dan Perakitan Rangkaian Elektronik	58
Gambar 3.16 Desain Skematik Diagram.....	61
Gambar 3.17 Hasil Realisasi Perakitan Komponen di PCB	62
Gambar 3.18 <i>Flowchart</i> Pemrograman Pada Mikrokontroler	62
Gambar 3.19 <i>Library</i> Manager Pada Arduino IDE.....	63
Gambar 3.20 Kolom Pencarian Pada Arduino IDE	64
Gambar 3.21 Install <i>Library</i> Pada Arduino IDE.....	64
Gambar 3.22 <i>Library</i> Pada Arduino IDE.....	65
Gambar 3.23 Tombol Compile dan Upload Code di Arduino IDE	65
Gambar 3.24 Mockup <i>Website</i>	67
Gambar 3.25 Tampilan Halaman Home Pada <i>Website</i>	68
Gambar 3.26 Tampilan Halaman Antenna Pada <i>Website</i>	68
Gambar 3.27 Tampilan Halaman Login Pada <i>Website</i>	69
Gambar 3.28 Tampilan Awal Situs Firebase	70
Gambar 3.29 Membuat Proyek di Firebase.....	71
Gambar 3.30 Mengaktifkan Fitur <i>Realtime Database</i>	71
Gambar 3.31 Data Autentikasi Firebase di JavaScript.....	72
Gambar 3.32 Membuka Terminal di VSC	72
Gambar 3.33 Login ke Akun Firebase	72
Gambar 3.34 Pemilihan Fitur Firebase Untuk Proyek.....	73
Gambar 3.35 Deploy <i>Website</i> Menggunakan Firebase.....	73
Gambar 3.36 Tampilan Proyek di Firebase.....	74
Gambar 3.37 Mengaktifkan Layanan <i>Authentication</i>	74
Gambar 3.38 Menambahkan Provider untuk Autentikasi.....	74
Gambar 3.39 Menambahkan Akun Pengguna untuk Login.....	75
Gambar 3.40 Slot Kartu SIM di Papan Lilygo ESP32 SIM7000G.....	76
Gambar 3.41 Port Antena di Papan Lilygo ESP32 SIM7000G	77
Gambar 3.42 <i>Flowchart</i> Integrasi NB-IoT dengan VPS.....	78
Gambar 3.43 Isi Folder firebase-bridge	82
Gambar 3.44 Tampilan Bridge Server VPS di Internet	82
Gambar 3.45 <i>Flowchart</i> Pemasangan <i>Hardware</i> ke Antena Sektoral	83



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.46 Desain 3D <i>Dummy</i> Antena Sektoral.....	84
Gambar 3.47 Hasil 3D Printing <i>Dummy</i> Antena Sektoral	85
Gambar 3.48 Box Untuk Wadah Penempatan <i>Hardware</i>	85
Gambar 3.49 Tampilan Alat Pada Box	86
Gambar 3.50 Tampilan Aktuator Pada <i>Dummy</i> Antena Sektoral	87
Gambar 3.51 Tampilan Sensor Pada <i>Dummy</i> Antena Sektoral.....	87
Gambar 3.52 Tampilan Keseluruhan Alat Pada <i>Dummy</i> Antena Sektoral	88
Gambar 3.53 Kode <i>Library</i>	89
Gambar 3.54 Kode Inisialisasi SIM7000G (a).....	90
Gambar 3.55 Kode Inisialisasi SIM7000G (b)	90
Gambar 3.56 Kode Inisialisasi Aktuator (a)	91
Gambar 3.57 Kode Inisialisasi Aktuator (b)	91
Gambar 3.58 Kode Inisialisasi Aktuator (c)	91
Gambar 3.59 Kode Inisialisasi Aktuator (d)	91
Gambar 3.60 Kode Inisialisasi Sensor (a).....	92
Gambar 3.61 Kode Inisialisasi Sensor (b).....	92
Gambar 3.62 Kode Inisialisasi Serial.....	92
Gambar 3.63 Kode Fungsi Modul NB-IoT	93
Gambar 3.64 Kode Fungsi <i>Monitoring</i>	94
Gambar 3.65 Kode Fungsi <i>Controlling</i> (a)	95
Gambar 3.66 Kode Fungsi <i>Controlling</i> (b).....	96
Gambar 3.67 Kode Komunikasi ke Server	97
Gambar 3. 68 Mekanisme Pengujian Keakuratan Sistem <i>Monitoring</i>	99
Gambar 3.69 Mekanisme Pengujian Keakuratan Sistem <i>Controlling</i>	100
Gambar 3.70 Mekanisme Pengujian Transmisi Data Modul SIM7000G	101
Gambar 4.1 Pengujian Arah Azimut Sensor Dengan Kompas	104
Gambar 4.2 Pengujian Kemiringan Sensor Dengan <i>Angle meter</i>	104
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Arah Azimut Pada Sistem <i>Monitoring</i>	105
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Kemiringan Pada Sistem <i>Monitoring</i>	105
Gambar 4.5 Input Arah Azimut dan Kemiringan Pada <i>Website</i>	110
Gambar 4.6 Pengujian Arah Azimut Stepper Motor Dengan Kompas.....	110
Gambar 4.7 Pengujian Kemiringan Linear Actuator Dengan <i>Angle meter</i>	111



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.8 Pengujian Arah Azimut Menggunakan Stepper Motor.....	112
Gambar 4.9 Pengujian Kemiringan Menggunakan Linear Actuator	113
Gambar 4.10 Pengujian Transmisi Data Pada Modul SIM7000G.....	118
Gambar 4.11 Hasil <i>Drive Test</i> Sebelum Pengoptimalan Arah dan Kemiringan .	122
Gambar 4.12 Hasil <i>Drive Test</i> Sesudah Pengoptimalan Arah dan Kemiringan .	122





DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>State of the art</i>	5
Tabel 2.2 Spesifikasi Lilygo ESP32 SIM7000G.....	11
Tabel 2.3 Spesifikasi Linear Actuator.....	12
Tabel 2.4 Spesifikasi Stepper Motor.....	14
Tabel 2.5 Spesifikasi MPU6050	15
Tabel 2.6 Spesifikasi HMC5883L	16
Tabel 2.7 Spesifikasi BTS7960.....	18
Tabel 2.8 Spesifikasi TB6600	19
Tabel 2.9 Spesifikasi LM2596.....	21
Tabel 2.10 Spesifikasi Power Supply.....	22
Tabel 2.11 Perbandingan NB-IoT Dengan LoRaWAN	29
Tabel 2.12 Standar Nilai <i>RSRP</i> Operator Telkomsel	35
Tabel 2.13 Standar Nilai <i>SINR</i> Operator Telkomsel.....	36
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Software</i> Pada Sistem	38
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Hardware</i> Pada Sistem	39
Tabel 3.3 Spesifikasi Sistem NB-IoT	53
Tabel 3.4 Alokasi Pin ke Lilygo ESP32 SIM7000G	59
Tabel 3.5 Alokasi Pin ke BTS7960.....	60
Tabel 3.6 Alokasi Pin ke TB6600	60
Tabel 3.7 Alokasi Pin ke LM2596.....	60
Tabel 3.8 <i>Library</i> Kode Program Keseluruhan.....	89
Tabel 4.1 Komponen Pengujian Sistem <i>Monitoring</i>	103
Tabel 4.2 Hasil Pengujian dan Perhitungan Arah Azimut Sistem <i>Monitoring</i> ...	106
Tabel 4.3 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kemiringan Sistem <i>Monitoring</i>	107
Tabel 4.4 Komponen Pengujian Sistem <i>Controlling</i>	109
Tabel 4.5 Hasil Pengujian dan Perhitungan Arah Azimut Sistem <i>Controlling</i> ..	113
Tabel 4.6 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kemiringan Sistem <i>Controlling</i>	114
Tabel 4.7 Komponen Pengujian Modul SIM7000G	117
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Transmisi Data Pada Modul SIM7000G	118
Tabel 4.9 Sebelum Pengoptimalan Azimut dan Kemiringan TNX196	121

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.10 Sesudah Pengoptimalan Azimut dan Kemiringan TNX196	121
Tabel 4.11 Nilai <i>RSRP</i> Sebelum Pengoptimalan Arah dan Kemiringan	123
Tabel 4.12 Nilai <i>SINR</i> Sebelum Pengoptimalan Arah dan Kemiringan	123
Tabel 4.13 Nilai <i>RSRP</i> Sesudah Pengoptimalan Arah dan Kemiringan	124
Tabel 4.14 Nilai <i>SINR</i> Sesudah Pengoptimalan Arah dan Kemiringan	124





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RUMUS

(2.1) Perhitungan Deviasi Posisi <i>Monitoring</i>	33
(2.2) Perhitungan Deviasi Posisi <i>Controlling</i>	33
(2.3) Perhitungan Akurasi Relatif	33
(2.4) Perhitungan Akurasi Gerakan.....	34
(2.5) Perhitungan <i>Packet loss</i>	34





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

- (L-1) Datasheet Lilygo ESP32 SIM7000G
- (L-2) Datasheet HMC5883L
- (L-3) Datasheet MPU6050
- (L-4) Datasheet Stepper Motor
- (L-5) Datasheet Linear Actuator
- (L-6) Kode Program C++





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan popularitas sistem komunikasi seluler, didorong oleh evolusi cepat dalam kebiasaan dan kebutuhan pengguna. Selain itu, perkembangan teknologi lain seperti *Internet of things* (IoT), juga memicu terciptanya antarmuka radio baru, seperti *Narrowband IoT* (NB-IoT). Di berbagai wilayah geografis, terutama di kawasan perkotaan yang padat, terjadi peningkatan signifikan dalam jumlah perangkat pengguna (UE) yang beroperasi pada jaringan dengan kepadatan tinggi (Rajchowski, 2024).

Masalah kurang optimalnya arah antenna sering kali menjadi penyebab utama penurunan kualitas jaringan. Antena dengan arah azimuth yang tidak tepat menyebabkan cakupan sinyal yang tidak merata dan menurunkan kualitas layanan, terutama di area dengan kepadatan pengguna yang tinggi dan kondisi geografis yang menantang (Yuliana, et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mengoptimalkan pengaturan arah antenna secara adaptif sehingga performa jaringan dapat dimaksimalkan dan kebutuhan konektivitas perangkat IoT dapat terpenuhi dengan lebih efisien.

Sebelumnya terdapat penelitian berjudul “*Optimasi Downlink Throughput LTE Dengan Metode Antenna Physical Tuning*” (Yuliana, et al., 2020). Dalam penelitian tersebut membahas bagaimana penyesuaian azimuth antenna dapat meningkatkan throughput downlink pada jaringan LTE, dan perubahan arah antenna dilakukan untuk mengoptimalkan cakupan sinyal di area layanan. Dan hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan *tilting* dan re-azimuth antenna maka didapatkan kualitas sinyal yang diterima oleh user semakin bagus.

Penelitian ini menawarkan inovasi dengan memanfaatkan teknologi *Narrowband Internet of things* (NB-IoT) untuk pengiriman data. NB-IoT termasuk dalam kategori teknologi seluler Low Power Wide-Area Networks (LPWAN) (Istiana, et al., 2020). Teknologi ini menjadi solusi potensial untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mendukung penerapan IoT di kawasan perkotaan. NB-IoT dirancang khusus untuk aplikasi IoT yang membutuhkan transmisi data dalam jumlah kecil namun dengan jangkauan yang luas (Ginting, 2023). Pemilihan NB-IoT dalam penelitian ini didasarkan pada keunggulannya dibandingkan teknologi LPWAN lainnya, khususnya dalam hal jangkauan yang optimal baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan.

Pada penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem yang mampu *monitoring* dan *controlling* arah antena sektoral berbasis NB-IoT, sehingga dapat mendukung kebutuhan komunikasi data yang stabil, khususnya pada wilayah dengan kepadatan perangkat IoT yang tinggi. Dan hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas jaringan seluler di Indonesia.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis akan menyusun skripsi dengan judul **Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Controlling Arah Serta Kemiringan Antena Sektoral Berbasis NB-IoT.**

1.2 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada skripsi ini adalah:

- 1) Antena sektoral yang digunakan dalam penelitian ini merupakan prototipe atau *dummy*, bukan antena sebenarnya.
- 2) Tidak dilakukan pengujian performa jaringan terhadap antena sektoral yang digunakan, namun akan dilakukan analisis fungsi sistem jika diimplementasikan dalam pengelolaan jaringan secara nyata.

1.3 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

- 1) Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem berbasis *website* yang terintegrasi dengan teknologi NB-IoT untuk memonitor dan mengontrol arah serta kemiringan antena sektoral secara akurat?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 2) Bagaimana memanfaatkan teknologi NB-IoT untuk *memonitoring* dan *controlling* arah serta kemiringan antena sektoral guna meningkatkan fungsionalitas dan responsivitas?
- 3) Bagaimana hasil pengujian terhadap sistem yang dirancang dalam *memonitoring* dan *controlling* arah serta kemiringan antena sektoral, khususnya dalam hal fungsionalitas dan responsivitas?

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan skripsi ini adalah:

- 1) Untuk merancang dan mengembangkan sistem berbasis *website* yang terintegrasi dengan teknologi NB-IoT, yang dapat digunakan untuk memonitor dan mengontrol arah serta kemiringan antena sektoral secara akurat.
- 2) Untuk memanfaatkan teknologi NB-IoT dalam *memonitoring* dan *controlling* arah serta kemiringan antena sektoral, guna meningkatkan fungsionalitas dan responsivitas.
- 3) Untuk menguji kinerja sistem yang dirancang dalam pengoptimalan arah dan kemiringan antena sektoral, dengan fokus pada fungsionalitas dan responsivitas.

1.5 Luaran

- 1) Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah dengan adanya sistem *monitoring* dan *controlling* arah serta kemiringan antena berbasis NB-IoT yang terintegrasi melalui sebuah *website* dan *virtual private server*, yang diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi provider telekomunikasi dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan infrastruktur jaringan terutama pada antena. *Website* ini diharapkan mampu mempermudah proses pemantauan, pengaturan arah dan kemiringan antena. Adapun bentuk luaran



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penelitian ini berupa produk sistem dan *website*, laporan skripsi, dan jurnal/artikel ilmiah.

- 2) Pemaparan jurnal/artikel ilmiah pada SNIV (Seminar Nasional Inovasi Vokasi) yang dijadwalkan pada bulan Juni 2025, dan disubmit pada Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan (JETT) yang terakreditasi SINTA 4.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, serta pengujian sistem *monitoring* dan *controlling* arah serta kemiringan antena sektoral berbasis NB-IoT yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* dan *controlling* arah serta kemiringan antena sektoral telah berhasil dirancang dan dikembangkan dalam bentuk *website* interaktif yang terintegrasi dengan teknologi NB-IoT. Sistem ini menggabungkan sensor HMC5883L dan MPU6050 untuk deteksi arah azimuth dan sudut kemiringan, serta menggunakan stepper motor dan linear actuator sebagai aktuator penggerak. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan data *monitoring* antena dengan deviasi yang rendah dan memungkinkan pengendalian posisi dari jarak jauh dengan antarmuka pengguna yang cukup informatif dan mudah dioperasikan.
2. Teknologi NB-IoT yang diimplementasikan melalui modul SIM7000G berhasil digunakan untuk mentransmisikan data sensor dan perintah kontrol antar perangkat dan server. Sistem menunjukkan tingkat keberhasilan pengiriman data sebesar 100%, tanpa adanya packet loss, dan mencatatkan nilai *latency* rata-rata sebesar 768 milidetik (atau 0,768 detik). Dengan nilai waktu tunda yang berada di bawah 1 detik, sistem ini juga memenuhi syarat untuk digunakan dalam aplikasi *real-time* ringan, seperti notifikasi instan atau pemantauan kondisi secara langsung. Dengan demikian, NB-IoT dinilai efektif tidak hanya untuk sistem *monitoring* periodik, tetapi juga memadai untuk pengendalian waktu nyata yang tidak membutuhkan respons dalam hitungan milidetik, tetapi tetap membutuhkan komunikasi yang cepat dan andal.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki deviasi rata-rata pada sistem *monitoring* sebesar $3,98^\circ$ untuk azimuth dan $0,2^\circ$ untuk kemiringan, dengan tingkat error masing-masing sebesar 2,88% dan 4,11%. Pada sistem *controlling*, deviasi rata-rata tercatat sebesar $5,2^\circ$ untuk azimuth dan 0° untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kemiringan, dengan tingkat error sebesar 3,8% dan 0%. Selain itu, validasi konseptual melalui analisis data *drive test* menunjukkan bahwa pengaturan posisi antenna memberikan dampak positif terhadap kualitas sinyal jaringan, serta mengindikasikan potensi implementasi sistem ini dalam manajemen infrastruktur telekomunikasi yang lebih efisien dan adaptif.

5.2 Saran

Agar sistem yang telah dirancang ini dapat lebih optimal dan siap diterapkan dalam lingkungan nyata, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan:

1. Dikarenakan penelitian ini masih menggunakan *dummy* antenna, disarankan agar sistem diuji langsung pada antenna sektoral asli ataupun operasional milik provider jaringan dalam skala kecil. Hal ini akan memberikan gambaran lebih nyata mengenai dampak sistem terhadap performa jaringan yang sesungguhnya.
2. Untuk memperoleh hasil *monitoring* dan *controlling* yang lebih akurat, disarankan agar sistem dikembangkan dengan sensor dan aktuator yang memiliki resolusi dan presisi lebih tinggi. Misalnya, mengganti sensor dengan modul yang lebih stabil, serta aktuator menggunakan motor dengan kontrol posisi tertutup (*closed-loop*) untuk mengurangi deviasi posisi akibat beban atau torsi nonlinier.



DAFTAR PUSTAKA

- Adha, M. A., Y. & A., 2022. Alat Penentu Arah Kiblat Berdasarkan Posisi Matahari Menggunakan Sensor Kompas HMC5883L. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(2), pp. 1017-1022.
- Ali, A. H., W. & N., 2022. Rancang Bangun Prototype Hand Sanitizer Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Jurnal J-Sisko (Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer)*, 5(1), pp. 32-37.
- Azriani, F., 2024. Pengembangan Website Identifikasi Aset Dengan QR Code. *Repository Politeknik Negeri Jakarta*.
- Bintoro, A. R. A. P., 2024. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gejala Anemia Secara Non-Invasive Dengan Metode Extreme Gradient Boosting Berbasis Narrowband Internet of Things (NB-IoT). *Repository Politeknik Negeri Jakarta*.
- Fadhlurrahman, M. Y., Sukmaaji, A. & Khasanah, A., 2022. Rancang Bangun Rest API Aplikasi Mobile Legend Turnament Menggunakan Node JS dan Express JS. *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIFoSI)*, 3(1), pp. 11-20.
- Fauzi, A., Sinuraya, E. W. & Ansori, M., 2023. Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Panel Surya. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, 9(1), pp. 161-172.
- Febriani, S., 2022. Analisis Deskriptif Standar Deviasi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), pp. 910-913.
- Gea, C. B., Lase, K. J. D. & Syamsudin, M., 2023. Implementasi Virtual private server untuk Mini Hosting. *Jurnal InFact Sains dan Komputer*, 7(2), pp. 5-9.
- Ginting, M. B., Larasati, S., Hikmaturokhman, A. & Amelia, N., 2025. Perancangan Jaringan NB-IoT untuk Layanan Infrastructure Smart Metering di Perumahan. *Journal Of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 7(1), pp. 23-31.
- Ginting, M. B., 2023. Implementasi Skenario In-Band Untuk Teknologi NB-IoT Di Area Jakarta. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi*, 11(1), pp. 43-52.
- Halisyah, A. N., Adiputra, D. & Farouq, A. A., 2024. Field oriented control driver development based on BTS7960. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 14(2), pp. 1486-1495.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hasbi, M. & Saputra, N. R., 2021. ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) JARINGAN INTERNET KANTOR PUSAT KING BUKOPIN DENGAN MENGGUNAKAN WIRESHARK. *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer (Just IT)*, 12(1), pp. 17-23.
- Hidayatullah, A. F., Masdiyana, I. G. S. & Aryanto, K. Y. E., 2022. Pengembangan Website Jelajah Destinasi Wisata Kecamatan Licin Dengan Framework Codeigniter 3. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 6(2), pp. 793-804.
- Hutomo, G. D., Purnowidodo, A. & T., 2020. Perancangan dan Pembuatan Mesin Plotter 2 Sumbu sebagai Alat Bantu Gambar Teknik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 20(2), pp. 113-122.
- Irawan, M. D., Zikrillah, G. & H., 2023. Rancang Bangun Mesin CNC Laser Cutting Sebagai Mesin Pemotong Akrilik. *Jurnal Vokasi Mekatronika*, 11(1), pp. 1-8.
- Istiana, T., Mardiansyah, R. Y. & Dharmawan, G. S. B., 2020. Kajian Pemanfaatan IoT Berbasis LPWAN Untuk Jaringan Akuisisi Data ARG. *ElektronJurnal Ilmiah*, 12(1).
- Jannah, S. N. & Siahaan, A. P. U., 2023. Perancangan User Interface Website Menggunakan Metode Design Thinking Pada Bee's Knees Coffee & Kitchen. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI (JTK)*, 9(1), pp. 31-38.
- Kurniawan, A. F., S. & Ayuninghemi, R., 2023. Rancang Bangun Mail Server Menggunakan Proxmox VE dan Zimbra OSE. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, 12(2), pp. 226-234.
- Kurniawan, A. K., Darlis, D. & A., 2022. Rancang Bangun Switched Mode Power Supply (SMPS) Frekuensi Tinggi untuk Aplikasi Pemanas Induksi. *Jurnal ELTEK*, 20(1), pp. 10-18.
- Kurniawan, W., Prihandi, I. & Husufa, N., 2023. Prototype Firebase Authentication Menggunakan Fitur Firebase Pada Aplikasi Android. *Jurnal Satya Informatika*, 4(1), pp. 71-78.
- Maharani, S. H. & Kholis, N., 2020. PENGARUH PENGGUNAAN SENSOR GAS TERHADAP PERSENTASE NILAI ERROR KARBONMONOKSIDA (CO) DAN HIDROKARBON (HC) PADA PROTOTIPE VEHICLE GAS DETECTOR (VGD). *Jurnal Teknik Elektro*, 9(3), pp. 569-578.
- Nasution, M. I. P. & Nasution, S. D., 2022. Implementasi Restful API pada Sistem Informasi Inventori Barang Menggunakan Lumen. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, 6(2), pp. 998-1010.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- N. et al., 2022. Pengenalan *Software* dan *Hardware* Komputer kepada Siswa Madrasah Tsanawiyah Raudhatussa'adah. *Abdi Jurnal Publikasi*, 1(2), pp. 80-84.
- Nynäs, M., 2024. *WEB DEVELOPMENT WITH FIREBASE*. Online Yatzy game, Kokkola: Centria University of Applied Sciences.
- Patonra, A. H., Masita, S., Wibowo, N. R. & Fitriati, A., 2020. Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktik Motor Stepper. *Mechatronics Journal in Professional and Entrepreneur*, 2(1).
- Prasetio, B. H. et al., 2023. Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai Pada Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) Skala Kecil. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(1), pp. 59-66.
- Pratama, F. A., Firmansah, D. A. & Sari, I. P., 2023. Perancangan Sistem Informasi Penjualan Ikan Hias Berbasis Website Pada CV. Mina Tiga Putra. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 7(1), pp. 541-552.
- Pratama, F. A., Firmansyah, A. & Sari, I. P., 2023. Perancangan Sistem Informasi Penjualan Ikan Hias Berbasis Website Pada CV. Mina Tiga Putra. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 7(1), pp. 541-552.
- Putra, F. A.-H. D., Hidayat, B. & Rekha, A. U., 2022. Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi)*, 10(2), pp. 143-149.
- Rahman, M. F., Nantan, Y. & Alfira, W. S., 2022. Pemodelan Kotak 3D Menggunakan Sensor MPU6050. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*.
- Rajchowski, P., 2024. Examination of 5G NR, LTE, and NB-IoT Radio Interfaces and Their Vulnerabilities to Interference. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 98(4), p. 93-100.
- Ramadhan, A. S. et al., 2023. Pelatihan Pembuatan Website Portofolio Pribadi Menggunakan HTML dan CSS untuk Siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(7), pp. 482-487.
- Rifani, F. & Widayat, T. W. P., 2024. *Smart GPS tracker for EV*, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- R. & W., 2022. Rancang Bangun Perangkat Kendali Motor Stepper Dengan Mikrokontroler. *Journal of Mechanical Engineering, Electrical Engineering, Information System, Industrial Engineering, and Textile*, 7(3), pp. 99-107.
- Saputra, A. R. R. & Syafitri, F. A. B., 2022. Pengembangan Front-End Website E-Commerce Studi Kasus Sayur Kendal Menggunakan React JS. *Jurnal*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIHK), 6(11), pp. 5579-5588.

- Sari, Y. P. & Tassia, S. E., 2024. Analisa Perbandingan Kinerja Jaringan 4G LTE Pada Provider Telkomsel Dan Indosat Menggunakan Metode Drive Test. *LOGIC : Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, 2(2), pp. 345-358.
- Satriaji, A., 2020. Swap Antenna Sectoral Dengan Frekuensi 900 Mhz Dan 2100 Mhz Di CJ The Park Mall Solo Provider Telkomsel. *Perpustakaan Institut Teknologi Telkom Purwokerto*.
- Septian, A. et al., 2023. Pembuatan Website Company Profile Sebagai Media Promosi Digital Pada UMKM Berkah Mandiri. *urnal Pengabdian kepada Masyarakat (J-DIMAS)*, 10(1), pp. 16-22.
- Setyawan, A. A. D., Fitriyah, Q. & Nugroho, B. Y., 2020. Pengujian Sensor HMC5883L Untuk Purwarupa Robot Beroda. *Prosiding Seminar Nasional NCIET*, Volume 1.
- Setyawan, R. A., 2024. Penerapan Firebase Realtime Database Pada Aplikasi Catatan Harian Diabetes Melitus. *Jurnal Informatika Komputer, Bisnis dan Manajemen*, 22(1), pp. 1-9.
- Simbolon, A. I., Rais, M. & Khairi, H., 2022. Prototipe Robot Penyeimbang Mandiri Beroda Dua Menggunakan Kontroler PID. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (JTEK)*, 3(1), pp. 32-38.
- Tampubolon, M. T. A., Nugroho, A. & Iswahyudi, A., 2023. Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. *J-SISTER (Jurnal Sistem, Informasi dan Teknologi)*, 6(1), pp. 12-17.
- Trisedya, A. R., Pradipta, A., Badrul, M. & Syafaat, I., 2023. Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno Berbasis Website. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(14), pp. 844-852.
- Ubaidi & Dewi, N. P., 2023. Analisis dan Implementasi VPN pada VPS untuk Peningkatan Aksesibilitas Jaringan di Lingkungan Perguruan Tinggi. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 5(3), pp. 131-140.
- Wenando, F. A., Prasetiadi, A. & Dawood, R., 2024. Pengembangan Aplikasi Website Crowdfunding untuk Pendanaan UMKM Menggunakan MERN Stack. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIHK)*, 8(1), pp. 1-11.
- Yuliana, H. et al., 2020. Optimasi Downlink Throughput LTE Dengan Metode Antenna. *Seminar Nasional Penelitian Universitas Muhammadiyah Jakarta*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Yuliana, H. et al., 2024. Optimasi Jaringan 4G LTE Pada Jalur Tol Cikopo Palimanan Dengan Menggunakan Metode Physical Tunning. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 11(3), pp. 475-486.

Zain, R. M., Putri, H. & Febriany, D., 2022. Optimasi Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Automatic Cell Planning (ACP) di Kecamatan Sukajadi. *Jurnal Telkomnika (Telekomunikasi Komputing Elektronika dan Kontrol)*, 9(2), pp. 1232-1249.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Aditya Putra Ramadhan

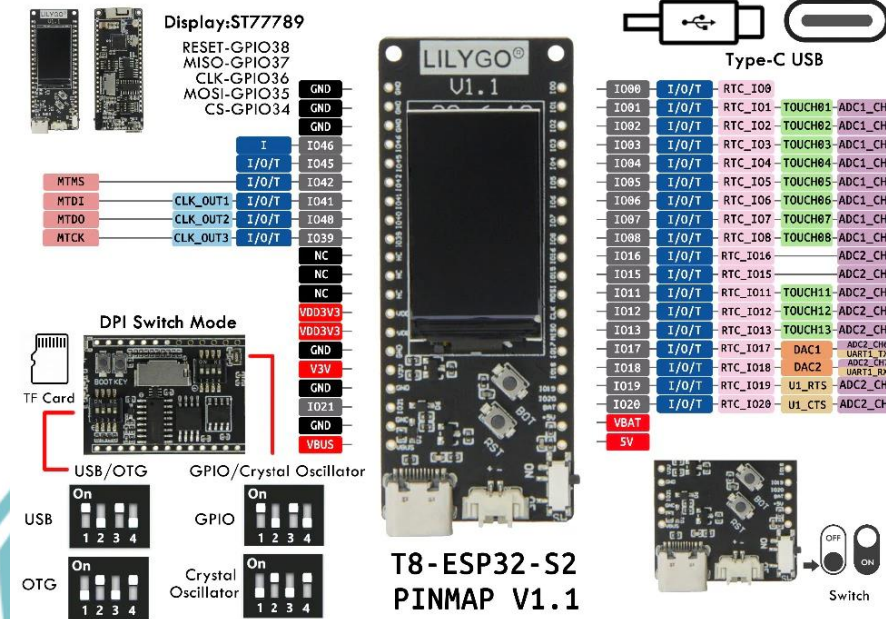
Lahir di Depok, 29 Oktober 2003. Lulus dari SDN 6 Depok pada tahun 2015, SMPN 9 Depok pada tahun 2018, dan SMA Sejahtera 1 Depok pada tahun 2021. Penulis melanjutkan studi D4 Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN



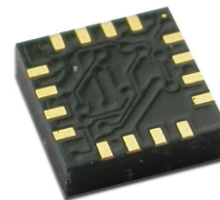
(L-1) Datasheet Lilygo ESP32 SIM7000G

3-Axis Digital Compass IC HMC5883L

Honeywell

Advanced Information

The Honeywell HMC5883L is a surface-mount, multi-chip module designed for low-field magnetic sensing with a digital interface for applications such as low-cost compassing and magnetometry. The HMC5883L includes our state-of-the-art, high-resolution HMC118X series magneto-resistive sensors plus an ASIC containing amplification, automatic degaussing strap drivers, offset cancellation, and a 12-bit ADC that enables 1° to 2° compass heading accuracy. The I²C serial bus allows for easy interface. The HMC5883L is a 3.0x3.0x0.9mm surface mount 16-pin leadless chip carrier (LCC). Applications for the HMC5883L include Mobile Phones, Netbooks, Consumer Electronics, Auto Navigation Systems, and Personal Navigation Devices.



(L-2) Datasheet HMC5883L

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	MPU-6000/MPU-6050 Product Specification	Document Number: PS-MPU-6000A-00 Revision: 3.4 Release Date: 08/19/2013
---	--	---

6.2 Accelerometer Specifications
VDD = 2.375V-3.46V, VLOGIC (MPU-6050 only) = 1.8V±5% or VDD, T_A = 25°C

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
ACCELEROMETER SENSITIVITY						
Full-Scale Range	AFS_SEL=0		±2		g	
	AFS_SEL=1		±4		g	
	AFS_SEL=2		±8		g	
	AFS_SEL=3		±16		g	
ADC Word Length	Output in two's complement format		16		bits	
Sensitivity Scale Factor	AFS_SEL=0		16,384		LSB/g	
	AFS_SEL=1		8,192		LSB/g	
	AFS_SEL=2		4,096		LSB/g	
	AFS_SEL=3		2,048		LSB/g	
Initial Calibration Tolerance			±3		%	
Sensitivity Change vs. Temperature	AFS_SEL=0, -40°C to +85°C		±0.02		%/°C	
Nonlinearity	Best Fit Straight Line		0.5		%	
Cross-Axis Sensitivity			±2		%	
ZERO-G OUTPUT						
Initial Calibration Tolerance	X and Y axes		±50		mg	1
	Z axis		±80		mg	
Zero-G Level Change vs. Temperature	X and Y axes, 0°C to +70°C		±35		mg	
	Z axis, 0°C to +70°C		±60		mg	
SELF TEST RESPONSE						
Relative	Change from factory trim	-14		14	%	2
NOISE PERFORMANCE						
Power Spectral Density	@10Hz, AFS_SEL=0 & ODR=1kHz		400		μg ² /Hz	
LOW PASS FILTER RESPONSE						
	Programmable Range	5		260	Hz	
OUTPUT DATA RATE						
	Programmable Range	4		1,000	Hz	
INTELLIGENCE FUNCTION INCREMENT						
			32		mg/LSB	

1. Typical zero-g initial calibration tolerance value after MSL3 preconditioning
2. Please refer to the following document for further information on Self-Test: MPU-6000/MPU-6050 Register Map and Descriptions

(L-3) Datasheet MPU6050

Stepper Motor NEMA 17

This document describes mechanical and electrical specifications for PBC Linear stepper motors; including standard, hollow, and extended shaft variations.



Standard shaft motor shown.

Phases	2
Steps/Revolution	200
Step Accuracy	±5%
Shaft Load	20,000 Hours at 1000 RPM
Axial	25 N (5.6 lbs.) Push
	65 N (15 lbs.) Pull
Radial	29 N (6.5 lbs.) At Flat Center
IP Rating	40
Approvals	RoHS
Operating Temp	-20° C to +40° C
Insulation Class	B, 130° C
Insulation Resistance	100 MegOhms

Description	Length	Mounted Rated Current	Mounted Holding Torque	Winding Ohms	Detent Torque	Rotor Inertia	Motor Weight
(Stack)	"L" Max	Amps	Nm oz-in Typ.	±10% @ 20°C Typ.	mNm oz-in	g cm ² oz-in ²	kg lbs
Single	39.8 mm (1.57 in)	2	0.48 68	1.04 2.2	15 2.1	57 0.31	0.28 0.62
Double	48.3 mm (1.90 in)	2	0.63 89	1.3 2.9	25 3.5	82 0.45	0.36 0.79
Triple	62.8 mm (2.47 in)	2	0.83 120	1.49 3.8	30 4.2	123 0.67	0.6 1.3

*All standard motors have plug connector. Consult factory for other options.

(L-4) Datasheet Stepper Motor



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Stroke Length 100MM 7MM/S 1500N DC12V Electric Putter Electric Linear
Actuator Putter for Doors /Windows



Specification parameters

Rated power: 20W (maximum 30W)
Operating voltage: DC 12V
Maximum push/pull force: 1300/1000
Pusher: DC motor drive, screw drive, telescopic rod can only telescopic will not rotate.
Speed: 7-60mm/s
Warranty: one year
Ambient temperature: -20℃+75℃(-40℃ antifreeze oil can be added)
Standard protection level: IP54
Limit switch: Provision
Noise level: low noise design (noise level below 48dB)
Pusher material: aluminum alloy
Function of the product: drive other objects to push, pull, raise and lower.
Application of the product: TV lifting table, massage bed, etc.

(L-5) Datasheet Linear Actuator

```
#define TINY_GSM_MODEM_SIM7000
```

```
#define TINY_GSM_RX_BUFFER 1024
```

```
#include <TinyGsmClient.h>
```

```
#include <ArduinoHttpClient.h>
```

```
#include <ArduinoJson.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <Adafruit_Sensor.h>
```

```
#include <Adafruit_HMC5883_U.h>
```

```
#include <MPU6050.h>
```

```
#include <EEPROM.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
#define SerialMon Serial
```

```
#define SerialAT Serial1
```

```
#define UART_BAUD 115200
```

```
#define MODEM_PWR 4
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
#define MODEM_TX 27
#define MODEM_RX 26

const char apn[] = "internet";
const char gprsUser[] = "";
const char gprsPass[] = "";

const char server[] = "<IP Server>";
const int port = 3000;
const char updateEndpoint[] = "/update";
const char controlEndpoint[] = "/control";
const char lastInputEndpoint[] = "/lastInput";

#define DIR_PIN 21
#define EN_PIN 22
#define PUL_PIN 23
#define RPWM 5
#define LPWM 4
const float SPEED_CM_PER_SEC = 0.6;

#define AZIMUTH_OFFSET 0
const float CM_PER_TILTING_UNIT = 0.290;

#define EEPROM_SIZE 32
#define EEPROM_ADDR 0

TinyGsm modem(SerialAT);
TinyGsmClient netClient(modem);
HttpClient http(netClient, server, port);
```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
MPU6050      mpu;
```

```
Adafruit_HMC5883_Unified mag(12345);
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

```
int16_t ax, ay, az;
```

```
float  accelXOffset = 0.0;
```

```
float  accelYOffset = 0.0;
```

```
float  filteredTilt = 0.0;
```

```
const float alpha = 0.5;
```

```
float lastAzimuth = NAN;
```

```
float lastTilting = NAN;
```

```
bool  isInputInitialized = false;
```

```
unsigned long lastMonitorTime = 0;
```

```
unsigned long lastControlTime = 0;
```

```
const unsigned long monitorInterval = 2000;
```

```
const unsigned long controlInterval = 5000;
```

```
void printLCD(const String &l1, const String &l2) {
```

```
    lcd.clear();
```

```
    lcd.setCursor(0, 0); lcd.print(l1.substring(0, 16));
```

```
    lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(l2.substring(0, 16));
```

```
}
```

```
void modemPowerOn() {
```

```
    pinMode(MODEM_PWR, OUTPUT);
```

```
    digitalWrite(MODEM_PWR, LOW);
```

```
    delay(1000);
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
digitalWrite(MODEM_PWR, HIGH);
}

void setup() {
  SerialMon.begin(115200);
  Wire.begin(19, 18);
  Wire.setClock(100000);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  printLCD("Booting...", "Modem ON");

  pinMode(DIR_PIN, OUTPUT);
  pinMode(EN_PIN , OUTPUT); digitalWrite(EN_PIN, LOW);
  pinMode(PUL_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RPWM , OUTPUT);
  pinMode(LPWM , OUTPUT);

  if (!mag.begin()) { printLCD("HMC5883L gagal","Check wiring");
  delay(2000); }
  mpu.initialize();
  if (!mpu.testConnection()) { printLCD("MPU6050 gagal","Check wiring");
  delay(2000); }

  EEPROM.get(EEPROM_ADDR, accelXOffset);
  modemPowerOn();
  SerialAT.begin(UART_BAUD, SERIAL_8N1, MODEM_RX, MODEM_TX);
  delay(1000);
  modem.restart();
  modem.sendAT("+CPSMS=0");
  modem.sendAT("+CEDRXS=0");
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
modem.sendAT("+CNMP=38"); delay(200);  
modem.sendAT("+CMNB=1"); delay(200);  
modem.sendAT("+CFUN=1"); delay(5000);
```

```
printLCD("Net","Searching...");
```

```
if (!modem.waitForNetwork(60000L)) {  
  printLCD("No network","Abort");  
  return;  
}
```

```
printLCD("Attach NB-IoT", "...");
```

```
while (!modem.gprsConnect(apn, gprsUser, gprsPass)) {  
  printLCD("GPRS failed", "Retry...");  
  delay(5000);  
}
```

```
SerialMon.println("☑ NB-IoT Connected");
```

```
SerialMon.print("IP Address: ");
```

```
SerialMon.println(modem.localIP());
```

```
printLCD("Internet OK", "Init server...");
```

```
SerialMon.print("Signal quality: ");
```

```
SerialMon.println(modem.getSignalQuality());
```

```
http.setTimeout(1000);
```

```
getLastInputFromServer();
```

```
}
```

```
void monitorSensor(float &azimuth, float &tilt) {
```

```
  const float offX = 10.14, offY = -13.68;
```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
const float scX = 45.59, scY = 46.95;
const float avgSc = (scX + scY) / 2.0;

sensors_event_t ev; mag.getEvent(&ev);

float x = (ev.magnetic.x - offX) * (avgSc / scX);
float y = (ev.magnetic.y - offY) * (avgSc / scY);
float heading = atan2(y, x) + 0.00524;
if (heading < 0)    heading += 2 * PI;
if (heading > 2 * PI) heading -= 2 * PI;
azimuth = heading * 180.0 / PI + AZIMUTH_OFFSET;
if (azimuth >= 360.0) azimuth -= 360.0;

mpu.getAcceleration(&ax, &ay, &az);
float axg = (ax - accelXOffset) / 16384.0;
float ayg = (ay - accelYOffset) / 16384.0;
float rawTilt = -atan2(axg, ayg) * 180.0 / PI;
filteredTilt = alpha * rawTilt + (1 - alpha) * filteredTilt;
tilt = filteredTilt + 5.0;

SerialMon.printf("Sensor => Az:%.2f Tl:%.2f\n", azimuth, tilt);
printLCD("Az:" + String(azimuth,1) + " Tl:" + String(tilt,1), "Mon OK");
}

void moveStepper(float deg, bool dirCW) {
    const float GEAR_RATIO = 4.25;
    const float STEP_ANGLE = 1.8;
    int steps = deg / STEP_ANGLE * GEAR_RATIO;
    digitalWrite(DIR_PIN, !dirCW);
    printLCD("Merubah", "Azimut");
}
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
for (int i = 0; i < steps; ++i) {  
    digitalWrite(PUL_PIN, HIGH); delayMicroseconds(1000);  
    digitalWrite(PUL_PIN, LOW ); delayMicroseconds(1000);  
}  
}  
  
void moveActuator(float dur_s, bool extend) {  
    if (!extend) dur_s *= 1.5;  
    printLCD("Merubah", "Tilting");  
    analogWrite(RPWM, extend ? 255 : 0);  
    analogWrite(LPWM, extend ? 0 : 255);  
    delay(dur_s * 1000);  
    analogWrite(RPWM, 0); analogWrite(LPWM, 0);  
}  
  
void httpPostJSON(const char* endpoint, const JsonDocument& doc) {  
    String payload; serializeJson(doc, payload);  
  
    unsigned long start = millis();  
    http.beginRequest();  
    http.post(endpoint);  
    http.setHeader("Content-Type", "application/json");  
    http.setHeader("Content-Length", payload.length());  
    http.setHeader("x-api-key", "<Sandi>");  
    http.beginBody(); http.print(payload); http.endRequest();  
    http.stop();  
  
    unsigned long latency = millis() - start;  
    SerialMon.printf(" 🚀 POST %s latency: %lu ms\n", endpoint, latency);
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
}

bool httpGetJSON(const char* endpoint, DynamicJsonDocument& doc) {
    http.connectionKeepAlive();
    unsigned long start = millis();

    int err = http.get(endpoint);
    unsigned long latency = millis() - start;
    SerialMon.printf("⌚ GET %s latency: %lu ms\n", endpoint, latency);

    if (err == 0 && http.responseStatusCode() == 200) {
        DeserializationError dErr = deserializeJson(doc, http.responseBody());
        http.stop();
        return dErr == DeserializationError::Ok;
    }
    http.stop();
    return false;
}

void updateLastInputToServer() {
    StaticJsonDocument<128> d; d["azimuth"] = lastAzimuth; d["tilting"] =
lastTilting;
    httpPostJSON(lastInputEndpoint, d);
}

void getLastInputFromServer() {
    DynamicJsonDocument d(128);
    if (httpGetJSON(lastInputEndpoint, d)) {
        lastAzimuth = d["azimuth"] | 0.0;
    }
}
```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
lastTilting = d["tilting"] | 0.0;
isInputInitialized = true;
printLCD("Last Az:" + String(lastAzimuth,0), "Last Tl:" +
String(lastTilting,0));
} else {
    printLCD("Fetch last","failed");
}
}

void loop() {
    unsigned long now = millis();
    static float prevAz = -999, prevTl = -999;

    if (now - lastMonitorTime >= monitorInterval) {
        lastMonitorTime = now;
        float az, tl;
        monitorSensor(az, tl);

        if (abs(az - prevAz) >= 0.5 || abs(tl - prevTl) >= 0.2) {
            StaticJsonDocument<128> d; d["azimuth"] = az; d["tilting"] = tl;
            httpPostJSON(updateEndpoint, d);
            prevAz = az; prevTl = tl;
        }
    }

    if (now - lastControlTime >= controlInterval) {
        lastControlTime = now;
        DynamicJsonDocument ctrl(128);
        if (httpGetJSON(controlEndpoint, ctrl)) {
            float targetAzi = ctrl["azimuth"];
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
float targetTilt = ctrl["tilting"];

printLCD("InputCtrl", "Az:" + String(targetAzi,0) + " Tl:" +
String(targetTilt,0));

float dTl = targetTilt - lastTilting;

if (dTl != 0) {

    float cm = abs(dTl) * CM_PER_TILTING_UNIT + (abs(targetTilt) > 5 ?
CM_PER_TILTING_UNIT : 0);

    moveActuator(cm / SPEED_CM_PER_SEC, dTl > 0);

    lastTilting = targetTilt;
    updateLastInputToServer();
}

float dAzi = targetAzi - lastAzimuth;
if (dAzi > 180.0) dAzi -= 360.0;
if (dAzi < -180.0) dAzi += 360.0;
if (dAzi != 0) {
    moveStepper(abs(dAzi), dAzi > 0);
    lastAzimuth = targetAzi;
    updateLastInputToServer();
}
}
}
```

(L-6) Kode Program C++