



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

PENENTUAN ARAH LOKASI PETIR MENGGUNAKAN 2 LOOP ANTENA MDF (MAGNETIC DIRECTION FINDING)

TUGAS AKHIR



**FRASTIGA HARLAN AGUSDI
07175010**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

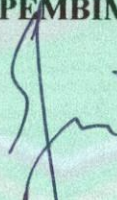
LEMBAR PENGESAHAN

**PENENTUAN ARAH LOKASI PETIR MENGGUNAKAN
2 LOOP ANTENA MDF (MAGNETIC DIRECTION FINDING)**

Lulus Sidang Tugas Akhir : 31 Juli 2012

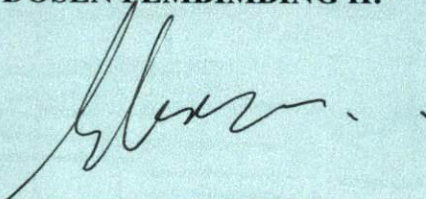
Disetujui Oleh :

DOSEN PEMBIMBING I:



ARIADI HAZMI, DR. ENG.
NIP. 19750314 199903 1 003

DOSEN PEMBIMBING II:



EKA PUTRA WALDI, M.ENG.
NIP. 19721220 199805 1 003

ABSTRAK

Petir adalah peristiwa pelepasan muatan elektrostatik yang sangat besar dan terjadi bila muatan di beberapa bagian atmosfer memiliki kuat medan listrik yang cukup tinggi dan menyebabkan kegagalan listrik di udara. Penggunaan 2 loop antena medan magnet dengan metode magnetic direction finding memungkinkan untuk mengetahui arah lokasi sambaran petir dengan menangkap medan magnet petir. Hasil penelitian menunjukkan kejadian petir di Kota Padang pada bulan Mei 2012 lebih sering terjadi pada pukul 12:01 sampai 18:00 WIB dengan 367 kali sambaran dan pukul 18:01 sampai 23:59 WIB dengan 284 kali sambaran. Berdasarkan daerah lokasi kejadian, petir sering terjadi di daerah 0° sampai 180° atau di daerah barat titik pemasangan sensor medan magnet dengan total 619 kali sambaran. Arah lokasi sambaran petir yang didapatkan dapat dijadikan acuan untuk pemetaan lokasi terjadinya petir.

Kata kunci : medan magnet, sensor magnetic direction finding, arah lokasi petir, loop antena

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan. Tugas akhir yang berjudul **“Penentuan Arah Lokasi Petir Menggunakan 2 Loop Antena MDF (Magnetic Direction Finding)”** merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini banyak bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu ucapan terima kasih diberikan kepada :

1. Bapak Rahmadi Kurnia, Dr.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas
2. Bapak Ariadi Hazmi, Dr.Eng dan Bapak Eka Putra Waldi, M.Eng selaku pembimbing atas ide, arahan dan waktu yang diberikan hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
3. Kedua orang tua dan seluruh keluarga atas doa, motivasi dan kasih sayang yang telah diberikan.
4. Seluruh staf pengajar dan staf administrasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas atas bantuan yang telah diberikan.
5. Keluarga besar Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi atas bantuan, kerjasama dan pengertiannya.

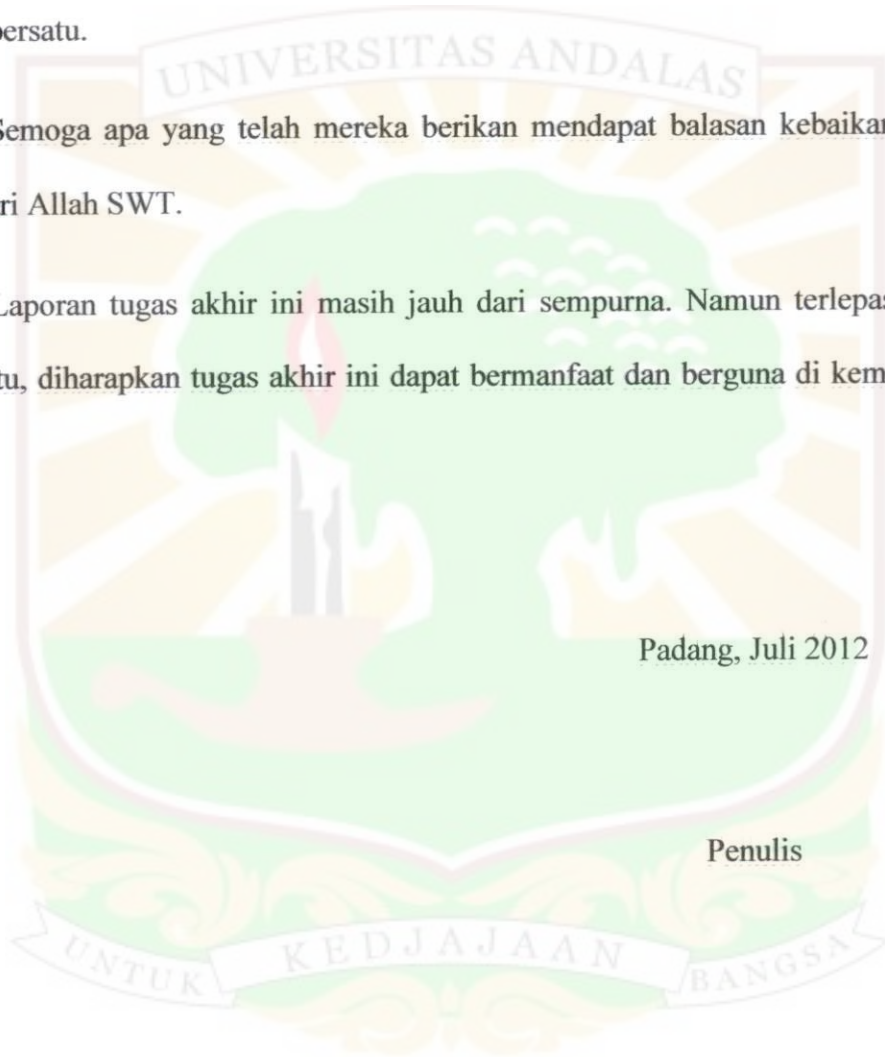
6. Teman-teman angkatan 2007 atas semua dukungan dan motivasi yang telah diberikan
7. Semua anggota HMTE serta pihak lainnya yang telah banyak membantu baik langsung maupun tidak langsung yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga apa yang telah mereka berikan mendapat balasan kebaikan dan pahal dari Allah SWT.

Laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Namun terlepas dari semua itu, diharapkan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna di kemudian hari.

Padang, Juli 2012

Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR ISTILAH	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum.....	5
2.2 Pembentukan Awan Petir	7
2.3 Sensor Medan Magnet Petir	9
2.4 <i>Magnetic Direction Finding</i> (MDF).....	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian.....	16
3.2 Peralatan dan Bahan	16

3.2.1 Sensor Medan Magnet Petir	16
3.2.2 <i>Personal Computer</i> (PC).....	17
3.2.3 <i>PicoScope</i>	18
3.2.4 Kabel Koaksial	18
3.2.5 <i>Uninterruptible Power System</i> (UPS)	19
3.3 Prosedur Penelitian	19
3.3.1 Pembuatan dan Pengujian Sensor Medan Magnet Petir	19
3.3.2 Pemasangan Sensor Medan Magnet Petir.....	20
3.3.3 Pengukuran Medan Magnet Petir.....	20
3.3.4 Penentuan Arah Lokasi Petir	24
3.3.5 Penyusunan Laporan Penelitian	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Arah Lokasi Petir	25
4.2 Statistik Kejadian Petir	32
4.2.1 Statistik Sambaran Petir Berdasarkan Waktu Kejadian	33
4.2.2 Statistik Arah Lokasi Sambaran Petir	34

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41

DAFTAR KEPUSTAKAAN

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir penentuan arah lokasi petir.....	3
Gambar 2.1 Tipe-tipe petir.....	7
Gambar 2.2 Struktur muatan listrik awan cumulonimbus	8
Gambar 2.3 Pembentukan awan petir.....	8
Gambar 2.4 Antena sensor medan magnet.....	10
Gambar 2.5 Prinsip kerja sensor medan magnet petir.....	11
Gambar 2.6 Rangkaian sensor medan magnet	11
Gambar 2.7 <i>Magnetic direction finding</i> (MDF)	13
Gambar 2.8 Diagram polar <i>loop</i> antenna	14
Gambar 3.1 Sensor medan magnet petir	17
Gambar 3.2 <i>Personal computer</i>	17
Gambar 3.3 <i>PicoSope 4424</i>	18
Gambar 3.4 Kabel koaksial	18
Gambar 3.5 <i>Uninterruptible power system</i> (UPS)	19
Gambar 3.6 Posisi pemasangan sensor medan magnet	20
Gambar 3.7 Pengukuran medan magnet petir.....	21
Gambar 3.8 Pengaturan gelombang yang akan direkam	22
Gambar 3.9 <i>Setting trigger</i>	23
Gambar 3.10 <i>Setting</i> penyimpanan data	23
Gambar 3.11 Diagram alir penentuan arah lokasi sambaran petir	24
Gambar 4.1 Pembagian daerah kuaran.....	26

Gambar 4.2 Gelombang keluaran petir 2 Mei 2012 pukul 08:58 PM.....	27
Gambar 4.3 Arah lokasi sambaran petir 2 Mei 2012 pukul 08:58 PM.....	27
Gambar 4.4 Gelombang keluaran petir 2 Mei 2012 pukul 10:21 PM.....	28
Gambar 4.5 Arah lokasi sambaran petir 2 Mei 2012 pukul 10:21 PM	29
Gambar 4.6 Gelombang keluaran petir 2 Mei 2012 pukul 10:00 PM	30
Gambar 4.7 Arah lokasi sambaran petir 2 Mei 2012 pukul 10:00 PM.....	30
Gambar 4.8 Gelombang keluaran petir 2 Mei 2012 pukul 08:43 PM.....	31
Gambar 4.9 Arah lokasi sambaran petir 2 Mei 2012 pukul 08:43 PM.....	32
Gambar 4.10 Statistik waktu kejadian petir.....	33
Gambar 4.11 Arah lokasi sambaran petir per-hari pada bulan Mei 2012	37
Gambar 4.12 Statistik arah lokasi sambaran petir	39



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jumlah sambaran petir tiap daerah kuadran per-hari	38
--	----



DAFTAR ISTILAH

<i>crossed</i>	Bersilangan.
<i>Cumulonimbus</i>	Awan sumber terjadinya petir.
<i>cut-off</i>	Terpotong.
<i>dart leader</i>	Ujung dari petir perintis.
<i>Differential amplifier</i>	Penguat diferensial.
<i>differensial integrator</i>	Penguat diferensial <i>integrator</i> .
<i>discharge</i>	Pelepasan muatan.
<i>discharge leaders</i>	Pelepasan muatan pada sambaran perintis petir yang tidak kasat mata.
<i>downward leaders</i>	Sambaran perintis petir yang menuju ke bumi.
<i>downward lightning</i>	Petir yang menuju ke bumi.
<i>downward negative leader</i>	Sambaran perintis petir bermuatan negatif menuju bumi.
<i>downward positive leader</i>	Sambaran perintis petir bermuatan positif menuju bumi.
<i>downward return strokes</i>	Sambaran balik dari petir pertama yang menuju ke bumi.
EWB	<i>Electronical Work Bench.</i>
<i>filter</i>	Proses penyaringan yang diterapkan dalam mengakses suatu kumpulan informasi sehingga sesuai yang diinginkan.
<i>first stroke</i>	Sambaran pertama.

<i>ground</i>	Tanah/bumi.
<i>ionosfer</i>	Tingkatan atmosfer bumi.
konveksi	Aliran panas.
<i>leader</i>	Awal terjadinya petir.
<i>leader channel</i>	Saluran/kanal petir.
<i>lightning discharge</i>	Pelepasan muatan petir.
<i>lightning flash</i>	Kilat.
MDF	<i>Magnetic Direction Finding</i> (Penentuan arah medan magnet).
<i>Picoscope</i>	Alat pembaca gelombang.
<i>return stroke</i>	Sambaran balik.
<i>step leader</i>	Langkah – langkah terjadinya petir.
<i>thundercloud</i>	Awan petir.
<i>thunderstorm</i>	Awan badai.
TOA	<i>Time Of Arrival</i>
<i>upward leaders</i>	Sambaran perintis petir yang menuju ke awan.
<i>upward lightning</i>	Petir yang menuju ke awan.
<i>upward positive leaders</i>	Sambaran perintis petir bermuatan positif yang menuju ke awan.
<i>upward return stroke</i>	Sambaran balik dari sambaran petir pertama yang menuju ke awan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Petir merupakan suatu fenomena alam yang berbahaya dan bersifat merusak. Sambaran petir tidak hanya menyebabkan beberapa kerusakan pada objek yang disambar, tetapi juga pada daerah sekitar yang terkena induksi elektromagnetik. Petir dapat melukai bahkan membunuh manusia dan hewan. Rata-rata petir dari sebuah *thundercloud* berhubungan dengan fenomena badai, seperti hujan badai, badai salju, dan angin kencang.

Kerugian yang ditimbulkan sangat besar akibat sambaran petir, maka diperlukanlah suatu sistem proteksi petir yang mampu melindungi fisik maupun peralatan-peralatan akibat sambaran langsung maupun sambaran petir tidak langsung. Jika dapat diketahui daerah yang intensitas kejadian petirnya tinggi, maka sistem proteksi petir di daerah tersebut dapat dirancang untuk mewaspadaikan efek dari sambaran petir.

Petir tidak hanya menyebabkan kerugian terhadap manusia. Disamping sifat petir yang berbahaya dan merusak, petir sebenarnya juga memberikan keuntungan untuk kehidupan. Energi yang dihasilkan dari sambaran petir cukup untuk menyatukan nitrogen dan oksigen di udara membentuk nitrogen monoksida. Nitrogen monoksida di udara dibawa oleh air hujan sampai ke tanah. Nitrogen diperlukan oleh semua organisme untuk sintesa protein, asam amino, asam nukleat dan senyawa organik lain. Jadi, daerah dengan intensitas sambaran petir

yang tinggi memiliki kandungan nitrogen monoksida yang lebih banyak dan tanah akan menjadi subur.^[12]

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mendapatkan arah posisi kejadian petir melalui analisis data penangkapan medan magnet petir
- b. Menentukan statistik waktu dan arah posisi kejadian petir pada bulan Mei 2012

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk penempatan sistem proteksi jaringan listrik dari sambaran petir pada daerah yang intensitas sambaran petirnya tinggi.

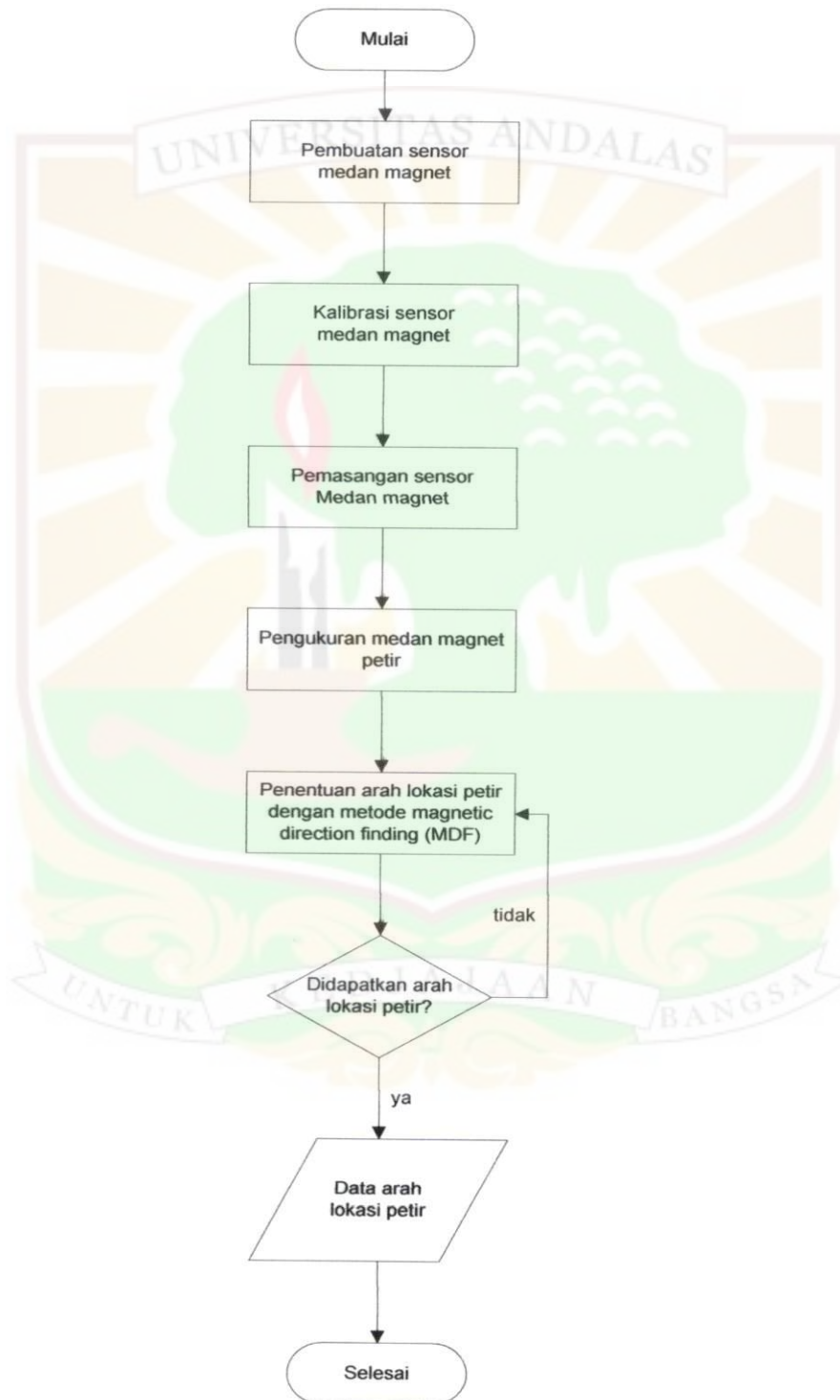
1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Penelitian dilakukan terhadap petir dengan kategori *downward lightning*.
- b. Penentuan arah lokasi petir menggunakan 2 *loop* antena medan magnet.
- c. Lokasi pemasangan sensor medan magnet adalah di gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas dengan koordinat $0^{\circ}54'50,05''$ LS $100^{\circ}27'53,91''$ BT.

1.5 Metodologi Penelitian

Penentuan arah lokasi petir dengan 2 loop antena medan magnet :



Gambar 1.1 Diagram alir penentuan arah lokasi petir

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori umum fenomena petir, sensor medan magnet dan *magnetic direction finding*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang alat bantu dan prosedur penelitian serta pengolahan data hasil pengukuran.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Memuat data-data arah lokasi sambaran petir dan statistik kejadian petir di Kota Padang.

BAB V PENUTUP

Menarik kesimpulan dan memberi saran atas percobaan yang dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Di alam sekitar kita, petir terjadi pada awan yang mulai membesar menuju awan badai. Petir terlihat sebagai lompatan bunga api raksasa, sehingga ketika petir melesat menyebabkan badan awan menjadi terang benderang. Suara gemuruh yang terdengar ketika terjadi petir disebabkan oleh gesekan antara muatan dari awan yang berkecepatan dan berenergi tinggi dengan udara di sekitarnya. Gesekan menyebabkan temperatur udara menjadi tinggi pada lintasan yang dilalui dalam waktu yang sangat cepat, sehingga udara mengembang dengan cepat dan molekulnya saling bertabrakan menyebabkan bunyi keras^[7].

Menurut *wikipedia*, Petir atau halilintar adalah gejala alam yang biasanya muncul pada musim hujan, di langit muncul kilatan cahaya silau sesaat (kilat) yang beberapa saat kemudian disusul dengan suara menggelegar (gemuruh). Perbedaan waktu kemunculan ini disebabkan adanya perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya. Selain itu, menurut Kamus Lengkap Bahasa Indonesia Modern, petir adalah bunyi yang keras sekali di udara, biasanya bersama-sama dengan kilat, terjadi dari ledakan listrik, gledak, kilat, dan halilintar^[11].

Petir merupakan suatu peristiwa pelepasan muatan elektrostatik yang sangat besar dan terjadi pada saat adanya hujan angin (*thunderstorm*). Biasanya disertai oleh cahaya dan bunyi yang bergemuruh akibat pemuaian dan pemanasan

udara sekitar oleh muatan tersebut. Petir terjadi apabila muatan di beberapa bagian atmosfer memiliki kuat medan listrik yang cukup tinggi dan menyebabkan kegagalan listrik di udara sehingga timbul pelepasan muatan listrik yang besar.

Pelepasan muatan listrik di udara terjadi karena adanya perbedaan potensial yang cukup besar antara dua buah elektroda, sehingga proses pelepasan muatan listrik ini dapat terjadi :^[6]

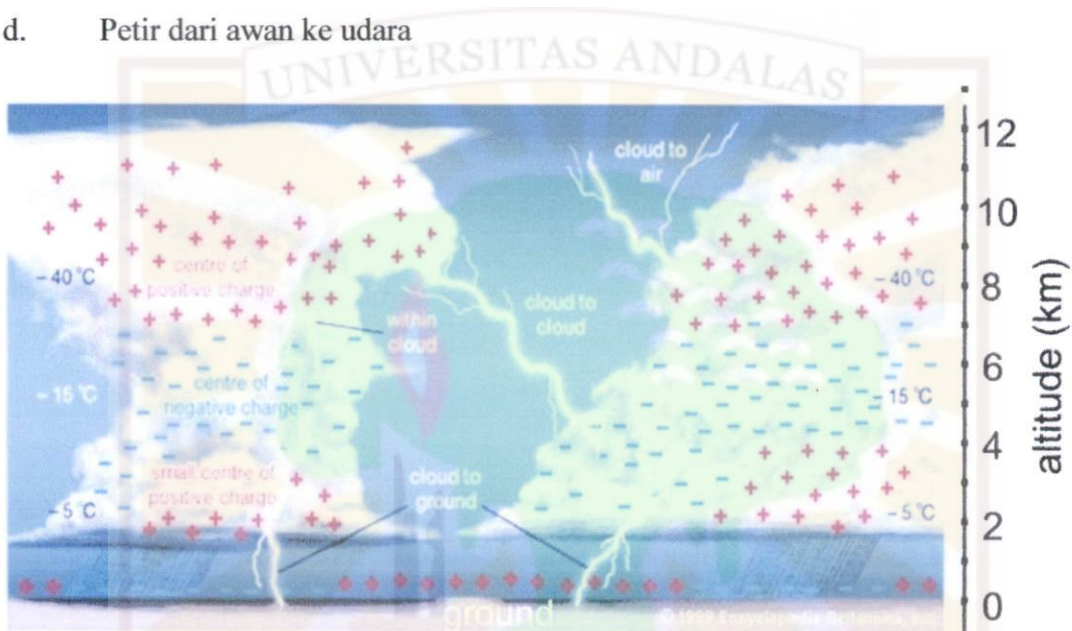
1. Antara pusat muatan dalam satu awan,
2. Antara pusat muatan pada satu awan dengan pusat muatan pada awan lain,
3. Antara pusat muatan awan dengan bumi.
4. Antara pusat muatan awan dengan udara.

Petir didahului dengan *leader*, kemudian merambat dengan medan listrik yang tinggi di ujungnya . Magnitudo dari medan ini ditentukan oleh muatan yang tersimpan di sepanjang *leader channel*. Petir yang dibentuk melalui *upward positive leader*, proses pelepasan muatan listriknya dikategorikan atas 4 tipe :^[3]

1. Tipe a : hanya *upward positive leader*
2. Tipe b : *upward positive leader* dan rangkaian rangkaian *downward return strokes*
3. Tipe c : *downward negative leader and upward return stroke sequences following the upward positive development;*
4. Tipe d : *downward positive leader and upward return stroke sequences following the upward positive leader development.*

Petir juga digolongkan dalam beberapa tipe :

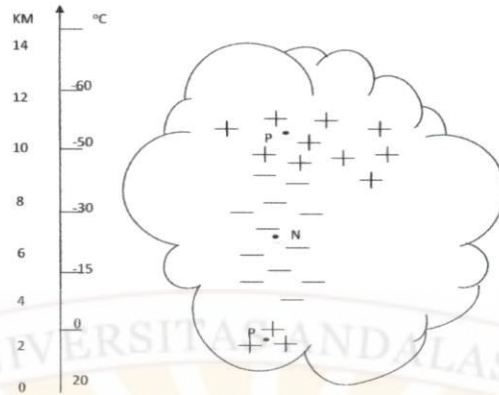
- a. Petir dari awan ke bumi
- b. Petir dari awan yang satu ke awan yang lain
- c. Petir dalam awan itu sendiri
- d. Petir dari awan ke udara



Gambar 2.1. Tipe- tipe petir

2.2 Pembentukan Awan Petir

Sumber terjadinya petir adalah awan *cumulonimbus* yang berbentuk gumpalan dengan ukuran vertikal lebih besar dari ukuran horizontal. Ukuran vertikal dapat mencapai 14 km dan ukuran horizontal berkisar 1,5 sampai 7,5 km. Karena ukuran vertikalnya yang cukup besar, terjadi perbedaan temperatur antara bagian bawah dengan bagian atas. Bagian bawah bisa mencapai 5°C sedangkan bagian atas -60°C ^[7].



Gambar 2.2 Struktur Muatan Listrik Awan Cumulonimbus

Di lapisan atmosfer bertebaran gumpalan- gumpalan awan yang diantaranya bermuatan listrik. Awan bermuatan listrik tersebut dapat terbentuk jika pada suatu daerah terdapat unsur- unsur yang diperlukan, diantaranya: udara yang lembab (konsentrasi air tinggi), gerakan angin ke atas dan terdapat inti higroskopis.^[2]



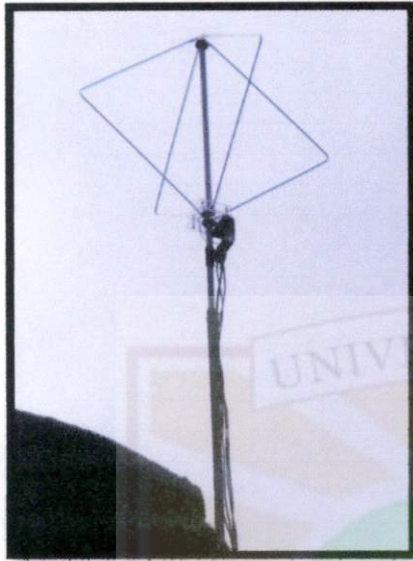
Gambar 2.3 Pembentukan Awan Petir

Muatan negatif pada bagian bawah awan akan menginduksi permukaan tanah menjadi muatan positif, sehingga terbentuklah medan listrik antara awan dan tanah (permukaan bumi). Semakin besar muatan yang terdapat di awan, semakin besar pula medan listrik yang terjadi, dan bila kuat medan tersebut telah melebihi kuat medan tembus udara ke tanah, maka akan terjadi pelepasan atau peluahan muatan listrik. Peristiwa ini disebut sebagai kilat atau petir (sambaran petir)^[7].

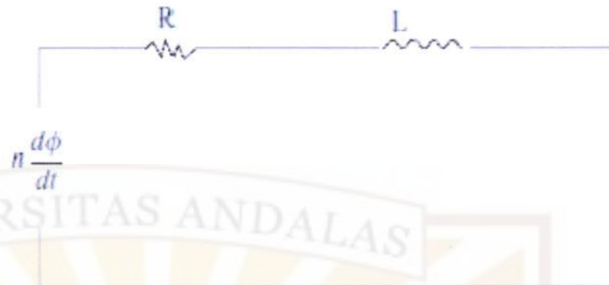
2.3 Sensor Medan Magnet Petir

Dua teknik utama yang digunakan pada pentanahan sistem penentuan lokasi petir adalah menggunakan sistem MDF (*Magnetic Direction Finding*) dan pulsa TOA (*Time Of Arrival*). Teknik pentanahan yang digunakan pada penentuan posisi petir kali ini adalah dengan menggunakan sistem MDF, dengan kata lain dapat dikatakan sebagai teknik pentanahan dengan menghitung besarnya medan magnet petir.^[9]





(a)



(b)

Gambar 2.4 (a) Antena sensor medan magnet
(b) Rangkaian ekuivalen loop antena

Sensor medan magnet petir metode MDF (*Magnetic Direction Finding*), menggunakan *antenna crossed loop* seperti yang terlihat pada gambar 4 di atas. *Antenna* ini berbentuk persegi dengan panjang sisi 70cm ($A = 0.49\text{m}^2$) yang dibuat menggunakan pipa aluminium. Konstruksi ini memiliki keuntungan dapat menghilangkan sinyal gangguan pada rangkaian *differential integrator* pada dasar *antenna* ketika kabel *coaxial* mengirimkan sinyal dari *antenna* ke rangkaian skematik sensor MDF petir.^[6] Di dalam pipa aluminium tersebut ditempatkan kabel tunggal, sehingga konstruksi ini bersifat seperti kabel coaxial.

Perubahan fluks magnet tiap waktu (Wb/detik) pada rangkaian akan menimbulkan tegangan induksi sebesar :

$$V = n \frac{d\varphi}{dt} \quad (2.1)$$

Dimana :

$$d\varphi = B A \cos \theta \quad (2.2)$$

Sehingga tegangan keluaran dari sensor adalah :

$$V = \frac{KA \cos \theta}{R_1 C_1} B \quad (2.3)$$

Dimana :

n = jumlah lilitan loop

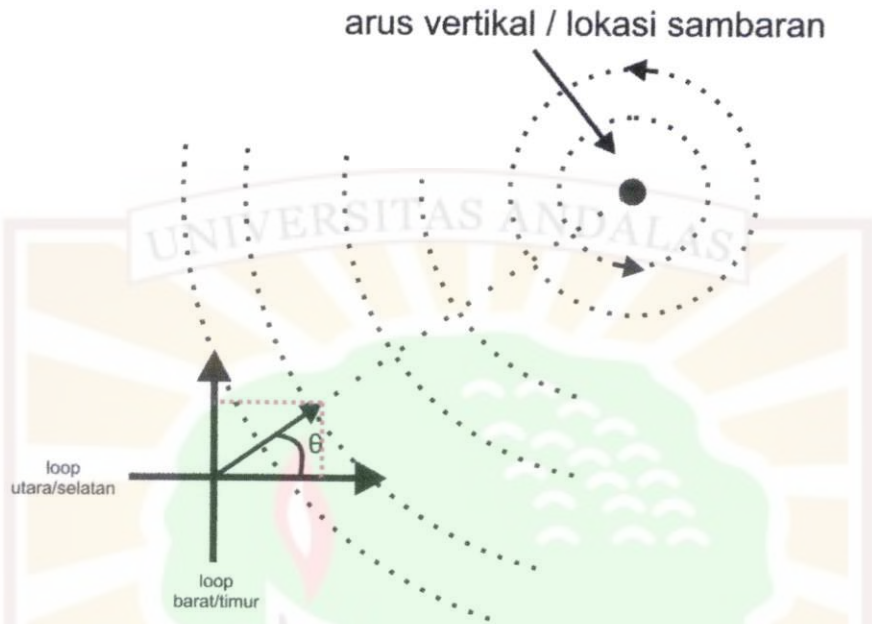
K = konstanta penguatan pada integrator

A = luas antenna (m^2)

θ = sudut antara bidang loop dengan sumber muatan

R_1, C_1 = resistansi (300Ω) dan kapasitansi (variasi 10^{-4} sampai $10^{-2} \mu F$)
gabungan

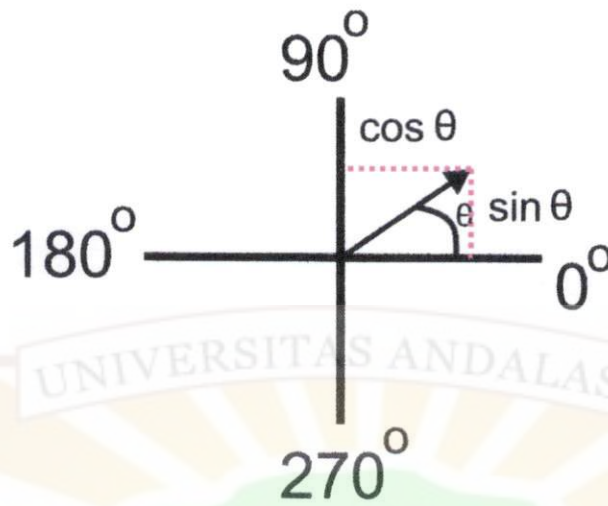
2.4 Magnetic Direction Finding (MDF)



Gambar 2.7 Magnetic Direction Finding (MDF)

Arus vertikal memiliki bentuk medan magnet berupa lingkaran yang terpusat disekitar sumbernya. Jika lokasi sambaran petir berada di arah barat atau timur, maka *loop* barat/timur akan menerima sinyal yang lebih besar daripada *loop* utara/selatan. Begitu pula sebaliknya, jika lokasi sambaran petir berada di arah utara atau selatan, maka *loop* utara/selatan akan menerima sinyal yang lebih besar daripada *loop* barat/timur. Pada kondisi ini, sinyal pada *loop* utara/selatan merupakan cosinus sudut apit antara arah utara dengan sumber yang dilihat dari antena, sedangkan sinyal pada *loop* barat/timur merupakan sinus sudut yang sama (fungsi trigonometri lainnya).

MILIK
UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ANDALAS



Gambar 2.8 Diagram polar loop antenna

Arah lokasi petir dapat ditentukan dengan membandingkan tegangan keluaran pada *loop* barat/timur terhadap *loop* utara/selatan .^[10]

sinyal loop utara utara/selatan $\sim \cos\theta$

sinyal loop barat/timur $\sim \sin\theta$

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \quad (2.4)$$

Sehingga :

$$\tan \theta = \frac{\text{sinyal loop barat/timur}}{\text{sinyal loop utara/selatan}} \quad (2.5)$$

Rasio sinyal barat/timur terhadap sinyal utara/selatan berbanding lurus dengan tangen sudut antara utara dengan sumber yang dilihat dari antenna, oleh sebab itu radiasi medan magnet sumber arus berada pada arah vertikal, arah

sumber dapat ditentukan dengan mengukur rasio tegangan yang terdeteksi oleh 2 loop yang saling tegak lurus. ^[9]

Jika saluran petir vertikal, dan sinyal yang diterima oleh *loop* bebas dari refleksi *ionosfer*, penentuan arah ditetapkan secara akurat melalui titik sambaran. Bagaimanapun, saluran petir biasanya tidak vertikal, dan sinyal medan magnet yang diterima oleh sensor MDF mungkin terpisah akibat refleksi petir yang dihasilkan dari *ionosfer*. Dari 2 fakta ini, akan menyebabkan pengukuran kurang akurat. ^[11]



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

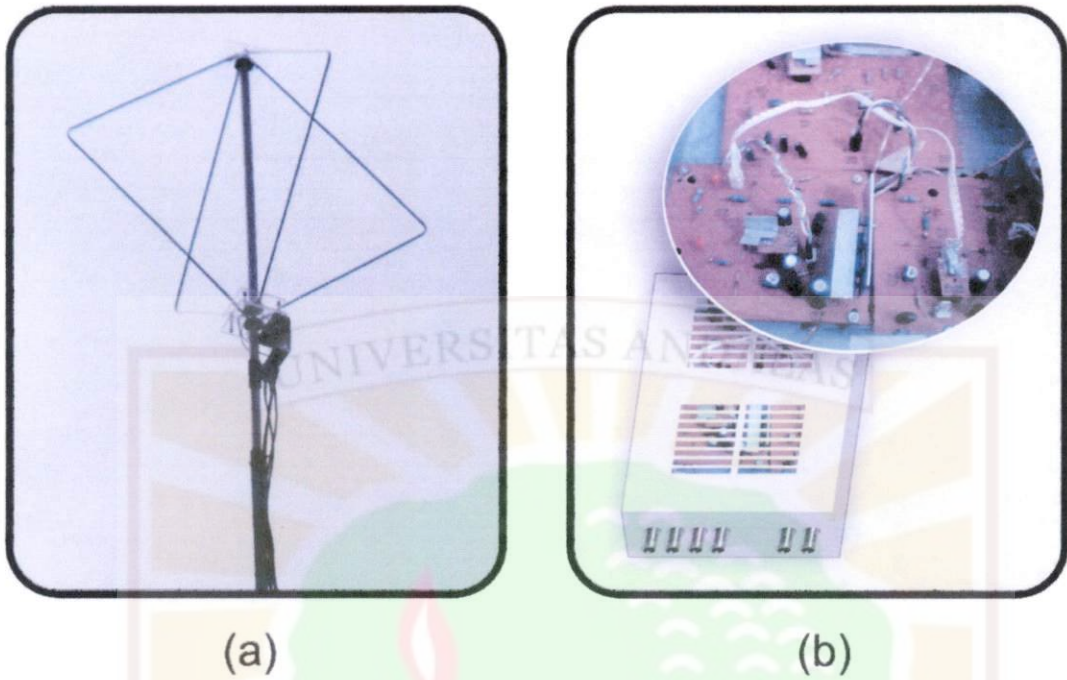
Jenis penelitian ini adalah eksperimental lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan arah lokasi sambaran petir menggunakan 2 loop antena medan magnet dengan metode MDF (*Magnetic Direction Finding*) dan menganalisa statistik kejadian petir bulan Mei 2012.

3.2 Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Sensor Medan Magnet Petir

Sensor medan magnet petir terbagi menjadi 2 bagian, yaitu antena dan rangkaian elektronik. Satu unit sensor medan magnet terdiri dari 2 loop antena yang terhubung ke rangkaian elektroniknya dengan kabel koaksial. Loop antena tersebut saling tegak lurus satu sama lain. Antena inilah yang nantinya akan menangkap medan magnet petir dan diteruskan ke rangkaian sehingga didapatkan *output* berupa tegangan.



Gambar 3.1 sensor medan magnet petir. (a) antena, (b) rangkaian elektronik

3.2.2 *Personal Computer (PC)*

Personal computer berfungsi untuk menyimpan dan mengolah data hasil pengukuran medan magnet petir. Data direkam dengan *software picoscope 6* dan kemudian diolah dengan *software Origin Pro 8* dan *MS Excel*.



Gambar 3.2 *Personal computer*

3.2.3 PicoScope

PicoScope adalah osiloskop genggam yang dapat disambungkan dengan PC sehingga monitor PC dijadikan layar osiloskopnya. Output dari sensor medan magnet petir dihubungkan ke *PicoScope* sehingga data medan magnet tersebut dapat ditampilkan dan direkam pada PC. *PicoScope* yang digunakan pada penelitian ini adalah *PicoScope* seri 4424 dengan 4 channel input.



Gambar 3.3 PicoScope 4424

3.2.4 Kabel koaksial

Kabel koaksial digunakan untuk menghubungkan sensor medan magnet ke picoscope dan kemudian ke PC. Kabel koaksial yang digunakan adalah kabel koaksial dengan tahanan dalam 75 ohm.



Gambar 3.4 Kabel koaksial

3.2.5 Uninterruptible Power Supply (UPS)

Pengukuran medan magnet petir dilakukan secara terus menerus, sehingga diperlukan sumber listrik yang kontinu. UPS berfungsi sebagai sumber listrik untuk peralatan penelitian ketika sumber listrik PLN putus.



Gambar 3.5 Uninterruptible Power Supply (UPS)

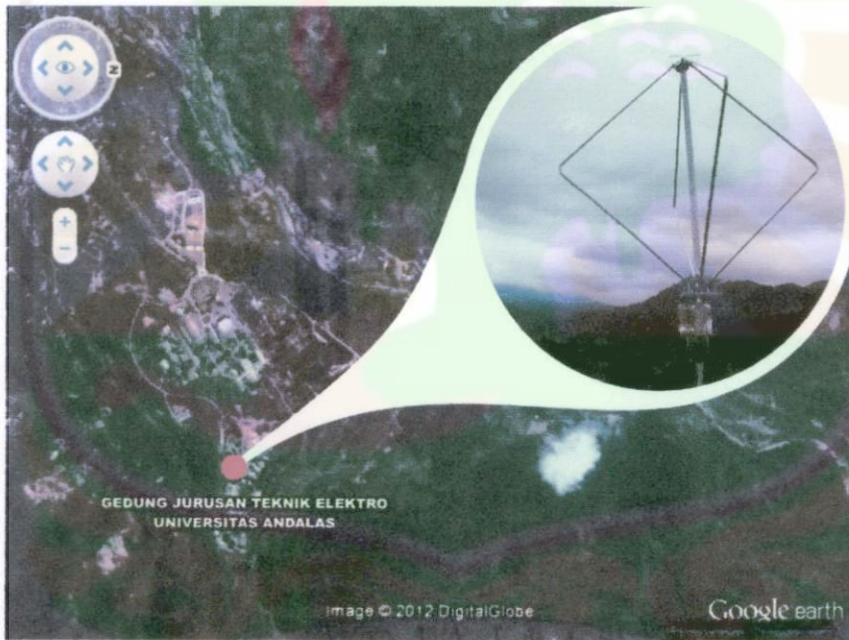
3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pembuatan dan pengujian sensor medan magnet petir.

Sensor medan magnet petir dirancang dan disimulasikan menggunakan *software EWB* berdasarkan referensi terkait. Sebelum dilakukan pengujian pada kinerja alat, terlebih dahulu semua komponen penyusun sistem sensor diuji satu persatu kualitasnya. Pengujian sensor medan magnet petir dilakukan di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dengan melakukan simulasi petir dengan tegangan tembus pada elektroda bola-bola.

3.3.2 Pemasangan Sensor Medan Magnet Petir

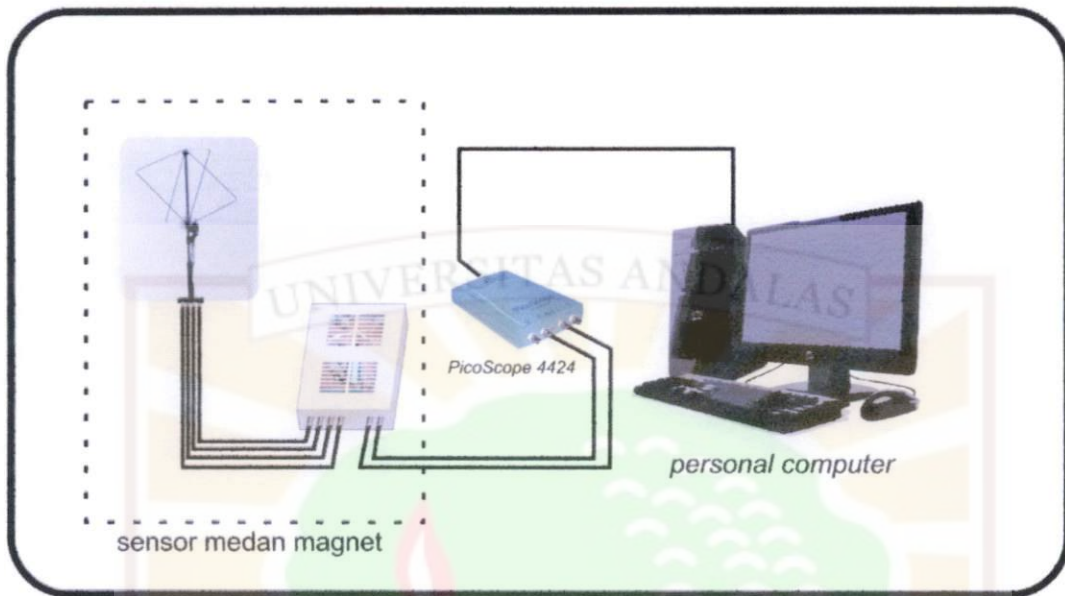
Sensor medan magnet petir dipasang di Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas dengan $0^{\circ}54'50,05''$ LS $100^{\circ}27'53,91''$ BT. Pada saat pemasangan sensor medan magnet petir, 2 *loop* antenna masing-masing menghadang arah utara/selatan dan barat/timur. Antena dipasang di luar gedung dengan posisi lebih tinggi dari benda sekitarnya, sedangkan rangkaian elektronik berada di dalam ruangan.



Gambar 3.6 Posisi pemasangan sensor medan magnet

3.3.3 Pengukuran Medan Magnet Petir

Pengukuran medan magnet petir dilakukan dengan menghubungkan setiap peralatan seperti pada gambar. sebelum dioperasikan, terlebih dahulu dilakukan proses *pen-trigger-an* agar hasil yang didapatkan sesuai dengan yang diharapkan.

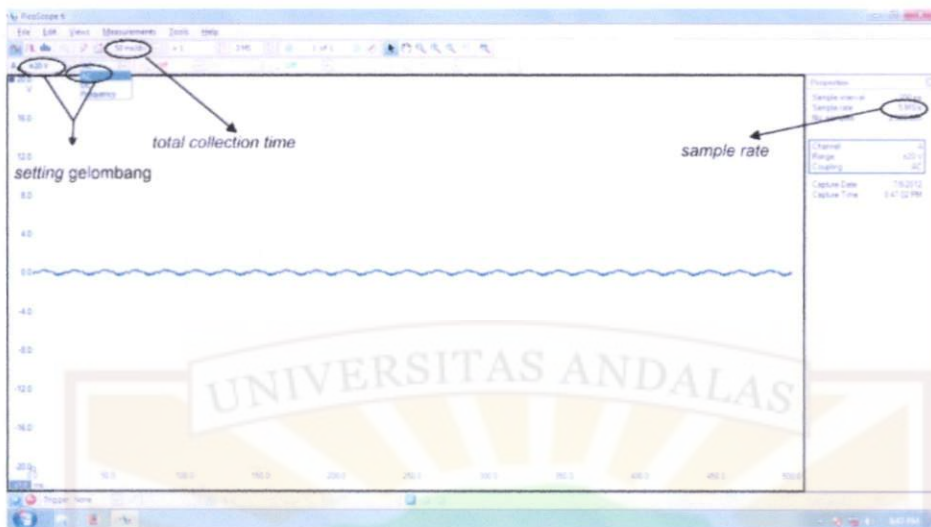


Gambar 3.7 Pengukuran medan magnet petir

Proses *trigger* dilakukan pada komputer dengan menggunakan *software PicoScope 6*. Pada saat sensor medan magnet menangkap sinyal atau terjadi perubahan medan magnet di udara, maka data medan magnet tersebut dapat disimpan di komputer.

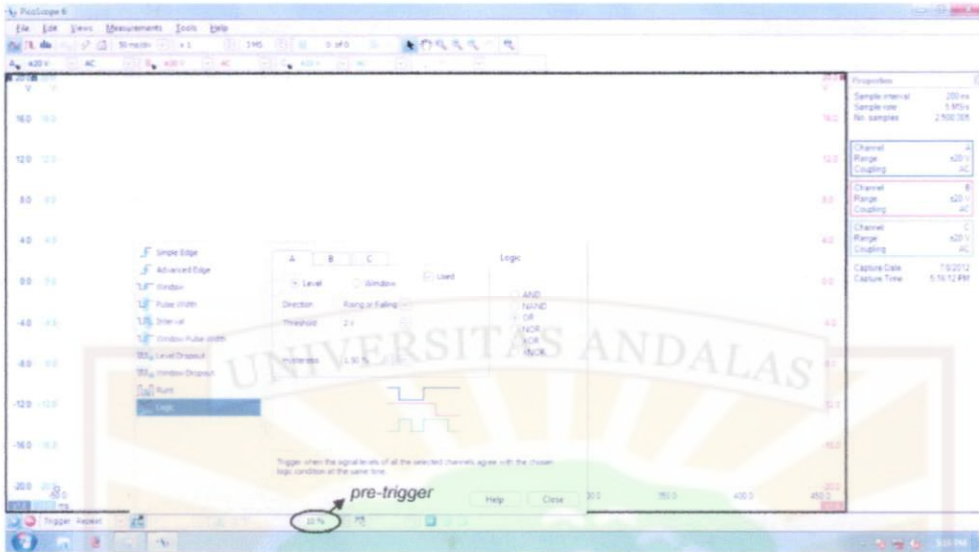
Proses *trigger* dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Proses *trigger* diaktifkan melalui *software PicoScope 6*. *Trigger* diaktifkan untuk gelombang AC dengan tegangan ± 20 Volt dengan banyak gelombang yang diambil adalah 50ms untuk *total collection time*-nya.



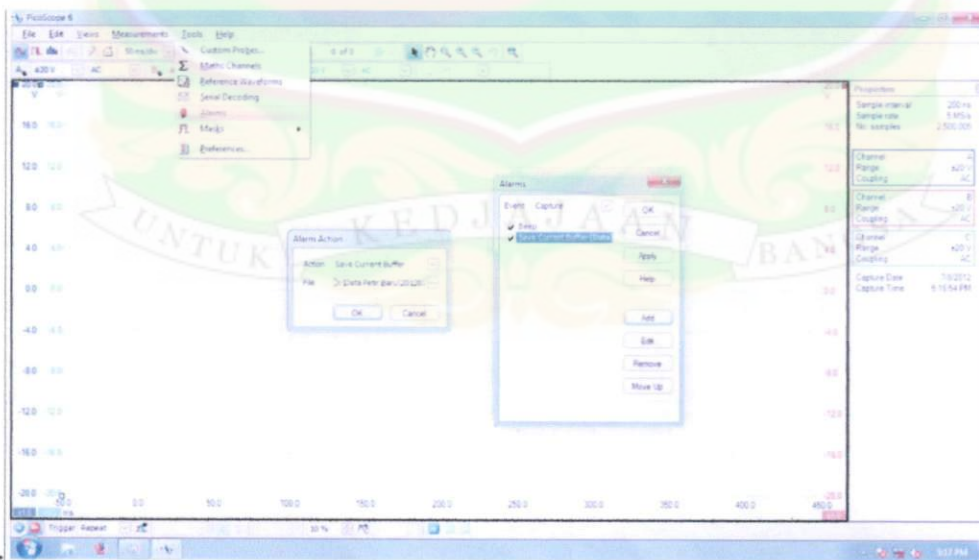
Gambar 3.8 pengaturan gelombang yang akan direkam

2. *Trigger* di-*set repeat* agar dapat merekam data petir secara kontinu, dengan ketentuan :
 - a. Jenis pengaturan gelombang yang diambil adalah *logic*.
 - b. *Source* atau sumber *trigger* adalah *channel B* dan *channel C* (output dari sensor medan magnet).
 - c. *Direction* untuk gelombang yang diambil adalah *rising or falling*.
 - d. *Threshold* yang digunakan adalah 2 Volt.
 - e. *Pre-trigger* yang digunakan adalah 10%, artinya dapat menyimpan sinyal saat gelombang *rising/falling* 10%



Gambar 3.9 setting trigger

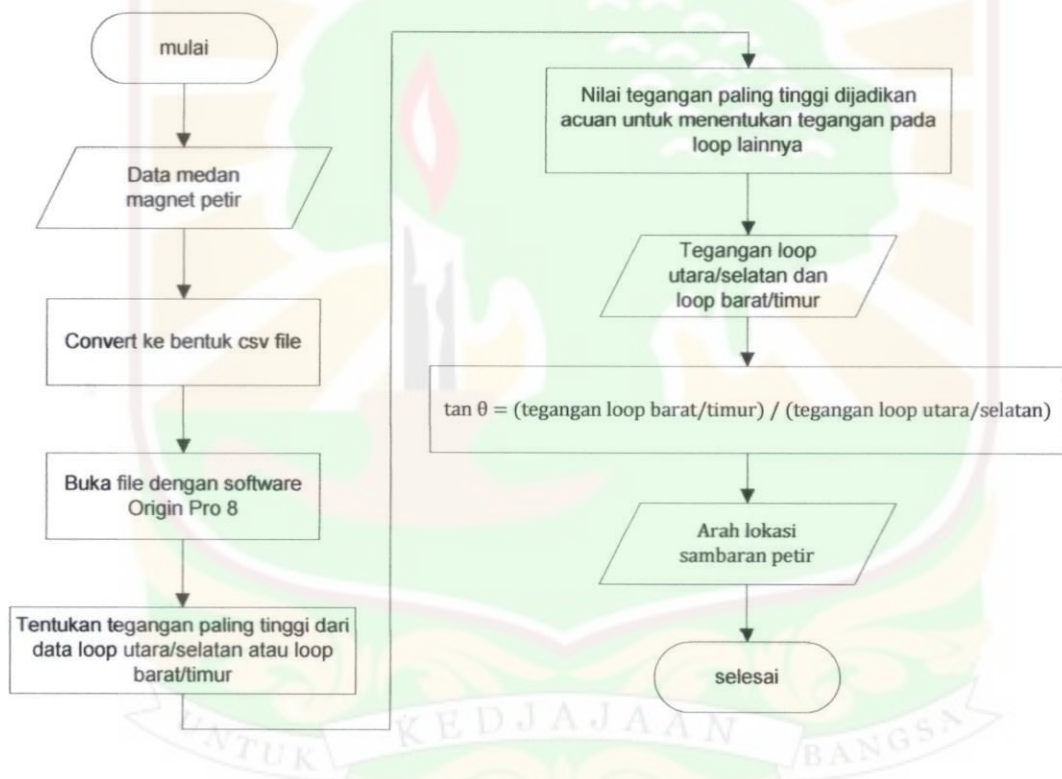
- Melakukan pengaturan penyimpanan data ketika sensor medan magnet petir mendapatkan sinyal dan mampu menangkap sinyal tersebut. Pengaturan penyimpanan dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10 setting penyimpanan data

3.3.4 Penentuan Arah Lokasi Petir

Data yang didapat dari pengukuran medan magnet petir adalah berupa tegangan induksi yang dirasakan oleh masing-masing *loop* antenna. Penentuan arah lokasi petir dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Magnetic Direction Finding*. Arah lokasi petir dapat ditentukan dengan langkah-langkah seperti pada diagram alir berikut :



Gambar 3.11 Diagram alir penentuan arah lokasi sambaran petir

3.3.5 Penyusunan Laporan Penelitian

Langkah terakhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan hasil penelitian. Hal ini dilakukan setelah semua tahapan dilalui dan diperoleh hasil akhir.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Arah Lokasi Petir

Arah lokasi petir ditentukan dengan metode *Magnetic Direction Finding*. Perbandingan tegangan keluaran pada *loop* barat/timur terhadap *loop* utara/selatan sebanding dengan tangen θ . Dimana θ adalah sudut apit antara bidang *loop* terhadap arah lokasi kejadian petir.

Arah lokasi petir dapat dikategorikan berdasarkan daerah kuadran yang berpatokan pada *loop* antenna medan magnet. Seperti terlihat pada gambar 4.1, titik pemasangan sensor medan magnet dengan koordinat $0^{\circ}54'50,05''$ LS $100^{\circ}27'53,91''$ BT dijadikan acuan dalam penetapan daerah kuadran arah lokasi kejadian petir. Lebih jelasnya pembagian daerah kuadran adalah sebagai berikut:

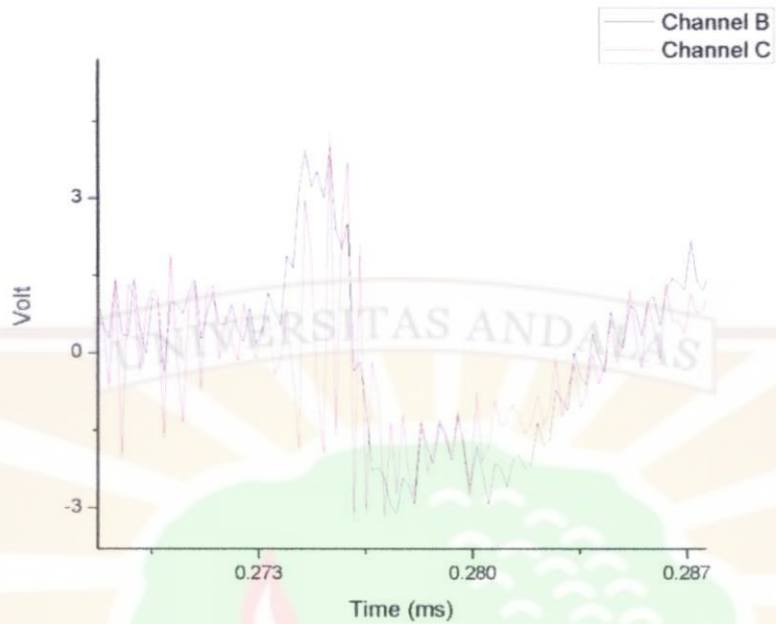
- Kuadran I : 0° sampai 90°
- Kuadran II : 90° sampai 180°
- Kuadran III : 180° sampai 270°
- Kuadran IV : 270° sampai 360°



Gambar 4.1 Pembagian daerah kuadran

Kejadian petir pada tanggal 2 Mei 2012 pada pukul 08:58 PM, tegangan induksi *loop* barat/timur 4,32 Volt dan tegangan induksi *loop* utara/selatan 3,97 Volt. Dari data tersebut arah lokasi kejadian petir dari titik acuan (pusat sensor) adalah :

$$\theta = \tan^{-1} \frac{4,32}{3,97} = 47,46^\circ$$

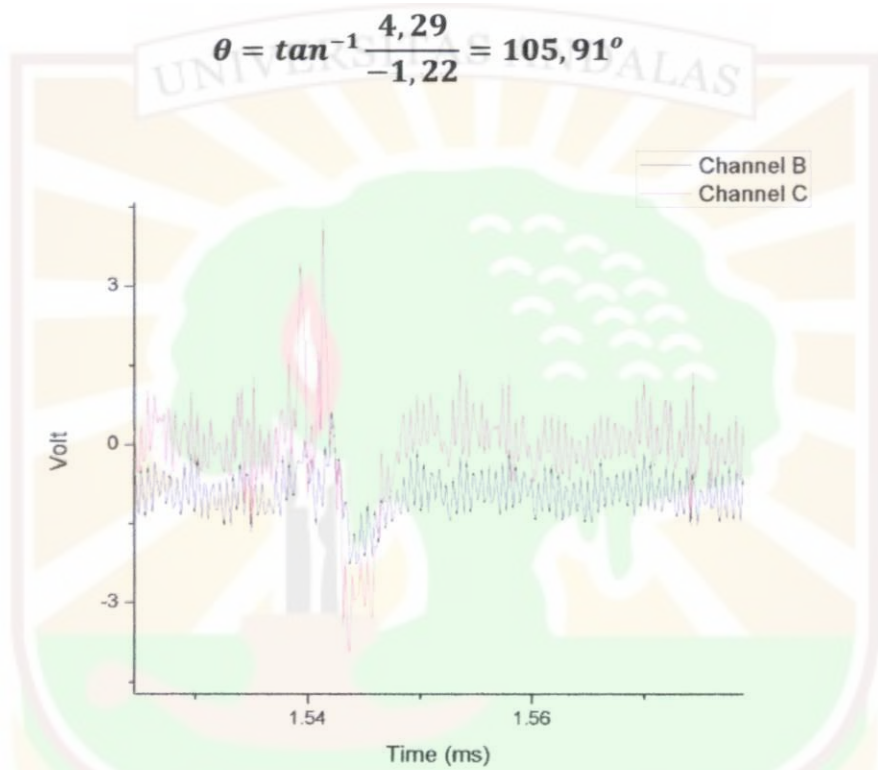


Gambar 4.2 Gelombang keluaran petir 2 Mei 2012 pukul 08:58 PM,
(channel B : loop utara/selatan, channel C : loop barat/timur)

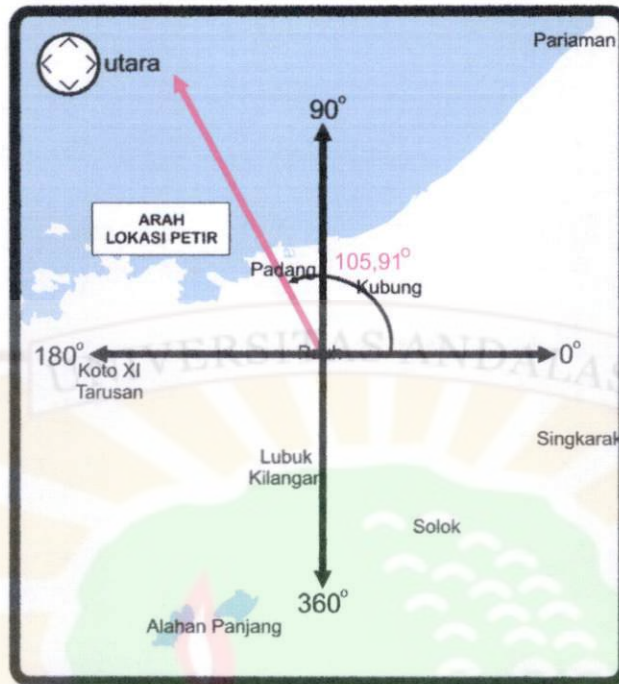


Gambar 4.3 Arah lokasi sambaran petir 2 Mei 2012 pukul 08:58 PM

Petir yang terjadi pada tanggal 2 Mei 2012 pukul 10:21 PM menunjukkan arah lokasi pada daerah kuadran II. Tegangan induksi pada *loop* barat/timur sebesar 4,29 Volt sedangkan tegangan induksi pada *loop* utara/ selatan adalah - 1,22 Volt. Arah lokasi kejadian petir tersebut adalah :



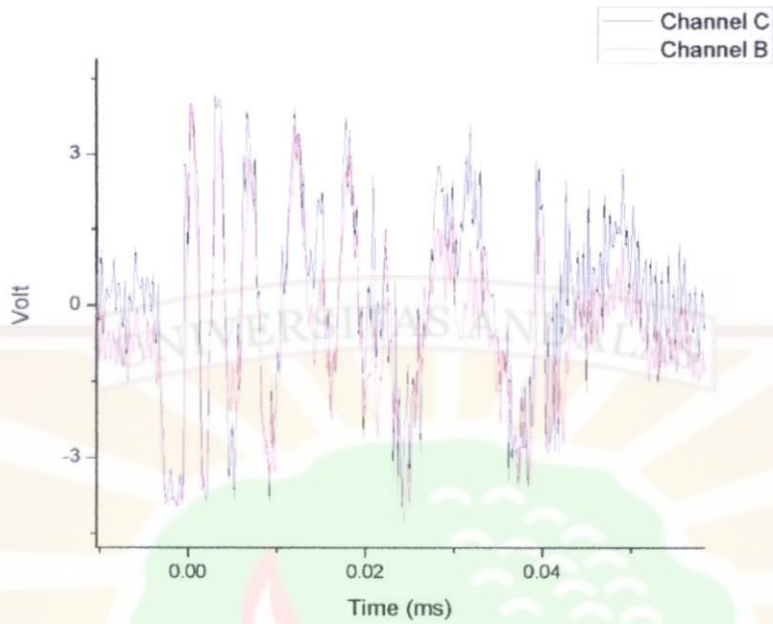
Gambar 4.4 Gelombang keluaran petir 2 Mei 2012 pukul 10:21 PM
(channel B : loop utara/selatan, channel C : loop barat/timur)



Gambar 4.5 Arah lokasi sambaran petir 2 Mei 2012 pukul 10:21 PM

Pada tanggal 2 Mei 2012 pukul 10:00 PM terjadi petir pada daerah kuadran III. Tegangan induksi pada *loop* barat/timur sebesar -2,44 Volt dan tegangan induksi pada *loop* utara/selatan sebesar -4,29 Volt. Arah lokasi kejadian petir tersebut adalah :

$$\theta = \tan^{-1} \frac{-2,44}{-4,29} = 209,70^\circ$$

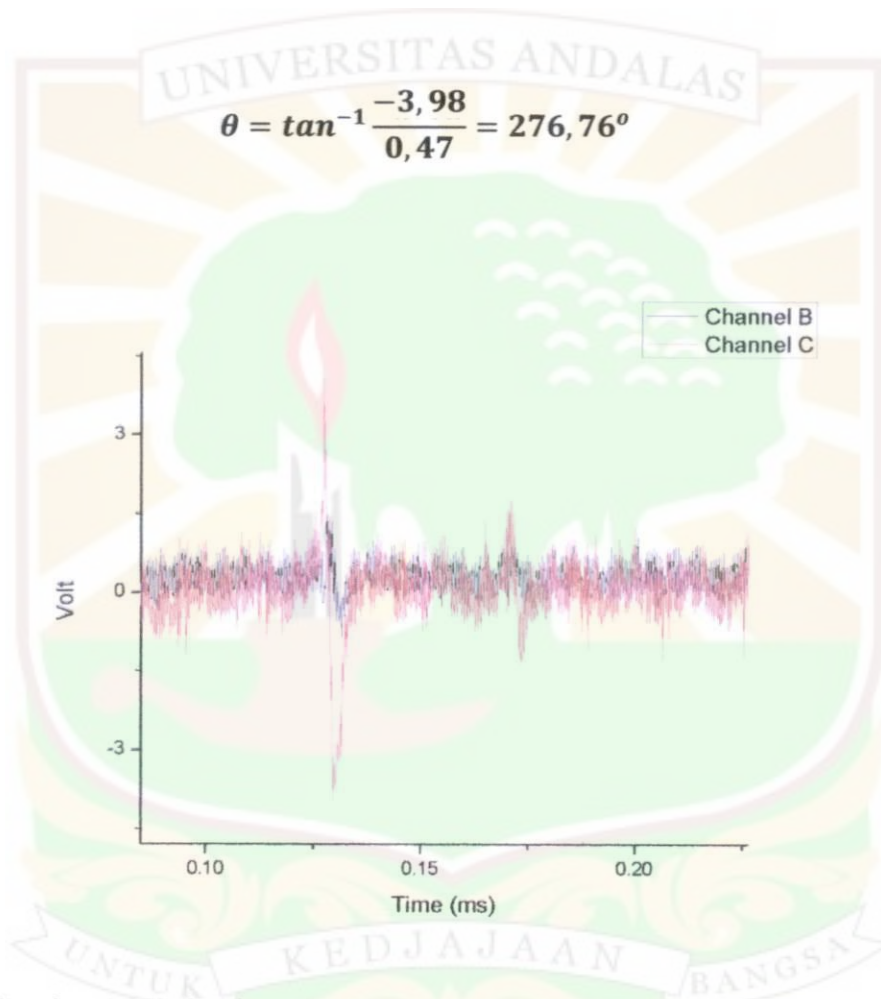


Gambar 4.6 Gelombang keluaran petir 2 Mei 2012 pukul 10:00 PM
(channel B : loop utara/selatan, channel C : loop barat/timur)



Gambar 4.7 Arah lokasi sambaran petir 2 Mei 2012 pukul 10:00 PM

Contoh lokasi petir yang terjadi pada daerah kuadran IV adalah petir yang terjadi pada tanggal 2 Mei 2012 pukul 08:43 PM. *Output* tegangan pada *loop* barat/timur adalah -3,98 Volt dan *output* tegangan pada *loop* utara/selatan adalah 0,47 Volt. Arah lokasi kejadian petir adalah :



Gambar 4.8 Gelombang keluaran petir 2 Mei 2012 pukul 08:43 PM
(channel B : loop utara/selatan, channel C : loop barat/timur)



Gambar 4.9 Arah lokasi sambaran petir 2 Mei 2012 pukul 08:43 PM

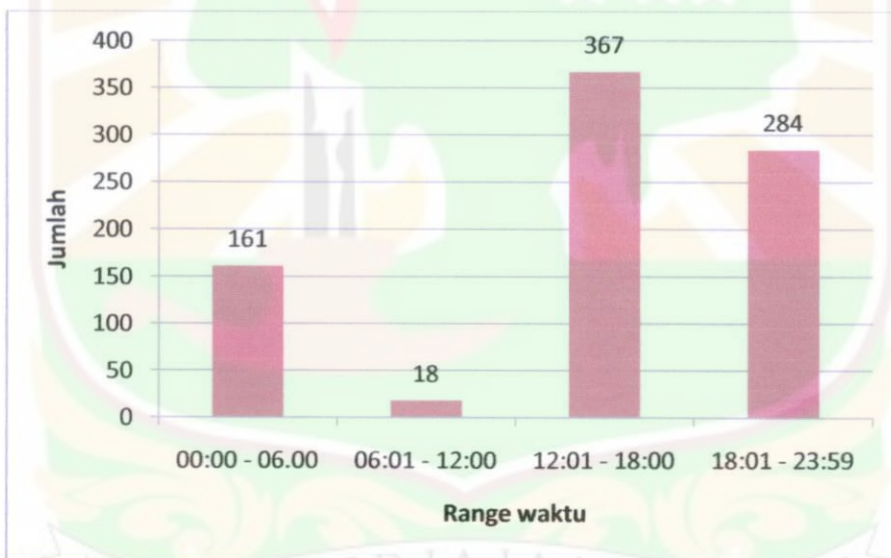
4.2 Statistik Kejadian Petir

Data kejadian petir dan arah lokasi sambaran petir yang ditentukan dengan menggunakan metode *magnetic direction finding* dapat menjadi acuan untuk menentukan statistik sambaran petir. Secara garis besar, dibagi menjadi 2 macam statistik, yaitu; statistik sambaran petir berdasarkan waktu kejadian dan statistik arah lokasi sambaran petir tiap daerah kuadran. Data statistik kejadian petir yang digunakan adalah data selama bulan Mei 2012.

4.2.1 Statistik Sambaran Petir Berdasarkan Waktu Kejadian

Melalui proses perekaman data kejadian petir, juga dapat ditentukan waktu kejadian petir tersebut. Penentuan statistik waktu kejadian petir, dilakukan pengelompokan *range* waktu menjadi 4, sebagai berikut :

- Range Waktu I : 00:00 sampai 06:00
- Range Waktu II : 06:01 sampai 12:00
- Range Waktu III : 12:01 sampai 18:00
- Range Waktu IV : 18:01 sampai 23:59



Gambar 4.10 Statistik waktu kejadian petir

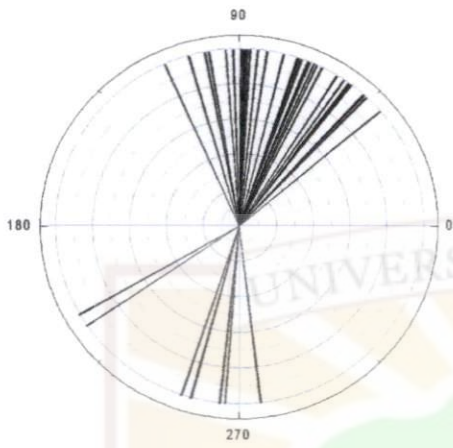
Berdasarkan gambar 4.10, dapat dilihat bahwa petir paling sering terjadi pada *range* waktu 3 dan 4 yaitu pada jam 12:01 sampai 18:00 WIB dan pada jam 18:01 sampai 23.59 WIB. Sesuai dengan proses pembentukan awan *cumulonimbus*, awan petir atau awan *cumulonimbus* terbentuk apabila terdapat

unsur-unsur yang diperlukan, diantaranya; udara yang lembab (konsentrasi air tinggi), gerakan angin ke atas, dan terdapat inti higroskopis. Pengaruh sinar matahari pada pagi atau siang hari menyebabkan terjadinya penguapan air di atas permukaan tanah (daerah laut, danau, dll). Sedangkan pergerakan udara ke atas disebabkan oleh perbedaan tekanan akibat daerah yang terkena panas matahari bertekanan lebih tinggi, atau pengaruh angin. Disamping itu, terdapat pula inti higroskopis sebagai inti butir-butir air di awan akibat proses kondensasi.

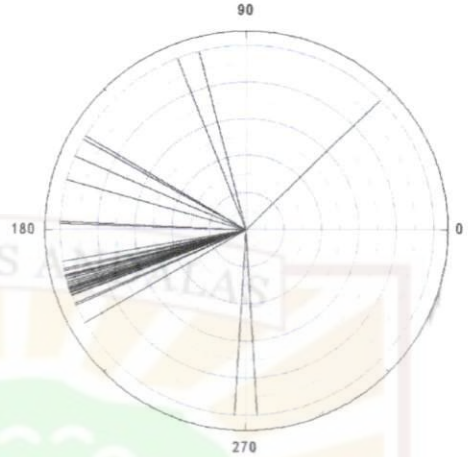
4.2.2 Statistik Arah Lokasi Sambaran Petir

Penentuan statistik arah lokasi sambaran petir dilakukan dengan data sambaran petir pada bulan Mei 2012. Pada gambar 4.11 di bawah, diperlihatkan arah lokasi sambaran petir per-hari pada bulan Mei 2012. Sambaran petir sering terjadi pada satu tempat dengan jumlah yang banyak dan jarang sekali ditemui petir yang terjadi sekali pada suatu tempat. Hal ini disebabkan karena muatan awan *cumulonimbus* sangat besar, sehingga dibutuhkan beberapa kali sambaran untuk meluahkan muatannya.

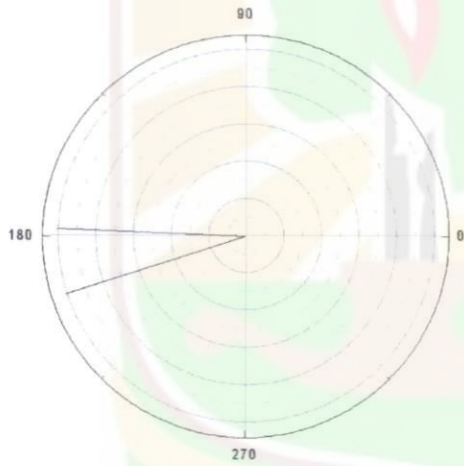
2 Mei 2012



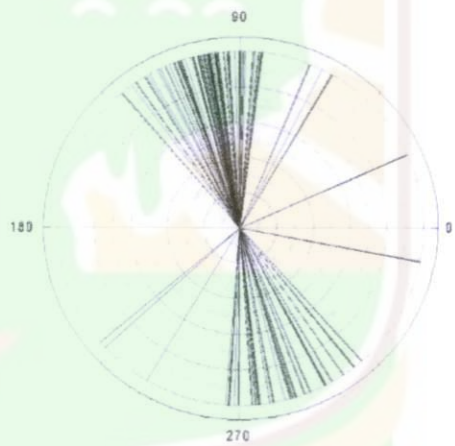
4 Mei 2012



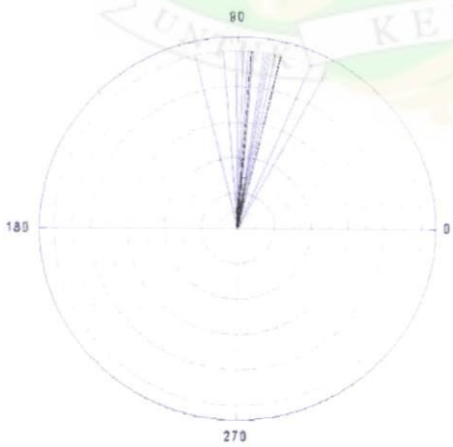
5 Mei 2012



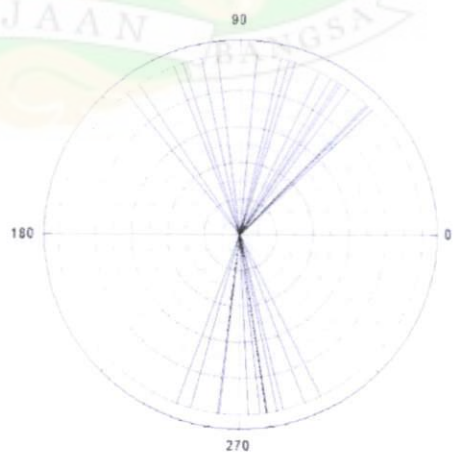
6 Mei 2012



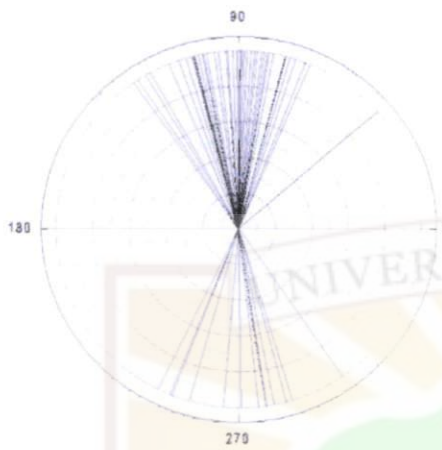
8 Mei 2012



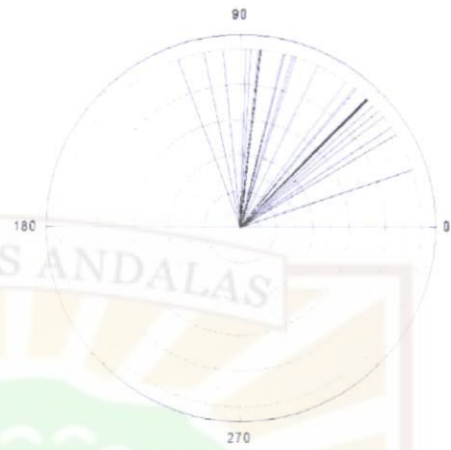
10 Mei 2012



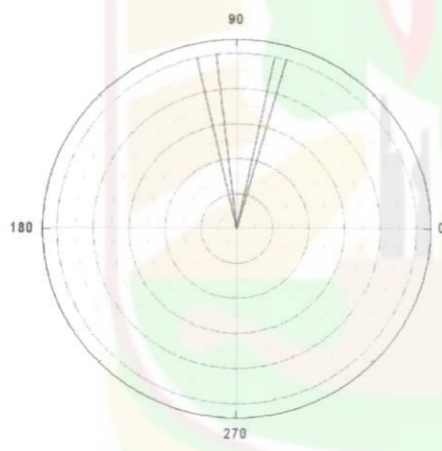
11 Mei 2012



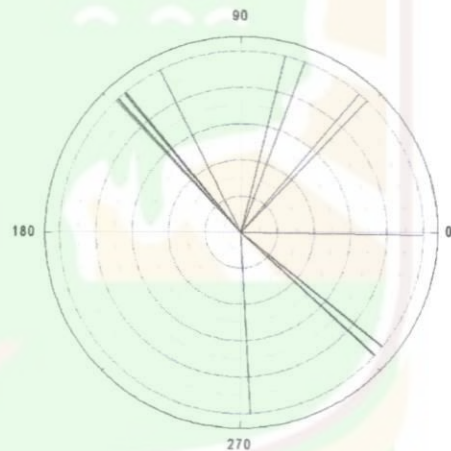
12 Mei 2012



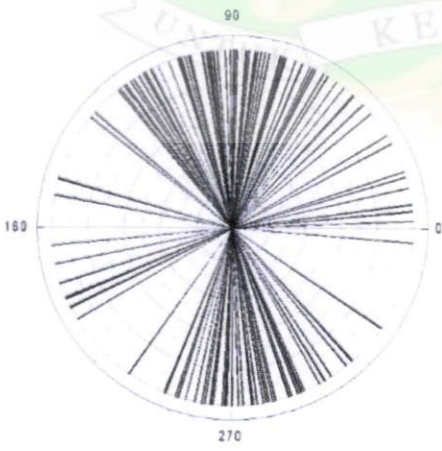
15 Mei 2012



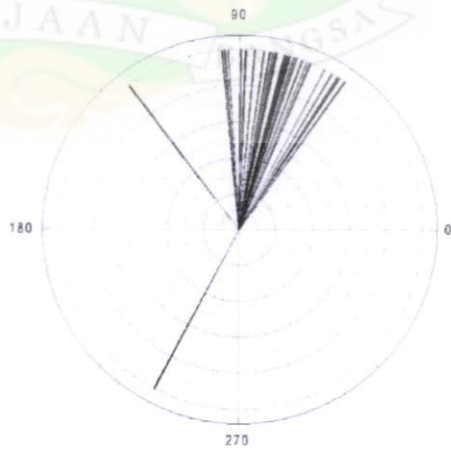
18 Mei 2012

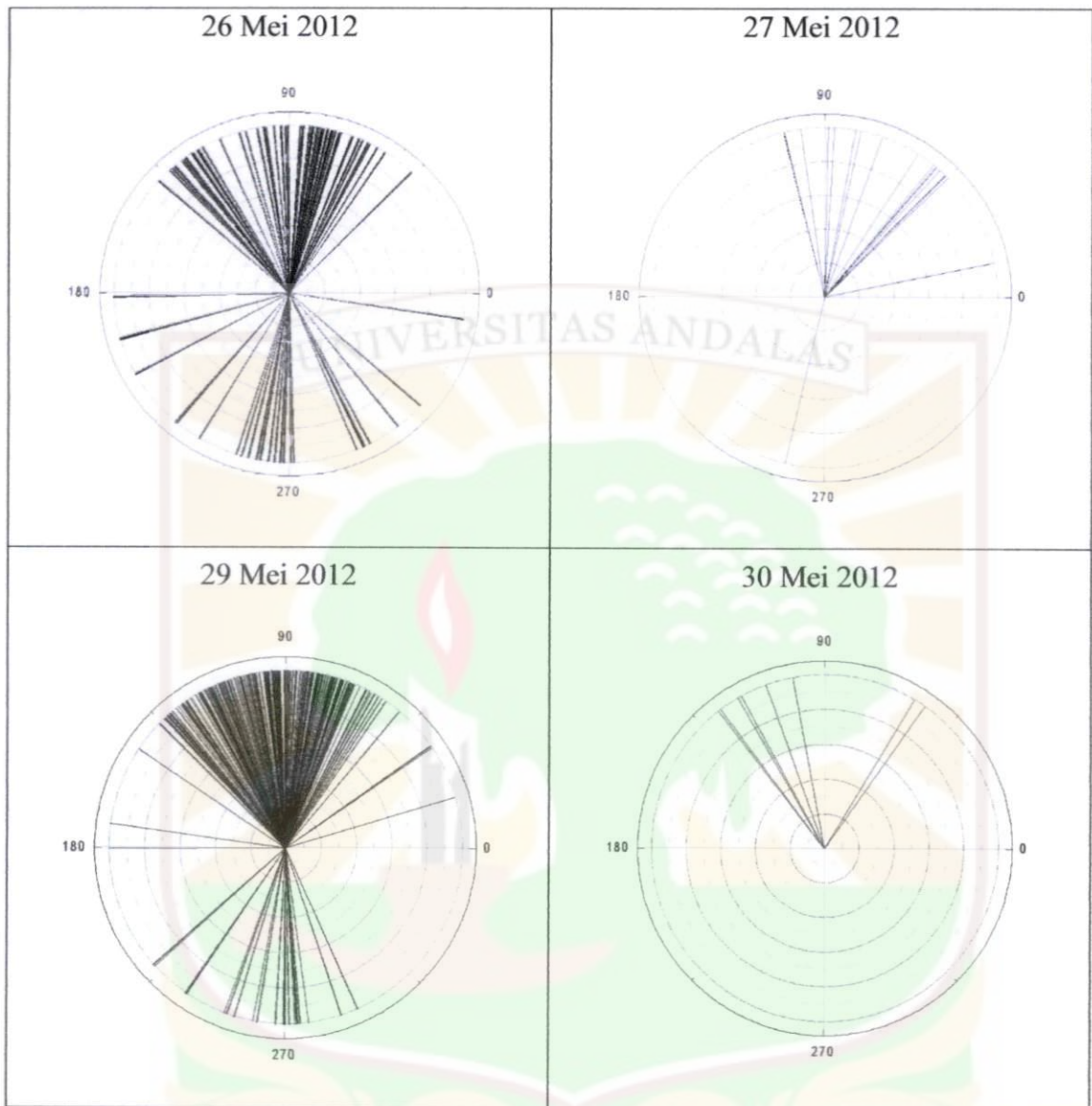


22 Mei 2012



25 Mei 2012





Gambar 4.11 Arah lokasi sambaran petir per-hari pada bulan Mei 2012

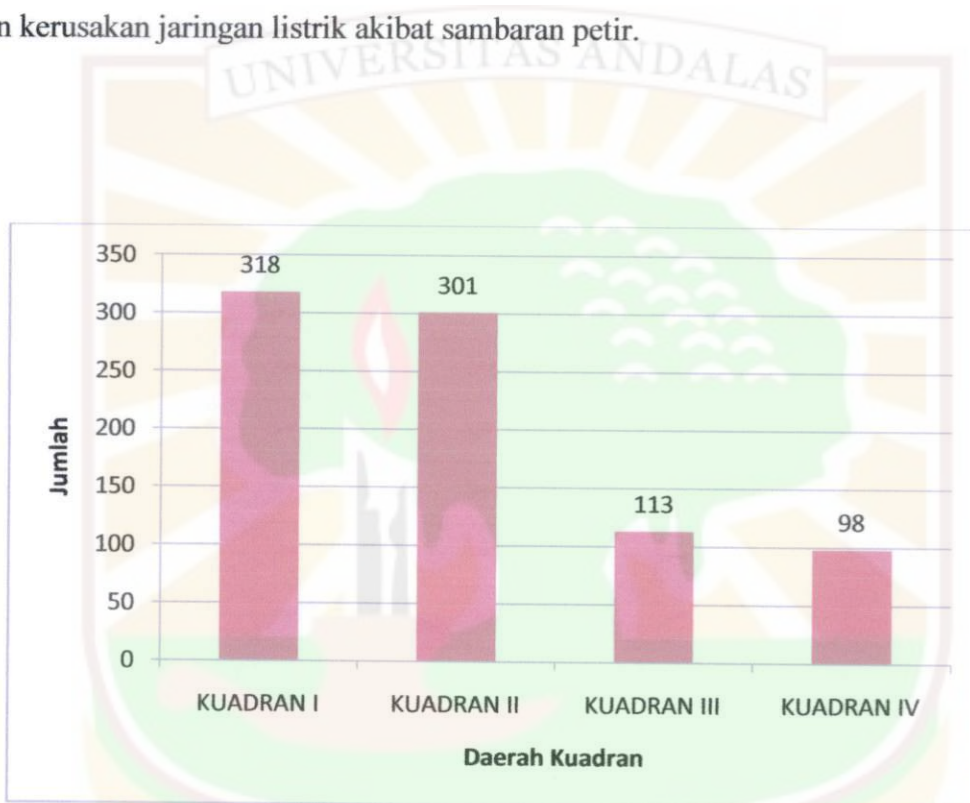
Tabel 4.1 memperlihatkan jumlah sambaran petir tiap daerah kuadran per-hari. Jumlah sambaran petir paling banyak terjadi pada tanggal 29 Mei 2012 dengan 209 kali sambaran yang terjadi pada semua daerah kuadran.

Tabel 4.1 Jumlah sambaran petir tiap daerah kuadran per-hari

TANGGAL	DAERAH KUADRAN			
	KUADRAN I	KUADRAN II	KUADRAN III	KUADRAN IV
1 Mei 2012	0	0	0	0
2 Mei 2012	32	8	7	1
3 Mei 2012	0	0	0	0
4 Mei 2012	1	8	25	1
5 Mei 2012	0	1	1	0
6 Mei 2012	15	52	10	23
7 Mei 2012	0	0	0	0
8 Mei 2012	13	3	0	0
9 Mei 2012	0	0	0	0
10 Mei 2012	12	6	4	8
11 Mei 2012	20	24	5	9
12 Mei 2012	24	3	0	0
13 Mei 2012	0	0	0	0
14 Mei 2012	0	0	0	0
15 Mei 2012	2	2	0	0
16 Mei 2012	0	0	0	0
17 Mei 2012	0	0	0	0
18 Mei 2012	4	7	0	7
19 Mei 2012	0	0	0	0
20 Mei 2012	0	0	0	0
21 Mei 2012	0	0	0	0
22 Mei 2012	42	37	24	30
23 Mei 2012	0	0	0	0
24 Mei 2012	0	0	0	0
25 Mei 2012	34	5	1	0
26 Mei 2012	29	24	21	9
27 Mei 2012	14	3	1	0
28 Mei 2012	0	0	0	0
29 Mei 2012	73	112	14	10
30 Mei 2012	3	6	0	0
JUMLAH	318	301	113	98

Jumlah sambaran petir pada masing-masing daerah kuadran sepanjang bulan Mei 2012 diperlihatkan pada gambar 4.12. Sambaran petir sering terjadi pada daerah kuadran I dengan 318 kali sambaran dan daerah kuadran II dengan 301 kali sambaran. Pada daerah kuadran III dan IV jumlah sambaran jauh lebih

sedikit daripada kuadran I dan II. Jika dilihat dari pembagian daerah kuadran tersebut, menunjukkan bahwa daerah kuadran I dan II mengarah ke laut. Intensitas sambaran petir yang tinggi pada daerah kuadran I dan II dapat dijadikan acuan untuk merancang sistem proteksi petir yang dapat mencegah terjadinya gangguan dan kerusakan jaringan listrik akibat sambaran petir.



Gambar 4.12 Statistik arah lokasi sambaran petir

Menurut statistik waktu kejadian petir, sambaran petir lebih sering terjadi pada siang hingga malam hari. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya proses pembentukan awan *cumulonimbus* dan pengaruh arah angin. Awan terbentuk dari penguapan air di bumi. Sumber air yang paling banyak adalah di laut, sehingga proses pembentukan awan *cumulonimbus* lebih sering terjadi di atas laut. Pada saat sore hingga malam hari, angin berhembus dari darat ke laut atau

sering disebut dengan angin laut. Angin laut membawa awan *cumulonimbus* ke arah laut. Ketika beda potensial semakin besar dan terbentuk kanal ionisasi, maka akan terjadi pelepasan muatan listrik yang besar yaitu petir.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Proses pembentukan awan petir sebagian besar terjadi pada pagi hari pukul 06:01 sampai 12:00 WIB.
2. Sambaran petir bulan Mei 2012 paling sering terjadi dari pukul 12:01 sampai 18:00 WIB dengan total 367 kali sambaran dan pukul 18:01 sampai 23:59 WIB dengan 284 kali sambaran.
3. Kejadian petir bulan Mei 2012 dominan terjadi pada daerah laut atau daerah kuadran I dan II dengan 318 dan 301 kali sambaran.

5.2 Saran

Untuk penelitian dan pengembangan sistem penentuan lokasi sambaran petir, disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya, penelitian penentuan lokasi sambaran petir setidaknya menggunakan 3 stasiun sensor medan magnet agar dapat ditentukan lokasi sambaran petir yang lebih akurat.
2. Waktu pengambilan data sebaiknya lebih dari 1 bulan agar terlihat perbedaan jumlah sambaran tiap bulan sehingga parameter yang dianalisa lebih bervariasi.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Cooray, Vernoon.2003. *The Lightning Flash*. London : Institution of Electrical Engineers
- [2] Electrical Engineering. *Sistem Proteksi Petir*. Sumber : <http://jauzan.blogspot.com/2008/04/sistem-proteksi-petir.html>. Diakses pada Rabu 13/06/2012. 09:35 PM
- [3] Hazmi, Ariadi.2008. *Development of Space Charge Sensing System and Space Charge Effects in Lightning Discharge, Chapter 1*. (Disertasi Doctoral) Jepang: Gifu University.
- [4] Krider, E. Philip and R. Carl Noggle.1975. *Broadband Antenna Systems for Lightning Magnetic Fields*. Journal of Applied Meteorology
- [5] Krider, E. P. , R.C. Noggle, A. E. Pifer, and D. L. Vance.1980. *Lightning Direction Finding Systems for Forest Fire Detection*. American Meteorological Society.
- [6] Nurmey Farida.2011. *Pengukuran Medan Magnet Petir dengan Metode MDF (Magnetic Direction Finding)*. (Skripsi). Padang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas
- [7] Petra. *Efek Petir*. Sumber : http://digilib.petra.ac.id/viewer.efek_petir-chapter2.pdf. Diakses pada Sabtu, 04/06/2011. 11:23 pm.
- [8] Susana Zein.2003. *Sistem Proteksi Eksternal dan Internal Terhadap Sambaran Petir*. Padang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas.
- [9] Uman, Martin A.2008. *The Art and Science of Lightning Protection*. Cambridge University Press.
- [10] Uman, Martin A.2001. *The Lightning Discharge*. New York: Dover Publications, INC Mineola.
- [11] Wikipedia. *Petir*. Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/Petir>. Diakses pada Rabu 13/06/2012. 09:46 PM
- [12] Zona Bawah. *Peranan Nitrogen Bagi Makhluk Hidup*. Sumber : <http://zonabawah.blogspot.com/2011/04/peranan-nitrogen-bagi-makhluk-hidup.html>. Diakses pada Minggu, 22/07/2012. 1:02 PM

DATA KEJADIAN PETIR

BULAN MEI 2012

➤ 2 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
8:37 PM	-1.75	3.95	-2.26	113.86
8:40 PM	-0.30	-3.85	13.03	265.61
8:40 PM	-0.46	-4.37	9.42	263.94
8:43 PM	0.47	-3.98	-8.44	276.76
8:44 PM	-1.07	-3.95	3.67	254.77
8:46 PM	-3.10	-2.09	0.67	213.96
8:47 PM	-1.30	-3.92	3.03	251.71
8:48 PM	-1.05	-3.89	3.69	254.84
8:49 PM	1.43	4.25	2.97	71.39
8:53 PM	1.37	4.10	3.00	71.57
8:54 PM	1.08	4.34	4.02	76.02
8:55 PM	-0.89	4.17	-4.70	102.01
8:58 PM	3.97	4.32	1.09	47.46
9:02 PM	1.76	4.33	2.47	67.95
9:04 PM	1.55	4.49	2.91	71.02
9:07 PM	3.99	4.19	1.05	46.39
9:44 PM	2.66	4.26	1.60	58.01
9:44 PM	-0.81	4.24	-5.23	100.83
9:46 PM	2.20	4.38	1.99	63.33
9:46 PM	0.18	4.22	23.66	87.58
9:47 PM	0.10	4.19	39.86	88.56
9:47 PM	-0.32	4.26	-13.42	94.26
9:48 PM	-0.14	4.11	-29.54	91.94
9:51 PM	3.49	4.27	1.22	50.71
10:00 PM	-4.29	-2.44	0.57	209.70
10:09 PM	0.04	4.18	100.59	89.43
10:12 PM	-0.15	4.33	-29.10	91.97
10:14 PM	0.43	4.27	9.94	84.25
10:16 PM	1.92	4.33	2.25	66.06
10:18 PM	1.49	4.15	2.78	70.21
10:20 PM	3.40	4.60	1.35	53.53

10:21 PM	-1.22	4.29	-3.51	105.91
10:23 PM	4.29	3.61	0.84	40.09
10:24 PM	1.71	4.28	2.50	68.18
10:26 PM	-0.70	4.15	-5.97	99.51
10:33 PM	2.14	4.26	1.99	63.37
10:34 PM	3.41	4.46	1.31	52.62
10:35 PM	0.67	4.39	6.53	81.29
10:35 PM	0.11	4.14	36.11	88.41
10:36 PM	1.99	4.28	2.15	65.09
10:36 PM	2.84	4.12	1.45	55.43
10:38 PM	3.91	4.32	1.10	47.85
10:42 PM	1.44	4.24	2.94	71.23
10:45 PM	1.87	4.54	2.43	67.60
10:47 PM	0.26	4.46	17.07	86.65
10:51 PM	3.40	4.54	1.34	53.20
10:55 PM	3.02	4.38	1.45	55.38
11:08 PM	0.09	4.17	44.90	88.72

➤ 4 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
2:06 PM	-1.59	-0.40	0.25	194.22
2:08 PM	0.12	-2.05	-16.49	273.47
2:54 PM	-1.55	-0.58	0.38	200.66
2:58 PM	-1.34	3.38	-2.53	111.59
3:01 PM	-1.58	-0.56	0.36	199.57
3:02 PM	-0.22	-3.77	16.99	266.63
3:05 PM	-1.82	-0.78	0.43	203.28
3:08 PM	-3.84	-0.81	0.21	191.84
3:09 PM	-2.35	0.65	-0.28	164.43
3:11 PM	-3.94	0.14	-0.03	178.01
3:17 PM	-1.04	3.99	-3.83	104.63
3:18 PM	-3.96	2.21	-0.56	150.85
3:19 PM	-1.57	-0.48	0.30	196.87
3:20 PM	-1.57	-0.54	0.34	198.97
3:22 PM	-1.55	-0.49	0.32	197.51
3:23 PM	-1.60	-0.52	0.32	197.99
3:25 PM	-3.86	0.18	-0.05	177.36

3:26 PM	-1.57	-0.56	0.36	199.68
3:28 PM	-1.57	-0.51	0.32	197.93
3:29 PM	-1.58	-0.58	0.37	200.27
3:30 PM	-3.98	2.33	-0.59	149.61
3:31 PM	-1.57	-0.55	0.35	199.37
3:33 PM	-3.67	1.57	-0.43	156.75
3:46 PM	-1.59	-0.53	0.33	198.43
3:46 PM	-1.60	-0.53	0.33	198.30
3:47 PM	-1.58	-0.91	0.58	209.96
3:51 PM	-1.61	-0.47	0.29	196.14
3:53 PM	-1.60	-0.51	0.32	197.59
3:58 PM	-2.04	-0.90	0.44	203.79
3:59 PM	-1.62	-0.44	0.27	195.33
4:13 PM	-1.61	-0.36	0.22	192.64
5:13 PM	-1.61	-0.28	0.17	189.72
5:16 PM	3.85	3.78	0.98	44.51
5:18 PM	-1.67	-0.43	0.26	194.63
9:42 PM	-1.78	-0.44	0.25	194.02

➤ 5 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
8:25 AM	-1.68	-0.55	0.33	198.14
8:38 AM	-2.87	0.11	-0.04	177.71

➤ 6 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
2:53 PM	-0.34	5.04	-14.96	93.82
2:53 PM	-0.29	4.52	-15.84	93.61
2:53 PM	-0.45	4.92	-10.82	95.28
2:53 PM	3.40	-4.24	-1.25	308.71
2:54 PM	-0.14	4.37	-31.37	91.83
2:54 PM	1.33	-4.36	-3.29	286.93
2:55 PM	-0.34	5.00	-14.84	93.85
2:55 PM	0.50	4.41	8.76	83.49
2:56 PM	-0.52	4.24	-8.19	96.96

2:57 PM	-0.80	4.61	-5.75	99.86
2:57 PM	-4.67	-3.95	0.84	220.17
2:58 PM	-4.33	-3.95	0.91	222.36
3:01 PM	-0.54	-4.61	8.58	263.35
3:02 PM	-2.82	-4.77	1.69	239.38
3:02 PM	0.00	4.79	~	90.00
3:04 PM	4.19	-0.81	-0.19	349.11
3:04 PM	-0.26	-4.46	16.93	266.62
3:04 PM	-0.14	-4.70	33.74	268.30
3:05 PM	-1.58	4.37	-2.76	109.89
3:05 PM	0.31	4.47	14.19	85.97
3:05 PM	2.70	-4.62	-1.71	300.32
3:06 PM	0.80	-4.73	-5.92	279.59
3:06 PM	0.01	4.13	423.11	89.86
3:06 PM	-1.37	5.05	-3.69	105.17
3:06 PM	-2.49	4.33	-1.74	119.84
3:07 PM	3.27	-4.76	-1.45	304.51
3:07 PM	-1.69	4.28	-2.53	111.60
3:08 PM	-1.17	4.35	-3.72	105.04
3:08 PM	-1.94	5.00	-2.58	111.19
3:09 PM	0.52	-4.57	-8.87	276.43
3:09 PM	-0.56	4.23	-7.56	97.53
3:09 PM	-1.08	4.59	-4.23	103.29
3:09 PM	0.39	4.83	12.44	85.40
3:10 PM	2.60	4.50	1.73	60.01
3:10 PM	-1.83	5.29	-2.88	109.13
3:11 PM	-3.95	4.64	-1.18	130.40
3:12 PM	-1.02	4.56	-4.45	102.66
3:12 PM	-2.47	4.95	-2.00	116.57
3:12 PM	1.86	-4.43	-2.38	292.77
3:13 PM	-0.02	4.21	-191.40	90.30
3:13 PM	-0.89	5.24	-5.91	99.60
3:14 PM	-2.56	5.01	-1.96	117.05
3:14 PM	-0.76	4.85	-6.39	98.90
3:14 PM	-0.35	-4.55	13.02	265.61
3:15 PM	-0.90	4.47	-4.99	101.33
3:15 PM	-1.05	4.70	-4.46	102.64
3:15 PM	-0.85	4.82	-5.64	100.05
3:16 PM	2.30	4.64	2.01	63.58
3:16 PM	1.66	4.05	2.43	67.67
3:17 PM	-1.62	4.65	-2.87	109.22

3:17 PM	-3.00	5.03	-1.68	120.81
3:18 PM	-0.85	4.68	-5.48	100.34
3:18 PM	-3.32	4.77	-1.44	124.83
3:19 PM	3.88	-4.35	-1.12	311.77
3:19 PM	-1.17	4.41	-3.77	104.86
3:20 PM	0.52	-4.63	-8.82	276.47
3:20 PM	-0.23	-4.33	18.65	266.93
3:21 PM	-3.44	4.64	-1.35	126.58
3:21 PM	1.23	-4.82	-3.92	284.32
3:21 PM	-2.31	4.72	-2.05	116.03
3:22 PM	-0.35	4.54	-13.01	94.39
3:22 PM	0.46	4.53	9.83	84.19
3:22 PM	1.67	4.09	2.45	67.76
3:23 PM	1.71	-4.50	-2.62	290.87
3:23 PM	-0.30	4.33	-14.67	93.90
3:24 PM	2.32	-4.41	-1.90	297.80
3:25 PM	0.55	4.62	8.45	83.25
3:25 PM	0.31	-4.36	-14.27	274.01
3:25 PM	0.11	4.22	36.74	88.44
3:26 PM	-1.10	5.24	-4.78	101.81
3:27 PM	0.08	4.71	56.79	88.99
3:27 PM	-0.02	-4.38	199.18	269.71
3:28 PM	-0.16	4.79	-30.17	91.90
3:30 PM	1.57	-4.84	-3.09	287.93
3:30 PM	-0.28	4.21	-15.25	93.75
3:31 PM	1.36	-4.63	-3.41	286.34
3:31 PM	-2.94	4.81	-1.64	121.41
3:32 PM	-2.28	5.37	-2.36	112.97
3:34 PM	-0.26	-4.89	18.53	266.91
3:36 PM	-0.71	5.12	-7.25	97.85
3:38 PM	2.60	-4.92	-1.89	297.85
3:38 PM	0.47	4.68	9.94	84.25
3:40 PM	-1.84	5.38	-2.92	108.91
3:41 PM	-0.73	5.06	-6.96	98.18
3:43 PM	0.92	-4.78	-5.22	280.84
3:45 PM	-0.61	4.95	-8.07	97.06
3:48 PM	-1.77	4.97	-2.81	109.61
3:51 PM	-1.32	4.13	-3.14	107.66
3:53 PM	-1.41	5.02	-3.56	105.70
3:54 PM	-2.29	5.08	-2.22	114.21
3:54 PM	-1.34	5.05	-3.78	104.83

3:55 PM	-2.40	4.68	-1.95	117.14
3:57 PM	2.77	-5.19	-1.88	298.04
3:58 PM	0.49	-4.71	-9.54	275.98
3:58 PM	-0.90	4.75	-5.30	100.69
3:59 PM	0.38	-4.19	-11.06	275.16
4:01 PM	1.72	-4.51	-2.62	290.90
4:02 PM	4.30	1.98	0.46	24.65
4:07 PM	2.18	-5.17	-2.37	292.84
4:15 PM	-1.13	4.70	-4.17	103.49

➤ 8 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
6:03 AM	0.31	4.15	13.19	85.66
6:07 AM	1.01	4.19	4.15	76.45
6:10 AM	0.87	4.23	4.85	78.35
6:11 AM	0.63	4.50	7.15	82.04
6:12 AM	1.94	4.51	2.33	66.78
6:14 AM	0.31	4.29	14.06	85.93
6:15 AM	-1.00	4.15	-4.15	103.55
6:16 AM	0.22	4.19	19.04	86.99
6:17 AM	1.00	4.22	4.22	76.68
6:18 AM	-0.05	4.30	-80.09	90.72
6:20 AM	0.11	4.23	36.85	88.45
6:22 AM	0.73	4.22	5.74	80.11
6:25 AM	-0.36	4.31	-12.01	94.76
6:27 AM	0.67	4.25	6.33	81.02
6:30 AM	0.35	4.21	12.13	85.29
8:04 AM	2.31	4.29	1.85	61.66

➤ 10 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
6:26 PM	3.25	4.46	1.37	53.93

6:27 PM	3.94	4.10	1.04	46.18
6:29 PM	2.73	4.17	1.52	56.71
6:30 PM	2.38	4.19	1.76	60.39
6:31 PM	4.03	4.12	1.02	45.65
6:36 PM	2.67	4.26	1.60	57.92
6:52 PM	4.09	3.94	0.96	43.94
6:55 PM	-1.67	4.22	-2.53	111.55
10:40 PM	-3.39	4.23	-1.25	128.71
10:42 PM	-3.27	4.85	-1.48	124.01
10:42 PM	1.45	4.65	3.21	72.68
10:44 PM	-1.59	4.75	-2.99	108.51
11:29 PM	2.17	4.53	2.09	64.47
11:30 PM	0.59	-5.18	-8.80	276.48
11:30 PM	0.22	-4.46	-20.31	272.82
11:31 PM	-0.62	-5.69	9.14	263.75
11:32 PM	2.26	-4.56	-2.02	296.38
11:32 PM	1.13	-4.57	-4.06	283.84
11:33 PM	1.27	-5.98	-4.70	282.00
11:33 PM	0.73	-4.76	-6.56	278.66
11:34 PM	0.44	5.05	11.43	85.00
11:35 PM	-0.56	-4.66	8.34	263.16
11:36 PM	1.81	-4.74	-2.62	290.90
11:37 PM	-1.84	-5.03	2.73	249.89
11:40 PM	1.22	4.47	3.66	74.73
11:42 PM	1.05	4.64	4.41	77.22
11:47 PM	-1.10	4.92	-4.49	102.55
11:49 PM	-0.64	4.97	-7.74	97.36
11:51 PM	-1.42	-5.10	3.59	254.42
11:56 PM	0.78	-5.02	-6.47	278.79

➤ 11 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
12:01 AM	4.50	3.89	0.86	40.82
12:02 AM	1.29	-4.82	-3.73	285.02
12:04 AM	0.52	-4.79	-9.30	276.14
12:08 AM	0.86	5.18	6.01	80.55
12:11 AM	-0.33	4.56	-13.93	94.11

12:12 AM	0.28	4.29	15.16	86.22
12:14 AM	1.04	-5.30	-5.09	281.11
12:14 AM	0.65	-4.41	-6.76	278.41
12:15 AM	0.11	4.52	39.43	88.55
12:17 AM	0.20	4.64	23.46	87.56
12:19 AM	-1.08	4.77	-4.40	102.81
12:22 AM	4.02	-5.85	-1.46	304.50
12:31 AM	-1.94	-4.92	2.54	248.48
12:32 AM	-3.61	5.14	-1.42	125.11
12:34 AM	-0.57	5.06	-8.90	96.41
12:35 AM	0.60	4.80	8.02	82.89
12:38 AM	-2.75	-5.58	2.03	243.79
12:38 AM	0.23	5.29	23.03	87.51
12:41 AM	0.45	5.22	11.56	85.06
12:41 AM	-0.44	-5.10	11.47	265.02
12:43 AM	-3.55	5.37	-1.51	123.45
12:44 AM	1.66	4.27	2.57	68.73
12:44 AM	0.65	4.67	7.16	82.05
12:44 AM	-0.57	4.96	-8.71	96.55
12:45 AM	0.75	-4.80	-6.42	278.85
12:45 AM	-2.57	4.66	-1.81	118.86
12:45 AM	0.07	-5.48	-74.77	270.77
12:46 AM	1.33	-4.34	-3.27	287.00
12:50 AM	0.73	4.61	6.35	81.06
12:51 AM	-1.52	6.03	-3.97	104.12
12:52 AM	1.33	4.07	3.07	71.96
12:55 AM	-0.17	4.91	-29.12	91.97
12:57 AM	0.07	-5.83	-79.53	270.72
12:58 AM	1.14	4.25	3.74	75.04
12:58 AM	-1.05	4.23	-4.01	104.01
12:59 AM	-1.10	4.14	-3.78	104.82
2:36 AM	-1.18	-4.19	3.55	254.27
2:36 AM	-1.13	4.33	-3.84	104.59
2:37 AM	-0.84	4.11	-4.88	101.58
2:38 AM	-0.84	4.23	-5.02	101.27
2:38 AM	-0.97	4.27	-4.41	102.79
2:38 AM	1.84	4.35	2.36	67.08
2:39 AM	-1.28	4.23	-3.29	106.89
2:39 AM	-0.76	4.20	-5.53	100.25
2:39 AM	-0.26	4.23	-16.04	93.57
2:40 AM	-2.44	4.14	-1.70	120.53

2:41 AM	-2.44	4.14	-1.70	120.53
2:41 AM	1.11	4.23	3.80	75.25
2:41 AM	0.42	4.22	10.04	84.31
2:42 AM	0.87	4.50	5.17	79.04
2:43 AM	-0.60	4.39	-7.30	97.80
2:43 AM	0.06	4.60	75.32	89.24
2:43 AM	-1.77	-4.35	2.46	247.84
2:44 AM	1.22	4.18	3.42	73.70
2:45 AM	0.03	4.04	137.84	89.58
2:45 AM	-1.45	4.17	-2.87	109.23
2:45 AM	-0.04	4.22	-95.95	90.60
2:46 AM	-1.76	4.23	-2.41	112.57

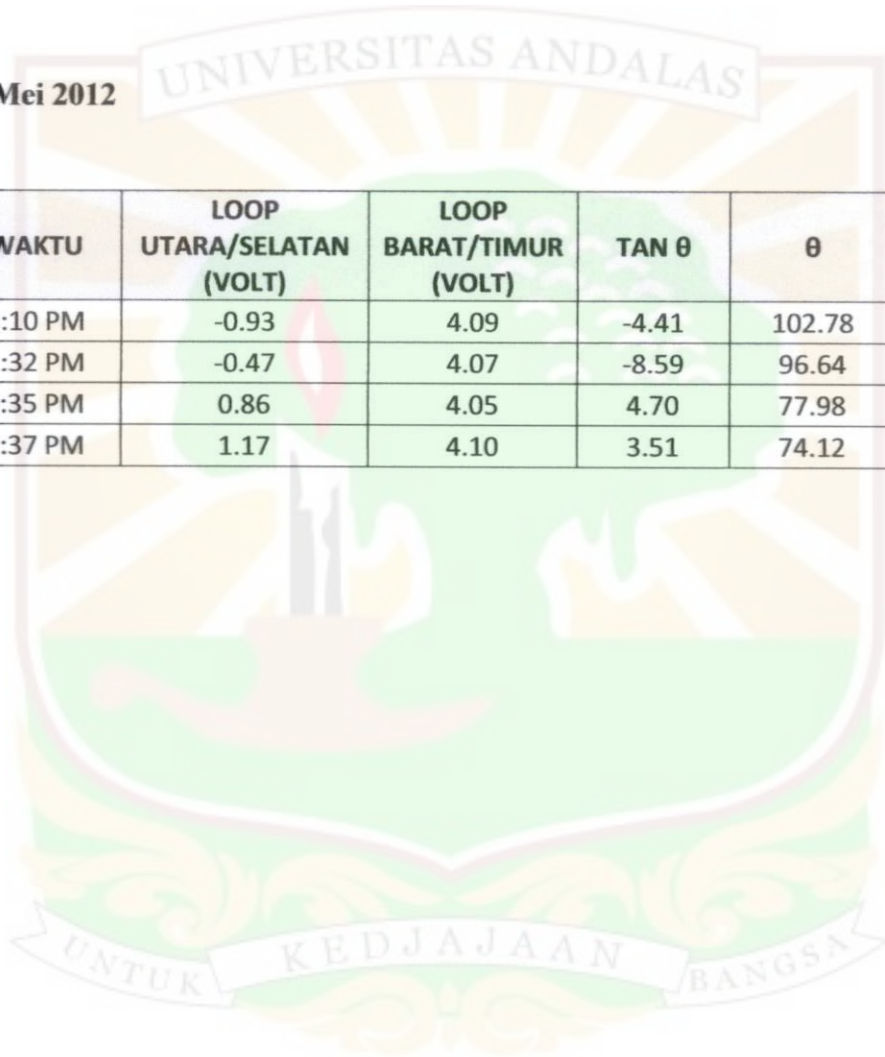
➤ **12 Mei 2012**

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
12:29 AM	-0.41	4.13	-10.02	95.70
12:34 AM	0.23	4.06	17.68	86.76
12:39 AM	0.44	4.11	9.30	83.87
12:44 AM	1.04	4.18	4.01	76.01
12:46 AM	1.24	4.17	3.36	73.42
12:47 AM	-1.68	4.51	-2.68	110.47
12:50 AM	1.34	4.23	3.17	72.47
12:51 AM	0.47	4.17	8.84	83.55
12:53 AM	0.11	4.14	36.11	88.41
1:01 AM	-0.91	4.29	-4.74	101.92
1:16 AM	0.44	4.50	10.19	84.39
1:30 AM	1.00	4.15	4.16	76.48
1:32 AM	1.97	4.18	2.12	64.76
2:45 AM	4.06	3.18	0.78	38.08
3:19 AM	4.18	3.56	0.85	40.45
3:24 AM	3.97	2.65	0.67	33.76
3:41 AM	4.00	4.10	1.03	45.73
3:42 AM	4.41	1.48	0.34	18.55
3:44 AM	3.38	4.09	1.21	50.45
3:50 AM	3.99	2.40	0.60	31.02
3:53 AM	4.01	4.08	1.02	45.50

3:53 AM	4.26	3.98	0.94	43.08
4:05 AM	4.02	4.14	1.03	45.87
4:06 AM	3.26	4.07	1.25	51.29
4:09 AM	2.93	4.13	1.41	54.63
4:13 AM	3.97	4.08	1.03	45.80
4:28 AM	4.01	4.17	1.04	46.10

➤ 15 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
2:10 PM	-0.93	4.09	-4.41	102.78
2:32 PM	-0.47	4.07	-8.59	96.64
2:35 PM	0.86	4.05	4.70	77.98
2:37 PM	1.17	4.10	3.51	74.12



➤ 18 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
1:21 PM	1.03	4.14	4.02	76.04
1:25 PM	1.52	4.12	2.72	69.82
3:07 PM	3.46	4.09	1.18	49.75
3:09 PM	3.88	4.10	1.06	46.58
6:50 PM	4.01	-3.68	-0.92	317.45
7:27 PM	4.01	-3.25	-0.81	320.99
7:29 PM	-3.80	4.04	-1.06	133.27
7:50 PM	0.23	-4.14	-18.02	273.18
8:06 PM	4.09	-3.80	-0.93	317.14
8:29 PM	4.03	-3.29	-0.82	320.77
8:35 PM	-3.67	4.01	-1.09	132.52
8:35 PM	-3.42	4.08	-1.19	129.98
8:40 PM	4.02	-3.70	-0.92	317.35
8:48 PM	-3.32	4.05	-1.22	129.32
8:49 PM	4.02	-0.06	-0.02	359.10
8:57 PM	-2.04	4.08	-2.00	116.61
8:58 PM	-3.37	4.07	-1.21	129.62
9:17 PM	-3.76	4.08	-1.09	132.65

➤ 22 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
2:57 PM	4.39	0.43	0.10	5.63
2:59 PM	-0.06	4.14	-65.27	90.88
3:08 PM	4.11	-2.78	-0.68	325.94
3:31 PM	0.10	4.30	40.98	88.60
3:33 PM	3.72	4.11	1.11	47.91
3:33 PM	-3.08	4.50	-1.46	124.41
3:38 PM	2.64	4.30	1.63	58.47
3:40 PM	-1.22	4.44	-3.63	105.41
3:47 PM	-0.71	4.07	-5.77	99.84

3:48 PM	3.43	-4.17	-1.21	309.46
3:49 PM	-2.39	4.31	-1.80	119.00
3:50 PM	-0.56	4.01	-7.17	97.94
3:52 PM	-0.61	4.11	-6.71	98.48
3:53 PM	0.93	4.44	4.80	78.22
3:58 PM	3.64	-4.09	-1.12	311.66
4:00 PM	-0.20	4.53	-22.65	92.53
4:02 PM	-2.51	4.89	-1.95	117.11
4:03 PM	1.28	4.46	3.48	73.97
4:09 PM	-0.36	4.05	-11.28	95.07
4:17 PM	-0.56	4.94	-8.83	96.46
4:18 PM	-1.12	4.40	-3.94	104.24
4:20 PM	-1.73	4.53	-2.63	110.84
4:50 PM	-3.12	5.11	-1.64	121.39
5:01 PM	-1.35	4.34	-3.22	107.24
5:02 PM	-0.59	4.56	-7.71	97.39
5:07 PM	5.06	-3.44	-0.68	325.82
5:08 PM	-2.24	4.45	-1.98	116.77
5:30 PM	-1.25	-6.07	4.85	258.34
5:35 PM	0.01	4.62	472.85	89.88
5:36 PM	0.72	4.51	6.31	80.99
5:45 PM	4.97	1.51	0.30	16.93
5:45 PM	4.15	5.32	1.28	52.06
5:51 PM	-3.74	5.70	-1.52	123.27
5:55 PM	6.44	2.18	0.34	18.66
6:09 PM	0.41	5.20	12.68	85.49
6:11 PM	7.54	1.78	0.24	13.33
6:12 PM	-1.77	-6.70	3.79	255.21
6:13 PM	0.42	4.60	10.95	84.78
6:14 PM	-5.68	-2.49	0.44	203.62
6:15 PM	-3.61	4.54	-1.26	128.48
6:16 PM	1.35	4.48	3.33	73.29
6:16 PM	-5.55	-0.54	0.10	185.56
6:16 PM	1.72	-5.11	-2.96	288.65
6:17 PM	-0.75	-4.53	6.04	260.60
6:17 PM	7.45	4.04	0.54	28.46
6:18 PM	4.05	-4.50	-1.11	311.96
6:19 PM	0.69	-6.10	-8.80	276.48
6:19 PM	-0.72	-4.86	6.78	261.60
6:19 PM	-2.85	5.01	-1.76	119.67
6:20 PM	-2.51	4.92	-1.96	117.01

6:21 PM	2.04	4.92	2.41	67.45
6:22 PM	-5.43	-1.14	0.21	191.88
6:22 PM	-4.95	-1.63	0.33	198.22
6:23 PM	-4.69	6.35	-1.36	126.41
6:24 PM	3.08	-5.12	-1.66	301.05
6:24 PM	-7.76	2.24	-0.29	163.90
6:25 PM	-1.41	-4.57	3.24	252.83
6:25 PM	-2.96	4.52	-1.53	123.19
6:26 PM	4.03	-6.71	-1.67	300.96
6:26 PM	-1.07	4.40	-4.09	103.73
6:27 PM	-0.24	-5.02	20.57	267.22
6:29 PM	-7.72	6.11	-0.79	141.63
6:30 PM	-5.62	-3.41	0.61	211.22
6:30 PM	5.76	-0.46	-0.08	355.46
6:31 PM	5.10	4.32	0.85	40.28
6:32 PM	-0.51	-4.92	9.73	264.13
6:34 PM	0.89	4.92	5.51	79.72
6:35 PM	-5.60	6.87	-1.23	129.19
6:36 PM	5.23	0.72	0.14	7.82
6:41 PM	0.22	-5.24	-23.87	272.40
6:46 PM	1.68	-4.77	-2.83	289.43
6:48 PM	1.92	-4.51	-2.36	293.00
6:49 PM	3.01	-4.96	-1.65	301.24
6:50 PM	-0.50	4.58	-9.23	96.18
6:51 PM	-1.26	4.21	-3.33	106.73
6:52 PM	1.07	-4.50	-4.20	283.38
6:53 PM	1.92	-4.66	-2.42	292.42
6:53 PM	-1.99	-5.08	2.55	248.59
6:54 PM	3.45	-6.19	-1.79	299.14
6:55 PM	0.63	4.85	7.70	82.60
6:55 PM	1.38	5.04	3.66	74.72
6:56 PM	-0.14	-4.43	31.84	268.20
6:56 PM	-0.12	-4.51	38.52	268.51
6:57 PM	0.06	5.07	83.12	89.31
6:58 PM	-0.58	-4.95	8.52	263.30
7:00 PM	0.72	-4.94	-6.90	278.24
7:00 PM	2.55	-6.42	-2.52	291.64
7:01 PM	0.92	5.11	5.58	79.83
7:01 PM	3.17	6.17	1.95	62.84
7:02 PM	0.59	4.76	8.08	82.95
7:02 PM	-6.93	1.31	-0.19	169.30

7:02 PM	1.21	-6.64	-5.49	280.31
7:03 PM	1.33	-6.71	-5.06	281.17
7:03 PM	-6.16	-2.62	0.43	203.07
7:04 PM	4.18	-6.27	-1.50	303.67
7:04 PM	-7.83	-3.90	0.50	206.48
7:05 PM	1.08	-5.07	-4.68	282.05
7:05 PM	-0.19	-5.34	28.04	267.96
7:06 PM	-0.65	-5.81	8.87	263.57
7:06 PM	0.35	-5.35	-15.44	273.71
7:07 PM	1.69	5.52	3.26	72.95
7:07 PM	-7.37	-3.72	0.51	206.81
7:08 PM	-6.00	1.75	-0.29	163.72
7:08 PM	-1.32	4.13	-3.14	107.66
7:08 PM	1.09	-4.59	-4.20	283.40
7:10 PM	0.66	4.87	7.37	82.27
7:11 PM	2.32	4.72	2.03	63.80
7:11 PM	0.60	-4.85	-8.11	277.03
7:12 PM	7.12	4.35	0.61	31.43
7:12 PM	1.23	-4.86	-3.95	284.20
7:13 PM	-1.92	4.21	-2.19	114.49
7:13 PM	2.12	-4.81	-2.27	293.82
7:14 PM	0.40	5.44	13.67	85.82
7:15 PM	-1.47	-4.51	3.06	251.91
7:17 PM	1.06	5.21	4.91	78.48
7:18 PM	2.06	4.92	2.39	67.25
7:23 PM	-0.63	5.76	-9.11	96.27
7:34 PM	2.27	4.45	1.96	62.93
7:46 PM	2.87	4.11	1.43	55.07
7:54 PM	2.46	4.27	1.74	60.04
7:55 PM	4.70	4.54	0.97	44.02
7:56 PM	-3.07	-4.46	1.45	235.44
8:04 PM	1.50	4.07	2.71	69.72
8:05 PM	-1.78	-4.46	2.51	248.26
8:06 PM	0.02	-4.38	-224.17	270.26
8:07 PM	3.23	4.14	1.28	52.06
8:09 PM	-3.52	4.67	-1.33	126.97
8:11 PM	4.31	-0.34	-0.08	355.50
8:12 PM	-0.74	4.37	-5.92	99.59
8:14 PM	-4.80	4.09	-0.85	139.57
8:16 PM	4.04	4.53	1.12	48.29
8:19 PM	2.09	4.44	2.12	64.76

8:21 PM	4.47	0.19	0.04	2.41
8:23 PM	2.76	4.75	1.72	59.85

➤ 25 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
1:03 AM	2.90	4.15	1.43	55.05
1:06 AM	1.22	4.25	3.48	73.97
1:08 AM	2.22	4.25	1.91	62.42
1:11 AM	0.15	4.24	28.93	88.02
1:17 AM	2.45	4.20	1.71	59.71
1:20 AM	1.75	4.18	2.39	67.31
1:22 AM	2.72	4.21	1.54	57.07
1:24 AM	1.37	4.22	3.08	72.03
1:26 AM	1.36	4.18	3.08	71.99
1:29 AM	2.65	4.20	1.58	57.72
1:32 AM	0.80	4.25	5.32	79.36
1:36 AM	1.65	4.18	2.53	68.43
1:42 AM	1.50	4.14	2.75	70.05
1:43 AM	0.35	4.14	11.95	85.22
1:44 AM	-2.18	-4.19	1.92	242.49
1:45 AM	-3.23	4.26	-1.32	127.19
1:47 AM	-0.26	4.07	-15.44	93.71
1:48 AM	1.18	4.14	3.52	74.14
1:49 AM	-0.35	4.17	-11.93	94.79
1:51 AM	0.78	4.14	5.34	79.39
1:52 AM	0.87	4.17	4.78	78.18
1:53 AM	0.14	4.20	30.70	88.13
1:55 AM	1.09	4.15	3.80	75.24
1:56 AM	0.69	4.17	6.01	80.55
2:00 AM	1.28	4.12	3.22	72.72
2:07 AM	1.20	4.30	3.59	74.43
2:11 AM	1.05	4.18	3.97	75.85
2:13 AM	0.78	4.14	5.34	79.39
2:13 AM	0.58	4.28	7.40	82.30
2:14 AM	0.35	4.19	12.07	85.26
2:15 AM	1.14	4.18	3.68	74.79

2:15 AM	-3.28	4.35	-1.33	127.03
2:17 AM	1.08	4.17	3.85	75.44
2:18 AM	-0.41	4.25	-10.30	95.55
2:19 AM	0.86	4.29	4.98	78.65
2:20 AM	1.09	4.06	3.71	74.91
2:21 AM	0.73	4.25	5.86	80.31
2:22 AM	0.03	4.17	142.17	89.60
2:26 AM	1.17	4.18	3.58	74.38
2:28 AM	1.55	4.25	2.75	70.01

➤ 26 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
2:09 PM	-3.51	4.07	-1.16	130.74
2:11 PM	-2.67	4.08	-1.53	123.24
2:51 PM	-3.31	4.26	-1.29	127.81
2:53 PM	-3.76	4.05	-1.08	132.87
2:57 PM	-3.75	4.98	-1.33	126.97
2:58 PM	-2.92	4.40	-1.51	123.57
2:59 PM	-3.70	4.13	-1.12	131.81
3:00 PM	4.02	-3.56	-0.89	318.43
3:00 PM	0.72	4.23	5.91	80.40
3:01 PM	-0.61	4.06	-6.62	98.59
3:01 PM	-4.37	-1.22	0.28	195.56
3:03 PM	1.66	4.35	2.62	69.10
3:04 PM	-2.09	4.82	-2.31	113.39
3:04 PM	0.36	4.71	13.23	85.68
3:05 PM	1.10	4.49	4.07	76.20
3:06 PM	-2.52	4.43	-1.76	119.61
3:07 PM	0.55	4.23	7.73	82.63
3:07 PM	1.38	4.68	3.40	73.61
3:07 PM	1.06	4.81	4.53	77.55
3:08 PM	-0.70	5.08	-7.31	97.79
3:09 PM	-1.10	-4.54	4.14	256.41
3:10 PM	-0.38	-4.54	11.91	265.20
3:10 PM	2.12	4.27	2.01	63.55
3:10 PM	-0.15	-4.61	30.95	268.15

3:11 PM	1.06	4.81	4.53	77.55
3:13 PM	-0.70	5.08	-7.31	97.79
3:13 PM	-1.10	-4.54	4.14	256.41
3:14 PM	-0.38	-4.54	11.91	265.20
3:14 PM	2.12	4.27	2.01	63.55
3:15 PM	-0.15	-4.61	30.95	268.15
3:15 PM	-3.19	4.79	-1.50	123.68
3:17 PM	-2.83	4.68	-1.65	121.17
3:18 PM	-1.16	4.49	-3.87	104.47
3:19 PM	2.08	4.06	1.95	62.83
3:19 PM	6.41	-0.97	-0.15	351.36
3:20 PM	-1.39	4.62	-3.33	106.74
3:21 PM	0.85	4.60	5.40	79.50
3:23 PM	-0.86	-5.15	5.96	260.47
3:24 PM	-1.06	-4.47	4.20	256.61
3:38 PM	-1.32	-4.70	3.57	254.34
3:41 PM	-0.44	4.85	-10.92	95.23
3:42 PM	0.25	4.17	16.56	86.54
3:43 PM	0.94	4.76	5.09	78.88
4:14 PM	-2.87	4.65	-1.62	121.71
4:15 PM	-3.73	-4.47	1.20	230.21
4:15 PM	2.66	4.12	1.55	57.15
4:16 PM	-0.10	4.18	-43.84	91.31
4:17 PM	2.31	5.37	2.32	66.68
4:17 PM	1.44	4.72	3.28	73.04
4:17 PM	-0.79	4.19	-5.29	100.70
4:19 PM	0.33	4.18	12.48	85.42
4:20 PM	4.29	-5.40	-1.26	308.46
4:20 PM	-0.21	4.22	-19.85	92.88
4:20 PM	1.10	4.30	3.90	75.61
4:20 PM	1.87	4.11	2.20	65.51
4:22 PM	0.49	4.32	8.77	83.49
4:23 PM	2.53	4.41	1.74	60.10
4:24 PM	1.79	4.63	2.59	68.89
4:24 PM	-2.58	-4.34	1.68	239.24
4:32 PM	1.00	4.42	4.42	77.26
4:33 PM	-3.20	4.38	-1.37	126.19
4:34 PM	-0.53	-4.44	8.42	263.23
4:36 PM	0.11	-4.40	-38.34	271.49
4:39 PM	-1.55	-4.89	3.16	252.42
4:43 PM	-4.63	4.18	-0.90	137.97

4:45 PM	1.65	6.58	3.98	75.91
4:46 PM	-0.22	-4.43	19.94	267.13
4:51 PM	0.81	5.13	6.34	81.04
4:52 PM	-4.67	-1.33	0.29	195.92
4:54 PM	2.49	-4.78	-1.92	297.54
4:59 PM	-4.93	-0.12	0.02	181.36
5:59 PM	1.86	-4.45	-2.39	292.68
5:01 PM	0.02	-2.17	-111.02	270.52
5:04 PM	-0.78	-4.14	5.31	259.34
5:08 PM	-6.78	-3.73	0.55	208.85
5:10 PM	-0.14	-4.47	32.14	268.22
5:12 PM	4.06	4.24	1.04	46.23
5:19 PM	-3.33	-3.91	1.18	229.63
5:19 PM	2.19	-4.58	-2.09	295.54
5:21 PM	0.57	4.15	7.33	82.23
5:22 PM	2.10	-4.53	-2.15	294.94
5:25 PM	1.34	4.92	3.69	74.83
5:28 PM	-0.04	4.22	-95.95	90.60

➤ 27 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
2:09 PM	-1.12	-4.79	4.29	256.89
2:11 PM	-0.66	4.54	-6.84	98.32
2:13 PM	-1.24	5.00	-4.02	103.96
2:15 PM	-1.19	4.81	-4.04	103.91
2:17 PM	0.08	5.10	61.38	89.07
2:20 PM	0.27	5.21	19.05	87.00
10:31 PM	4.18	4.12	0.99	44.61
10:32 PM	3.43	4.10	1.20	50.09
10:34 PM	4.04	4.18	1.03	45.94
10:38 PM	1.45	4.14	2.86	70.71
10:39 PM	0.75	4.20	5.62	79.91
10:40 PM	3.44	4.29	1.25	51.29
10:42 PM	0.98	4.60	4.71	78.01
10:44 PM	3.55	4.23	1.19	50.03
10:46 PM	2.94	4.63	1.57	57.54

10:48 PM	3.70	4.18	1.13	48.42
10:51 PM	4.03	4.18	1.04	46.02
11:00 PM	4.33	0.90	0.21	11.71

➤ 29 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
1:59 AM	-1.14	4.31	-3.79	104.78
2:00 AM	1.60	4.08	2.55	68.60
2:01 AM	0.76	4.12	5.45	79.59
2:02 AM	1.19	4.25	3.57	74.36
2:02 AM	3.53	4.25	1.20	50.31
2:03 AM	2.05	4.86	2.37	67.13
2:03 AM	1.88	4.50	2.39	67.31
2:04 AM	0.61	4.75	7.78	82.67
2:05 AM	-0.29	4.34	-15.21	93.76
2:05 AM	0.81	4.17	5.15	79.02
2:05 AM	-1.53	-4.18	2.73	249.90
2:06 AM	1.15	4.66	4.07	76.20
2:06 AM	-1.14	4.22	-3.71	105.10
2:07 AM	-1.31	-4.39	3.36	253.42
2:08 AM	1.70	4.18	2.45	67.80
2:08 AM	0.88	4.10	4.64	77.84
2:09 AM	1.55	4.78	3.09	72.08
2:10 AM	-1.68	4.15	-2.48	111.96
2:10 AM	-0.03	4.24	-133.55	90.43
2:11 AM	0.22	4.22	19.19	87.02
2:12 AM	1.16	4.12	3.56	74.31
2:12 AM	2.85	4.66	1.63	58.54
2:13 AM	-0.02	4.34	-197.62	90.29
2:14 AM	0.86	4.70	5.46	79.61
2:15 AM	1.72	4.72	2.74	69.96
2:17 AM	2.58	4.47	1.73	60.03
2:18 AM	0.18	4.82	27.04	87.88
2:19 AM	0.92	4.43	4.84	78.32
2:20 AM	0.81	4.58	5.66	79.98
2:20 AM	1.13	4.11	3.65	74.68
2:21 AM	-0.23	4.43	-19.09	93.00

2:24 AM	-0.05	4.66	-86.77	90.66
2:25 AM	-0.21	4.86	-22.88	92.50
2:26 AM	0.10	4.66	44.40	88.71
2:26 AM	1.17	4.13	3.54	74.23
2:27 AM	0.44	4.83	10.93	84.77
4:17 PM	0.67	4.56	6.79	81.62
4:21 PM	-0.85	4.63	-5.42	100.46
4:26 PM	-1.68	5.76	-3.44	106.21
4:27 PM	-4.60	-0.02	0.00	180.27
4:31 PM	0.75	5.25	7.03	81.91
4:38 PM	0.26	-4.47	-17.12	273.34
4:40 PM	-2.91	4.04	-1.39	125.73
4:41 PM	-3.62	4.03	-1.11	131.97
4:41 PM	-1.10	4.42	-4.03	103.94
4:42 PM	-3.81	4.11	-1.08	132.83
4:46 PM	-3.31	4.56	-1.38	125.97
4:47 PM	-0.73	-4.63	6.37	261.07
4:49 PM	1.61	-4.75	-2.95	288.72
4:54 PM	-2.69	4.88	-1.82	118.81
4:56 PM	0.35	-4.72	-13.61	274.20
5:02 PM	-0.93	5.29	-5.70	99.96
5:04 PM	0.03	4.71	160.92	89.64
5:16 PM	-1.36	4.13	-3.04	108.21
5:17 PM	-1.92	4.06	-2.12	115.28
5:19 PM	-1.96	4.07	-2.08	115.69
5:20 PM	-1.84	4.01	-2.17	114.71
5:20 PM	-0.21	4.14	-19.51	92.93
5:21 PM	-3.00	4.08	-1.36	126.33
5:22 PM	-0.76	4.17	-5.49	100.33
5:23 PM	-0.46	4.50	-9.71	95.88
5:23 PM	-3.98	4.21	-1.06	133.41
5:24 PM	-0.45	4.23	-9.31	96.13
5:25 PM	-2.53	4.27	-1.69	120.62
5:25 PM	-1.03	4.17	-4.03	103.93
5:26 PM	-2.66	4.13	-1.55	122.80
5:26 PM	-3.93	4.19	-1.07	133.17
5:27 PM	-1.13	4.21	-3.73	105.01
5:28 PM	-2.17	3.98	-1.83	118.61
5:28 PM	-1.68	4.10	-2.43	112.33
5:28 PM	-0.52	4.40	-8.50	96.71
5:29 PM	0.04	4.13	99.59	89.42

5:29 PM	-0.29	4.14	-14.50	93.94
5:29 PM	0.43	4.12	9.59	84.05
5:30 PM	-1.73	4.66	-2.70	110.32
5:30 PM	0.22	4.11	18.71	86.94
5:30 PM	1.66	-3.67	-2.21	294.37
5:31 PM	0.17	4.29	25.85	87.78
5:32 PM	0.32	4.14	12.76	85.52
5:32 PM	-1.76	4.69	-2.67	110.54
5:32 PM	-0.80	4.17	-5.20	100.88
5:33 PM	-1.11	4.04	-3.65	105.32
5:33 PM	-3.98	4.47	-1.12	131.68
5:34 PM	0.08	4.05	48.76	88.83
5:34 PM	-1.96	4.42	-2.26	113.91
5:34 PM	-0.38	4.47	-11.74	94.87
5:35 PM	-0.95	4.69	-4.95	101.41
5:35 PM	-2.96	4.09	-1.38	125.89
5:36 PM	-1.37	4.15	-3.03	108.25
5:36 PM	-1.15	4.23	-3.69	105.18
5:38 PM	-0.93	4.19	-4.51	102.50
5:39 PM	-2.49	4.39	-1.76	119.55
5:40 PM	-1.69	4.47	-2.64	110.76
5:42 PM	-2.89	4.17	-1.44	124.72
5:43 PM	1.18	4.37	3.71	74.91
5:43 PM	-2.20	4.24	-1.93	117.43
5:43 PM	1.45	4.82	3.32	73.25
5:44 PM	-2.86	4.13	-1.44	124.72
5:44 PM	-3.17	4.15	-1.31	127.35
5:44 PM	0.50	4.39	8.72	83.46
5:45 PM	0.59	4.75	8.07	82.93
5:45 PM	-2.80	4.14	-1.48	124.05
5:45 PM	0.53	4.42	8.26	83.10
5:46 PM	-3.31	4.20	-1.27	128.23
5:46 PM	-0.20	4.73	-23.65	92.42
5:46 PM	-1.97	4.12	-2.09	115.55
5:47 PM	-2.76	4.05	-1.47	124.28
5:47 PM	-1.73	4.13	-2.39	112.67
5:48 PM	-0.34	4.33	-12.86	94.45
5:48 PM	-0.53	4.60	-8.72	96.54
5:49 PM	1.21	4.17	3.45	73.82
5:49 PM	0.53	4.91	9.17	83.78
5:50 PM	-0.54	4.19	-7.79	97.31

5:51 PM	1.39	4.23	3.05	71.84
5:51 PM	-1.47	4.76	-3.25	107.12
5:52 PM	-0.55	4.23	-7.70	97.40
5:52 PM	-1.92	4.87	-2.54	111.47
5:53 PM	-1.57	4.45	-2.83	109.44
5:54 PM	-2.93	4.11	-1.40	125.45
5:54 PM	-2.11	4.11	-1.95	117.13
5:55 PM	-1.16	4.18	-3.60	105.52
5:56 PM	-1.85	4.23	-2.28	113.66
5:56 PM	-0.56	4.54	-8.13	97.02
5:57 PM	-3.70	4.26	-1.15	130.95
5:57 PM	-3.59	4.19	-1.17	130.62
5:58 PM	-0.30	4.12	-13.95	94.10
5:58 PM	-0.51	4.19	-8.28	96.89
5:59 PM	-0.49	4.25	-8.74	96.52
6:00 PM	-0.86	4.42	-5.11	101.07
6:01 PM	1.71	4.48	2.61	69.07
6:02 PM	-4.33	4.23	-0.98	135.65
6:02 PM	-0.21	4.41	-20.75	92.76
6:03 PM	-0.70	4.48	-6.44	98.83
6:03 PM	-2.86	4.53	-1.58	122.28
6:04 PM	-2.61	4.80	-1.84	118.57
6:05 PM	0.60	4.75	7.93	82.82
6:06 PM	1.96	4.92	2.52	68.34
6:06 PM	3.24	4.75	1.46	55.68
6:07 PM	-4.70	3.14	-0.67	146.23
6:08 PM	-3.53	4.83	-1.37	126.16
6:09 PM	-4.37	-3.90	0.89	221.77
6:11 PM	-1.07	4.62	-4.30	103.09
6:15 PM	-1.95	5.00	-2.57	111.29
6:17 PM	-2.34	4.20	-1.80	119.11
6:18 PM	-4.26	-3.89	0.91	222.39
6:19 PM	0.79	4.20	5.32	79.36
6:20 PM	-0.50	4.85	-9.79	95.83
6:21 PM	-1.80	4.37	-2.42	112.43
6:23 PM	2.67	4.87	1.82	61.27
6:25 PM	-1.02	4.77	-4.66	102.11
6:26 PM	0.04	4.49	108.23	89.47
6:27 PM	-2.56	4.60	-1.80	119.10
6:28 PM	-0.50	4.78	-9.64	95.92
6:29 PM	-2.19	4.40	-2.01	116.48

6:29 PM	-0.25	-4.74	18.65	266.93
6:29 PM	-1.95	4.69	-2.41	112.55
6:30 PM	1.14	4.94	4.35	77.05
6:31 PM	2.12	4.64	2.18	65.40
6:34 PM	-0.40	4.87	-12.17	94.70
6:35 PM	-3.97	4.43	-1.12	131.87
6:37 PM	2.08	5.13	2.46	67.89
6:38 PM	0.73	5.08	7.01	81.88
6:45 PM	0.01	-4.44	-454.60	270.13
6:48 PM	0.32	-4.67	-14.39	273.98
6:52 PM	-1.74	-4.99	2.87	250.79
6:53 PM	-0.98	4.86	-4.97	101.39
6:53 PM	2.90	4.75	1.63	58.55
6:58 PM	0.85	4.78	5.61	79.89
6:59 PM	-0.03	5.13	-161.55	90.35
7:00 PM	-3.15	-4.60	1.46	235.62
7:03 PM	-0.04	5.57	-126.72	90.45
7:04 PM	-0.63	5.73	-9.06	96.30
7:06 PM	0.73	4.67	6.44	81.18
7:07 PM	-2.95	6.06	-2.06	115.94
7:08 PM	2.97	5.54	1.87	61.82
7:09 PM	1.29	4.97	3.84	75.40
7:09 PM	-0.38	5.20	-13.65	94.19
7:09 PM	-3.82	4.58	-1.20	129.87
7:10 PM	-0.02	-4.62	210.29	269.73
7:10 PM	-0.87	-5.46	6.24	260.90
7:11 PM	1.77	5.30	3.00	71.54
7:11 PM	0.41	-4.64	-11.32	275.05
7:12 PM	-1.42	-2.12	1.49	236.13
7:12 PM	0.33	-4.97	-14.86	273.85
7:12 PM	0.14	-5.24	-38.36	271.49
7:13 PM	-1.02	-5.56	5.44	259.58
7:17 PM	-0.01	-5.00	409.75	269.86
7:19 PM	0.78	-5.67	-7.30	277.80
7:22 PM	6.36	1.91	0.30	16.74
7:23 PM	-6.59	0.91	-0.14	172.15
7:48 PM	-1.77	5.08	-2.87	109.20
7:58 PM	-0.24	4.05	-16.58	93.45
7:59 PM	1.14	4.15	3.66	74.71
8:02 PM	2.63	4.09	1.56	57.26
8:22 PM	-0.16	4.30	-27.11	92.11

8:23 PM	0.40	4.22	10.60	84.61
8:24 PM	1.57	4.58	2.92	71.08
8:26 PM	1.29	4.75	3.67	74.75
8:27 PM	-0.75	4.82	-6.43	98.84
8:29 PM	0.94	4.51	4.83	78.29
8:31 PM	-0.23	4.23	-18.23	93.14
8:34 PM	0.24	4.09	16.92	86.62
8:34 PM	5.58	3.93	0.70	35.18
8:35 PM	2.07	4.11	1.98	63.24
8:35 PM	2.25	4.43	1.97	63.06
8:37 PM	-0.52	4.62	-8.92	96.39
8:40 PM	1.87	4.46	2.38	67.23
8:49 PM	4.22	2.91	0.69	34.55
8:52 PM	1.60	4.69	2.93	71.18

➤ 30 Mei 2012

WAKTU	LOOP UTARA/SELATAN (VOLT)	LOOP BARAT/TIMUR (VOLT)	TAN θ	θ
2:14 PM	-3.05	4.04	-1.32	127.10
2:17 PM	-0.76	4.03	-5.30	100.68
2:17 PM	2.87	4.09	1.42	54.93
2:19 PM	2.85	4.09	1.43	55.11
2:19 PM	-1.47	4.07	-2.76	109.92
2:23 PM	2.46	4.10	1.67	59.04
2:24 PM	-3.20	4.10	-1.28	127.97
2:27 PM	-2.21	4.01	-1.81	118.90
2:29 PM	-2.36	4.06	-1.72	120.17