



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RELASI SPASIAL SAMBARAN PETIR DENGAN  
MENARA BTS DI WILAYAH PERMUKIMAN KOTA DEPOK**

**TESIS**

**TAUFIQ HIDAYAH  
NPM 0906651031**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
MAGISTER ILMU GEOGRAFI  
DEPOK  
JANUARI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RELASI SPASIAL SAMBARAN PETIR DENGAN  
MENARA BTS DI WILAYAH PERMUKIMAN KOTA DEPOK**

**TESIS**

**Diajukan dalam rangka memenuhi persyaratan tugas akhir guna  
memperoleh gelar Magister Ilmu Geografi**

**TAUFIQ HIDAYAH  
NPM 0906651031**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
MAGISTER ILMU GEOGRAFI  
DEPOK  
JANUARI 2012**

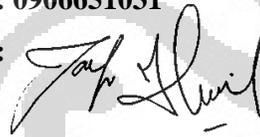
## HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

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

Nama : Taufiq Hidayah

NPM : 0906651031

Tanda Tangan :



Tanggal : 13 Januari 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Taufiq Hidayah  
NPM : 0906651031  
Program Studi : Ilmu Geografi  
Judul Tesis : Relasi Spasial Sambaran Petir Dengan Menara BTS  
di Wilayah Permukiman Kota Depok

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Science pada Program Studi Ilmu Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

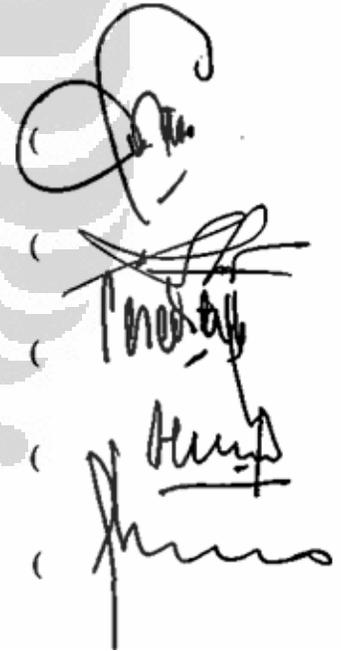
Pembimbing : Dr. Djoko Harmantyo, M.S

Pembimbing : Drs. Sobirin, M.Si

Penguji : Dr. Widada Sulistya, DEA

Penguji : Drs. Supriatna, M.T

Penguji : Dr. rer.nat. Eko Kusratmoko, M.S



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 13 Januari 2012

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Taufiq Hidayah  
NPM : 0906651031  
Program Studi : Ilmu Geografi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusif Royalty-free Right*) atas karya saya yang berjudul:

**RELASI SPASIAL SAMBARAN PETIR DENGAN  
MENARA BTS DI WILAYAH PERMUKIMAN KOTA DEPOK**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tesis ini dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

**Dibuat di Depok**

**Pada tanggal : 13 Januari 2012**

**Yang menyatakan**



**Taufiq Hidayah**

## ABSTRAK

**Nama** : Taufiq Hidayah  
**Program Studi** : Ilmu Geografi  
**Judul** : Relasi Spasial Sambaran Petir Dengan Menara BTS  
Di Wilayah Permukiman Kota Depok

*Petir merupakan fenomena cuaca dalam atmosfer bumi dan memiliki potensi bahaya akibat sambaran petir baik langsung maupun tidak langsung khususnya bagi masyarakat yang berada di sekitar menara BTS (base tranceiver station). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan spasial antara sambaran petir dengan menara BTS di wilayah permukiman Kota Depok. Kejadian petir di wilayah Kota Depok memiliki frekuensi yang sangat tinggi dibandingkan di daerah lain di Indonesia. Metode penelitian menggunakan data spasial sebaran jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir berdasarkan sistim grid dan dilakukan uji statistik. Hasil penelitian menunjukkan tidak adanya pengaruh yang kuat dari keberadaan bangunan menara BTS terhadap kejadian dan frekuensi sambaran petir di Kota Depok. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai korelasi antara jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir di Kota Depok dalam kategori korelasi lemah dengan nilai  $R^2$  yang sangat kecil mendekati nol*

**Kata Kunci:** Cuaca ekstrim, petir, BTS, frekuensi, sambaran.

## Abstract

**Name : Taufiq Hidayah**

**Study Program : Geography**

**Title : Spatial relations lightning strokes with BTS towers in residential areas of Depok City**

*Lightning is a weather phenomenon in the Earth's atmosphere and has the potential hazards caused by lightning strokes, either directly or indirectly, in particular for communities around the tower BTS (base transceiver station). This study aims to assess the spatial relationship between lightning strokes the tower base stations in residential areas the city of Depok. Incidence of lightning in the area of Depok city has a very high frequency than in other regions in Indonesia. The research method uses spatial data distribution and frequency of occurrence of lightning strikes based grid systems and conducted statistical tests. The results showed no strong influence of the presence of BTS tower building on the incidence and frequency of lightning strikes in the city of Depok. This is shown by the correlation between the number of BTS tower building with a number of events and frequency of lightning strikes in the city of Depok in the category of weak correlation with the value of  $R^2$  is very small close to zero*

**Keywords:** weather, lightning, base transceiver stations, frequency, strokes.

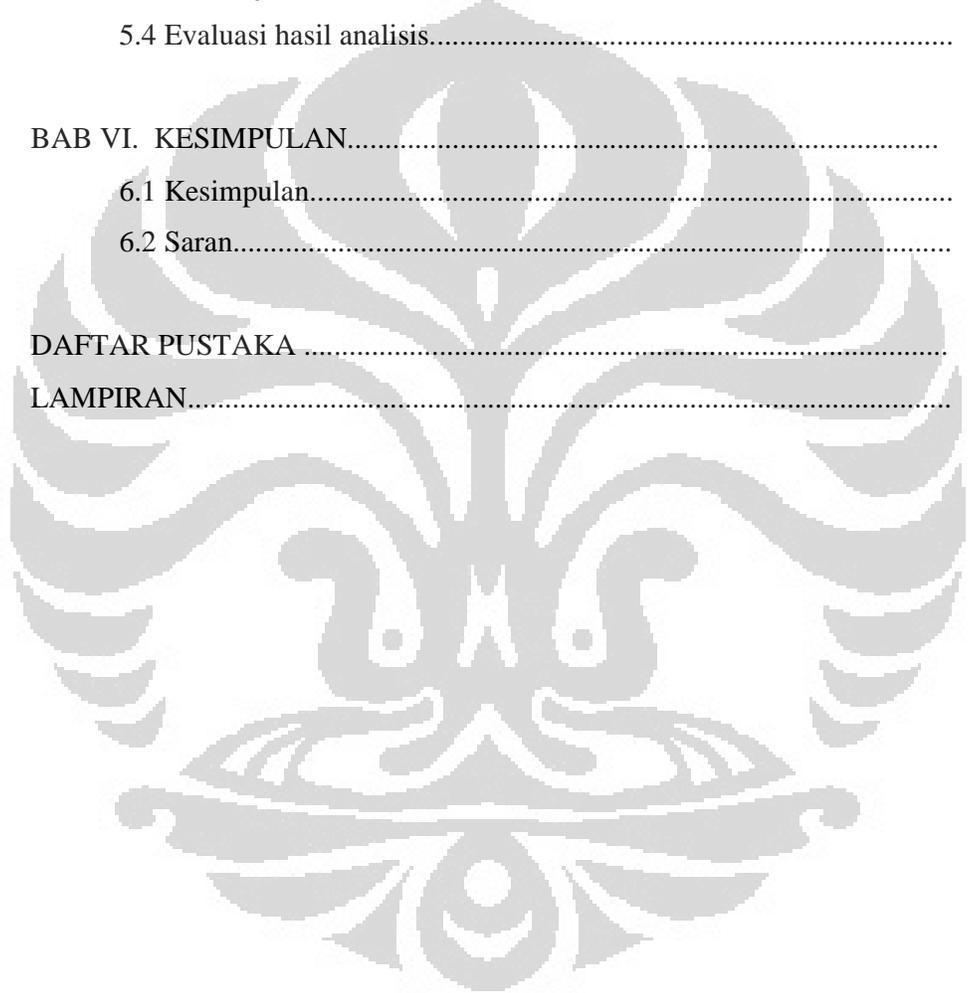
## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR PETA .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Hipotesis Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Proses Terjadinya Petir.....	8
2.2 Tahapan Sambaran Petir Ke Tanah.....	14
2.3 Pengaruh Polaritas Awan.....	16
2.4 Mekanisme Sambaran Petir.....	17
2.5 Jenis-jenis Kilat/Petir.....	18
2.6 Bahaya Petir.....	22
2.7 BTS ( <i>Base Tranciever Station</i> ).....	23

	Halaman
2.8 Perencanaan Tata Ruang.....	30
2.9 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	31
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1 Kerangka Teori/Alur Pikir Penelitian.....	34
3.2 Variabel dan Indikator.....	37
3.3 Pengumpulan Data.....	40
3.4 Pengolahan Data.....	41
3.5 Analisis Data.....	45
<b>BAB IV. DESKRIPSI WILAYAH PENELITIAN.....</b>	<b>53</b>
4.1 Kondisi Geografis Perkotaan dan Pemukiman Kota Depok.....	53
4.2 Perkembangan Kawasan Pemukiman di Kota Depok.....	57
<b>BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>59</b>
5.1 Hasil.....	59
5.1.1 Hasil analisis rata-rata jumlah kejadian petir CG tahun 2009-2011 di Kota Depok.....	59
5.1.2 Hasil analisis rata-rata jumlah frekuensi sambaran petir CG tahun 2009-2011 di Kota Depok.....	62
5.1.3 Pola spasial kejadian dan frekuensi sambaran petir di Kota Depok.....	64
5.1.4 Hasil analisis rata-rata jumlah bangunan menara BTS Tahun 2009 - 2011.....	66
5.1.5 Pola spasial sebaran bangunan menara BTS di Kota Depok Tahun 2009 - 2011.....	68
5.1.6 Hasil Analisis Rata-rata Jumlah Kejadian Petir dan Curah Hujan di Kota Depok Tahun 2009 - 2011.....	71

Halaman

5.2 Pembahasan .....	74
5.2.1 Hubungan Jumlah Kejadian Petir dan Bangunan Menara BTS.....	74
5.2.2 Hubungan Jumlah Frekuensi Sambaran Petir dengan Menara BTS.....	78
5.3 Hasil Uji Statistik.....	91
5.4 Evaluasi hasil analisis.....	103
BAB VI. KESIMPULAN.....	106
6.1 Kesimpulan.....	106
6.2 Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA .....	108
LAMPIRAN.....	113



## DAFTAR PETA

	Halaman
Peta 1. Daerah Resiko Petir di Indonesia.....	3
Peta 2. Isoceraunic Level (IKL) Tahun 1991-2006.....	3
Peta 3. Daerah Penelitian Per Kecamatan.....	39
Peta 4. Daerah Penelitian Per Grid.....	39
Peta 5. Sebaran Spasial Kelas Lereng Lahan Kota Depok.....	54
Peta 6. Sebaran Sambaran Petir Bulan Januari 2009.....	64
Peta 7. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Januari 2009.....	65
Peta 8. Sebaran BTS tahun 2009 Di Kota Depok.....	68
Peta 9. Sebaran BTS tahun 2010 Di Kota Depok.....	69
Peta 10. Sebaran BTS tahun 2011 Di Kota Depok.....	70
Peta 11. Sebaran Petir dan BTS di Permukiman Depok Januari 2009.....	74
Peta 12. Klasifikasi Jumlah Kejadian Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009.....	75
Peta 13. Klasifikasi Jumlah Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2010.....	76
Peta 14. Klasifikasi Jumlah Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2011.....	77
Peta 15. Klasifikasi Jumlah Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009 – 2011.....	78
Peta 16. Klasifikasi per Grid Jumlah Kejadian Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009.....	79
Peta 17. Klasifikasi per Grid Jumlah Kejadian Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2010.....	80
Peta 18. Klasifikasi per Grid Jumlah Kejadian Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2011.....	81
Peta 19. Klasifikasi per Grid Jumlah Kejadian Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009 – 2011.....	82

Peta 20. Klasifikasi Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009.....	83
Peta 21. Klasifikasi Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2010.....	84
Peta 22. Klasifikasi Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2011.....	85
Peta 23. Klasifikasi Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009 – 2011.....	86
Peta 24. Klasifikasi per Grid Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009.....	87
Peta 25. Klasifikasi Per Grid Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2010.....	88
Peta 26. Klasifikasi Per Grid Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2011.....	89
Peta 27. Klasifikasi Per Grid Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009 – 2011.....	90
Peta 28. Sebaran Kejadian Petir Bulan Pebruari 2009.....	113
Peta 29. Sebaran Kejadian Petir Bulan Maret 2009.....	114
Peta 30. Sebaran Kejadian Petir Bulan April 2009.....	114
Peta 31. Sebaran Kejadian Petir Bulan Mei 2009.....	115
Peta 32. Sebaran Kejadian Petir Bulan Juni 2009.....	115
Peta 33. Sebaran Kejadian Petir Bulan Nopember 2009.....	116
Peta 34. Sebaran Kejadian Petir Bulan Desember 2009.....	116
Peta 35. Sebaran Kejadian Petir Bulan Januari 2010.....	117
Peta 36. Sebaran Kejadian Petir Bulan Pebruari 2010.....	117
Peta 37. Sebaran Kejadian Petir Bulan Maret 2010.....	118
Peta 38. Sebaran Kejadian Petir Bulan April 2010.....	118
Peta 39. Sebaran Kejadian Petir Bulan Mei 2010.....	119
Peta 40. Sebaran Kejadian Petir Bulan Juni 2010.....	119
Peta 41. Sebaran Kejadian Petir Bulan Juli 2010.....	120

Peta 42. Sebaran Kejadian Petir Bulan Agustus 2010.....	120
Peta 43. Sebaran Kejadian Petir Bulan September 2010.....	121
Peta 44. Sebaran Kejadian Petir Bulan Oktober 2010.....	121
Peta 45. Sebaran Kejadian Petir Bulan Nopember 2010.....	122
Peta 46. Sebaran Kejadian Petir Bulan Desember 2010.....	122
Peta 47. Sebaran Kejadian Petir Bulan Januari 2011.....	123
Peta 48. Sebaran Kejadian Petir Bulan Pebruari 2011.....	123
Peta 49. Sebaran Kejadian Petir Bulan Maret 2011.....	124
Peta 50. Sebaran Kejadian Petir Bulan April 2011.....	124
Peta 51. Sebaran Kejadian Petir Bulan Mei 2011.....	125
Peta 52. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Pebruari 2009.....	126
Peta 53. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Maret 2009.....	127
Peta 54. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok April 2009.....	127
Peta 55. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Mei 2009.....	128
Peta 56. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Juni 2009.....	128
Peta 57. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Nopember 2009.....	129
Peta 58. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Desember 2009.....	129
Peta 59. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Januari 2010.....	130
Peta 60. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Pebruari 2010.....	130
Peta 61. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Maret 2010.....	131
Peta 62. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok April 2010.....	131
Peta 63. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Mei 2010.....	132
Peta 64. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Juni 2010.....	132
Peta 65. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Juli 2010.....	133
Peta 66. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Agustus 2010.....	133
Peta 67. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok September 2010.....	134
Peta 68. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Oktober 2010.....	134
Peta 69. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Nopember 2010.....	135
Peta 70. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Desember 2010.....	135
Peta 71. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Januari 2011.....	136

Peta 72. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Pebruari 2011.....	136
Peta 73. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Maret 2011.....	137
Peta 74. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok April 2011.....	137
Peta 75. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Mei 2011.....	138
Peta 76. Sebaran Petir dan BTS di Permukiman Depok Pebruari 2009.....	139
Peta 77. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Maret 2009.....	139
Peta 78. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok April 2009.....	140
Peta 79. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Mei 2009.....	140
Peta 80. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Juni 2009.....	141
Peta 81. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Nopember 2009.....	141
Peta 82. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Desember 2009.....	142
Peta 83. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Januari 2010.....	142
Peta 84. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Pebruari 2010.....	143
Peta 85. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Maret 2010.....	143
Peta 86. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok April 2010.....	144
Peta 87. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Mei 2010.....	144
Peta 88. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Juni 2010.....	145
Peta 89. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Juli 2010.....	145
Peta 90. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Agustus 2010.....	146
Peta 91 Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok September 2010.....	146
Peta 92. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Oktober 2010.....	147
Peta 93. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Nopember 2010.....	147
Peta 94. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Desember 2010.....	148
Peta 95. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Januari 2011.....	148
Peta 96. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Pebruari 2011.....	149
Peta 97. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Maret 2011.....	149
Peta 98. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok April 2011.....	150
Peta 99. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Mei 2011.....	150

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur listrik awan Cumulonimbus.....	8
Gambar 2 Perbandingan ketinggian awan Cb dengan awan lainnya.....	9
Gambar 3 Struktur muatan pada awan Cumulonimbus (BoM, 2006).....	11
Gambar 4 Struktur muatan pada awan Cumulonimbus.....	11
Gambar 5 Distribusi muatan pada awan cumulonimbus.....	12
Gambar 6 Siklus hidup awan Cumulus (sumber : comet).....	14
Gambar 7 Tahapan Proses Sambaran Petir.....	15
Gambar 8 Polaritas awan negatif.....	16
Gambar 9 Polaritas awan positif.....	16
Gambar 10 Pengaruh Bentuk Permukaan Bumi.....	17
Gambar 11 Petir dari awan ke bumi ( <i>cloud to ground</i> ).....	19
Gambar 12 Petir di dalam awan ( <i>intra-cloud</i> ).....	19
Gambar 13 Petir awan ke awan ( <i>inter-cloud</i> ).....	20
Gambar 14 Petir berbentuk Bola ( <i>Ball lightning</i> ).....	20
Gambar 15 Petir Panas ( <i>Heat Lightning</i> ).....	21
Gambar 16 Petir Manik Manik ( <i>Bead Lightning</i> ).....	21
Gambar 17 Petir bentuk Pita ( <i>Ribbon Lightning</i> ).....	22
Gambar 18 Menara BTS.....	24
Gambar 19 Perhitungan Rentan Aman Menara BTS.....	26
Gambar 20 Diagram Alir Kerangka Pemikiran.....	34
Gambar 21 Diagram Alur kerja Pemikiran.....	35
Gambar 22 Instalasi peralatan <i>Lightning detector</i> .....	37
Gambar 23 Bangunan Menara BTS Pancoran Mas.....	38
Gambar 24 Grafik Perbandingan Musim Tahun 2009 hingga 2011 Terhadap Normal Musimnya.....	55
Gambar 25 Grafik (Histogram) Jumlah kejadian sambaran petir per Kecamatan tahun 2009-2011.....	59

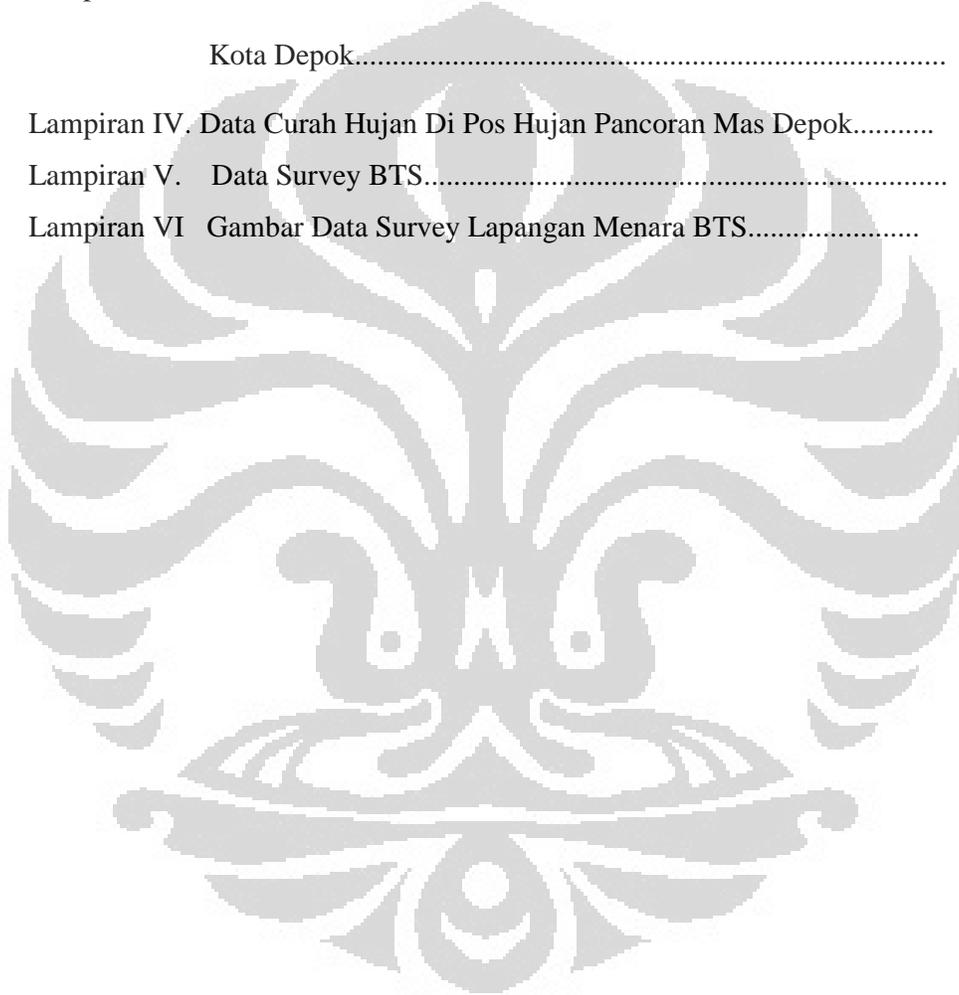
Gambar 26 Grafik (Histogram) Jumlah kejadian sambaran petir per grid tahun 2009-2011.....	60
Gambar 27 Grafik (Histogram) Frekuensi sambaran petir per Kecamatan tahun 2009-2011.....	62
Gambar 28 Grafik (Histogram) Frekuensi sambaran petir per grid tahun 2009-2011.....	63
Gambar 29 Grafik (Histogram) Jumlah bangunan menara BTS per Kecamatan tahun 2009-2011.....	66
Gambar 30 Grafik (Histogram) Jumlah bangunan menara BTS per grid tahun 2009-2011.....	67
Gambar 31 Grafik (Histogram) jumlah kejadian petir per bulan tahun 2009-2011.....	71
Gambar 32 Grafik (Histogram) jumlah curah hujan dasarian Kota Depok tahun 2009-2011.....	72
Gambar 33 Grafik (Linier) Jumlah bangunan menara BTS dan kejadian petir per Kecamatan tahun 2009 – 2011.....	93
Gambar 34 Grafik (Linier) Jumlah bangunan menara BTS dan frekuensi petir per Kecamatan tahun 2009 – 2011.....	96
Gambar 35 Grafik (Linier) Jumlah bangunan menara BTS dan kejadian petir per grid tahun 2009 - 2011.....	99
Gambar 36 Grafik (Linier) Jumlah bangunan menara BTS dan frekuensi petir per grid tahun 2009 - 2011.....	102

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kriteria Lama Panjang Musim di Bandingkan Normalnya.....	44
Tabel 2 Analisis Musim tahun 2009 hingga 2011.....	56
Tabel 3 Komposisi Luasan Penggunaan Tanah di Depok.....	57
Tabel 4 Analisis Musim Hujan dan Kemarau Tahun 2009 - 2011.....	72
Tabel 5 Jumlah Bangunan Menara BTS dan Kejadian Petir Per Kecamatan Tahun 2009 - 2011.....	91
Tabel 6 Jumlah Bangunan Menara BTS dan Frekuensi Petir Per Kecamatan Tahun 2009 - 2011.....	94
Tabel 7. Jumlah Bangunan Menara BTS dan Kejadian Petir Per Grid Tahun 2009 - 2011.....	97
Tabel 8 Jumlah Bangunan Menara BTS dan Frekuensi Petir Per Kecamatan Tahun 2009 - 2011.....	100

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I. Peta Kejadian Petir Tahun 2009 – 2011.....	113
Lampiran II. Peta Frekuensi Petir Tahun 2009 – 2011.....	126
Lampiran III. Peta Sebaran Sambaran Petir dan BTS di Permukiman Kota Depok.....	139
Lampiran IV. Data Curah Hujan Di Pos Hujan Pancoran Mas Depok.....	151
Lampiran V. Data Survey BTS.....	152
Lampiran VI. Gambar Data Survey Lapangan Menara BTS.....	153



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Selama ini cuaca yang ramah membantu menopang kehidupan manusia, sementara itu pada sisi yang lain cuaca dapat mematikan dan membinasakan, yang dikenal sebagai cuaca ekstrim (*extreme weather*). Cuaca ekstrim meliputi peristiwa ekstrim seperti tornado, angin ribut, kondisi sangat dingin/panas, es dan badai musim dingin, hujan es batu (*hail*) dan badai guruh (*thunderstorms*). Kondisi cuaca ekstrim dapat juga memicu bahaya alam (*natural hazards*) seperti : banjir, kekeringan, gelombang badai (*storm surges*), lumpur dan longsoran es, pergerakan air laut dan gelombang laut (Mcbean, 2004).

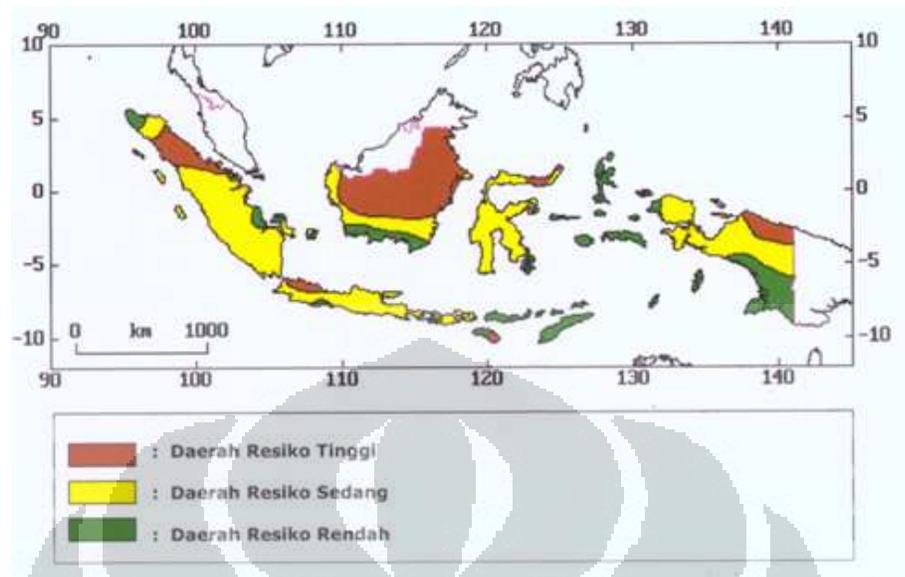
Cuaca ekstrim terindikasi dengan karakteristik keganjilan aktivitas kilat, baik itu oleh frekuensi kilat, polaritas kilat, keragaman, arus puncak kilat atau pola-pola secara spasial. Deteksi kilat jangka panjang dapat membantu memperbaiki sistem peringatan dini (Dotzek dan Price, 2008). Kilat merupakan suatu aspek badai yang dapat dimonitor terus-menerus dan dari jarak yang jauh (Price, 2008). Petir dapat membahayakan objek di muka bumi. Lidah petir akan bergerak ke bumi secara melompat (*stepped leader*) dan menyambar obyek yang terdekat dengan awan (Zoro, 1999).

Badai guruh/petir terjadi dari satu atau lebih satuan sirkulasi konvektif yang terdiri dari daerah arus udara keatas dan arus udara kebawah. Badai guruh konvektif disebabkan pemanasan permukaan oleh radiasi matahari. Karakteristik badai guruh ini adalah pertumbuhannya cepat, daerah tidak meluas tetapi terlokalisasi, gerakan lambat, hujan lokal lebat, arus udara kebawah (*downdraft*) kuat, dan terjadi angin rebut (*squall*) lokal dan resiko hujan es batu. Badai guruh orografik terjadi jika udara labil secara bersyarat atau konvektif akibat pegunungan (Bayong THK, 2006). Selain itu proses terjadinya badai guruh (*lightning*) tidak terlepas dari konsisi stabilitas udara

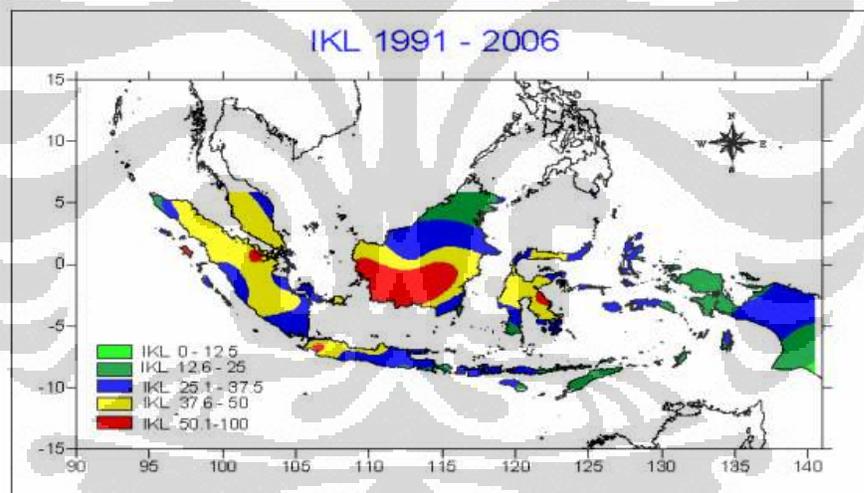
yang terjadi disuatu wilayah (Edison.K, 2004). Kajadian badai guruh dapat disebabkan oleh pemanasan yang kuat dan kejadian badai guruh maksimum pada umumnya siang dan sore hari (*Critchfield,1979*).

Badai petir dapat dianggap sebagai gejala cuaca karena berindikasi adanya awan *Cumulunimbus* dengan tinggi dasar awan tertentu di atmosfer, yang kadang dapat menimbulkan hujan deras tiba-tiba dan angin kencang. Selain itu faktor kelembaban udara dan curah hujan mempunyai kaitan yang erat dengan terjadinya badai guruh (Ateng Jaelani,1992). Dan juga terdapat hubungan yang signifikan antara temperatur bola basah (*wet-bulb temperatur*) dan curah hujan dengan tingkat sambaran petir (Usman.A.Gani,1998). Pengaruh cuaca lokal cukup signifikan baik dari waktu terjadinya petir maupun proses pelepasan muatan petir yang terjadi sepanjang tahun (R.Zoro,2000). Sedangkan aktivitas petir di pulau jawa banyak terjadi didaratan dan aktivitas tersebut berpindah kelautan pada malam hari dan menjelang pagi (Diah.P,1999).

Kejadian petir yang terjadi di wilayah Indonesia pada umumnya dapat dikategorikan frekuensi yang sangat tinggi dimana hari guruhnya mencapai 300 hari petir per tahun. Badai petir (*thunderstrom*) merupakan salah satu fenomena atmosfer yang terjadi akibat adanya aktivitas awan *Cumulunimbus* (Cb) yang mengandung muatan listrik. Besar medan listrik minimal yang dihasilkan oleh petir bisa mencapai 1 mega volt per meter.



Peta 1. Daerah Resiko Petir di Indonesia (Jurnal BMG, vol3, No.4 Okt-Nop 2002)



Peta 2. Isoceraunic Level (IKL) Tahun 1991-2006 (BMKG:2008)

Begitu besar bahaya yang ditimbulkan akibat adanya sambaran petir ini, sehingga masyarakat perlu waspada dan hati-hati pada saat terjadi hujan disertai petir, apalagi bagi masyarakat yang tinggal berada di bawah atau di sekitar menara BTS (*base transceiver station*). Hal ini, karena secara umum petir akan lebih suka menyambar bagian-bagian di permukaan bumi yang memiliki struktur tinggi (gedung-gedung tinggi, menara BTS, menara transmisi tegangan tinggi) dan lebih

**Universitas Indonesia**

suka memilih struktur yang terbuat dari material konduktif (metal). Problem utama kehadiran menara BTS di sekitar pemukiman penduduk adalah sambaran petir yang mengenainya. Jika terdapat sejumlah awan bermuatan dengan medan statis yang cukup untuk terjadi petir, maka obyek yang pertama kali dikenai sambaran petir yaitu menara BTS, karena memiliki struktur yang menjulang tinggi dan terbuat dari bahan logam. Praktis jumlah sambaran petir di sekitar menara BTS akan meningkat, bukannya berkurang, sehingga apabila dipasang logam lancip di ujung menara, bukan penangkal petir namanya, namun lebih tepat sebagai pemicu/pemanggil petir (Gallagher, 1991).

Di dalam perencanaan dan pembangunan menara BTS pihak pemilik tentu saja sudah mengetahui dan memperhitungkan dengan matang bahaya yang diakibatkan oleh sambaran petir ini, sehingga untuk mengantisipasi adanya kenaikan tegangan yang sangat tinggi secara tiba-tiba karena petir, menara BTS telah dilengkapi dengan sistem penyalur arus petir yang disebut *grounding system* dan peralatan proteksi yang disebut arrester. Jika kondisi sistem *grounding system* tidak baik, misalnya di daerah bebatuan, hal ini dapat menyebabkan nilai resistensi tinggi. Maka tegangan akibat sambaran petir yang melewati sistem pengetanahan akan semakin tinggi. Efek medan listrik yang timbul akibat adanya sambaran petir pada menara BTS akan semakin besar sehingga dapat merusak piranti elektronik, jaringan kabel telekomunikasi, jaringan data, dan keselamatan manusia yang ada di sekitarnya (As-Syakur, 2009).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di daerah Depok pada tahun 2002 diketahui daerah Depok memiliki sambaran petir yang terjadi hampir sepanjang tahun. Yang tertinggi pada bulan Maret, April, dan Mei, atau pada musim hujan. Sedangkan sambaran agak mereda di bulan Februari. Khusus di Kecamatan Sawangan dan Cinere memiliki sambaran petir cukup besar bila dibandingkan dengan Kecamatan yang lainnya, dimana diketahui arus petir yang sangat tinggi bahkan tertinggi di dunia dengan arus petir negatif berkekuatan 379,2 kA (kilo Ampere) dan

petir positif mencapai 441,1 kA. Dengan kekuatan arus sebesar itu, petir mampu meratakan bangunan gedung yang terbuat dari beton sekalipun. (Reynaldo Zoro, 2002).

Kondisi geografis Kota Depok dialiri oleh sungai-sungai besar yaitu Sungai Ci-Liwung dan Angke serta 13 sub Satuan Wilayah Aliran Sungai. Berdasarkan atas elevasi atau ketinggian garis kontur, maka bentang alam daerah Depok dari Selatan ke Utara merupakan daerah dataran rendah – perbukitan bergelombang lemah, dengan elevasi antara 50-140 meter di atas permukaan laut. Wilayah Depok Juga merupakan wilayah yang dipengaruhi angin regional dan angin lokal. Yakni angin dari lembah dan angin pegunungan dari wilayah Selatan Depok, serta angin lokal yaitu angin darat dan angin laut dari wilayah Utara Depok. Karena itulah wilayah Depok banyak dijumpai pembentukan awan konvektif yang kemudian turun hujan orografi yang disertai gejala-gejala yang bersangkutan dengan itu, seperti guntur. (Sandy, 1987). Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian khususnya “Relasi Spasial Sambaran Petir Dengan Menara BTS di Wilayah Permukiman Kota Depok”. Penelitian tersebut dilakukan dalam upaya meneliti dan mengetahui adanya pengaruh jumlah bangunan menara BTS dengan peningkatan jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir di sekitar wilayah permukiman di Kota Depok.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka masalah yang akan diteliti dirumuskan sebagai berikut :

Bagaimana pengaruh jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah dan frekuensi sambaran petir awan ke tanah (*Cloud to Ground*) di wilayah permukiman perkotaan Kota Depok ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Untuk mengkaji pola spasial jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir di wilayah pemukiman perkotaan Kota Depok.
- b. Untuk mengkaji pola spasial lokasi menara BTS di wilayah pemukiman perkotaan Kota Depok.
- c. Untuk mengkaji adanya pengaruh bangunan menara BTS terhadap jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir di wilayah pemukiman perkotaan Kota Depok.
- d. Untuk mengkaji klasifikasi frekuensi sambaran petir di wilayah pemukiman Kota Depok.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan seperti sebagai berikut :

Batasan masalah penelitian ini adalah pada penentuan jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir awan ke tanah (*Cloud to Ground*) baik yang negatif maupun yang positif, lokasi dan jumlah menara BTS di wilayah permukiman perkotaan Kota Depok.

### 1.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan dalam penulisan ini maka dapat dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut:

- a. Ada pengaruh antara jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir dengan bangunan menara BTS di wilayah permukiman penduduk perkotaan Kota Depok.
- b. Adanya dugaan daerah di Kota Depok yang mempunyai tingkat frekuensi sambaran petir tinggi yaitu daerah yang dekat dengan bangunan menara BTS.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Hasil Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai :

- a. Dasar pertimbangan bagi perusahaan telekomunikasi di Kota Depok dalam melakukan perencanaan perlindungan terhadap sambaran petir di kawasan permukiman penduduk yang terdapat bangunan menara BTS.
- b. Bagi pengambil kebijakan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun rencana pembangunan di Kota Depok.
- c. Dapat diketahui daerah yang mempunyai tingkat jumlah kejadian kejadian dan frekuensi sambaran petir yang tinggi.

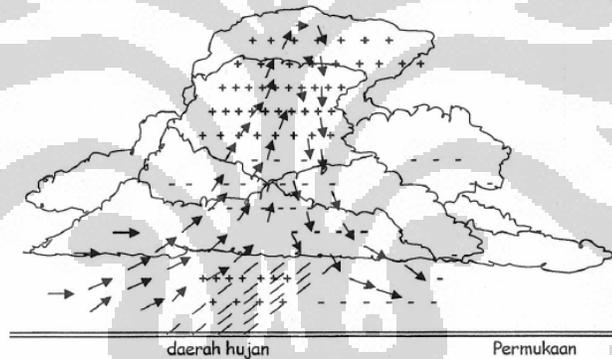


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Proses Terjadinya Petir

Petir merupakan gejala listrik alami dalam atmosfer bumi yang tidak dapat dicegah (Pabla, 1981 dan Hidayat, 1991), yang terjadi akibat lepasnya muatan listrik yang terdapat di dalam awan baik positif maupun negatif. Pabla (1981) dan Price (2008), berdasarkan tempatnya, pelepasan muatan listrik dapat terjadi di dalam satu awan (*Inter Cloud, IC*), antara awan dengan awan ataupun dari awan ke bumi (*Cloud Ground-CG*).



Gambar 1. Struktur listrik awan Cumulonimbus  
(Meteorologi glossary, 1963, D.H. Mc. Inntosh)

Badai petir (*Thunderstorm*) biasanya terjadi karena adanya awan-awan *Cumulonimbus* (Cb) yang memiliki ketebalan sampai beberapa kilometer. Awan Cb ini bisa terdiri atas satu sel tunggal kecil (*single cell*), atau bisa juga berupa satu sel yang sangat besar (*super cell*), atau bisa juga terdiri atas banyak sel besar dan kecil membentuk sebuah barisan dan dikenal sebagai *squall line*. Awan Cb ini terjadi akibat adanya konveksi udara lembab yang kuat di permukaan. Indonesia sebagai daerah tropis yang 70% nya terdiri atas lautan merupakan tempat yang sangat baik bagi pertumbuhan awan-awan ini. Gambaran sekilas mengenai awan Cb ini bisa

dilihat pada gambar 1. Pada gambar 2 juga diperlihatkan beberapa jenis awan lain, khususnya berdasarkan ketinggian.



Gambar 2 Perbandingan ketinggian awan Cb dengan awan lainnya. (sumber : comet)

Awan *Cumulonimbus* adalah jenis awan cumulus dengan ketebalan vertikal yang besar dan terdiri atas campuran kristal es di bagian atas dan tetes air di bagian bawah. Karakteristik ini menyebabkan awan Cb akan menurunkan hujan deras (*shower*) dalam waktu yang singkat. Namun, setelah periode hujan deras hujan gerimis (*drizzle*) masih bisa terjadi dan bisa terjadi sangat lama. Selain hujan deras, akibat terjadinya *upward* dan *downward* yang kuat, awan ini juga sering menghasilkan kilat (*lightning*) dan guruh (*thunder*) karena terbentuknya lapisan elektrik positif dan negatif dalam awan. *Cumulonimbus* semacam inilah yang sering disebut badai guruh (*thunderstorm*). Seperti disebutkan sebelumnya, *thunderstorm* bisa terjadi dalam sebuah awan tunggal, baik yang radiusnya kecil (*single cell*) maupun yang radiusnya besar (*super cell*). Tapi *thunderstorm* juga terjadi dalam kumpulan beberapa sel awan (*multi cell*) dengan area presipitasi yang besar pula. Konveksi sel tunggal umumnya dipicu oleh pemanasan yang kuat yang menyebabkan massa udara naik dengan cepat dan kuat.

Badai guruh (*Thunderstrom*) merupakan pelepasan muatan listrik awan-awan konvektif yang ditandai oleh adanya kilat (*lightining*) dan guruh. Sedangkan kilat adalah proses loncatan bunga api listrik yang kuat yang terjadi antara medan muatan listrik antara lain: Awan dengan awan (*inter cloud*), awan dengan massa udara (*cloud and air mass*) dan awan dengan permukaan bumi (*cloud and ground*).

Energi pelepasan petir itu begitu besar sehingga menimbulkan rentetan cahaya, panas, dan bunyi menggelegar yang disebut geluduk atau geledek. Ada juga yang menyebut guntur atau halilintar. geluduk, guntur, atau halilintar ini dapat menghancurkan bangunan, membunuh manusia, dan memusnahkan pohon. Sedemikian besarnya energi petir itu sampai-sampai langit menjadi terang (Byers, 1997).

Badai guruh terjadi dari satu atau lebih satuan sirkulasi konvektif yang terdiri dari daerah arus udara keatas dan arus udara kebawah. Badai guruh konvektif disebabkan pemanasan permukaan oleh radiasi matahari. Karakteristik badai guruh ini adalah pertumbuhannya cepat, daerah tidak meluas tetapi terlokalisasi, gerakan lambat, hujan lokal lebat, arus udara kebawah (*downdraft*) kuat, dan terjadi angin rebut (*squall*) lokal dan resiko hujan es batu. Badai guruh orografik terjadi jika udara labil secara bersyarat atau konvektif akibat pegunungan (Bayong THK, 2006). Selain itu proses terjadinya badai guruh (*lightning*) tidak terlepas dari kondisi stabilitas udara yang terjadi disuatu wilayah (Edison.K, 2004). Kejadian badai guruh dapat disebabkan oleh pemanasan yang kuat dan kejadian badai guruh maksimum pada umumnya siang dan sore hari (*Critchfield, 1979*).

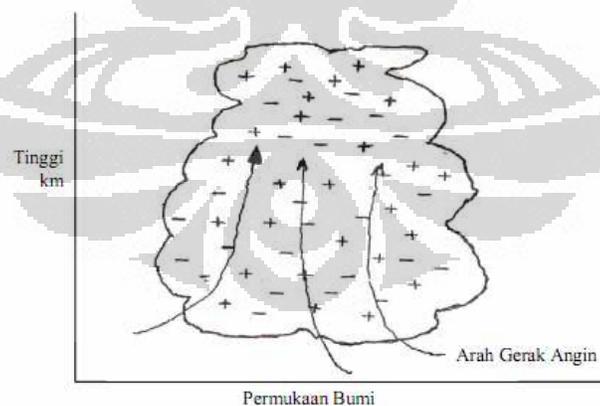
Struktur listrik badai guruh dapat diperhatikan pada awan *Cumulunimbus*. Muatan listrik positif (+) berada pada bagian atas atau dipuncak awan yang banyak terdapat kristal es, diantara puncak awan dan dasar awan yaitu pada daerah kisaran suhu  $< 0^{\circ}\text{C}$  s/d  $< -20^{\circ}\text{C}$  banyak terdapat muatan negatif (-). Sedangkan pada dasar awan yang berada pada daerah yang mengandung tetes hujan dan disekitar daerah

dimana terjadi udara naik banyak terdapat muatan positif (+), dan sebagian lagi pada dasar awan umumnya bermuatan negatif (-).



Gambar 3 Struktur muatan pada awan Cumulonimbus (BoM, 2006)

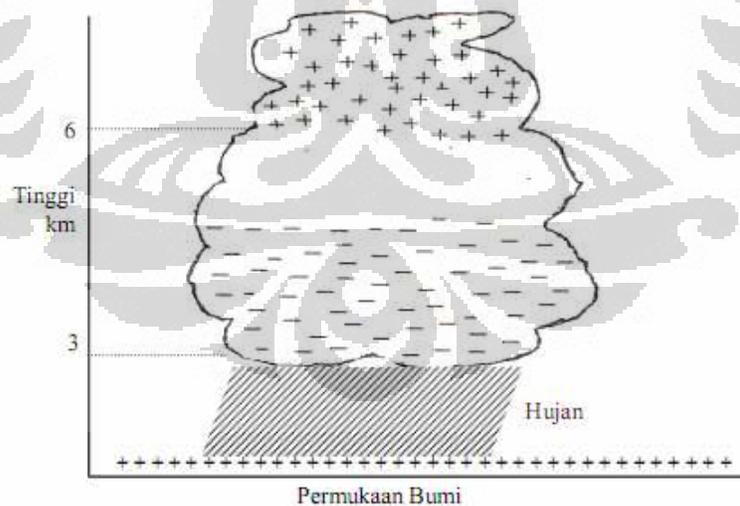
Proses terjadinya petir berasal dari awan dapat terbentuk jika udara yang mengandung air bergerak ke atas. Pada daerah yang lebih tinggi, maka tekanan dan suhu atmosfer akan lebih rendah sehingga udara yang mengandung uap air akan mengembang dan menjadi dingin. Sebagian uap airnya mengondensasi sehingga terbentuklah awan seperti terlihat pada gambar dibawah ini



Gambar 4 Struktur muatan pada awan Cumulonimbus

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream>)

Awan yang dapat mengakibatkan petir adalah awan *Cummulonimbus*. Disebut demikian karena terjadi pemisahan muatan (polarisasi) akibat adanya angin keras yang meniup awan lebih tinggi. Polarisasi yang terjadi pada awan *Cummulonimbus* dapat dijelaskan dengan menggunakan dasar teori listrik statis. Pemisahan muatan (polarisasi) terjadi akibat adanya angin keras dapat menyebabkan turbulensi. Angin keras ke atas (*updraft*) membawa butiran-butiran air (*small liquid water droplets*) yang terdapat pada awan ke daerah yang suhunya sangat rendah (*freezing level*). Di lain sisi, angin keras ke bawah (*downdraft*) membawa bongkahan-bongkahan es ke daerah yang lebih rendah. Saat butiran-butiran air dan bongkahan-bongkahan es tadi berbenturan, maka akan dilepaskan panas yang dapat membuat ukuran bongkahan-bongkahan es menjadi lebih kecil disebut *soft hail/graupels*. Kemudian *graupels* berbenturan dengan partikel-partikel air dan es sehingga terjadilah fenomena listrik statis yaitu elektron-elektron yang membawa muatan negatif pada *graupels* akan terlepas dan bergerak menuju ke dasar awan, sedangkan muatan positif cenderung diam karena massanya yang lebih besar sehingga kecepatannya lebih kecil. Penjelasan ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5 Distribusi muatan pada awan cumulonimbus

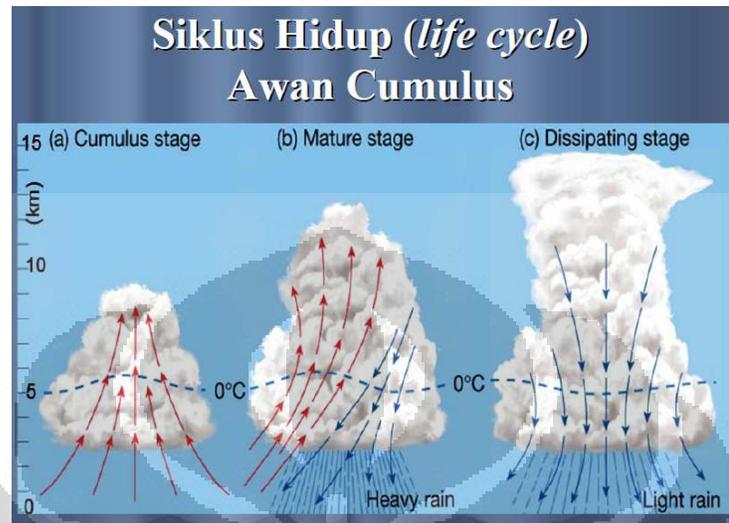
(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream>)

Awan ini mempunyai ukuran vertikal yang lebih besar daripada ukuran horizontalnya. Dengan adanya awan yang bermuatan akan timbul muatan induksi pada muka bumi, hingga timbul medan listrik. Mengingat dimensinya, bumi dianggap rata terhadap awan. Jadi awan dan bumi dapat dianggap sebagai kedua plat kondensator. Jika medan listrik yang terjadi melebihi kekuatan dielektrik udara (kekuatan tembus udara), maka akan terjadi pelepasan muatan. Pada saat itulah terjadi petir. Kondisi ketidakmampuan di dalam atmosfer dapat saja timbul akibat pemisahan, tidak seperti yang terjadi di atas. Misalnya, muatan yang perpisahannya terjadi ke arah horizontal, yang kemudian menimbulkan pelepasan muatan antara dua awan. Atau pemisahan muatan vertikal tersebut dapat terjadi sebaliknya, hingga arah pelepasan muatan atau petir menjadi terbalik.

Pertumbuhan badai guruh sendiri ada beberapa tingkatan, antara lain :

1. Tingkat cumulus (ditandai dengan arus udara naik di seluruh sel awan), dengan demikian awan akan tumbuh menjadi awan cumulus kongestus. Dalam hal ini selain terjadi proses hujan, terjadi pula elektrifitas awan (kilat dan guruh). Udara yang di bawa dalam awan berasal dari tempat-tempat yang banyak terjadi penguapan. Awan *Cumulunimbus* membawa panas dari lapisan dekat permukaan tanah menuju lapisan atas, sehingga awan ini disebut awan konvektif.
2. Tingkat dewasa (*mature*), pada tingkatan ini terjadi arus udara ke bawah yang menghasilkan hujan kebat. Arus udara yang naik melepaskan energy panas ke bawah awan, yaitu berupa uap air yang melepaskan panas laten jika berubah fase menjadi tetes awan. Tingkatan ini di tandai dengan peristiwa hujan lebat, arus udara turun dan arus udara naik yang sama kuatnya, terjadi butiran es (*hail*) dan pembentukan awan bermuatan ion badai guruh.
3. Tingkat pelenyapan (*dissipasi*), tingkat ini di dominasi oleh arus udara yang turun. Aktivitas awan berangsur-angsur reda sehingga arus udara naik dan arus udara turun melemah dan hujan mereda samapai menjadi gerimis,

aktivitas badai guruh menjadi turun dan akhirnya awan *Cumulunimbus* melenyap menjadi awan *cirrus* (awan tinggi).



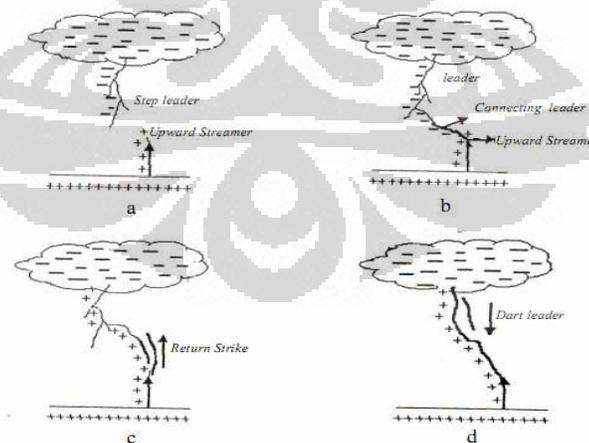
Gambar 6 Siklus hidup awan Cumulus (sumber : comet)

## 2.2 Tahapan Sambaran Petir ke Tanah

Pada saat gradien tegangan di awan melebihi harga tembus udara yang terionisasi, terjadilah pilot streamer yang menentukan arah perambatan muatan dari awan ke udara yang ionisasinya rendah, hal ini diikuti oleh adanya titik cahaya. Kemudian gerakan pilot streamer yang diikuti dengan lompatan-lompatan titik-titik cahaya yang dinamakan stepped leader (Gambar 7a). Arah setiap stepped leader berubah-ubah dimana ia mencari udara yang mempunyai kekuatan dielektrik yang paling rendah untuk dilalui sehingga secara keseluruhan jalannya tidak lurus dan patah-patah. Setiap sambaran petir bermula dari suatu lidah petir (*stepped leader*) yang bergerak turun (*down leader*) dari awan bermuatan. Panjang setiap stepped leader ini sekitar 50 m (dalam rentang 3–200 m), dalam interval waktu antara setiap  $\pm 50\mu\text{s}$  (30-125 $\mu\text{s}$ ).

Dari waktu ke waktu, dalam perambatannya ini *stepped leader* mengalami percabangan sehingga terbentuk lidah petir yang bercabang-cabang. Ketika leader bergerak mendekati bumi, akan terdapat beda potensial yang makin tinggi antara ujung *stepped leader* dengan bumi sehingga terbentuklah pelepasan muatan mula yang berasal dari bumi atau obyek pada bumi yang bergerak ke atas menuju ujung *stepped leader*. Pelepasan muatan mula ini disebut *upward streamer*. Apabila *upward streamer* telah masuk dalam zona jarak sambaran atau *striking distance*, terbentuklah petir penghubung (*connecting leader*) yang menghubungkan ujung *stepped leader* dengan obyek yang disambar (Gambar 7b). Setelah itu timbullah sambaran balik (*return strike*) yang bercahaya sangat terang bergerak dari bumi atau obyek menuju awan dan kemudian melepaskan muatan di awan (Gambar 7c).

Jalur yang ditempuh oleh *return strike* adalah sama dengan jalur turunnya *stepped leader*, hanya arahnya saja yang berbeda. Setelah itu terjadi juga sambaran susulan (*subsequent strike*) dari awan menuju bumi akibat belum pulihnya udara yang menjadi tempat jalannya sambaran yang pertama. Sambaran susulan tidak memiliki percabangan dan bisa disebut lidah panah (*dart leader*) (Gambar 7d). pergerakan *dart leader* ini sekitar 10 kali lebih cepat dari leader yang pertama (*first strike*).



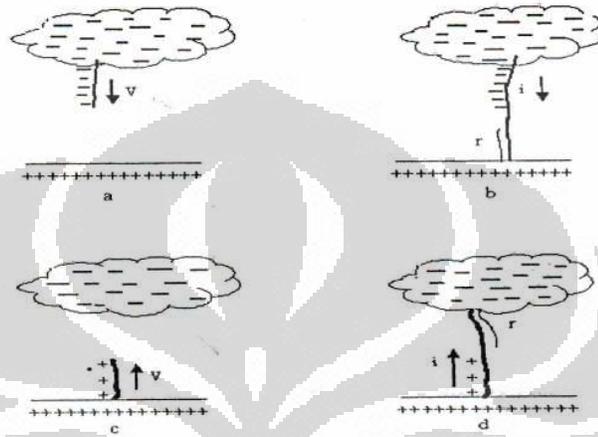
Gambar 7 Tahapan Proses Sambaran Petir

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream>)

Universitas Indonesia

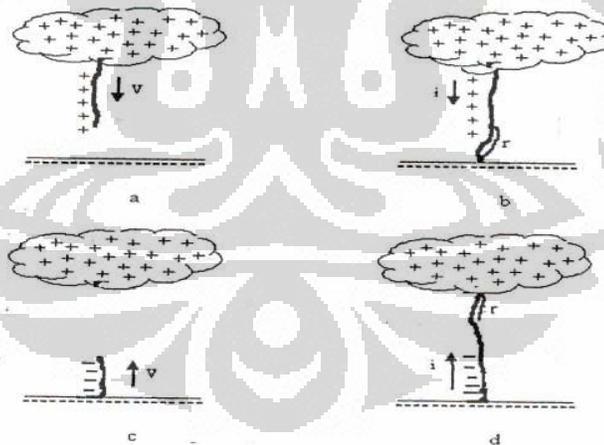
### 2.3 Pengaruh Polaritas Awan

Bagian dasar awan kebanyakan bermuatan negatif, tetapi dapat juga bermuatan positif. Polaritas ini berpengaruh pada besar arus dan juga arah arus petir.



Gambar 8 Polaritas awan negatif

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream>)

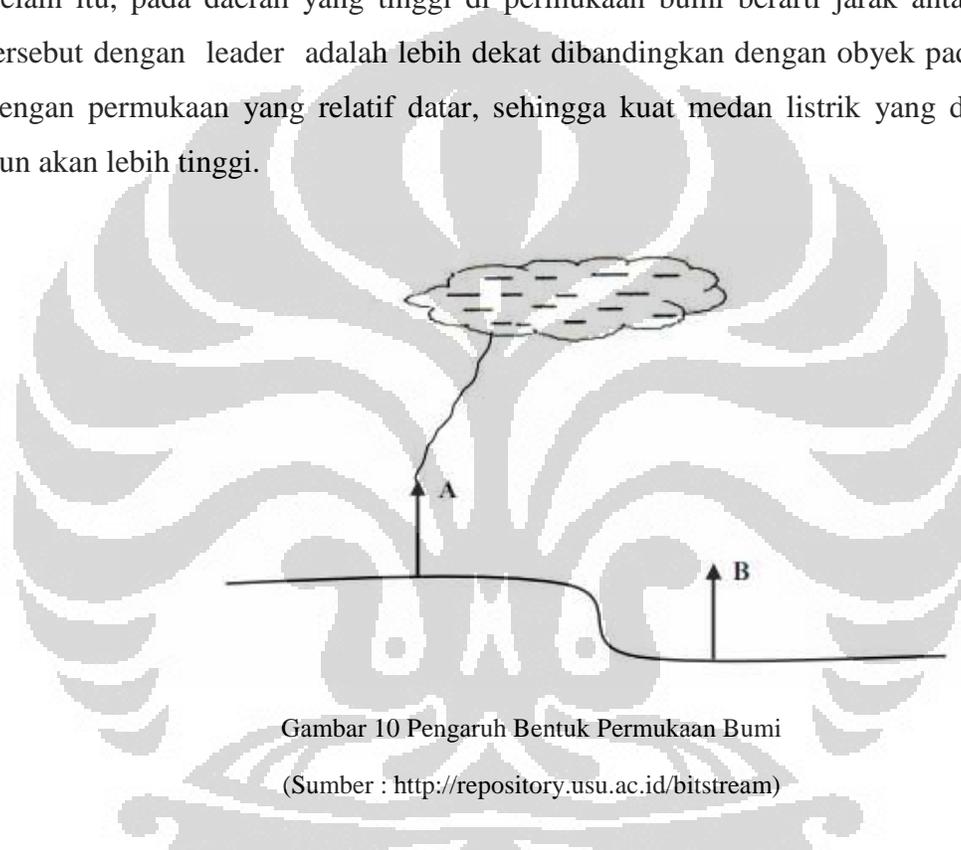


Gambar 9 Polaritas awan positif

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream>)

## 2.4. Mekanisme Sambaran Petir

Petir lebih cenderung menyambar tempat-tempat yang tinggi di permukaan bumi. Hal ini disebabkan karena kuat medan disekitar ujung atau puncak bangunan tersebut lebih rapat dan sifat dari muatan akan cenderung mengumpul pada puncak atau ujung dari bagian yang runcing, begitu pula tepian-tepian runcing bangunan. Selain itu, pada daerah yang tinggi di permukaan bumi berarti jarak antara obyek tersebut dengan leader adalah lebih dekat dibandingkan dengan obyek pada daerah dengan permukaan yang relatif datar, sehingga kuat medan listrik yang dihasilkan pun akan lebih tinggi.



Gambar 10 Pengaruh Bentuk Permukaan Bumi

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream>)

Dari gambar dapat dilihat, walaupun kedua obyek (A dan B) memiliki konduktifitas jenis yang sama dan ukuran tinggi yang sama, namun yang tersambar adalah obyek A. Hal ini dikarenakan obyek A lebih dekat dengan sumber petir (awan), sehingga medan listrik menjadi lebih besar. Apabila permukaan pada Gambar 2.10. dianggap rata, maka obyek yang cenderung tersambar adalah obyek yang jaraknya paling dekat dengan sumber petir karena medan listriknya lebih besar. Bukan tidak mungkin pula sebuah bangunan yang tinggi tidak disambar petir pada puncaknya, melainkan

disambar pada bagian dasar ataupun tengah bangunan. Hal seperti ini dapat terjadi karena adanya lompatan dari stepped leader. Dari hal tersebut diketahui sambaran petir dipengaruhi bentuk permukaan bumi dan jarak obyek ke sumber petir. Lidah panah dan sambaran balik tidak selalu terjadi pada saluran dari awan ke tanah yang sama karena sudah terbakar oleh lidah petir yang pertama (Viemeister, 1972).

Kemajuan teknologi hasil penelitian bidang teknik tegangan dan arus tinggi memberikan manfaat bagi pencegahan bahaya yang ditimbulkan sambaran petir dengan diketahuinya parameter-parameter arus petir dan diperolehnya kemajuan dalam bidang peralatan-peralatan penangkal petir (Lowke, 1995). Langkah-langkah utama dalam pencegahan bahaya sambaran petir pada dasarnya ditujukan kepada dua sasaran pokok, yaitu:

1. Sambaran petir yang terjadi langsung maupun tidak langsung yang tidak menimbulkan bahaya kebakaran, kerusakan, dan kematian.
2. Sambaran petir tidak menyebabkan terjadinya gangguan pengoperasian peralatan listrik maupun elektronik.

## 2.5 Jenis – Jenis Kilat / Petir

Berdasarkan proses terjadinya kilat/petir dapat dibedakan menjadi beberapa jenis :

1. Petir dari Awan ke Bumi (*Cloud to ground*), Merupakan jenis petir yang paling berbahaya dan merusak. Kebanyakan sambarannya bermuatan negatif yang berasal dari pusat muatan negatif pada awan bagian bawah dan menghantarkan muatan negatif ke bumi. Namun terkadang terjadi sambaran bermuatan positif pada saat berakhirnya badai guntur (*thunderstorm*). Sambaran positif juga sering terjadi selama musim dingin (*winter*).



Gambar 11 Petir dari awan ke bumi (*cloud to ground*)

(Sumber : <http://www.kifissiameteo.gr>)

2. Petir di dalam Awan (*Intracloud*) merupakan jenis petir yang paling sering terjadi karena adanya pusat-pusat muatan yang berbeda dalam satu awan.



Gambar 12 Petir di dalam awan (*intra-cloud*)

(Sumber <http://www.kifissiameteo.gr>)

3. Petir dari Awan ke Awan (*Inter Cloud*), jenis petir ini terjadi antara dua muatan pada awan yang berbeda dimana pelepasan muatan ini menjembatani kekosongan (*gap*) antara kedua awan ini.



Gambar 13 Petir awan ke awan (*intercloud*)

(Sumber : <http://www.kifissiameteo.gr>)

4. Petir Bola (*Ball lightning*), terjadi karena pelepasan muatan listrik yang secara kasar berbentuk bola dan berdiameter sampai 10 meter serta terjadi bersama sama dengan badai guntur.

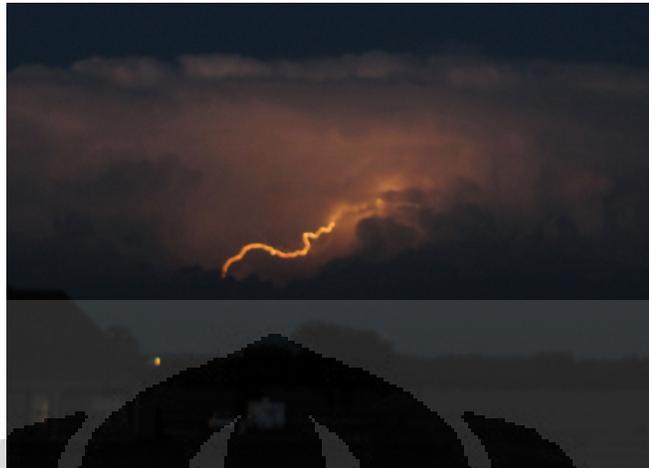


Gambar 14 Petir berbentuk Bola (*Ball lightning*)

(Sumber : <http://www.kifissiameteo.gr>)

5. Petir Panas (*Heat Lightning*), merupakan jenis petir panas yang terjadi pada keadaan langit cerah. Awan Cumulonimbus biasanya pada horizon atau pegunungan sekitarnya tidak terlihat. Jenis sambaran bisa CC, CG atau IC.

**Universitas Indonesia**



Gambar 15 Petir Panas (*Heat Lightning*)

(Sumber : <http://www.kifissiameteo.gr>)

6. Petir Manik Manik (*Bead Lightning*), petir yang terjadi dengan intensitas cahaya berubah ubah sepanjang saluran sehingga menyerupai kalung manik - manik, juga dikenal sebagai petir gelang atau petir mutiara.



Gambar 16 Petir Manik Manik (*Bead Lightning*)

(Sumber : <http://www.kifissiameteo.gr>)

7. Petir Pita (*Ribbon Lightning*), petir ini terjadi karena saluran petir bergerak kesamping akibat angin atau karena saluran yang berkelok. Sambaran petir yang berulang ulang memperlihatkan bahwa setiap sambaran berpindah jarak dari yang sebelumnya sehingga terlihat seperti pita.



Gambar 17 Petir bentuk Pita (*Ribbon Lightning*)

(Sumber : <http://www.kifissiameteo.gr>)

## 2.6. Bahaya Petir

Ada 3 macam klasifikasi bahaya petir (Husni, 2006), yaitu:

### 2.6.1 Bahaya Petir pada Manusia

1. Jika seseorang disambar petir, 50% kemungkinan akan fatal. Biasanya petir menyambar kepala atau salah satu telinga.
2. Setelah itu petir menyerang lagi kulit tubuh manusia sedalam beberapa cm sehingga terbakar, karena petir merupakan arus listrik yang sangat tiba-tiba dan aliran arus terjadi pada permukaan benda konduktor seperti daging.
3. Orang bisa mendapat serangan jantung, buta dan tuli sementara.
4. Petir mempunyai efek yang sangat besar jika seseorang bisa hidup dari sambaran petir. Kebanyakan sarafnya rusak permanen.

### 2.6.2 Bahaya Petir pada Pohon

1. Jika pohon tersambar petir maka cairan dalam batang atau cabang pohon akan kering seketika menimbulkan tekanan yang sangat kuat sehingga bisa terjadi ledakan.
2. Biasanya arus petir mengalir di bawah kulit pohon ke tanah sehingga pohon tercabik karena kulit pohon terkelupas tapi masih bisa tumbuh.
3. Kadang-kadang arus petir menjalar sampai pusat batang pohon sehingga daun pohon menjadi layu.
4. Oleh karena itu tidak aman berlindung di bawah pohon selama terjadi petir. Dahan dan ranting akan beterbangan dengan kecepatan sangat tinggi seperti peluru.

### 2.6.3 Bahaya Petir pada bangunan

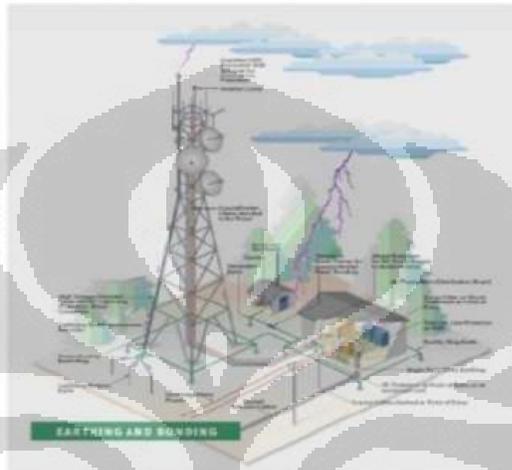
1. Jika sebuah bangunan tersambar petir, arus listrik akan mencari jalan yang bersifat konduktif terutama di sekitar sisi luar atau tepi luar bangunan, misalnya antena pipa saluran air dan pembuangan.
2. Seseorang yang sedang mandi, memakai telepon, cuci tangan atau memegang pipa logam secara langsung maupun tidak kemungkinan dapat tersambar petir.
3. Peralatan dari listrik bisa rusak oleh arus puncak yang besar atau oleh gelombang getar elektromagnetik.

## 2.7 BTS (*Base Transceiver Station*)

Terminologi ini termasuk baru dan mulai populer di era modern dan digital saat ini. BTS berfungsi menjembatani perangkat komunikasi pengguna dengan jaringan menuju jaringan lain. Satu cakupan pancaran BTS dapat disebut Cell.

**Universitas Indonesia**

Komunikasi seluler adalah komunikasi modern yang mendukung mobilitas yang tinggi. Dari beberapa BTS kemudian dikontrol oleh satu *Base Station Controller* (BSC) yang terhubung dengan koneksi *microwave* ataupun serat optik (Febriani, 2008).



Gambar 18 Menara BTS

(Sumber : <http://abdulsyakur.blog.undip.ac.id>)

Menara telekomunikasi untuk BTS adalah memancarkan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi rendah berkisar antara 900 s/d 1800 Mhz, yang dipancarkan oleh antena sektoral yang nantinya akan ditangkap oleh antena HP pada masing-masing pelanggan HP.

Secara teknologi gelombang radio dapat dinyatakan aman untuk kesehatan manusia dan peralatan listrik di rumah tangga. Sudah lama sekali gelombang radio dipergunakan manusia untuk komunikasi mulai dari Abraham Bell menemukan Telegraph, sampai kepada teknologi seluler saat ini yang dapat memudahkan manusia untuk berkomunikasi satu dengan lainnya (As-Syakur, 2008).

Sejauh ini protes dan kekhawatiran masyarakat terhadap dampak radiasi gelombang elektromagnetik yang dihasilkan perangkat telekomunikasi seluler lebih

banyak datang dari mereka yang tinggal di sekitar menara BTS (base transceiver station). Problem utama kehadiran menara BTS di sekitar pemukiman penduduk adalah sambaran petir yang mengenainya. Jika terdapat sejumlah awan bermuatan dengan medan statis yang cukup untuk terjadi petir, maka obyek yang pertama kali dikenai sambaran petir yaitu menara BTS, karena memiliki struktur yang menjulang tinggi dan terbuat dari bahan logam. Praktis jumlah sambaran petir di sekitar menara BTS akan meningkat, bukannya berkurang, sehingga apabila dipasang logam lancip di ujung menara, bukan penangkal petir namanya, namun lebih tepat sebagai pemicu/pemanggil petir (Gallagher, 1991).

Begitu besar bahaya yang ditimbulkan akibat adanya sambaran petir ini, sehingga masyarakat perlu waspada dan hati-hati pada saat terjadi hujan disertai petir, apalagi bagi masyarakat yang tinggal berada di bawah atau di sekitar menara BTS (*base transceiver station*). Hal ini, karena secara umum petir akan lebih suka menyambar bagian-bagian di permukaan bumi yang memiliki struktur tinggi (gedung-gedung tinggi, menara BTS, menara transmisi tegangan tinggi) dan lebih suka memilih struktur yang terbuat dari material konduktif (metal). Membaca tulisan Anies, "Problem Tower BTS di Perkotaan" (Suara Merdeka, 6 November 2008) pada bagian awal disebutkan bahwa menara BTS telah menjadi problem perkotaan dengan isu yang dikemukakan adanya efek negatif gelombang elektromagnetik.

Namun pada bagian akhir diberikan pernyataan agar masyarakat yang berada di bawah atau di sekitar menara BTS tidak perlu cemas, sebab tidak akan mengganggu kesehatan. Dengan adanya pernyataan tersebut, secara langsung telah menjawab bahwa problem utama menara BTS bukanlah radiasi yang dipancarkan. Jika kondisi sistem pengetanahan tidak baik, misalnya di daerah bebatuan, hal ini dapat menyebabkan nilai resistensi tinggi. Maka tegangan akibat sambaran petir yang melewati sistem pengetanahan akan semakin tinggi. Efek medan listrik yang timbul akibat adanya sambaran petir pada menara BTS akan semakin besar sehingga dapat

merusak piranti elektronik, jaringan kabel telekomunikasi, jaringan data, dan keselamatan manusia yang ada di sekitarnya (Hutauruk, 1994).

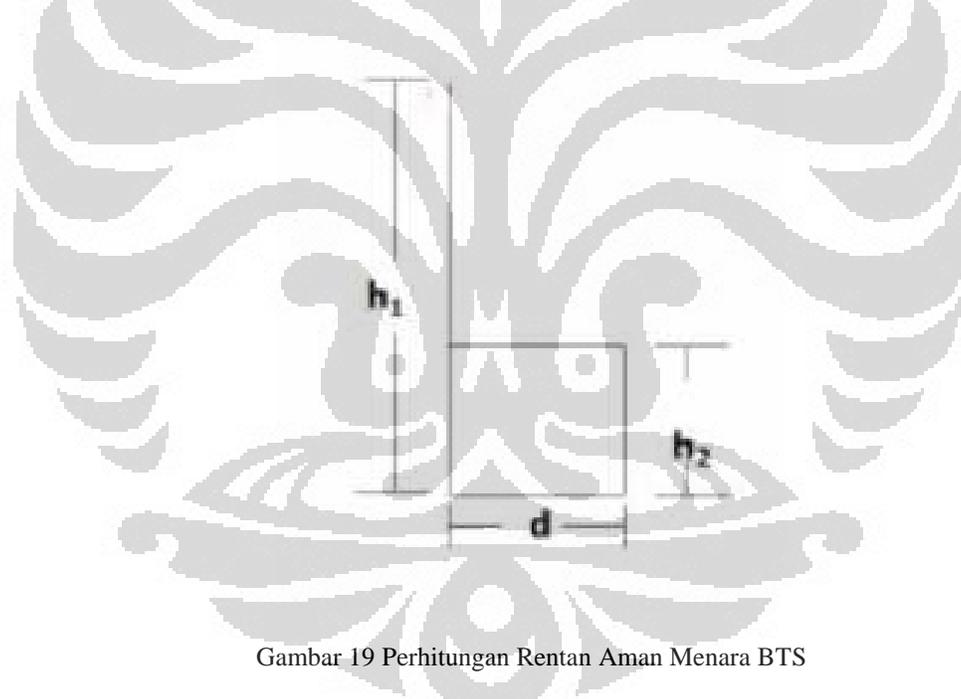
Rentang aman (*safety range*) dapat diperoleh dengan menghitung radius sambaran petir terhadap menara BTS dengan bangunan lain, yang ditentukan dengan rumus pada persamaan sebagai berikut:

$$d = \sqrt{h_1(300 - h_1)} - \sqrt{h_2(300 - h_2)}$$

Di mana:  $d$  = Jarak menara terhadap bangunan (feet)

$h_1$  = Tinggi menara BTS (feet)

$h_2$  = Tinggi bangunan sekitar menara BTS (feet)



Gambar 19 Perhitungan Rentan Aman Menara BTS

(Lightning and grounding, 2008).

Kerusakan yang terjadi di sekitar area BTS oleh sambaran dianalisa secara teknis sebagai berikut:

1. Tinggi menara minimal 42 meter, sebelum ada menara ketinggian maksimum dari area tersebut  $\pm 8$  meter (rumah 2 tingkat). Sehingga ketika ada petir pada

**Universitas Indonesia**

area tersebut, jarak sambaran petir kurang lebih 50 meter. Jadi besar kemungkinan yang tersambar petir pada area tersebut adalah menara.

2. Material menara adalah bahan metal. Ketika terjadi badai petir, semua material yang ada di bumi mengalami suatu proses yang disebut ionisasi (berkumpulnya ion-ion positif bumi pada bagian ujung sebuah material/melingkupi material). Dan material dengan bahan metal dengan konduktivitas tinggi serta bentuk menara yang mendukung *high ionization*, menyebabkan probabilitas tersambarnya menara akan semakin tinggi (Harger, 2008).

Ketika petir menyambar menara, efek-efek petir yang akan terjadi adalah sebagai berikut:

1. Sambaran langsung (*direct striking*). Mengingat konstruksi dan kekuatan materil menara, bisa dipastikan secara fisik tidak akan berpengaruh terhadap menara.
2. Sambaran tidak langsung.
  - a. *Galvanic Coupling* (Sambungan oleh tanah)

Pada saat petir menyambar, arus petir akan masuk ke bumi dan akan menyebabkan yang namanya GPR (*Ground Potential Rising*) atau dikenal sebagai kenaikan tegangan tanah. Luasnya cakupan GPR mencapai beberapa km dari titik sambaran. Semakin dekat dengan titik sambaran GPR akan semakin besar perangkat di dalam shelter tidak mengalami kerusakan karena telah memiliki sistem proteksi petir (Integrasi Grounding, Arrester, dan lain-lain).

### b. *Inductive Coupling*

Pada saat sambaran petir mengenai menara maka akan timbul medan elektromagnetik dengan kerapatan yang cukup tinggi. Dan akan menginduksi semua material dalam radius 1 km persegi, shelter tidak mengalami kerusakan karena sudah ada Arrester pemotong tegangan.

### c. *Capasitif Coupling*

Besarnya muatan petir yang mengenai menara menyebabkan terjadinya potential difference antara menara dengan material di sekelilingnya. Yang akan menyebabkan terjadinya loncatan energi (*discharge*). Kenapa material yang berada di dalam BTS tidak apa-apa, karena semua material yang ada di dalam BTS telah ter-bonding (terikat)/terintegrasi satu sama lain. Mulai dari pagar, shelter, pintu shelter, rangka shelter, menara, tiang lampu, tiang listrik. Jadi jelas tidak ada beda potensial didalam BTS (Golde dan Rolling, 2005).

#### 2.7.1. Lightning Arrester

Domain Arrester digunakan untuk menamai suatu perangkat (*device*) yang berfungsi untuk menurunkan/men-discharge arus petir atau memotong tegangan (*voltage clamping*) akibat sambaran petir. Bukan untuk perangkat yang digunakan sebagai titik sambaran petir (Mahmudsyah, 1995).

Lightning Arrester adalah apa yang disebut sebagai finial/air terminal/splitzen yang terpasang di atas tiang/menara setinggi 20 meter. Air terminal yang terpasang adalah jenis Early Streamer Emission (ESE) atau lebih dikenal sebagai anti petir aktif. Semua sistem proteksi petir eksternal (terdiri dari finial, *down conductor* dan *grounding*) adalah pasif. Kualitas groudning bukan ditentukan oleh nilai tahanan tanah (resistensi), tapi oleh seberapa luas area *grounding* yang mampu kita buat. Semakin

luas area grounding yang dibuat maka akan semakin bagus. Nilai resistensi hanya digunakan sebagai parameter praktis, tapi setelah parameter-parameter lainnya diimplementasikan dalam pembuatan *grounding* (Harger, 2008).

Menurut Suryawan (2003), Apabila sebuah BTS tersambar petir secara langsung, maka akan terjadi arus lebih yang mengalir pada sistem yang berasal dari arus sarya petir, arus sarya tersebut akan terdistribusi ke saluran-saluran yang terhubung dengan sistem pentanahan melalui bonding bar antara lain saluran daya dan saluran peralatan radio. Semakin besar arus sarya petir yang diinjeksikan ke BTS semakin besar pula arus yang terdistribusi pada sistem di dalam BTS. Hal ini dikarenakan petir merupakan fenomena alam yang terjadi secara random dan tidak dapat dikendalikan kejadiannya dan dapat mengakibatkan kerusakan pada objek yang menjadi sasarannya.

Maliki (2008) mengemukakan, saluran transmisi tegangan tinggi jarang sekali mengalami gangguan akibat sambaran petir dikarenakan level tegangan petir hampir sama dengan level tegangan transmisi. Namun ketika petir menyambar di saluran tegangan rendah yang dekat dengan transmisi di pelanggan (rumah), maka transien tegangan dan arus yang diakibatkan oleh petir akan berdampak pada sistem kelistrikan di pelanggan (rumah) dan bisa merusak peralatan tegangan rendah dan elektronik.

Menurut Zoro (2009), sambaran petir baik secara langsung maupun tidak langsung juga menimbulkan kerusakan pada peralatan-peralatan elektronik di dalam bangunan. Di Stasiun Penelitian Petir Institut Teknologi Bandung (SPP-ITB) Gunung Tangkuban Perahu sering terjadi kerusakan peralatan elektronik dan kerusakan arrester yang seharusnya melindungi peralatan elektronik tersebut. Kerusakan arrester tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh sambaran petir tidak langsung di sekitar jaringan tegangan rendah SPP-ITB. Sambaran petir tidak langsung menginduksikan tegangan lebih pada jaringan tegangan rendah tersebut dan kemudian menghantarkan

gelombang berjalan (konduksi) pada kedua ujung jaringan tegangan rendah yang salah satunya adalah SPP-ITB.

Jika terjadi sambaran petir terhadap tiang maka menyebabkan gelombang tegangan balik dan kemudian berjalan sepanjang tiang, terkumpul di puncak maupun di dasar tiang sehingga meningkatkan tegangan dan diikuti dengan kenaikan arus. Gejala ini berlanjut tidak saja di tiang transmisi tetapi juga pada lengan tiang penyangga dan kemudian mengganggu isolator, dan jika tegangan transien yang timbul melebihi kemampuan isolator maka menyebabkan sambaran balik (*back flash*) Abduh (2002).

## **2.8. Perencanaan Penataan Ruang**

Perencanaan tata ruang adalah proses penyusunan rencana tata ruang untuk meningkatkan mutu lingkungan hidup dan pemanfaatannya. Rencana tata ruang yang dihasilkan harus merupakan perpaduan antara tata guna tanah, air, udara dan tata guna sumberdaya lainnya dan dilengkapi dengan peta tata ruang. Peta tersebut harus menunjukkan pembagian ruang, misalnya letak dan batas lokasi perkembangan jalan raya, dan lokasi perkembangan pemukiman (CIFOR, 2002).

Menurut Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang penataan ruang untuk nasional, pulau dan pulau-pulau kecil, Propinsi dan Kabupaten, rencana tata ruang nasional menjadi acuan dan pedoman bagi seluruh program pembangunan baik di pusat maupun di daerah. Demikian pula, rencana tata ruang kota yang dijabarkan dari rencana nasional merupakan acuan dan pedoman bagi penyusunan program pembangunan di Kabupaten.

## 2.9. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Pada perkembangan teknologi pada saat ini yang telah maju pesat hampir setiap bidang telah menggunakan kemampuan teknologi komputer. Tidak ketinggalan pula dalam bidang ilmu geografi. Secara umum, terdapat dua jenis data yang digunakan untuk mempresentasikan fenomena-fenomena yang terdapat di dunia nyata. Yang pertama adalah jenis data yang mempresentasikan aspek-aspek keruangan dari fenomena yang bersangkutan. Jenis data ini sering disebut sebagai data-data posisi, koordinat dan ruang. Sedangkan yang kedua adalah jenis data yang mempresentasikan aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkan. Kedua jenis data tersebut dalam mempresentasikan suatu fenomena dalam dunia nyata tentunya akan sangat besar dan kompleks, sehingga timbul kesulitan untuk mengolah data-data yang sangat banyak itu untuk disajikan menjadi informasi yang penting (Prahasta, 2001).

Dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) data dapat dipresentasikan dalam berbagai cara dan bentuk. SIG merupakan suatu kesatuan formal yang terdiri dari berbagai sumber daya fisik dan logika yang berkenaan dengan objek-objek yang terdapat di permukaan bumi. SIG juga merupakan sejenis perangkat lunak yang dapat digunakan untuk pemasukan, penyimpanan, manipulasi, menampilkan, dan keluaran geografis beserta atribut-atributnya. SIG dibagi menjadi dua kelompok yaitu sistem manual (analog), dan sistem otomatis (yang berbasis digital komputer).

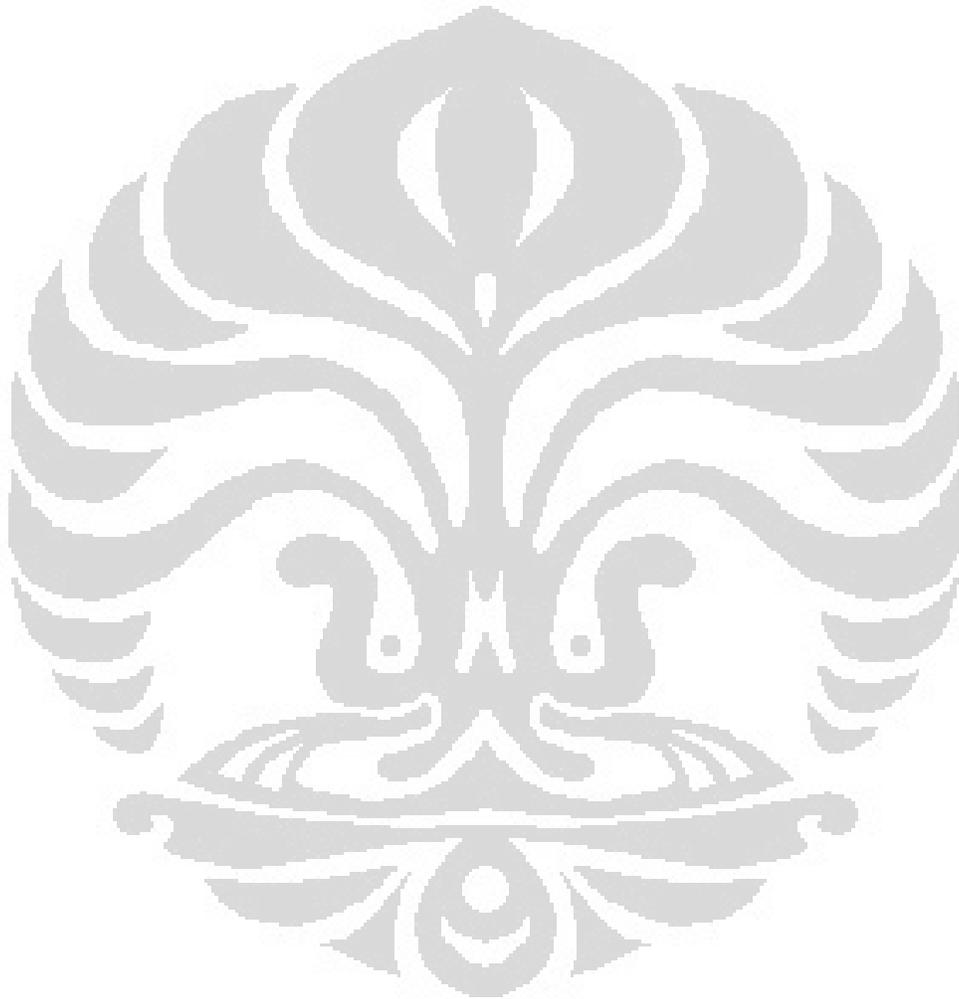
Dua sistem ini dibedakan pada cara pengelolaannya. Sistem informasi manual biasanya menggabungkan beberapa data seperti peta, lembar transparansi untuk tumpang susun (overlay), foto udara, laporan statistik dan laporan survei lapangan. Semua data tersebut dikompilasi dan dianalisis secara manual dengan alat tanpa komputer, sedangkan sistem informasi geografis otomatis telah menggunakan komputer sebagai sistem pengolah data melalui proses digitasi. Dengan digitasi ini mempunyai fungsi pengolahan citra digital, fungsi ini dimiliki oleh perangkat GIS yang berbasiskan raster. Karena data spasial permukaan bumi (citra digital) banyak

didapat dari perekaman data satelit yang berformat raster, maka banyak GIS raster yang dilengkapi dengan fungsi analisis ini. Fungsi analisis spasial ini terdiri dari banyak sub-sub fungsi analisis pengolahan citra digital. Sebagai contoh adalah sub fungsi untuk koreksi radiometrik, geometrik. Filtering, clustering dan sebagainya (Prahasta, 2001).

SIG menyajikan pandangan atau persepsi terhadap dunia nyata yang telah disederhanakan. Untuk menghasilkan persepsi ini dilibatkan proses-proses yang jarang sekali bersifat langsung dan mudah dipahami seketika karena dunia nyata bersifat tidak teratur (irregular), kompleks, dan secara tetap mengalami perubahan yang tidak mudah diprediksi. Kompleksitas dan keluasan dunia nyata, dikombinasikan dengan keseluruhan spektrum interpretasinya, mengimplikasikan bahwa perancangan sistem-sistem SIG bisa bervariasi sesuai dengan pilihan para penciptanya. Faktor-faktor manusia ini, kemudian dapat menimbulkan elemen-elemen yang menjadi pembatasnya, sebagaimana data yang telah dikompilasi dengan baik untuk suatu aplikasi tertentu bisa jadi tidak bermanfaat untuk aplikasi-aplikasi lainnya. Penstrukturan data secara sistematis akan menentukan manfaat, tujuan dan keberhasilan aplikasi SIG yang bersangkutan.

Aspek ini juga merupakan karakteristik-karakteristik data yang terdapat pada peta-peta biasa (Aronoff, 1989). Untuk membawa dunia nyata ke dalam SIG, harus digunakan model dunia nyata yang telah disederhanakan. Fenomena-fenomena yang serupa dan mirip dapat diklasifikasikan dan dideskripsikan dalam bentuk model dunia nyata. Model dunia nyata ini dikonversikan ke dalam bentuk model data dengan menggunakan elemen-elemen geometri. Kemudian model ini ditransfer ke dalam bentuk basis data yang dapat menangani data-data digital yang dapat dipresentasikan ke dalam bentuk peta-peta dan laporan (Aronoff, 1989). Struktur data spasial dibagi dua yaitu model data raster dan model data vektor. Data raster adalah data yang disimpan dalam bentuk kotak segi empat (grid)/sel sehingga terbentuk suatu ruang yang teratur. Data vektor adalah data yang direkam dalam bentuk koordinat titik yang

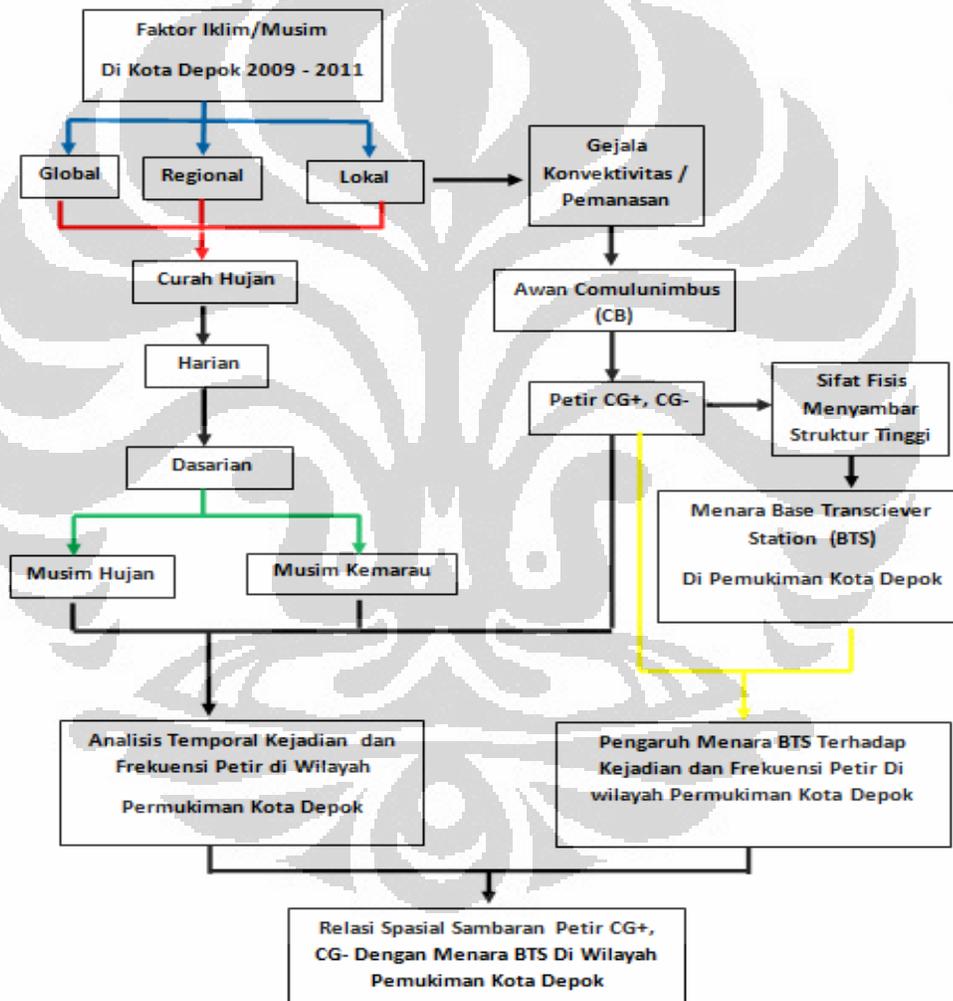
menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik, garis atau area (polygon). Bentuk produk suatu SIG dapat bervariasi baik dalam hal kualitas, keakuratan dan kemudahan pemakainya. Hasil ini dapat dibuat dalam bentuk peta-peta, tabel angka-angka: teks di atas kertas atau media lain (hard copy), atau dalam cetak lunak (seperti file elektronik) (Barus dan Wiradisastra, 2000).



## BAB III METODE PENELITIAN

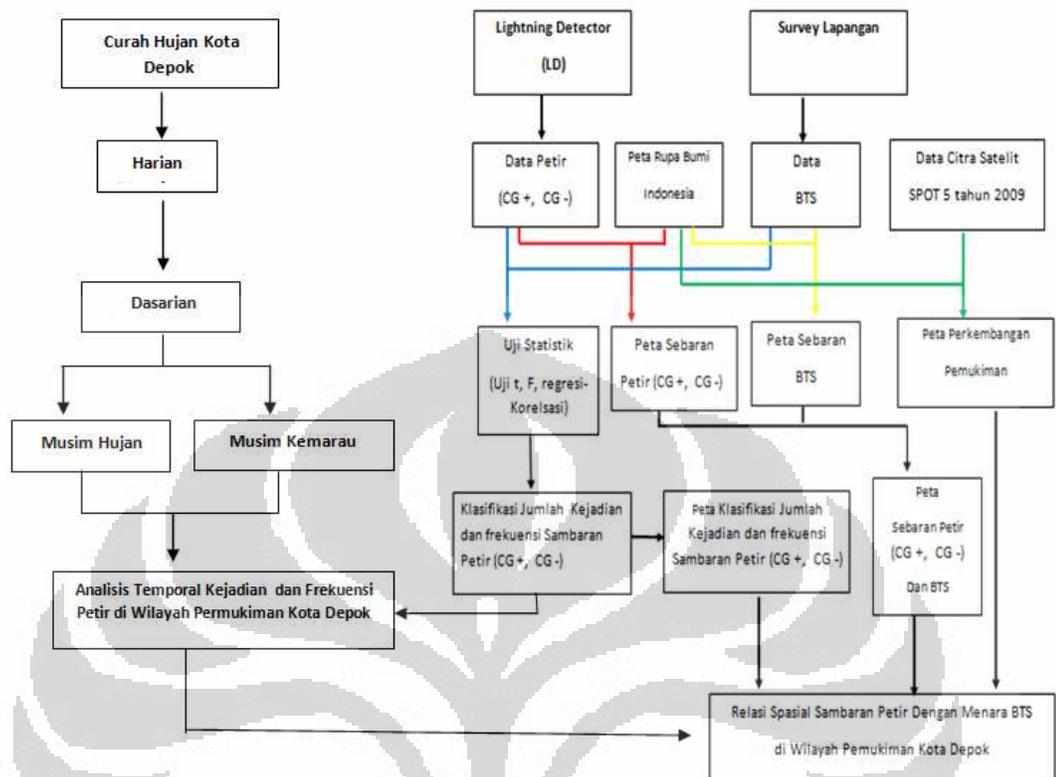
### 3.1 Kerangka Teori / Alur Pikir Penelitian

Secara sistematis ruang lingkup materi penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir kerangka pikiran yang menjadi dasar penelitian ini.



Gambar 20 Diagram alir kerangka pemikiran penelitian

Dari alir penelitian diatas dapat dideskripsikan langkah-langkah alur penelitian dalam diagram alur kerja penelitian sebagai berikut :



Gambar 21 Diagram alur kerja penelitian

- Menjalankan file LDC harian dengan menggunakan software Lightning 2000 untuk menghasilkan data petir CG + dan CG-.
- Hasil output yang di hasilkan dalam bentuk KML yang kemudian dibuka dengan menggunakan software Excel 2007 untuk mendapatkan posisi kejadian dan frekuensi sambaran petir serta jenis petir CG+ dan CG-.
- Memilih dan menyortir data petir di wilayah Kota Depok pada koordinat :  $006^{\circ} 19' 00'' - 006^{\circ} 28' 00''$  Lintang Selatan  $106^{\circ} 43' 00'' - 106^{\circ} 55' 30''$  Bujur Timur.
- Menghitung jumlah kejadian sambaran dan frekuensi petir CG+ dan CG- dalam per bulan dan per tahun.
- Menganalisis pola sebaran kejadian dan frekuensi petir CG+ dan CG-.

**Universitas Indonesia**

- f. Mengklasifikasikan jumlah kejadian dan frekuensi petir CG+ dan CG-
- g. Melakukan survey untuk mencari jumlah dan posisi *Base Transciever Station* (BTS) serta tahun pendiriannya (periode 2009 hingga 2011)
- h. Menganalisis pola sebaran menara BTS di wilayah permukiman.
- i. Menganalisis adanya pengaruh jumlah menara BTS dengan jumlah kejadian sambaran petir CG+ dan CG-.
- j. Menghitung jumlah normal hujan dasarian pos hujan selama 30 tahun (1981-2010).
- k. Menentukan awal musim kemarau dan musim hujan dengan kriteria BMKG dimana awal musim kemarau adalah curah hujan sepuluh hari bernilai 50 mm atau kurang diikuti sedikitnya 2 dasarian berikutnya, sedangkan musim hujan bernilai 50 mm atau lebih diikuti sedikitnya 2 dasarian berikutnya.
- l. Menganalisis pada musim manakah jumlah kejadian sambaran petir maksimum dan minimum pada periode penelitian.

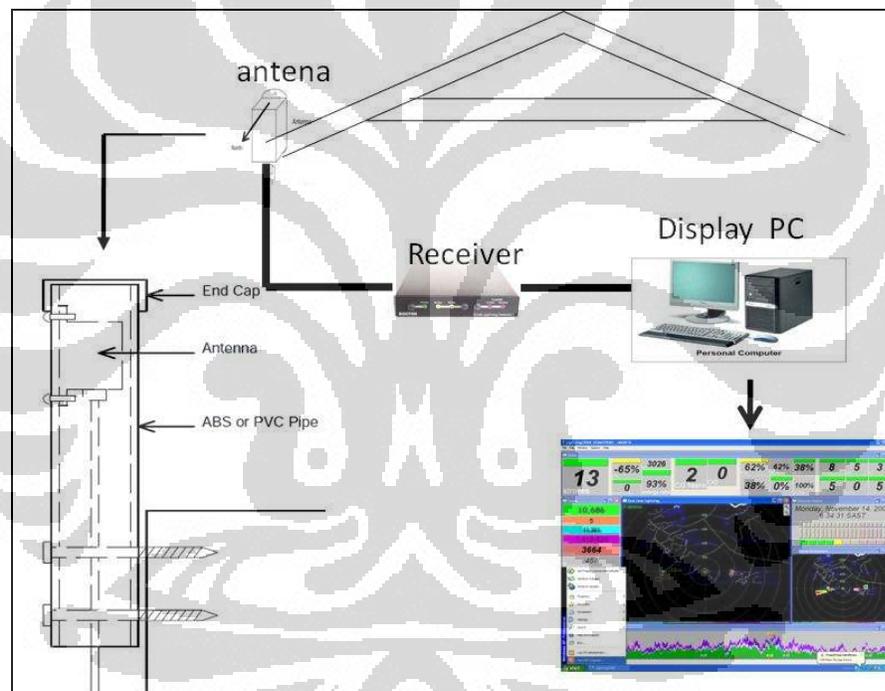
## 1.2 Variabel dan Indikator

### 1.2.1 Variabel

Variabel yang digunakan ada 3 jenis, yaitu petir, menara BTS dan curah hujan.

#### a. Petir

Petir adalah data sekunder yang di hasilkan dari *Lightning Detector* yang merupakan alat yang mampu mendeteksi petir dalam radius sampai 150 km lebih secara *real time* dan mendeteksi 100% pelepasan energi muatan dari awan ke tanah serta memberikan informasi perkiraan jarak dari sensor terhadap tempat terjadinya petir. Sistem yang digunakan oleh *Lightning Detector* menggunakan *software Lightning/2000* yang dirangkai dengan *Boltek Lightning Detection System*. *Storm Tracker* ini bekerja dengan mendeteksi sinyal radio yang dihasilkan oleh petir, dengan kata lain, antena *Storm Tracker* dapat memberikan informasi arah dan jarak *thunderstorm* yang dikalkulasikan dengan kekuatan sinyal yang diterima.



Gambar 22 Instalasi peralatan *Lightning detector* (BMKG:2008)

*Lightning detector* tersebut di pasang di kantor pusat BMKG pusat kemayoran. Alat tersebut menghasilkan posisi dan jumlah serta frekuensi sambaran petir dari awan ke tanah (*Cloud to Ground*) baik positif dan negatif / CG+ dan CG-. Hasil dari data tersebut di hanya dipilih daerah wilayah kajian penelitian yaitu wilayah Kota Depok. Kota Depok sebagai salah satu wilayah di Jawa Barat,

**Universitas Indonesia**

mempunyai luas wilayah sekitar 200.29 Km<sup>2</sup>. Satuan unit analisis wilayah penelitian ini yaitu kecamatan dan dalam bentuk satuan grid, dimana dalam unit analisis kecamatan terdiri dari 11 kecamatan yang meliputi kecamatan Beji, Pancoran Mas, Sukmajaya, Limo, Cimanggis, Sawangan, Bojongsari, Cilodong, Cinere, Cipayung, Tapos (BPS, 2010). Sedangkan dalam satuan grid digunakan luasan wilayah 3 x 3 km<sup>2</sup>. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2009 sampai dengan Mei 2011,

#### b. Menara BTS

Menara BTS merupakan data primer yang didapatkan dengan melakukan survey lapangan secara acak di wilayah penelitian Kota Depok dengan menggunakan alat GPS untuk memperoleh posisi menara BTS. Selain itu digunakan kamera untuk melihat kondisi bangunan dan mengetahui tahun pendirian bangunan menara BTS. Contoh gambar menara BTS dapat dilihat pada gambar berikut ini.



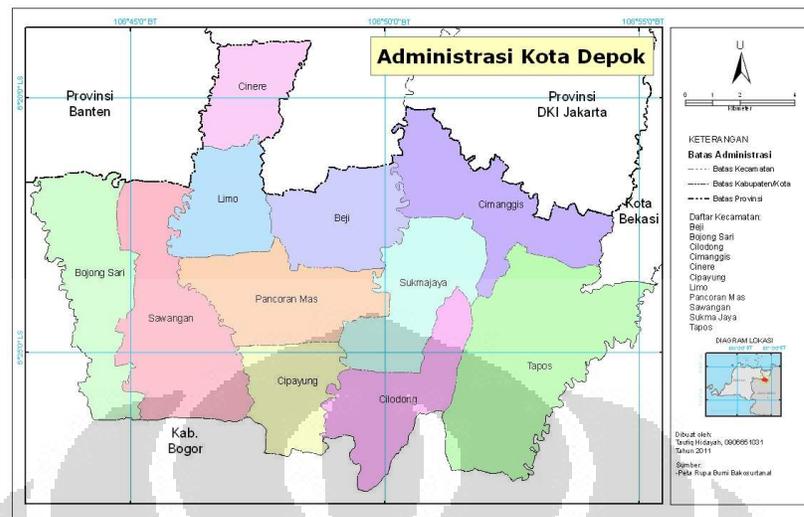
Gambar 23 Bangunan Menara BTS di Kecamatan Pancoran Mas, survey, 2011.

#### c. Curah Hujan

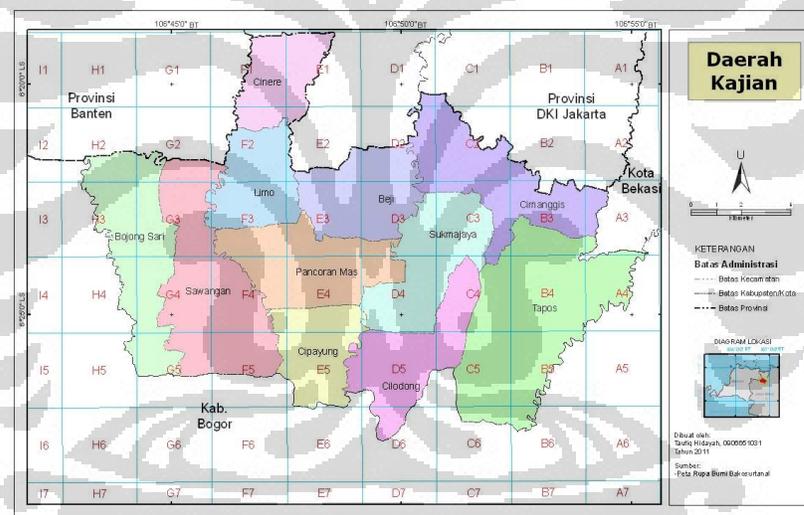
Data hujan adalah data curah hujan harian di Kota Depok yang digunakan hanya satu pos hujan yang ada di Kota Depok yaitu pos hujan Pancoran Mas yang memiliki data periode waktu tahun 1981-2010 (30 tahun).

Lokasi wilayah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada peta berikut ini.

**Universitas Indonesia**



Peta 3. Daerah Penelitian Per Kecamatan



Peta 4. Daerah Penelitian Per Grid

### 1.2.2 Indikator

Indikator yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pada pemilihan lokasi berdasarkan atas pertimbangan bahwa banyak terjadi sambaran petir yang merugikan baik materil maupun non materil di dimana pada wilayah permukiman

terdapat bangunan-bangunan tinggi khususnya bangunan BTS yang dapat memicu/memanggil petir.

### 3.3. Pengumpulan Data

Data dan peta yang digunakan berupa :

- a. Data petir yaitu data petir awan ke tanah (cloud to ground) yang di peroleh dari *Lightning Detector* dengan menggunakan *software Lightning/2000* yang dirangkai dengan *Boltek Lightning Detection System* untuk mengetahui posisi petir tersebut. Data tersebut diperoleh dari Sub Bidang Listrik Magnet Bumi Geofisika BMKG Pusat dari tahun Januari 2009 hingga Mei 2011, dimana pada tahun 2009 terdapat 4 bulan data kosong yaitu bulan Juli, Agustus, September dan Oktober yang dikarenakan alat tersebut rusak, .
- b. Data Menara BTS yaitu data posisi dan jumlah menara BTS di wilayah Kota Depok yang didapat dengan melakukan survey secara acak dengan menggunakan alat GPS.
- c. Data curah hujan harian periode 2009 hingga 2011 di wilayah Kota Depok. Data curah hujan didapatkan melalui Stasiun Klimatologi Dermaga, Bogor. Data yang diambil meliputi data curah hujan harian di wilayah Kota Depok. Data curah hujan yang digunakan yaitu pos curah hujan Pancoran Mas yang memiliki periode waktu tahun 1981-2010 (30 tahun). Hal tersebut berguna untuk membandingkan data tahun 2009 hingga 2011 terhadap normalnya selama 30 tahun.

### 3.4 Pengolahan Data

#### 3.4.1 Pengolahan data jumlah dan frekuensi sambaran petir

Jumlah kejadian petir di kota depok dihitung dengan menverifikasi kejadian petir harian dikota depok dengan memperhitungkan jumlah petir dari awan ke tanah

(*cloud to ground*) baik yang negatif dan positifnya, kemudian dijumlahkan dalam kejadian bulanan dan tahunan, sesuai periode tahun penelitian antara tahun 2009 hingga 2011. Jumlah kejadian sambaran petir bulanan dan tahunan kemudian di petakan dengan menggunakan software arc GIS 9.3 untuk mengetahui pola sebaran petir bulanan dan tahunan di Kota Depok.

Frekuensi sambaran petir di Kota Depok dihitung berdasarkan kejadian sambaran, dimana dalam satu lokasi kejadian sambaran petir dapat menghasilkan lebih dari satu kali sambaran. Kemudian jumlah frekuensi tersebut di petakan dengan menggunakan software arc GIS 9.3 dengan menggunakan metode *neighbour natural* atau menginterpolasi dari nilai tertangga terdekat.

Nilai jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir dibuat klasifikasi berdasarkan nilai tertinggi dan terendah dari kejadian dan frekuensi sambaran petir. Nilai Klasifikasi di bagi menjadi lima, yaitu sebagai berikut:

Klasifikasi jumlah kejadian sambaran petir

0 – 500	sangat rendah
501 – 1000	rendah
1001 – 1500	sedang
1501 – 2000	tinggi
>2000	sangat tinggi

Klasifikasi frekuensi sambaran petir

0 – 50000	sangat rendah
50001 – 100000	rendah

100001 – 250000	sedang
250001 – 500000	tinggi
>500000	sangat tinggi

#### 3.4.2 Pengolahan data jumlah menara BTS

Jumlah bangunan menara BTS di Kota Depok dengan menghitung jumlah bangunan menara BTS tiap tahunnya dan dihitung jumlah penambahan bangunan menara BTS setiap tahunnya sesuai dengan periode tahun penelitian yaitu tahun 2009 hingga 2011. Kemudian jumlah bangunan menara BTS tersebut dipetakan tiap tahunnya dan secara keseluruhan sesuai periode penelitian yaitu periode 2009 hingga 2011 dengan menggunakan arc GIS 9.3 untuk mendapatkan pola sebaran bangunan menara BTS di Kota Depok.

#### 3.4.3 Pengolahan data daerah pemukiman

Daerah pemukiman di Kota Depok didapat dengan menggunakan citra satelit Spot 5 tahun 2009 yang diolah sedemikian rupa hingga didapatkan data land use atau penggunaan lahan yang didelinsi sehingga didapatkan informasi daerah pemukiman yang diolah dengan menggunakan arc GIS 9.3 dalam bentuk shp. Data tersebut akan di overlay kan dengan peta pola sebaran bangunan menara BTS di Kota Depok untuk mendapatkan informasi apakah bangunan menara BTS di Kota Depok sebagian besar berada di sekitar wilayah permukiman.

#### 3.4.4 Pengolahan data curah hujan

Data curah hujan diolah menggunakan aplikasi software sederhana yaitu Microsoft Excel untuk menghitung rata-rata curah hujan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dengan :

X = rata-rata hitung data

n = banyaknya data

$X_i$  = data ke i,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Perhitungan dilakukan untuk :

- Rata-rata seluruh dasarian di lokasi data hujan
- Rata-rata hujan tiap dasarian (dasarian 1 januari hingga dasarian 3 Desember)

Hasil pengolahan data curah hujan dasarian kemudian dilakukan kalsifikasi terjadinya awal musim hujan dan awal musim kemarau berdasarkan kriteria BMKG, sehingga dapat juga diketahui juga normal awal musim hujan, musim kemarau serta panjang musimnya berdasarkan periode rata-rata tahun 1981-2010. Data rata-rata ini dibuat untuk mengetahui pola penyimpangan awal musim tiap tahun dimana kejadian petir maksimum dan minimum dapat diketahui.

Pengolahan curah hujan berdasarkan kriteria musim akan mendapatkan normal awal musim hujan dan musim yang kemudian akan diketahui pola penyimpangan awal musimnya. Hasil pengolahan data yang menghasilkan data normal lama dan panjang musim akan menghasilkan wilayah yang mengalami penyimpangan panjang musim baik musim hujan dan musim kemarau, kemudian diberikan nilai/bobot bagi masing-masing simpangannya berdasarkan kriteria berikut :

Tabel 1. Kriteria Lama Panjang Musim di Bandingkan Normalnya

No	Panjang Musim	Kriteria
----	---------------	----------

1	$< - 6$ das	Sangat Pendek
2	$- 2 \leq x \leq -6$ das	Pendek
3	$-1 \leq x \leq +1$ das	Sama
4	$+2 \leq x \leq +6$ das	Lama
5	$> +6$ das	Sangat Lama

Keterangan :

- Tanda negatif (-) berarti musim lebih pendek dari normalnya
- Tanda positif (+) berarti musim lebih panjang dari normalnya
- Das yaitu dasarian

Adapun langkah-langkah pengolahan data hujan yaitu sebagai berikut :

- a. Memilih stasiun curah hujan di Pancoran Mas dengan mempertimbangkan persebaran curah hujan, kelengkapan dan keteraturan data serta merupakan satu-satunya pos hujan yang terdapat di Kota Depok.
- b. Menghitung curah hujan kumulatif dasarian pos hujan di Pancoran Mas, sehingga dalam satu tahun memiliki 36 dasarian mulai dasarian Januari I sampai dasarian Desember III.
- c. Menentukan awal musim kemarau, awal musim hujan serta panjang musim berdasarkan ketentuan BMKG
- d. Menentukan normal awal musim dan panjang musim pos hujan di Pancoran Mas (1981 – 2010)
- e. Membandingkan jumlah kejadian maksimum dan minimum sambaran petir dengan awal musim hujan atau musim kemarau.

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Pembuktian Hipotesis yang Pertama

Untuk membuktikan hipotesis yang pertama digunakan perhitungan uji statistik yang terdiri dari 2 uji yaitu uji beda rata-rata (t-hitung) dan uji regresi-korelasi sebagai berikut:

a. Uji beda rata-rata (uji-t)

Uji beda rata-rata dengan rumus sebagai berikut:

$$t \text{ hitung} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Ho : tidak ada hubungan antara penambahan jumlah bangunan menara BTS dengan kejadian sambaran petir

H1 : ada hubungan antara penambahan jumlah bangunan menara BTS dengan kejadian sambaran petir

Kriteria pengujian ini adalah : terima Ho jika  $t \text{ hitung} \leq t \text{ tabel}$  dan tolak Ho jika  $t \text{ hitung} > t \text{ tabel}$  dengan derajat kebebasan  $(dk) = (n_1 + n_2 - 2)$  dan peluang  $(1-\alpha)$ ,

di mana:

X1 : rata-rata jumlah kejadian sambaran petir tahun 2009-2011

X2 : rata-rata jumlah sebaran bangunan menara BTS

n : besar sampel

S : simpangan baku

$n_1$  : jumlah data sambaran petir tahun 2009-2011

$n_2$  : jumlah data sebaran bangunan menara BTS

$S_1$  : besarnya varians data rata-rata sambaran petir tahun 2009-2011

$S_2$  : besarnya varians data rata-rata sebaran bangunan menara BTS

Pengujian signifikansi ini bertujuan untuk melihat seberapa jauh pengaruh satu atau lebih variabel bebas yaitu bangunan menara BTS secara individual dalam menerangkan variabel tak bebas yaitu jumlah kejadian sambaran petir. Hipotesa yang digunakan adalah:

$H_0 : b_1 = 0$  ; tidak ada pengaruh yang signifikansi antara jumlah bangunan menara BTS tersebut terhadap jumlah kejadian sambaran petir.

$H : b_1 \neq 0$ ; ada pengaruh yang signifikansi antara jumlah bangunan menara BTS tersebut terhadap jumlah kejadian sambaran petir.

Ketentuan penerimaan atau penolakan hipotesis dengan menggunakan derajat kepercayaan 0.05 ( $\alpha = 5\%$ ) adalah sebagai berikut :

- 1)  $H_0$  Diterima bila  $t$  hitung  $<$   $t$  tabel atau nilai signifikansi  $\geq 0.05$  maka hipotesis ditolak (koefisien regresi tidak signifikan). Ini berarti bahwa secara parsial jumlah bangunan menara BTS tersebut tidak mempunyai pengaruh yang signifikansi terhadap jumlah kejadian sambaran petir.
- 2)  $H_0$  Ditolak bila  $t$  hitung  $>$   $t$  tabel atau nilai signifikansi  $\leq 0.05$  maka hipotesis diterima (Koefisien regresi signifikan). Ini berarti secara parsial jumlah bangunan menara BTS tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kejadian sambaran petir.

#### b. Uji Statistik F

Uji F merupakan pengujian signifikansi yang pada dasarnya menunjukkan apakah semua jumlah bangunan menara BTS dalam model mempunyai pengaruh secara simultan terhadap jumlah kejadian sambaran petir atau apakah model persamaan yang di peroleh dapat dipergunakan atau tidak. Hipotesa yang digunakan adalah:

$H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = 0$  Artinya : Tidak ada pengaruh bersama-sama antara jumlah bangunan menara BTS.

$H_a : b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq 0$  Artinya : Ada pengaruh bersama-sama antara jumlah bangunan menara BTS.

Ketentuan penerimaan atau penolakan hipotesis dengan menggunakan derajat kepercayaan 0.05 ( $\alpha = 5\%$ ) adalah sebagai berikut :

- 1)  $H_0$  Diterima bila  $F$  hitung  $< F$  tabel atau nilai signifikan  $> 0.05$  maka hipotesis diterima (koefisien regresi tidak signifikan). Ini berarti bahwa secara simultan jumlah bangunan menara BTS tersebut tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kejadian sambaran petir.
- 2)  $H_0$  Ditolak bila  $F$  hitung  $> F$  tabel Jika nilai signifikan  $< 0.05$  maka hipotesis ditolak (koefisien regresi signifikan). Ini berarti secara simultan jumlah bangunan menara BTS tersebut mempunyai pengaruh signifikan terhadap jumlah kejadian sambaran petir.

#### c. Uji dengan perhitungan regresi-korelasi

Membandingkan intensitas petir di daerah penelitian pada saat sebelum dan sesudah dibangunnya menara BTS dengan perhitungan regresi dan korelasi menggunakan excel.

Persamaan regresi merupakan persamaan matematik yang memungkinkan peramalan nilai suatu peubah takbebas (dependent variable) dari nilai peubah bebas (independent variable). Fungsi Regresi sederhana, adalah bentuk regresi dengan model yang bertujuan untuk mempelajari hubungan antara dua variabel, yakni

**Universitas Indonesia**

variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat). Jika ditulis dalam bentuk persamaan, model regresi sederhana adalah  $y = a + bx$ , dimana,  $y$  adalah variabel takbebas (terikat),  $X$  adalah variabel bebas,  $a$  adalah penduga bagi intercept ( $\alpha$ ),  $b$  adalah penduga bagi koefisien regresi ( $\beta$ ). Atau dengan kata lain  $\alpha$  dan  $\beta$  adalah parameter yang nilainya tidak diketahui sehingga diduga melalui statistik sampel. (Sambas dan Maman, 2007)

#### Metode Regresi Linier Sederhana

Metode Kuadrat terkecil (*least square method*): metode paling populer untuk menetapkan persamaan regresi linier sederhana

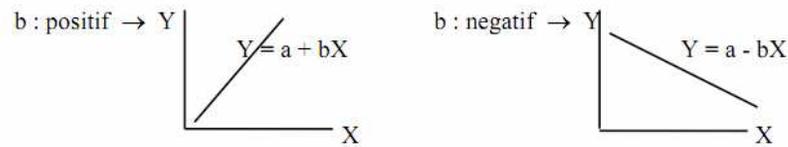
- Bentuk Umum Regresi Linier Sederhana :

$$Y = a + bX$$

$Y$  : Jumlah kejadian sambaran petir     $X$  : Jumlah bangunan menara BTS

$a$  : konstanta     $b$  : kemiringan

Nilai  $b$  dapat positif (+) dapat negatif (-)



- Penetapan Persamaan Regresi Linier Sederhana

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad \text{sehingga} \quad a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$n$  = banyaknya nilai pasangan data

$y_i$  = nilai jumlah kejadian sambaran petir ke- $i$

$x_i$  = nilai jumlah bangunan menara BTS ke- $i$

Analisis korelasi adalah analisis terhadap kekuatan hubungan antara variabel bebas  $X$  dengan variabel tak bebas  $Y$ , dimana variabel bebas  $X$  adalah jumlah bangunan menara BTS dan variabel tak bebas  $Y$  adalah jumlah kejadian sambaran petir, maka analisa korelasi menunjukkan apakah peningkatan  $X$  (jumlah bangunan menara BTS) akan menyebabkan turunnya  $Y$  (Jumlah kejadian sambaran petir), atau peningkatan  $X$  (jumlah bangunan menara BTS) tidak mempengaruhi besarnya  $Y$  (Jumlah kejadian sambaran petir), dan seterusnya. Kekuatan hubungan antara  $X$  (jumlah bangunan menara BTS) dan  $Y$  (Jumlah kejadian sambaran petir) untuk selanjutnya akan ditunjukkan dengan satu bilangan, yang disebut dengan *koefisien korelasi*. Dengan demikian koefisien korelasi linier adalah ukuran hubungan satu variabel  $X$  dengan satu variabel  $Y$ , dan dilambangkan dengan  $r$ .

Ukuran korelasi linier antara dua peubah yang paling banyak digunakan adalah koefisien korelasi momen-hasil kali Pearson, dan akan disingkat dengan koefisien korelasi. Rumus yang digunakan untuk mengukur koefisien korelasi ini adalah :

$$r = \frac{n\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{(n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}}$$

Hubungan linier sempurna antara variabel X (jumlah bangunan menara BTS) dan Y (Jumlah kejadian sambaran petir) terdapat jika  $r = +1$  atau  $r = -1$ . Bila  $r$  mendekati  $+1$  atau  $-1$ , hubungan antara kedua variabel kuat, dan dikatakan terdapat korelasi yang tinggi antara keduanya. Bila  $r$  mendekati nol, hubungan antar X (jumlah bangunan menara BTS) dan Y (Jumlah kejadian sambaran petir) sangat lemah, atau mungkin tidak ada sama sekali (Sambas dan Maman, 2007). Adapun klasifikasi nilai korelasi yang digunakan sebagai berikut :

- 0 – 0,25 = Korelasi lemah
- 0,25 – 0,5 = Korelasi sedang
- 0,5 – 0,75 = Korelasi kuat
- 0,75 – 0,99 = Korelasi sangat kuat
- 1 = Korelasi sempurna

Nilai sebaliknya (negatif) merupakan nilai korelasi kuat berkebalikan

### 3.5.2 Pembuktian Hipotesis yang Kedua

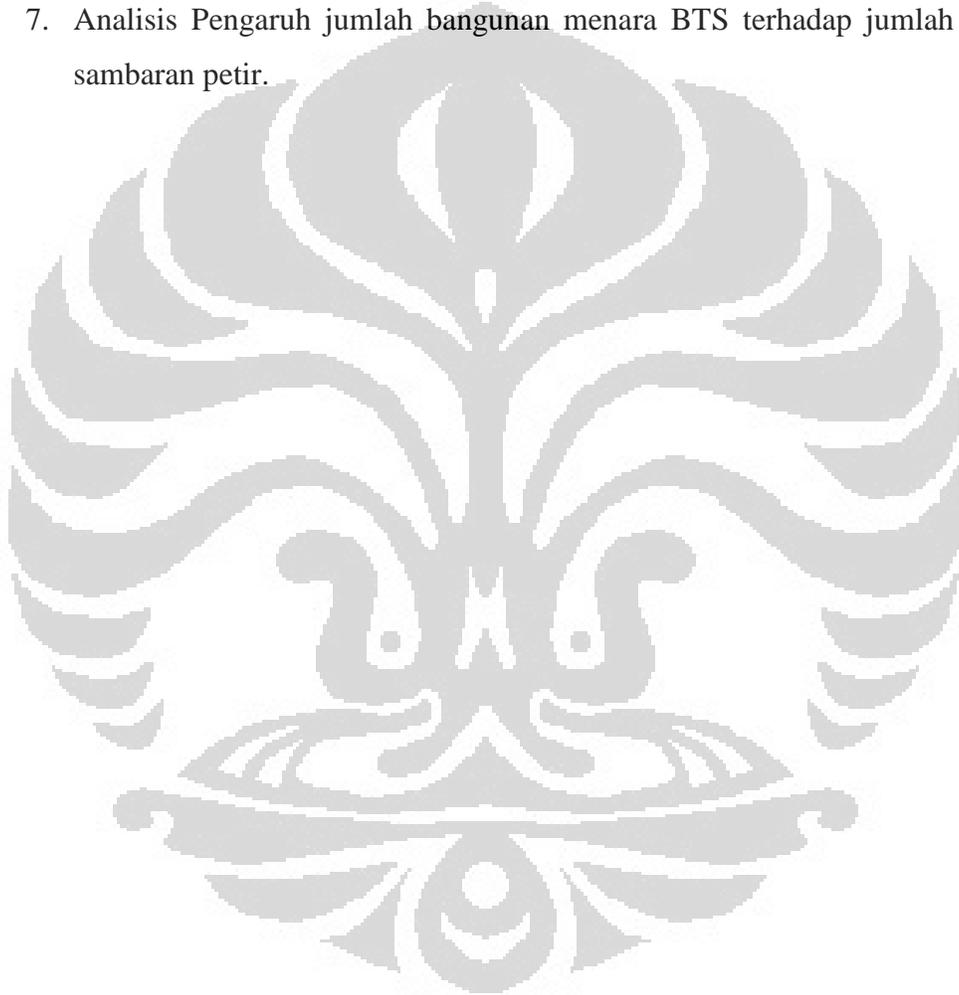
Untuk membuktikan hipotesis yang kedua dengan cara sebagai berikut:

Satuan analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah pola sebaran jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir CG+ dan CG- , pola sebaran jumlah bangunan menara BTS per kecamatan dan grid dengan luasan  $3 \times 3 \text{ km}^2$ . Pembagian  $3 \times 3 \text{ km}^2$  ini didasarkan pada sumber terjadinya petir yang disebabkan awan Comulunimbus yang memiliki panjang horizontal antara 1 km hingga 5 km dan ketinggian minimum awan tersebut 3 km. Selain hal tersebut juga didasarkan pada kejadian petir dimana lidah petir mendekati ke permukaan bumi bercabang-cabang dapat terjadi di lain tempat tidak tepat berada di sekitar gedung atau menara yang tinggi. Panjang step leader ini atau biasa disebut lidah petir ini sekitar 50 m (dalam rentan 5 – 200 m) dengan interval waktu setiap step  $\pm 50 \mu\text{s}$  (30 – 125  $\mu\text{s}$ ), sambaran susulan lidah ini bisa bergerak dengan kecepatan 10 kali lipat dari kecepatan sambaran yang pertama. Dari hasil tersebut diperoleh pergerakan sambaran petir maksimum pada jangkauan 2000 m atau sekitar 2 km. Adapun metoda yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh jumlah bangunan menara BTS dengan peningkatan jumlah kejadian sambaran petir di wilayah Kota Depok.

Dari hasil pengolahan data yang menghasilkan peta klasifikasi jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir yang kemudian di overlay dengan jumlah bangunan menara BTS. Kemudian akan diketahui seberapa besar pengaruh jumlah bangunan menara BTS terhadap jumlah kejadian sambaran petir. Dari hal tersebut di buat tahapan analisisnya adalah sebagai berikut :

1. Pola spasial kejadian dan frekuensi sambaran petir di Kota Depok.
2. Pola Spasial sebaran bangunan menara BTS di Kota Depok.
3. Analisa sebaran kejadian sambaran petir dan bangunan menara BTS per Kecamatan di Kota Depok.

4. Analisa sebaran kejadian sambaran petir dan bangunan menara BTS per grid di Kota Depok.
5. Analisa frekuensi sambaran petir dan bangunan menara BTS per Kecamatan di Kota Depok.
6. Analisa frekuensi sambaran petir dan bangunan menara BTS per grid di Kota Depok
7. Analisis Pengaruh jumlah bangunan menara BTS terhadap jumlah kejadian sambaran petir.



## BAB IV

### DESKRIPSI WILAYAH PENELITIAN

#### 4.1 Kondisi Geografis Perkotaan dan Pemukiman Kota Depok

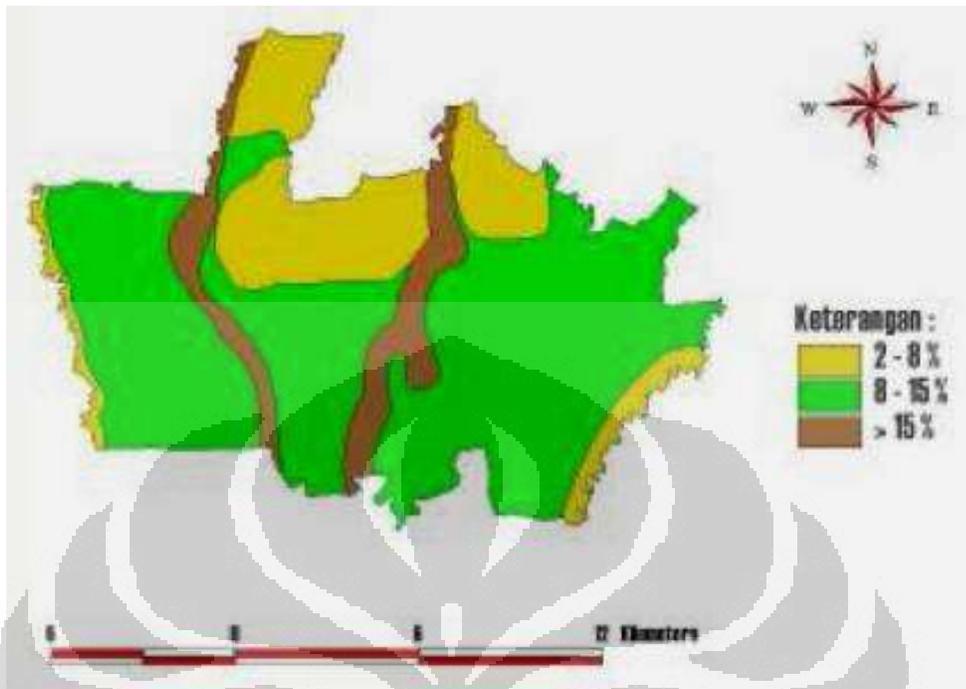
##### 4.1.1. Gambaran Umum Wilayah

Kota Depok terletak di bagian Utara Propinsi Jawa Barat yang secara geografis terletak pada koordinat :  $006^{\circ} 19' 00''$  –  $006^{\circ} 28' 00''$  Lintang Selatan  $106^{\circ} 43' 00''$  –  $106^{\circ} 55' 30''$  Bujur Timur. Kota Depok sebagai salah satu wilayah di Jawa Barat, mempunyai luas wilayah sekitar  $200.29 \text{ Km}^2$ . Wilayah Kota Depok berbatasan dengan tiga Kabupaten dan dua Propinsi. Secara lengkap wilayah ini mempunyai batas-batas sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten dan Wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
- b. Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Pondokgede Kota Bekasi dan Kecamatan Gunung Putri Kabupaten Bogor.
- c. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Cibinong dan Kecamatan Bojonggede Kabupaten Bogor. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Parung

##### 4.1.2. Topografi dan Geomorfologi

Secara umum wilayah Kota Depok di bagian Utara merupakan daerah dataran tinggi, sedangkan di bagian Selatan merupakan daerah perbukitan bergelombang lemah.



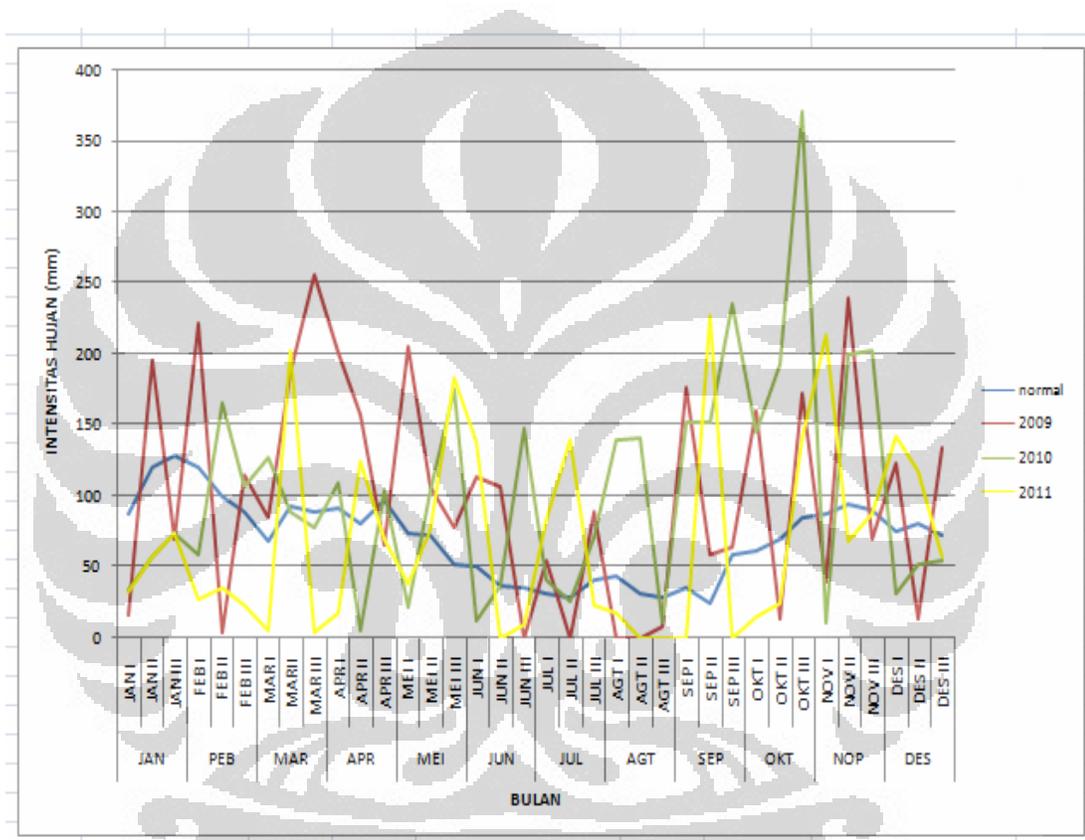
Peta 5. Sebaran Spasial Kelas Lereng Lahan Kota Depok (Sumber: Zain, 2002)

Berdasarkan atas elevasi atau ketinggian garis kontur, maka bentang alam daerah Depok dari selatan ke utara merupakan daerah dataran rendah – perbukitan bergelombang lemah, dengan elevasi antara 50-140 meter di atas permukaan laut. Berdasarkan data RTRW Kota Depok (Anonymous, 2000), sebagian besar wilayah Kota Depok memiliki kemiringan lereng kurang dari 15% (Peta 5).

Bentuk kemiringan wilayah tersebut sangat menentukan jenis penggunaan lahan, intensitas penggunaan lahan dan kepadatan bangunan. Wilayah dengan kemiringan datar hingga sedang digunakan untuk berbagai keperluan khususnya pemukiman, industri dan pertanian.

#### 4.1.3. Iklim dan Curah Hujan

Wilayah Depok termasuk daerah beriklim tropis yang dipengaruhi oleh iklim muson, musim kemarau Bulan April – September dan musim penghujan antara Bulan Oktober – Maret. Perbandingan musim tahun 2009 dan 2010 terhadap normal musim (30 Tahun) dapat dilihat pada grafik dan tabel dibawah.



Gambar 24 Grafik Perbandingan Musim Tahun 2009 hingga 2011 Terhadap Normal Musimnya

Tabel 2 Analisis Musim tahun 2009 hingga 2011

TAHUN 2009						
No	Awal Musim Hujan			Panjang Musim Hujan		
1	Normal	2009	Keterangan	Normal	2009	Keterangan
2	SEP III	SEP I	Lebih Cepat 2 Dasarian	26 das	30 das	Lebih Lama 4 Dasarian
No	Awal Musim Kemarau			Panjang Musim Kemarau		
1	Normal	2009	Keterangan	Normal	2009	Keterangan
2	JUN II	JUN III	Lebih Lambat 1 Dasarian	10 das	7 das	Lebih Pendek 3 Dasarian
TAHUN 2010						
No	Awal Musim Hujan			Panjang Musim Hujan		
1	Normal	2010	Keterangan	Normal	2010	Keterangan
2	SEP III	JUL III	Lebih Cepat 6 Dasarian	26 das	34 das	Lebih Lama 8 Dasarian
No	Awal Musim Kemarau			Panjang Musim Kemarau		
1	Normal	2010	Keterangan	Normal	2010	Keterangan
2	JUN II	JUL I	Lebih Lambat 2 Dasarian	10 das	2 das	Lebih Pendek 8 Dasarian
TAHUN 2011						
No	Awal Musim Hujan			Panjang Musim Hujan		
1	Normal	2011	Keterangan	Normal	2011	Keterangan
2	SEP III	OKT III	Lebih lambat 3 Dasarian	26 das	23 das	Lebih Pendek 3 Dasarian
No	Awal Musim Kemarau			Panjang Musim Kemarau		
1	Normal	2011	Keterangan	Normal	2011	Keterangan
2	JUN II	JUN II	normal	10 das	13 das	Lebih Lama 3 Dasarian

Dari grafik tersebut terlihat perbedaan yang signifikan awal musim hujan dan kemarau di tahun 2009 dan 2010 dimana pada tabel diketahui awal musim hujan pada tahun 2009 dimulai pada September I dimana normalnya pada September III dan terjadinya awal musim hujan yang lebih cepat 2 dasarian, hal ini dapat diketahui dari panjangnya musim hujan pada tahun 2009 lebih lama 4 dasarian, perbedaan nilai ini didasarkan normal panjang musim hujan 26 dasarian sedangkan di tahun 2009 panjang musim hujan mencapai 30 dasarian. Tahun 2009 awal musim kemarau lebih lambat 1 dasarian dengan panjang musim kemarau lebih pendek 3 dasarian.

Pada tahun 2010 awal musim hujan dimulai pada Juli III berbeda dengan awal musim normalnya pada September III dimana awal musim hujan lebih cepat 6

dasarian dengan panjang musim hujan lebih lama 8 dasarian, begitu pula awal musim kemarau tahun 2010 terjadi pada Juli I dimana awal musim normalnya Juni II lebih lambat 2 dasarian dengan panjang musim kemarau lebih pendek 8 dasarian.

Tahun 2011 awal musim hujan dimulai pada Juli Oktober III berbeda dengan awal musim normalnya pada September III dimana awal musim hujan lebih lambat 3 dasarian dengan panjang musim hujan lebih pendek 3 dasarian, untuk awal musim kemarau tahun 2011 terjadi pada Juni II dan terjadinya normal dimana awal musim normalnya Juni II.

#### 4.2 Perkembangan Kawasan Pemukiman di Kota Depok

Analisis perkembangan wilayah permukiman di Kota Depok dengan menggunakan identifikasi penggunaan lahan dan tutupan lahan permukiman. Untuk mengetahui komposisi penggunaan tanah permukiman di Depok dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3 Komposisi Luasan Penggunaan Tanah di Depok

JENIS PENGGUNAAN LAHAN (Ha) Th 2006	Bangunan	Danau/Situ	Hutan	perkebunan	Permukiman	Rawa	Tanah Kosong	Sawah	Belukar	Tegalan
LUASAN	82,44	88,78	0,00	2572,43	11477,66	25,37	1283,05	1088,58	23,25	4821,46

Sumber: BPN

Dari tabel di atas diketahui bahwa proporsi kawasan permukiman di Depok sudah tinggi. Hal tersebut merupakan konsekuensi dari pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat dari tahun ke tahun yang memaksa manusia untuk mencari tempat tinggal walaupun jauh dari pusat aktivitas sosial ekonomi. Pertumbuhan tutupan lahan permukiman dipengaruhi oleh faktor penduduk dan kondisi lahan yang tersedia. Semakin berkembangnya suatu peradaban (kota) akan menjadi daya tarik, baik berupa fasilitas yang tersedia sampai dengan lapangan pekerjaan, sehingga

**Universitas Indonesia**

penduduknya juga akan semakin bertambah baik dari faktor alami (kelahiran) maupun non alami seperti migrasi masuk. Bertambahnya penduduk dengan sendirinya akan mengakibatkan penambahan kebutuhan akan ruang untuk tempat tinggal (permukiman). Jumlah penduduk Kota Depok tahun 2009 berjumlah 1.408.872 jiwa dan tahun 2010 berjumlah 1.639.173 jiwa dimana kenaikan jumlah penduduk di Kota Depok sebesar 230.301 jiwa (BPS, 2011). Dari tahun tersebut kenaikan jumlah penduduk di Kota Depok mengalami kenaikan 16 %. Seiring dengan hal tersebut, jumlah pengguna telepon selular juga semakin meningkat. Berdasarkan strategi pelayanan perusahaan provider telepon seluler maka jumlah bangunan BTS di Kota Depok umumnya semakin banyak. Pada tahun 2011 terdapat 297 buah BTS dari berbagai provider telepon seluler dan lokasinya tersebar hampir merata di seluruh Kecamatan di Kota Depok.



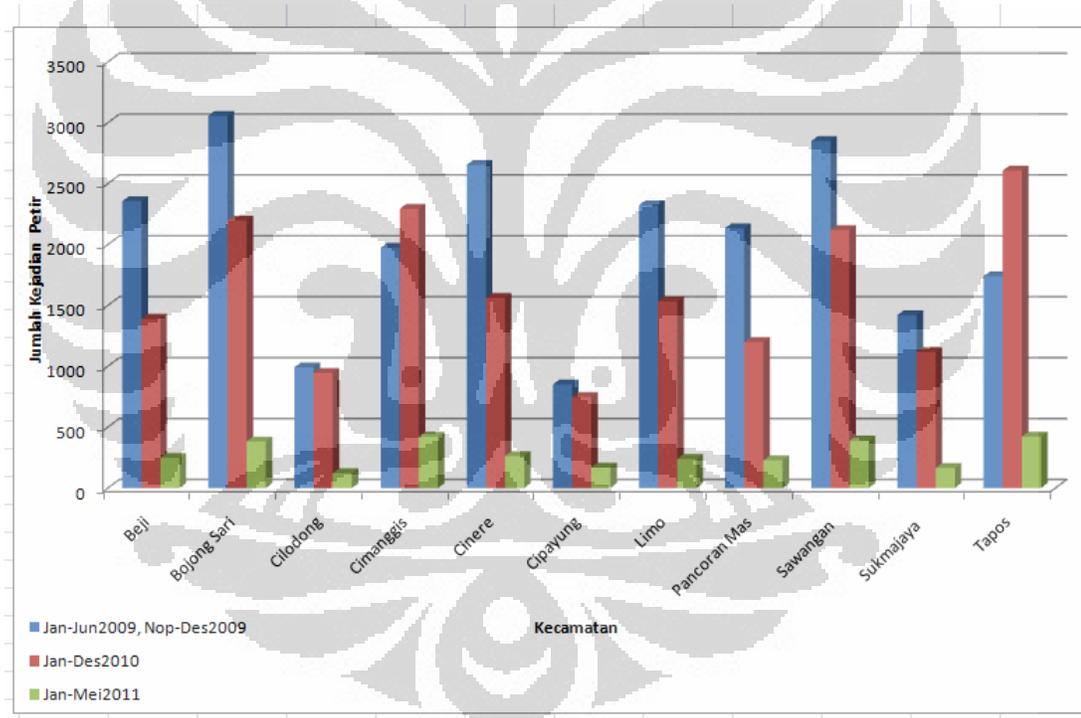
## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

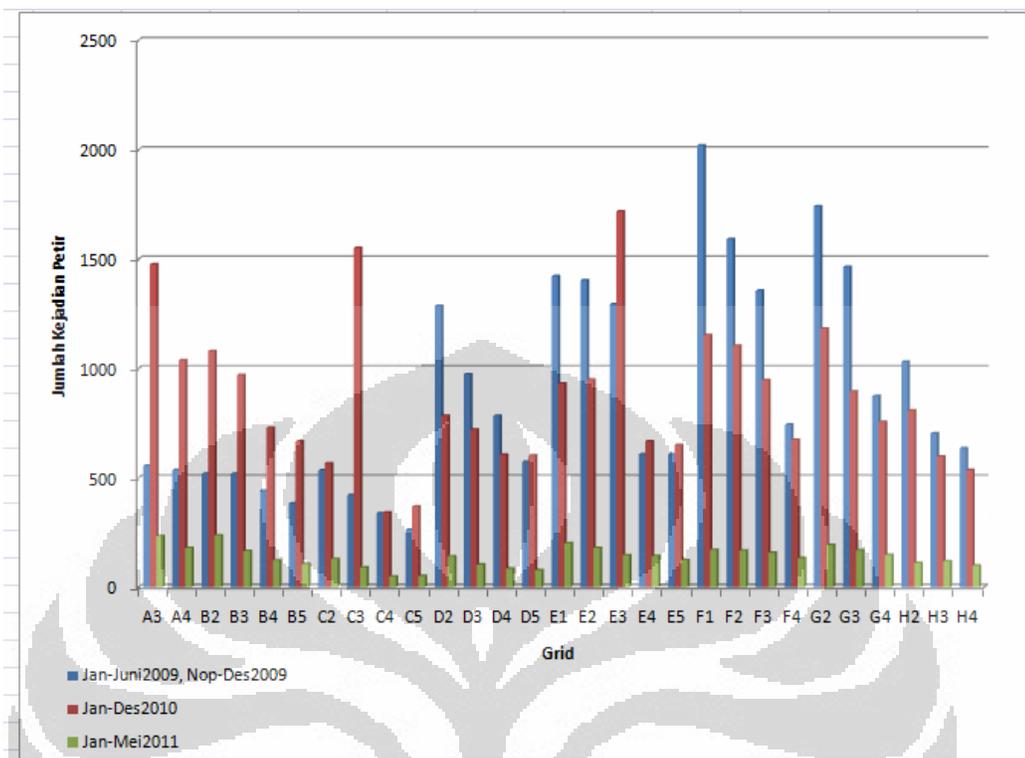
#### 5.1. Hasil

##### 5.1.1 Hasil Analisis Rata-rata Jumlah Kejadian Petir CG Tahun 2009 - 2011

Untuk menjelaskan jumlah kejadian sambaran petir CG+ dan CG- di wilayah Kota Depok per Kecamatan dan grid antara bulan Januari 2009 hingga bulan Mei 2011 dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 25 Grafik (Histogram) Jumlah kejadian sambaran petir per Kecamatan tahun 2009-2011



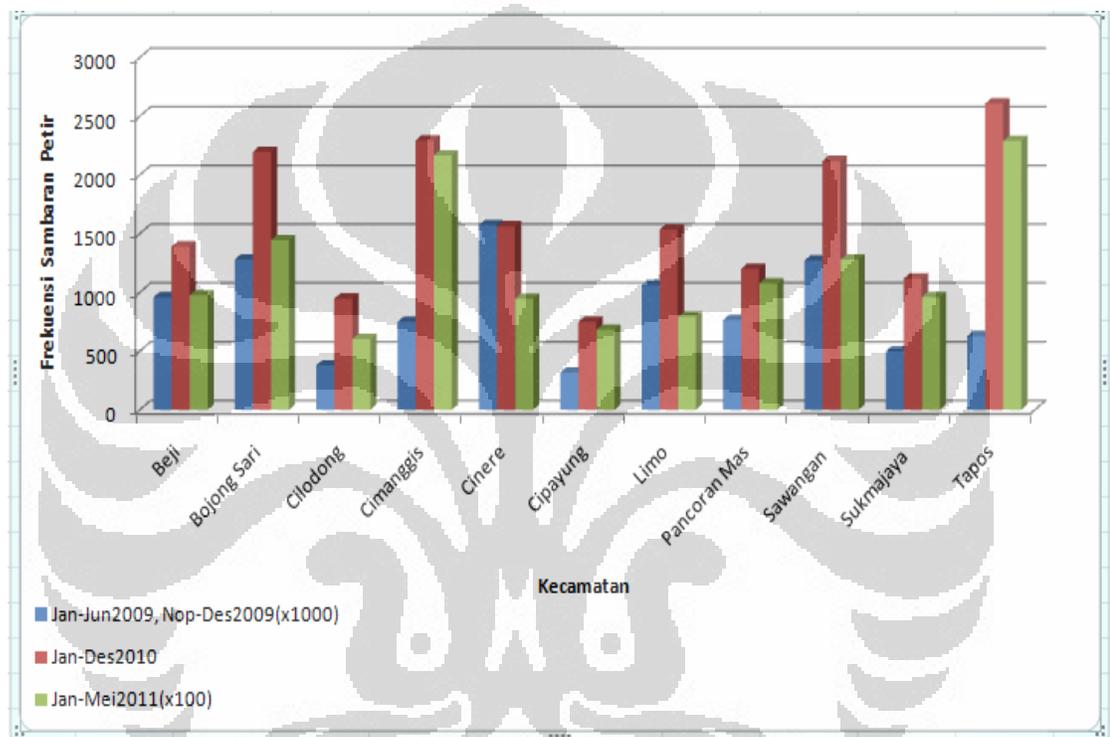
Gambar 26 Grafik (Histogram) Jumlah kejadian sambaran petir per grid tahun 2009-2011

Jumlah kejadian sambaran petir CG+ dan CG- antara bulan Januari 2009 hingga bulan Mei 2011 seperti terlihat pada gambar grafik 24 dan 25 di atas menunjukkan pola jumlah kejadian sambaran petir tahun 2009 dan 2010 tidak jauh berbeda. Perbedaan yang signifikan terjadi di tahun 2011, hal ini dikarenakan di tahun 2011 jumlah sambaran petir hanya dianalisis selama 5 bulan antara Januari hingga Mei 2011. Hasil analisis jumlah kejadian sambaran petir tertinggi pada periode penelitian dalam satuan unit per Kecamatan terdapat di Kecamatan Bojongsari pada tahun 2009 dengan jumlah kejadian 3.057 sambaran petir dan jumlah kejadian sambaran petir terendah di Kecamatan Cilodong pada tahun 2011 dengan jumlah kejadian 121 sambaran petir. Untuk satuan unit analisis per grid didapatkan jumlah kejadian sambaran petir tertinggi berada di grid F1 pada tahun 2009 dengan jumlah kejadian 2000 sambaran petir dan jumlah sambaran petir terendah di grid C4 pada tahun 2011 dengan jumlah kejadian 48 sambaran petir.

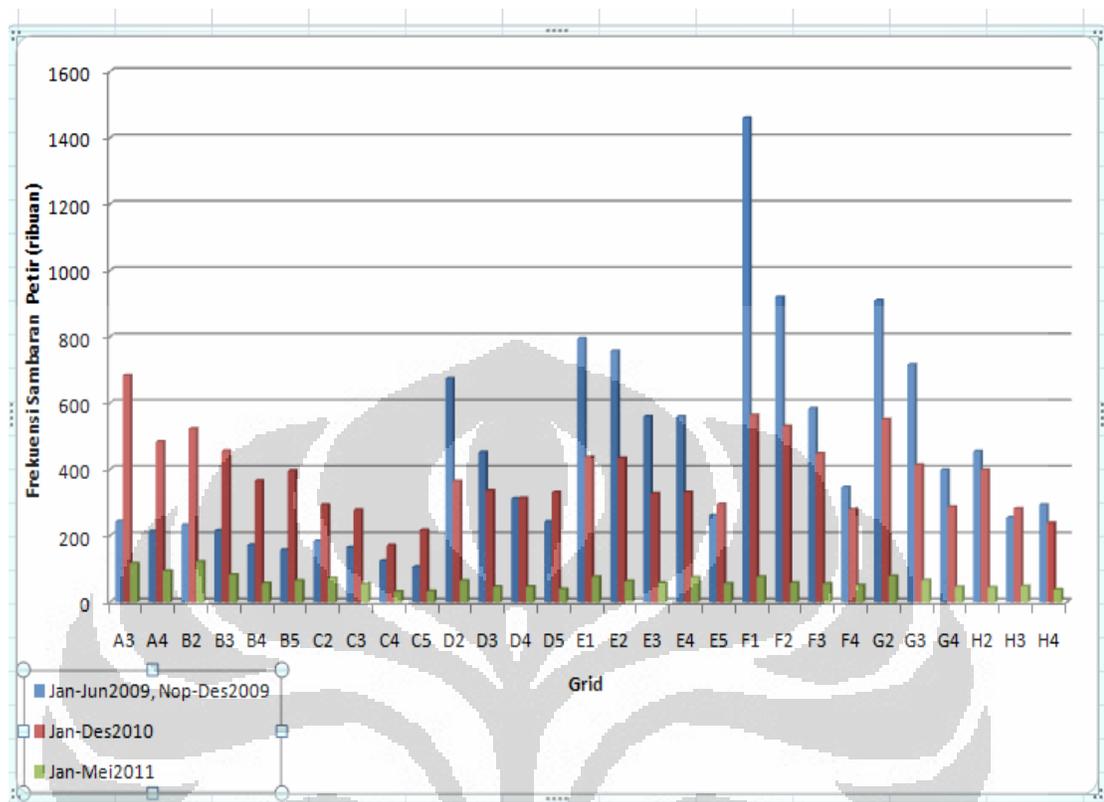
Adanya perbedaan jumlah kejadian sambaran petir tersebut disebabkan oleh faktor cuaca dan iklim yang mempengaruhi. Proses terjadinya petir sebagian besar disebabkan oleh faktor lokal yaitu gejala pemanasan atau konvektivitas. Gejala pemanasan sering terjadi pada musim pancaroba, baik itu dari musim hujan ke musim kemarau ataupun peralihan dari musim kemarau ke penghujan. Hasil analisis musim tahun 2009 hingga 2011 menunjukkan perbedaan yang signifikan awal musim hujan dan kemarau. Pada tahun 2009 musim peralihan ataupun pancaroba dapat terlihat jelas dimana terjadinya antara bulan Mei hingga Juni peralihan musim hujan ke kemarau dan bulan Agustus hingga September peralihan musim kemarau ke penghujan. Pada tahun 2010 terjadinya penurunan jumlah kejadian sambaran petir dikarenakan musim kemaraunya yang sangat pendek hanya terjadi pada bulan Juli 2010, dimana musim pancarobanya terjadi antara Juni hingga Juli untuk peralihan musim hujan ke kemarau dan Juli hingga Agustus peralihan musim kemarau ke penghujan. Di tahun 2011 musim hujan dan kemaraunya terlihat jelas dimana musim peralihan atau pancaroba terjadi pada bulan Mei hingga Juni untuk peralihan dari musim hujan ke kemarau dan bulan Oktober hingga Nopember untuk peralihan musim kemarau ke penghujan. Pada bulan-bulan peralihan tersebut seharusnya banyak peningkatan jumlah kejadian sambaran petir, dari dasar itulah di tahun 2011 didapatkan hasil jumlah kejadian sambaran petir yang rendah.

### 5.1.2 Hasil Analisis Rata-rata Jumlah Frekuensi Sambaran Petir CG Tahun 2009 - 2011

Untuk menjelaskan frekuensi sambaran petir CG+ dan CG- di wilayah Kota Depok per Kecamatan dan grid antara bulan Januari 2009 hingga bulan Mei 2011 dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 27 Grafik (Histogram) Frekuensi sambaran petir per Kecamatan tahun 2009-2011



Gambar 28 Grafik (Histogram) frekuensi sambaran petir per grid tahun 2009-2011

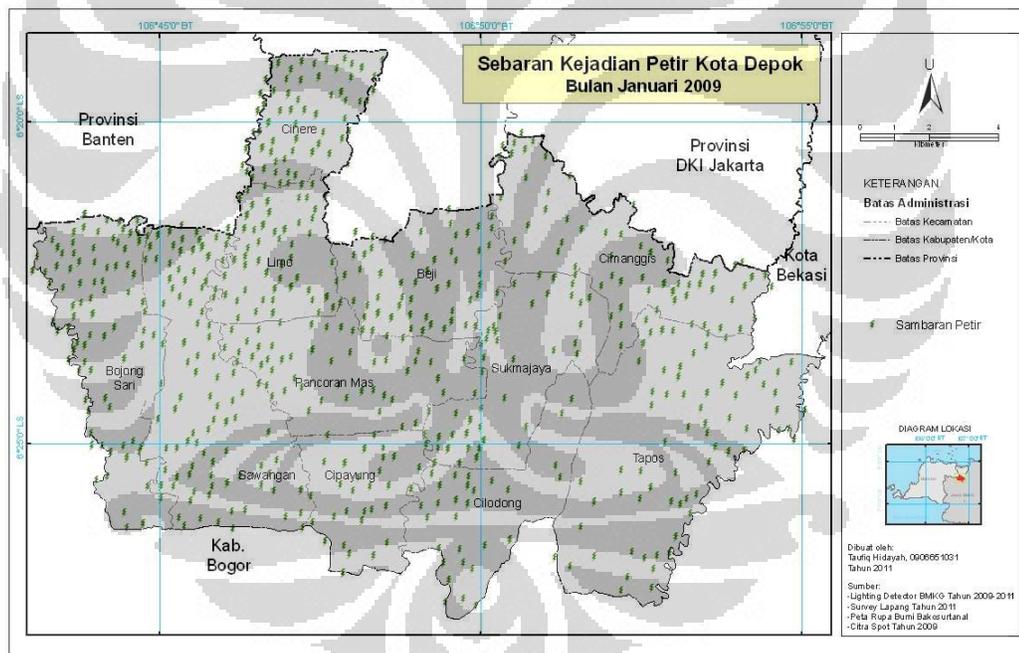
Frekuensi sambaran petir CG+ dan CG- antara bulan Januari 2009 hingga bulan Mei 2011 seperti terlihat pada gambar grafik 25 dan 26 di atas setiap tahunnya menunjukkan pola yang berbeda. Perbedaan yang signifikan terjadi di tahun 2011. Hasil analisis frekuensi sambaran petir tertinggi pada periode penelitian dalam satuan unit per Kecamatan terdapat di tahun 2009 dimana jumlah frekuensi sambaran tertinggi berada di Kecamatan Cinere dengan jumlah frekuensi sambaran petir sebesar 1.571.887 sambaran petir dan jumlah frekuensi sambaran petir terendah di Kecamatan Cipayung dengan jumlah frekuensi sambaran petir sebesar 317.583 sambaran petir. Untuk satuan unit analisis per grid didapatkan jumlah frekuensi sambaran petir tertinggi terjadi pada tahun 2009 yang berada di grid F1 dengan jumlah frekuensi sambaran petir sebesar 1.459.790 sambaran petir dan jumlah

frekuensi sambaran petir terendah terjadi pada tahun 2011 di grid C4 dengan jumlah frekuensi sambaran petir sebesar 30.816 sambaran petir.

### 5.1.3 Pola Spasial Kejadian dan Frekuensi Sambaran Petir di Kota Depok

#### a. Pola Spasial Kejadian Sambaran Petir

Untuk menjelaskan pola kejadian sambaran petir di wilayah Kota Depok antara bulan Januari 2009 hingga bulan Mei 2011 dapat dilihat pada contoh peta kejadian sambaran petir bulan Januari 2009 di bawah ini. (Objek peta periode penelitian sambaran petir terdapat pada lampiran I)



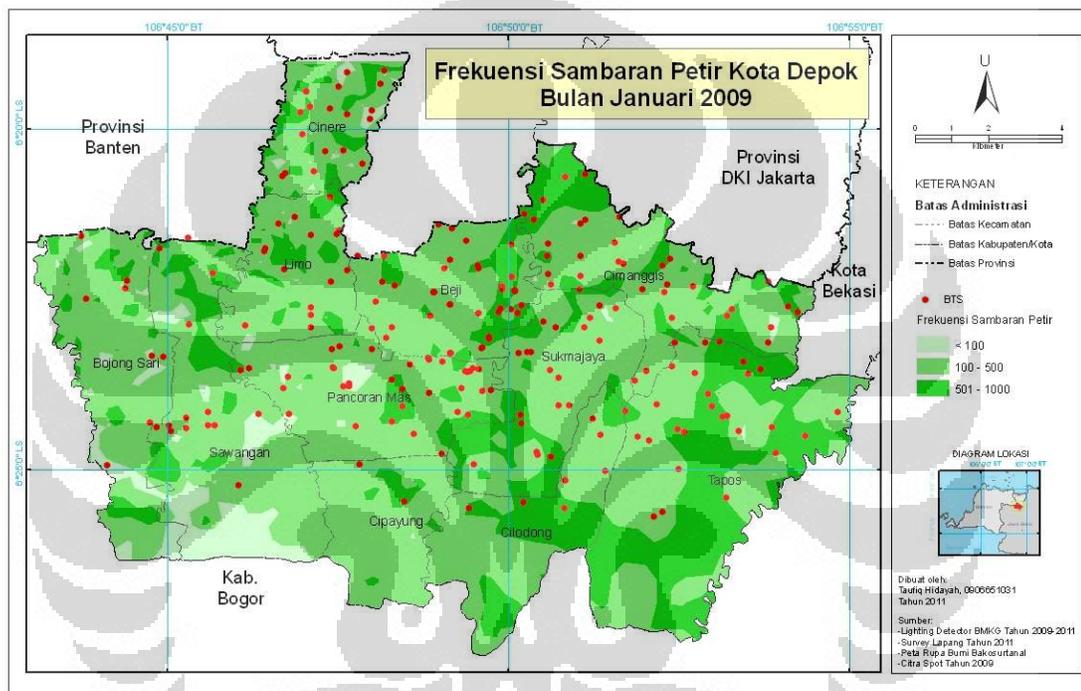
Peta 6. Sebaran Sambaran Petir Bulan Januari 2009

Pada peta 6 diatas didapatkan pola kejadian sambaran petir di kota Depok pada bulan Januari 2009 hampir merata di setiap wilayah, jumlah tertinggi sambaran petir terjadi di wilayah Utara Kota Depok khususnya di beberapa Kecamatan meliputi kecamatan Cinere, Limo dan Tapos bagian Utara.

Universitas Indonesia

## b. Pola Spasial Frekuensi Sambaran Petir

Untuk menjelaskan pola frekuensi sambaran petir di wilayah Depok antara bulan Januari 2009 hingga bulan Mei 2011 dapat dilihat pada contoh peta frekuensi sambaran petir bulan Januari 2009 dibawah ini. (Objek peta periode penelitian frekuensi sambaran petir terdapat pada lampiran II)

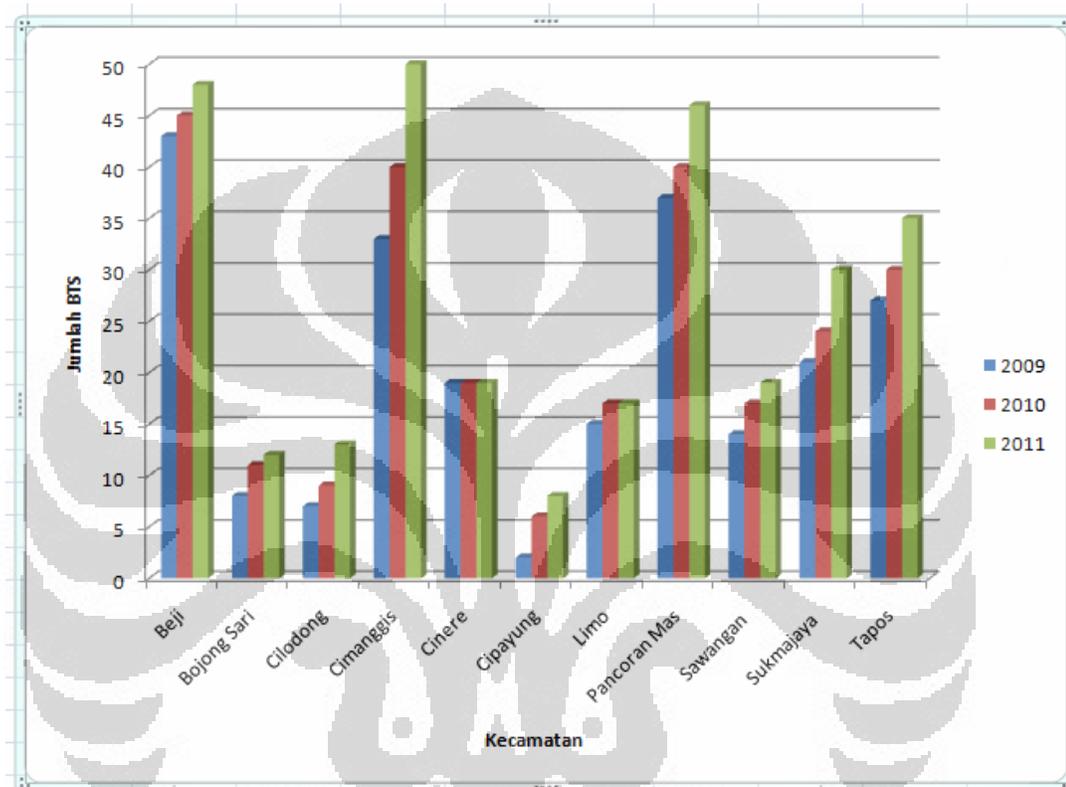


Peta 7. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Januari 2009

Pola frekuensi sambaran petir di Kota Depok pada bulan Januari 2009 dengan nilai frekuensi sambaran petir yang tidak merata, dimana jumlah frekuensi sambaran tertinggi terdapat di sebagian besar wilayah Kecamatan Tapos dan Cilodong sedangkan wilayah Kecamatan lainnya jumlah frekuensi tertinggi tidak merata.

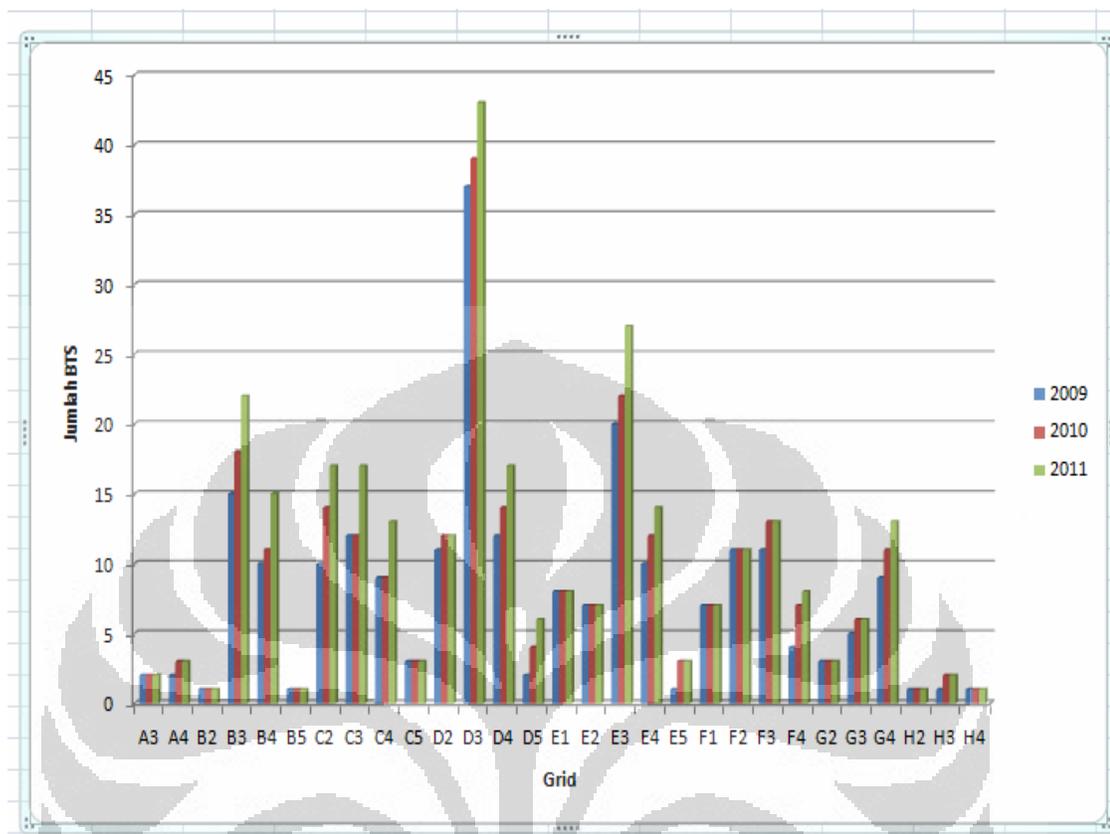
#### 5.1.4 Hasil Analisis Rata-rata Jumlah Bangunan Menara BTS Tahun 2009 - 2011

Jumlah bangunan menara BTS di setiap Kecamatan dan grid di kota Depok pada tahun 2009 hingga 2011 dapat dilihat dalam bentuk grafik (histogram) berikut ini.



Gambar 29 Grafik (Histogram) Jumlah bangunan menara BTS per Kecamatan tahun 2009-2011

Pada gambar grafik 26 terlihat jumlah bangunan menara BTS tertinggi di Kecamatan Cimanggis dengan jumlah bangunan menara BTS sebanyak 50 BTS, sedangkan jumlah bangunan menara BTS terendah di Kecamatan Cipayung sebanyak 8 BTS. Penambahan bangunan menara BTS antara tahun 2009 hingga 2011 tertinggi terdapat pada Kecamatan Cimanggis dengan jumlah penambahan bangunan menara BTS sebanyak 17 BTS sedangkan di Kecamatan Cinere tidak ada penambahan bangunan menara BTS.



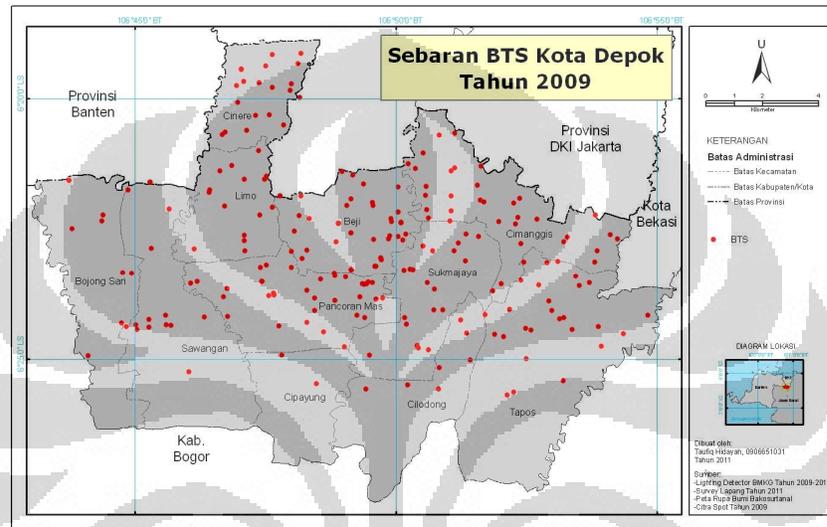
Gambar 30 Grafik (Histogram) Jumlah bangunan menara BTS per grid tahun 2009-2011

Pada gambar grafik 27 terlihat jumlah bangunan menara BTS tertinggi di grid D3 dengan jumlah bangunan menara BTS sebanyak 43 BTS, sedangkan jumlah bangunan menara BTS terendah di grid B2, B5 dan H4 sebanyak 1 BTS. Penambahan bangunan menara BTS antara tahun 2009 hingga 2011 tertinggi terdapat pada grid B2, C2 dan E3 dengan jumlah penambahan bangunan menara BTS sebanyak 7 BTS sedangkan di grid A3, B2, B5, C5, E1, E2, F1, F2, G2, H2 dan H4 tidak ada penambahan bangunan menara BTS.

Berdasarkan kedua grafik di atas baik itu dalam Kecamatan maupun grid diketahui jumlah penambahan bangunan menara BTS di Kota Depok tidak merata dan tidak signifikan jumlahnya.

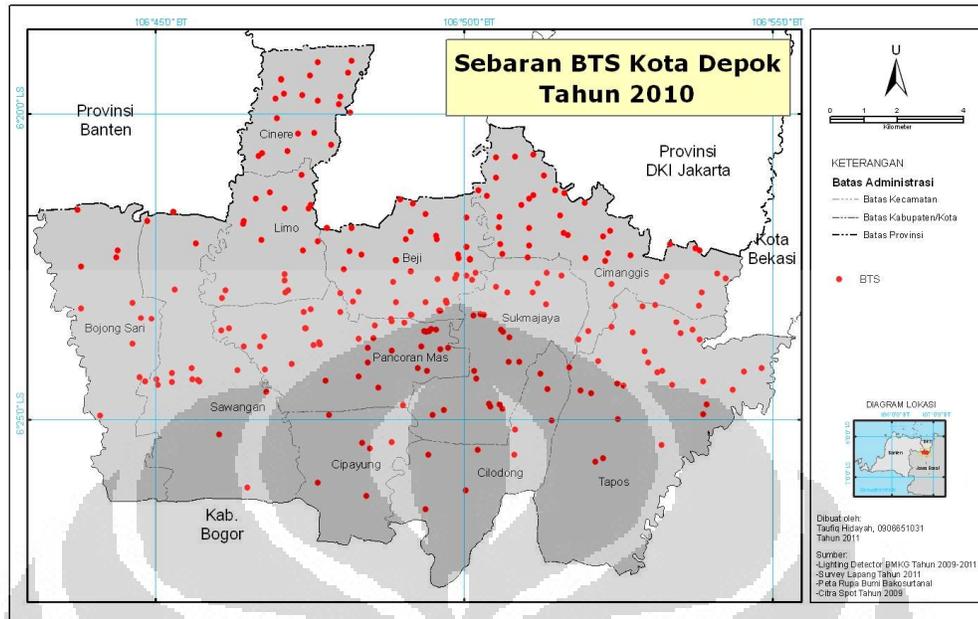
### 5.1.5 Pola Spasial Sebaran Bangunan Menara BTS di Kota Depok Tahun 2009 - 2011

Untuk menjelaskan posisi bangunan menara BTS di Kota Depok pada tahun 2009 hingga 2011 dapat dilihat pada peta berikut ini.



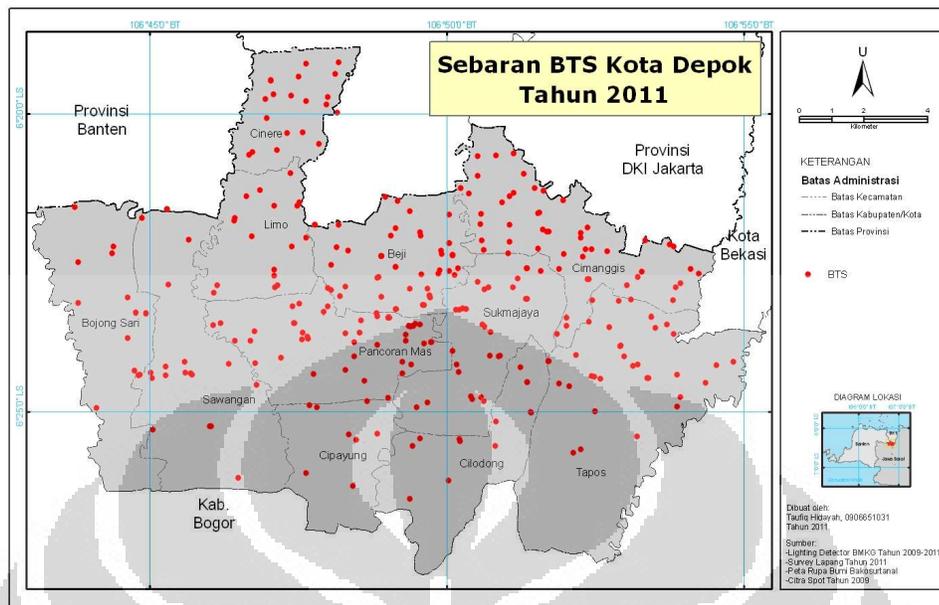
Peta 8. Sebaran BTS tahun 2009 Di Kota Depok.

Pola sebaran bangunan menara BTS pada tahun 2009 hampir merata diseluruh wilayah Kota Depok, jumlah bangunan menara BTS lebih banyak terkonsentrasi merata di bagian Utara dan Timur kota Depok sedangkan dibagian Barat dan Selatan jumlahnya lebih sedikit dan tidak merata. Jumlah bangunan menara BTS tertinggi ter dapat di Kecamatan Beji dengan jumlah bangunan menara BTS sebanyak 43 BTS, sedangkan jumlah bangunan menara BTS terrendah di Kecamatan Cipayung dengan jumlah bangunan menara BTS sebanyak 2 BTS.



Peta 9. Sebaran BTS tahun 2010 Di Kota Depok.

Pola sebaran bangunan menara BTS pada tahun 2010 terlihat pola yang sama dengan tahun 2009 dimana jumlah bangunan menara BTS terkonsentrasi merata di bagian Utara dan Timur Kota Depok walaupun dibagian Timur dan Selatan ada penambahan jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah yang tidak terlalu signifikan. Jumlah bangunan menara BTS tertinggi terdapat di Kecamatan Beji dengan jumlah bangunan menara BTS sebanyak 45 BTS, sedangkan jumlah bangunan menara BTS terendah di Kecamatan Cipayung dengan jumlah bangunan menara BTS sebanyak 6 BTS.

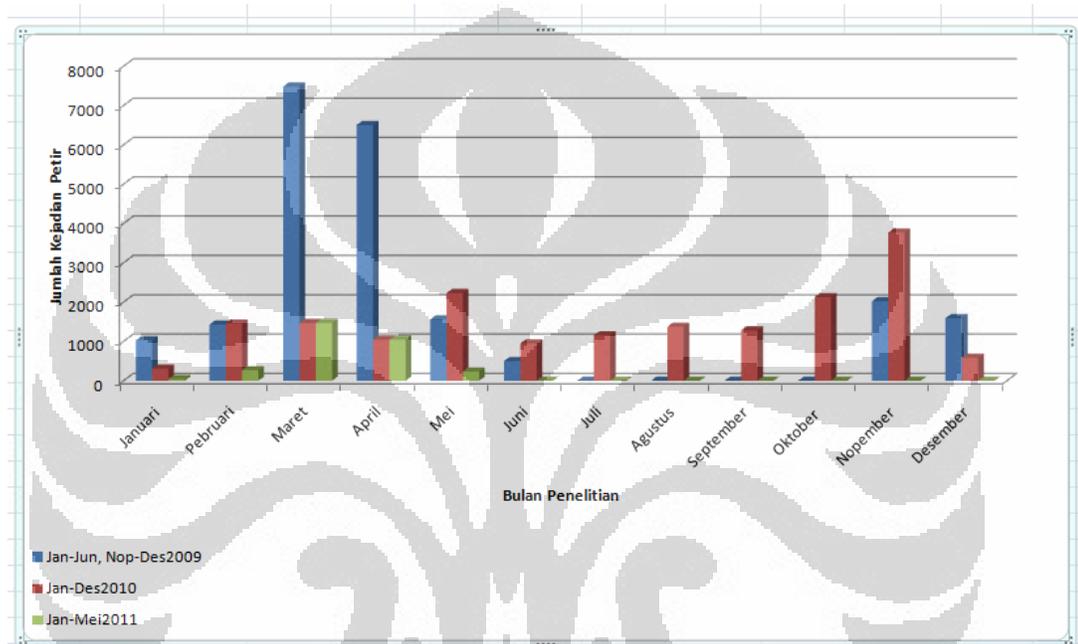


Peta 10. Sebaran BTS tahun 2011 Di Kota Depok.

Pola sebaran jumlah bangunan menara BTS pada tahun 2011 tetap terkonsentrasi di wilayah Utara dan Timur Kota Depok, hal ini dikarenakan tidak terlalu banyak jumlah bangunan menara BTS yang ditempatkan di wilayah Barat dan Selatan Kota Depok. Jumlah bangunan menara BTS tertinggi terdapat di Kecamatan Beji dengan jumlah bangunan menara BTS sebanyak 48 BTS, sedangkan jumlah bangunan menara BTS terendah di Kecamatan Cipayung dengan jumlah bangunan menara BTS sebanyak 8 BTS.

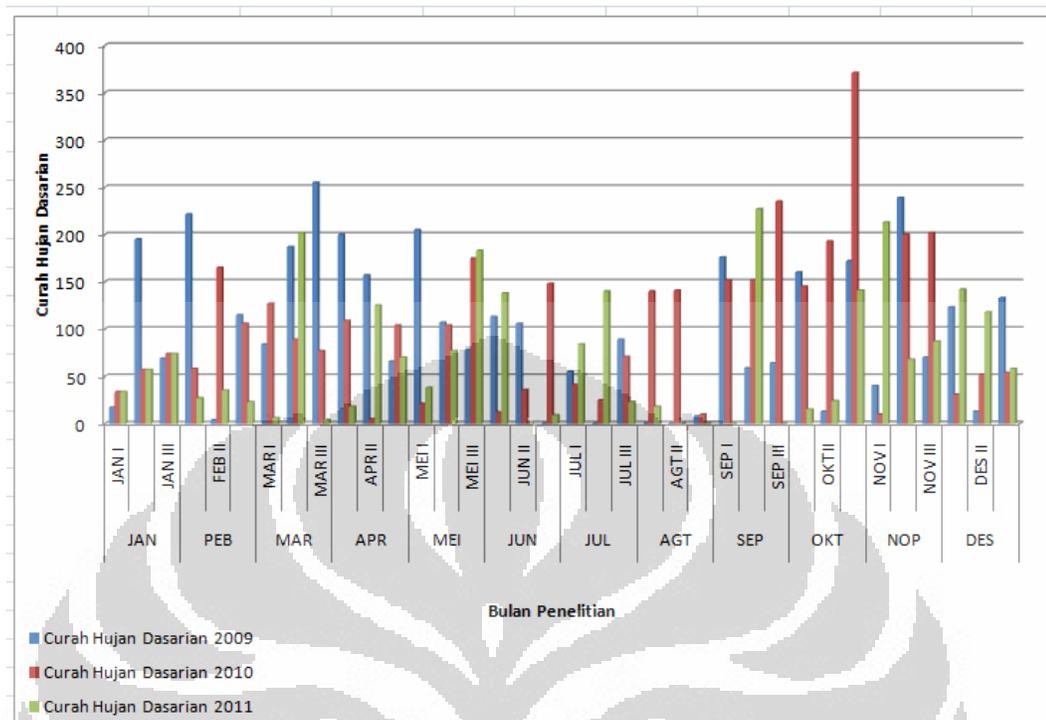
### 5.1.6 Hasil Analisis Rata-rata Jumlah Kejadian Petir dan Curah Hujan di Kota Depok Tahun 2009 - 2011

Jumlah kejadian petir di Kota Depok Per Bulan di dalam masa peneelitan ini yaitu antara Januari 2009 hingga Mei 2011 dapat dilihat pada gambar grafik berikut ini.



Gambar 31 Grafik (Histogram) Jumlah kejadian petir per bulan pada tahun 2009-2011

Analisis musim pada periode penelitian yaitu pada tahun 2009 hingga 2011 dengan menggunakan data curah hujan dasarian yang dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini



Gambar 32 Grafik (Histogram) Jumlah curah hujan dasarian di Kota Depok pada tahun 2009-2011

Tabel 4. Analisis musim hujan dan kemarau Tahun 2009 - 2011

Tahun/Bulan	JAN			PEB			MAR			APR			MEI			JUN		
2009	JAN I	JAN II	JAN III	FEB I	FEB II	FEB III	MAR I	MAR II	MAR III	APR I	APR II	APR III	MEI I	MEI II	MEI III	JUN I	JUN II	JUN III
Tahun/Bulan	JUL			AGT			SEP			OKT			NOP			DES		
2009	JUL I	JUL II	JUL III	AGT I	AGT II	AGT III	SEP I	SEP II	SEP III	OKT I	OKT II	OKT III	NOV I	NOV II	NOV III	DES I	DES II	DES III
Tahun/Bulan	JAN			PEB			MAR			APR			MEI			JUN		
2010	JAN I	JAN II	JAN III	FEB I	FEB II	FEB III	MAR I	MAR II	MAR III	APR I	APR II	APR III	MEI I	MEI II	MEI III	JUN I	JUN II	JUN III
Tahun/Bulan	JUL			AGT			SEP			OKT			NOP			DES		
2010	JUL I	JUL II	JUL III	AGT I	AGT II	AGT III	SEP I	SEP II	SEP III	OKT I	OKT II	OKT III	NOV I	NOV II	NOV III	DES I	DES II	DES III
Tahun/Bulan	JAN			PEB			MAR			APR			MEI			JUN		
2011	JAN I	JAN II	JAN III	FEB I	FEB II	FEB III	MAR I	MAR II	MAR III	APR I	APR II	APR III	MEI I	MEI II	MEI III	JUN I	JUN II	JUN III
Tahun/Bulan	JUL			AGT			SEP			OKT			NOP			DES		
2011	JUL I	JUL II	JUL III	AGT I	AGT II	AGT III	SEP I	SEP II	SEP III	OKT I	OKT II	OKT III	NOV I	NOV II	NOV III	DES I	DES II	DES III
MUSIM KEMARAU																		
MUSIM HUJAN																		

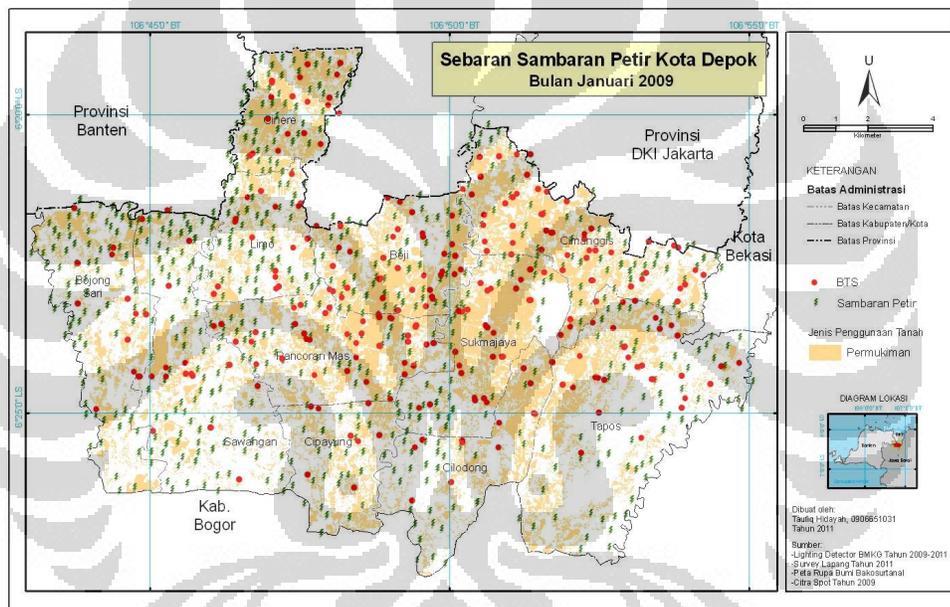
Dari kedua gambar grafik diatas dapat dianalisis jumlah kejadian petir per bulan di setiap tahunnya dan dibandingkan dengan analisis musim yang terjadi pada tahun penelitian tersebut (Tabel 5). Jumlah kejadian petir pada tahun 2009 tertinggi pada

bulan Maret sedangkan jumlah kejadian terendah pada bulan Juni 2009. Pada tahun 2010 jumlah kejadian petir tertinggi terjadi pada bulan Nopember dan terendah pada bulan Januari 2010, sedangkan untuk tahun 2011 masa penelitian didapatkan jumlah kejadian petir tertinggi terjadi pada bulan Maret dan terendah terjadi pada bulan Januari 2011. Tingginya jumlah kejadian petir bulan Maret 2009 dimana pada saat tersebut masih musim hujan dan merupakan bulan transisi peralihan dari musim hujan ke kemarau. Di tahun 2010 jumlah kejadian petir mengalami penurunan yang cukup tajam atau signifikan dimana jumlah kejadian petir tertinggi berbarengan dengan musim hujan di tahun 2010, dimana pada bulan Nopember 2010 merupakan bulan peralihan musim kemarau ke musim penghujan. Sedangkan di tahun 2011 jumlah kejadian petir pada bulan Januari hingga Mei sudah mulai meningkat bila dibandingkan dengan tahun 2010 dimana jumlah kejadian tertinggi pada bulan Maret dan terendah pada bulan Januari 2011. Jumlah kejadian petir tertinggi di bulan Maret 2011 dimana bulan tersebut merupakan bulan peralihan atau transisi dari bulan musim hujan ke kemarau.

## 5.2 Pembahasan

### 5.2.1. Hubungan Jumlah Kejadian Petir dan Bangunan Menara BTS

Pola spasial sebaran jumlah kejadian sambaran petir CG dan bangunan BTS di setiap Kecamatan Kota Depok pada tahun 2009 sampai dengan 2011 seperti terlihat pada contoh peta sebaran jumlah kejadian petir dan bangunan BTS bulan Januari 2009 berikut ini. (Objek peta periode penelitian frekuensi petir terdapat pada lampiran III)



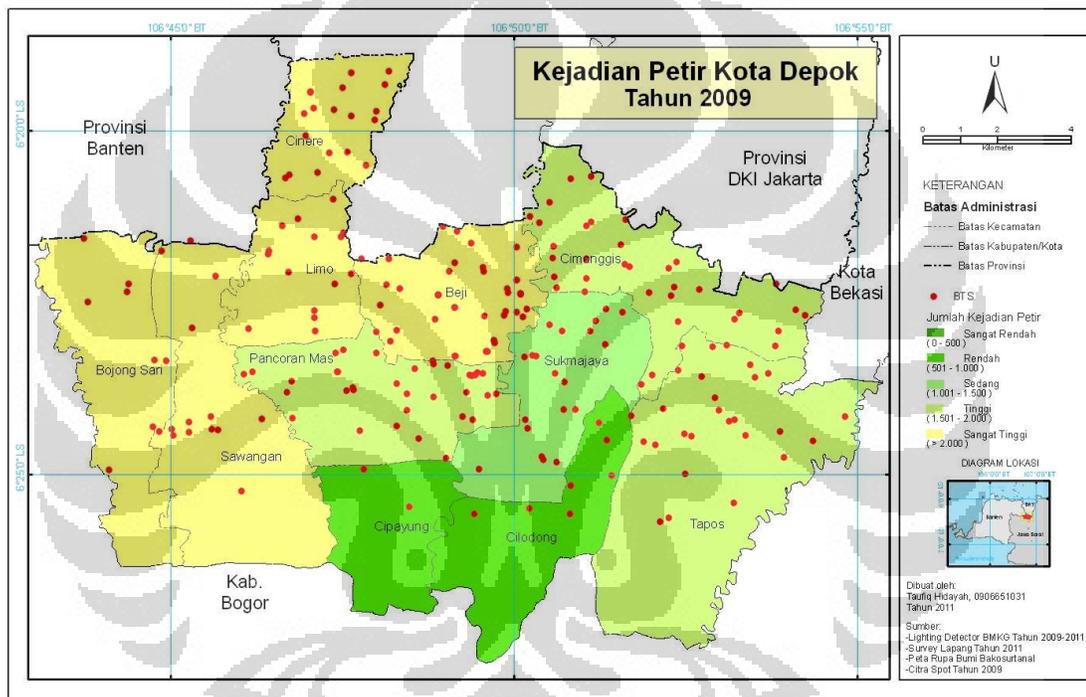
Peta 11. Sebaran Petir dan BTS di Permukiman Kota Depok Pebruari 2009

Pola sebaran jumlah kejadian petir dan bangunan BTS di Kota Depok pada bulan Januari 2009 didapatkan pola sebaran yang tidak merata, dimana jumlah kejadian petir terbanyak berada di bagian Utara Kota Depok berbeda dengan jumlah bangunan BTS yang terbanyak berada di sentral atau tengah Kota Depok. Pola sebaran bangunan menara BTS terlihat sebagian besar berada di wilayah permukiman terutama di Kecamatan Beji, Sukmajaya, Cinere dan Pancoran Mas.

**Universitas Indonesia**

a. Analisa Sebaran Kejadian Sambaran Petir dan Bangunan BTS Per Kecamatan di wilayah permukiman Kota Depok

Dari pemetaan sebaran kejadian petir dan menara BTS tiap bulan dari tahun 2009 hingga 2011, maka dapat dibuat klasifikasi di setiap Kecamatan di Kota Depok yang memiliki jumlah kejadian petir tertinggi dan terendah per tahunnya yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



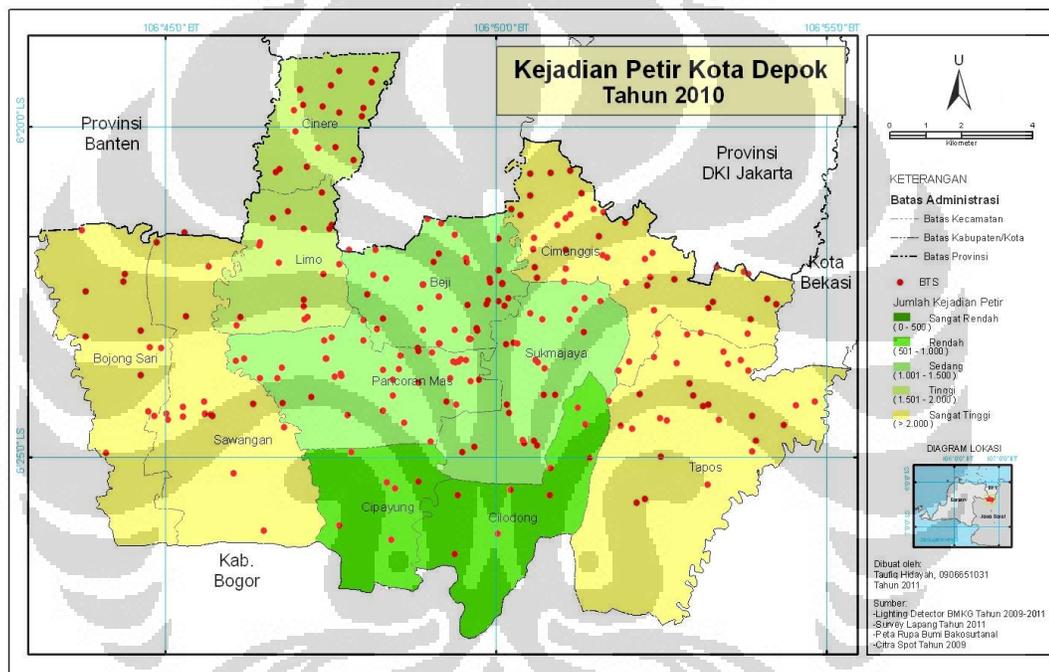
V

Peta 12. Klasifikasi Jumlah Kejadian Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009

Pada peta 12 diketahui jumlah kejadian sambaran petir tertinggi berada di Kecamatan Bojongsari, Sawangan, Limo, Cinere dan Beji dengan jumlah sambaran lebih dari 2000 sambaran (*strokes*) yang dikategorikan sangat tinggi, dimana jumlah bangunan BTS tertinggi berada di Kecamatan Beji dengan jumlah bangunan BTS sebanyak 43 BTS, dan terendah di Kecamatan Bojongsari dengan jumlah bangunan BTS sebanyak

**Universitas Indonesia**

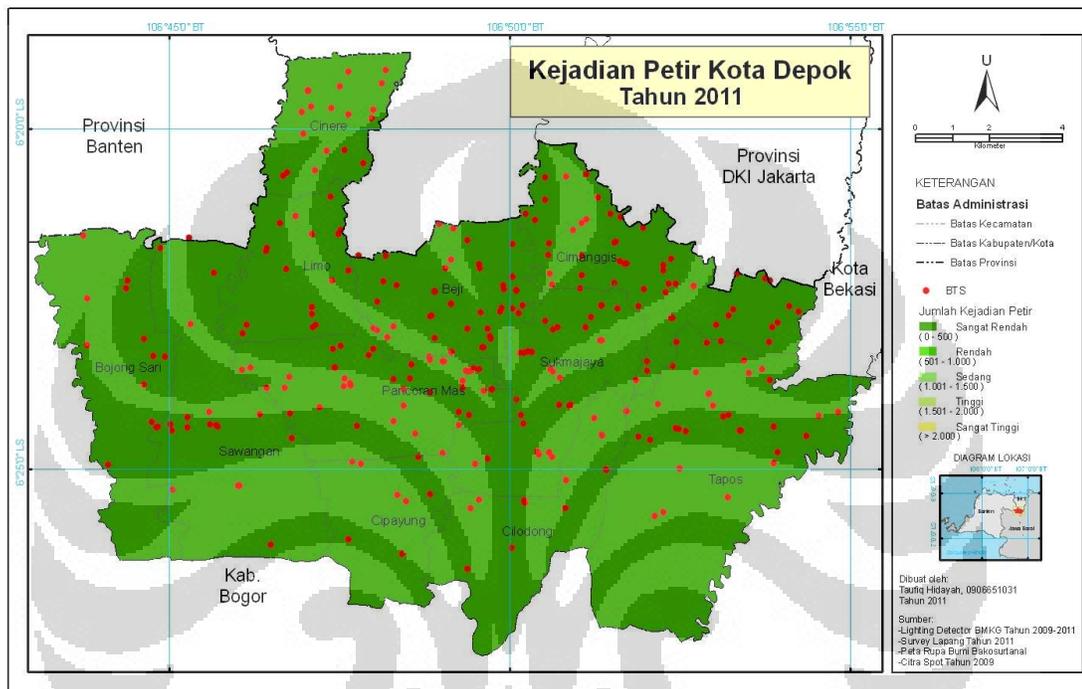
8 BTS. Sedangkan wilayah Kecamatan dengan jumlah kejadian sambaran petir sangat rendah berada di kecamatan Cipayung dan Cilodong dengan jumlah sambaran petir antara 0 - 500 sambaran (*strokes*), untuk wilayah kecamatan lainnya seperti kecamatan Pancoran Mas, Cimanggis dan Tapos memiliki kategori tinggi dengan jumlah sambaran 1501-2000 sambaran, sedangkan Kecamatan Sukmajaya dikategorikan sambaran sedang dengan jumlah kejadian sambaran antara 1001-1500 sambaran (*strokes*).



Peta 13. Klasifikasi Jumlah Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2010

Pada peta 13 diketahui jumlah kejadian sambaran petir tertinggi berada di Kecamatan Bojongsari, Sawangan, Cimanggis dan Tapos dengan jumlah sambaran lebih dari 2000 sambaran (*strokes*) yang dikategorikan sangat tinggi, sedangkan wilayah Kecamatan dengan jumlah kejadian sambaran petir sangat rendah berada di Kecamatan Cipayung dan Cilodong dengan jumlah sambaran petir antara 0 hingga 500 sambaran (*strokes*), untuk wilayah Kecamatan lainnya seperti Kecamatan

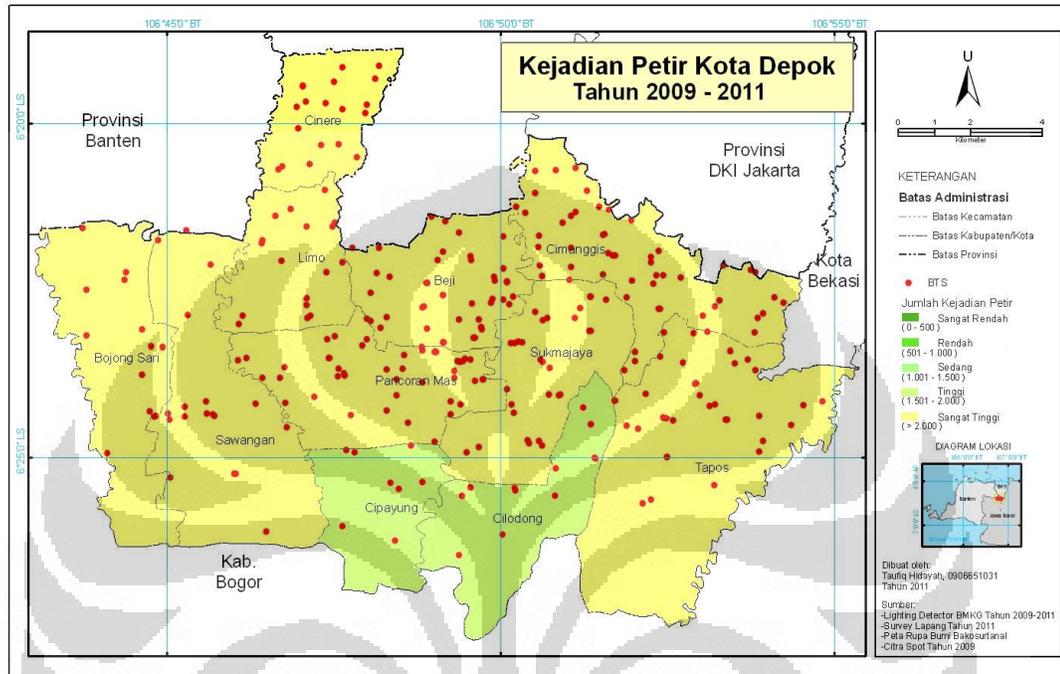
Pancoran Mas, Sukmajaya, Beji dikategorikan sambaran sedang dengan jumlah sambaran 1001 hingga 1500 sambaran, sedangkan Kecamatan Limo dikategorikan sambaran tinggi dengan jumlah kejadian sambaran antara 1501 - 2000 sambaran (*strokes*).



Peta 14. Klasifikasi Jumlah Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2011

Pada peta 14 diketahui jumlah kejadian sambaran petir disemua kecamatan di kota Depok pada tahun 2011 pada tingkat sangat rendah yang memiliki jumlah sambaran petir kurang antara 0 hingga 500 sambaran (*strokes*).

Untuk periode penelitian pada bulan Januari 2009 hingga Mei 2011 pola sebaran jumlah kejadian sambaran petir per Kecamatan dapat dilihat pada peta di bawah ini.

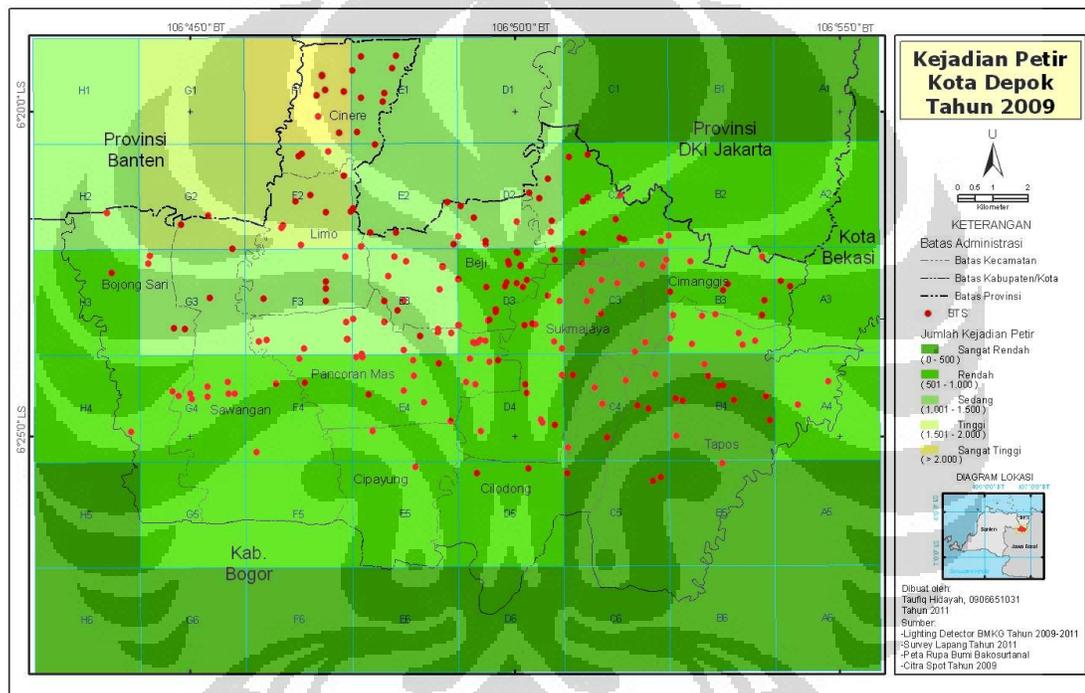


Peta 15. Klasifikasi Jumlah Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009 – 2011

Dari peta 15 tersebut dapat diketahui jumlah kejadian sambaran petir di Kota Depok dalam kategori sangat tinggi dengan jumlah kejadian sambaran petir lebih dari 2000 sambaran di 9 kecamatan sedangkan kategori sedang dengan jumlah kejadian sambaran petir 1001 hingga 1500 sambaran hanya di dua Kecamatan yaitu Cipayung dan Cilodong. Untuk Kecamatan Bojongsari dan Sawangan yang memiliki jumlah BTS lebih sedikit bila dibandingkan dengan Kecamatan Beji, Cimanggis dan Pancoran Mas juga memiliki jumlah sambaran petir dalam kategori yang sangat tinggi.

b. Analisa Sebaran Kejadian Sambaran Petir dan Bangunan Menara BTS Per Grid di wilayah Permukiman Kota Depok

Dari pemetaan sebaran petir dan bangunan menara BTS tiap bulan dari tahun 2009 hingga 2011, maka dapat dibuat klasifikasi di setiap grid di Kota Depok yang memiliki jumlah kejadian petir tertinggi dan terendah per tahunnya yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.

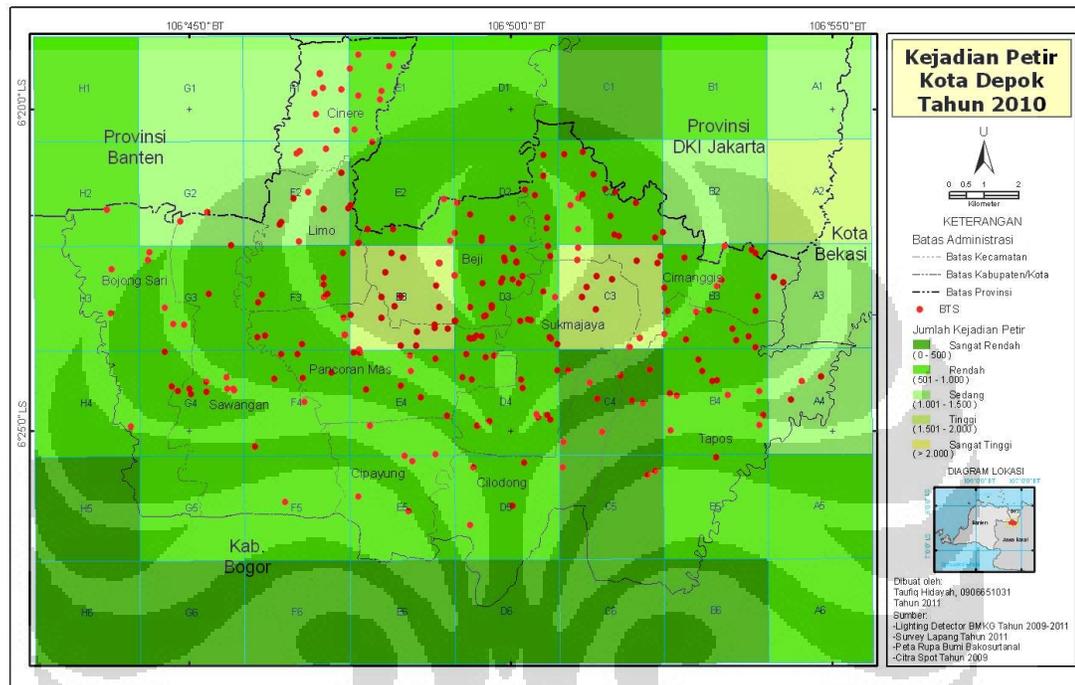


Peta 16. Klasifikasi per Grid Jumlah Kejadian Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009

Pada peta 16 diketahui jumlah kejadian sambaran petir tahun 2009 tertinggi berada di grid F1 dengan jumlah sambaran lebih dari 2000 sambaran (*strokes*) yang dikategorikan sangat tinggi dengan jumlah bangunan BTS sebanyak 7 BTS, sedangkan wilayah grid dengan jumlah kejadian sambaran petir sedang berada di grid D2, E2, E3, F3, G3 dan H2 dengan jumlah sambaran petir antara 1001 hingga 1500,

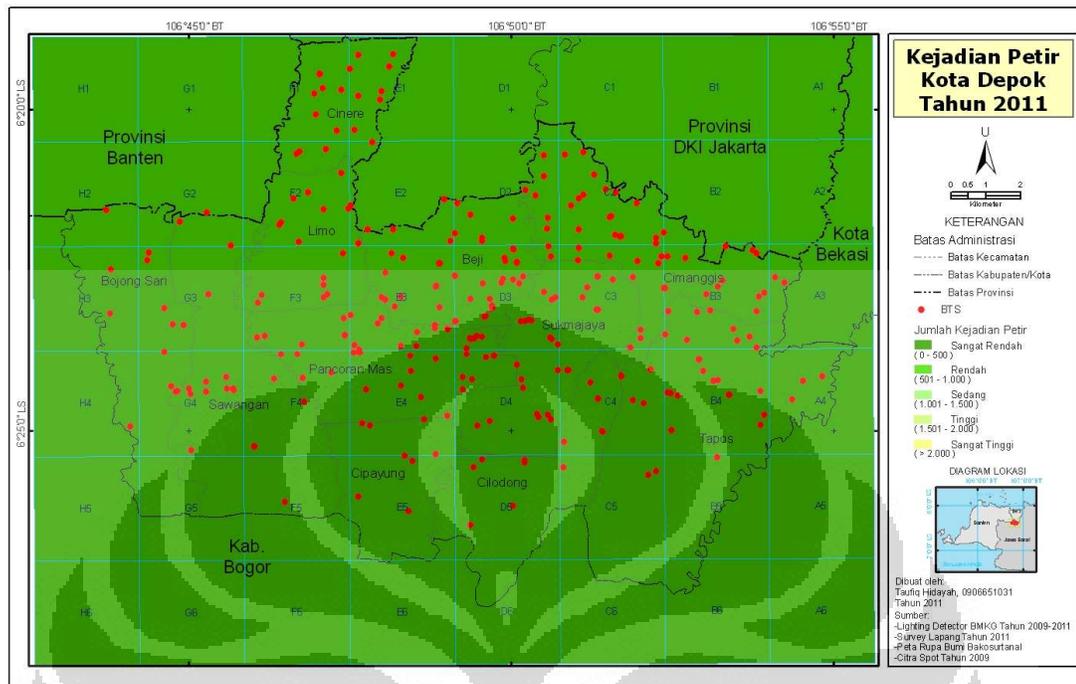
**Universitas Indonesia**

dimana jumlah bangunan BTS tertinggi berada di grid E3 dengan jumlah bangunan BTS sebanyak 20 BTS, dan terendah di grid H2 dengan jumlah bangunan BTS sebanyak 1 BTS, untuk wilayah grid lainnya memiliki jumlah sambaran rendah dan sangat rendah.



Peta 17. Klasifikasi per Grid Jumlah Kejadian Sambaran Petir dan Menara BTS  
Kota Depok Tahun 2010

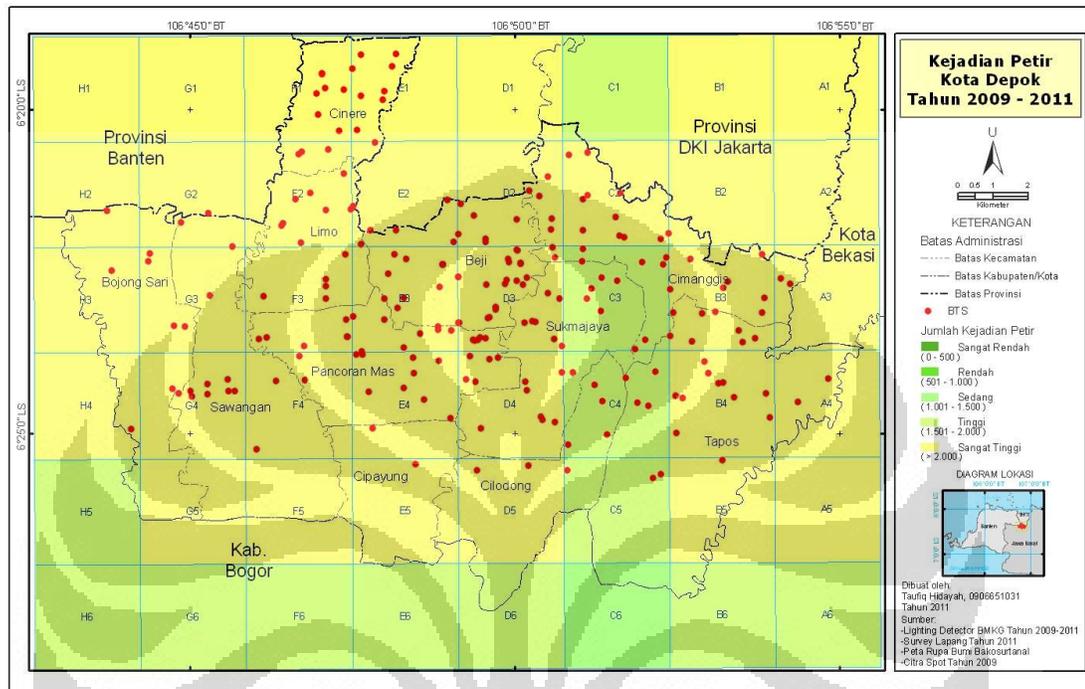
Pada peta 17 diketahui jumlah kejadian sambaran petir tahun 2010 tertinggi berada di grid C3 dan E3 dengan jumlah sambaran lebih dari 2000 sambaran (strokes) yang dikategorikan sangat tinggi dengan jumlah bangunan BTS di E3 sebanyak 20 BTS dan C3 sebanyak 12 BTS. Sedangkan wilayah grid dengan jumlah kejadian sambaran petir sedang sangat rendah di grid C4 dan C5 dengan jumlah sambaran petir antara 0 hingga 500 sambaran, dimana jumlah bangunan BTS di C4 sebanyak 9 BTS dan C5 sebanyak 3 BTS. Untuk wilayah grid lainnya masuk dalam kategori rendah.



Peta 18. Klasifikasi per Grid Jumlah Kejadian Sambaran Petir dan Menara BTS  
 Kota Depok Tahun 2011

Pada peta 18 diketahui jumlah kejadian sambaran petir disemua grid dikategorikan memiliki tingkat sambaran sangat rendah antara 0 hingga 500 sambaran (*strokes*).

Untuk periode penelitian pada bulan Januari 2009 hingga Mei 2011 pola sebaran jumlah kejadian sambaran petir per Grid dapat dilihat pada peta di bawah ini.



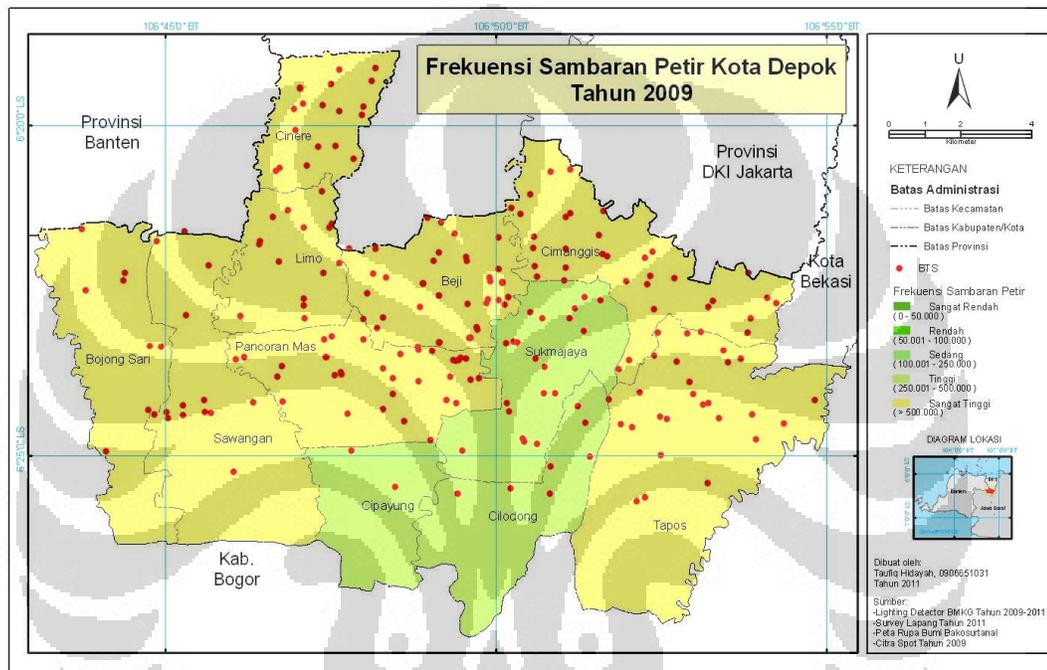
Peta 19. Klasifikasi per Grid Jumlah Kejadian Sambaran Petir dan Menara BTS  
Kota Depok Tahun 2009 - 2011

Dari peta 19 tersebut dapat diketahui jumlah kejadian sambaran petir di Kota Depok dalam kategori sangat tinggi dengan jumlah kejadian sambaran petir lebih dari 2000 sambaran berada di grid C3, D2, E3, F1, F2, F3, G2 dan G3. Sedangkan untuk kategori sangat rendah dengan jumlah sambaran petir antara 0 hingga 500 sambaran berada di grid C4 dan C5. Dari peta tersebut juga diketahui pada wilayah grid yang memiliki jumlah BTS sedikit tapi memiliki jumlah kejadian sambaran petir yang sangat tinggi seperti di grid G2 dan G3.

### 5.2.2 Hubungan Jumlah Frekuensi Sambaran Petir dengan Menara BTS

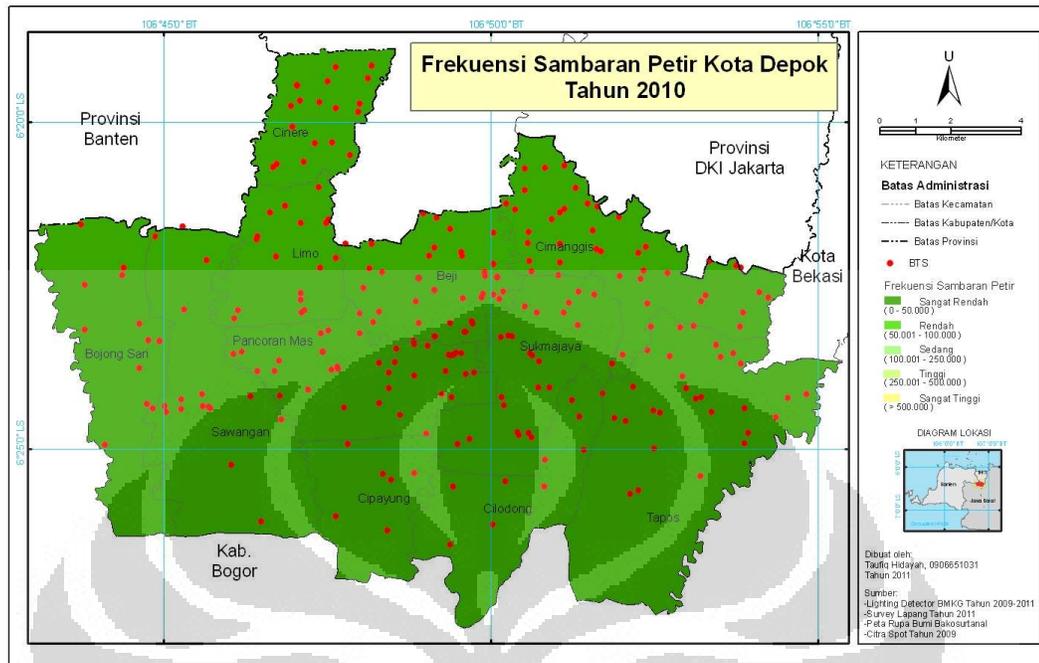
#### a. Pemetaan Sebaran Jumlah Frekuensi Petir dan Bangunan Menara BTS Per Kecamatan di Kota Depok

Pola sebaran jumlah frekuensi sambaran petir dan bangunan menara BTS per Kecamatan di kota Depok dapat dilihat pada peta dibawah ini



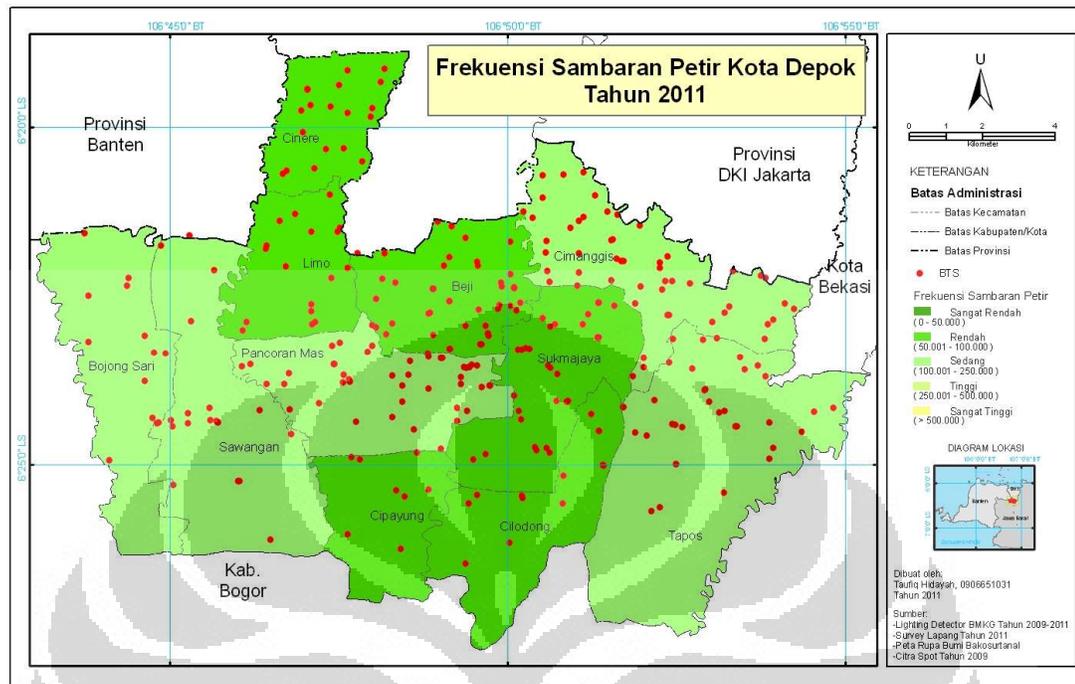
Peta 20. Klasifikasi Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009

Pada peta 20 diketahui frekuensi sambaran petir sangat tinggi dengan frekuensi sambaran petir lebih dari 500000 berada hampir di setiap Kecamatan kecuali Kecamatan Cipayung, Cilodong dan Sukmajaya yang masuk dalam kategori tinggi dimana nilai frekuensi sambaran petirnya antara 250001 hingga 500000.



Peta 21. Klasifikasi Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2010

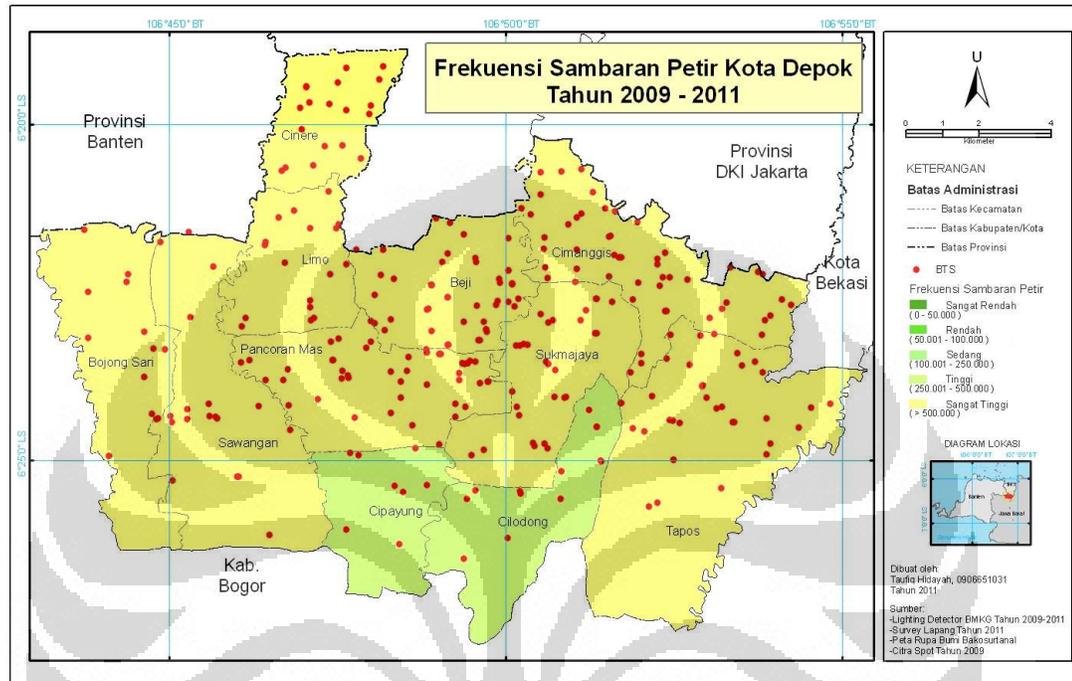
Pada peta 21 diketahui frekuensi sambaran petir di setiap Kecamatan di Kota Depok masuk dalam kategori yang sangat rendah yaitu antara 0 hingga 50000.



Peta 22. Klasifikasi Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2011

Dari peta 22 frekuensi sambaran petir tahun 2011 diatas diperoleh frekuensi sambaran dalam dua katogori yaitu sedang dan rendah dimana sambaran (*strokes*) petir sedang antara 100001 hingga 250000 sambaran berada di willayah Kecamatan Bojongsari, Sawangan, Pancoran Mas, Cimanggis dan Tapos sedangkan Kecamatan lainnya dengan frekuensi sambaran rendah berkisar antara 50001 hingga 100000.

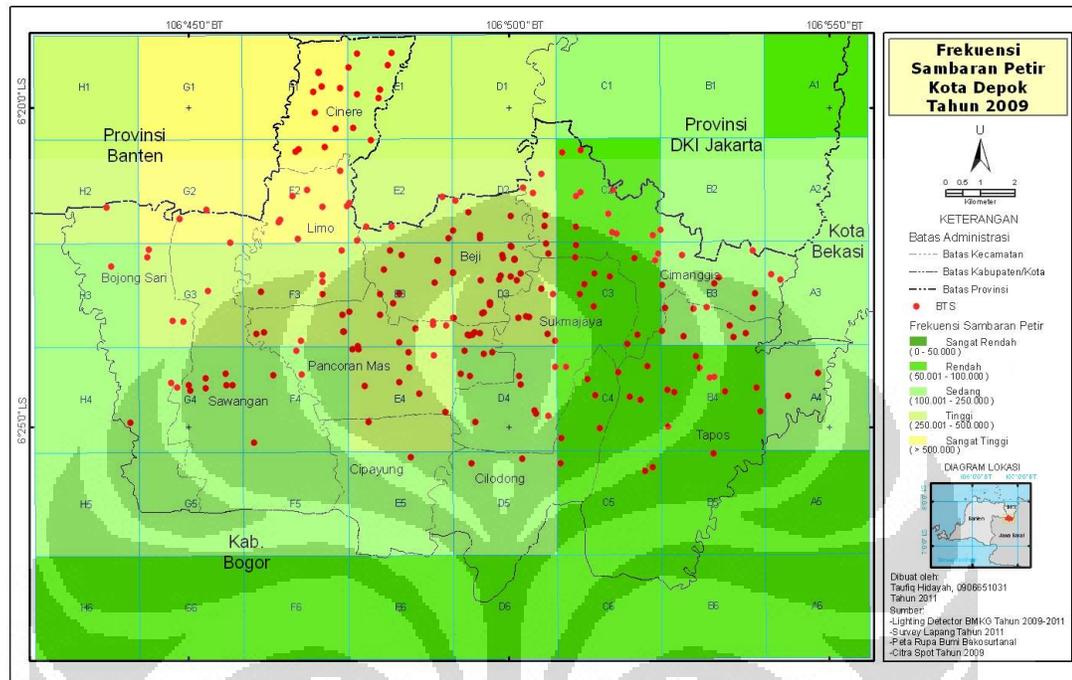
Untuk periode penelitian pada bulan Januari 2009 hingga Mei 2011 pola sebaran frekuensi sambaran petir per Kecamatan dapat dilihat pada peta di bawah ini.



Peta 23. Klasifikasi Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009 - 2011

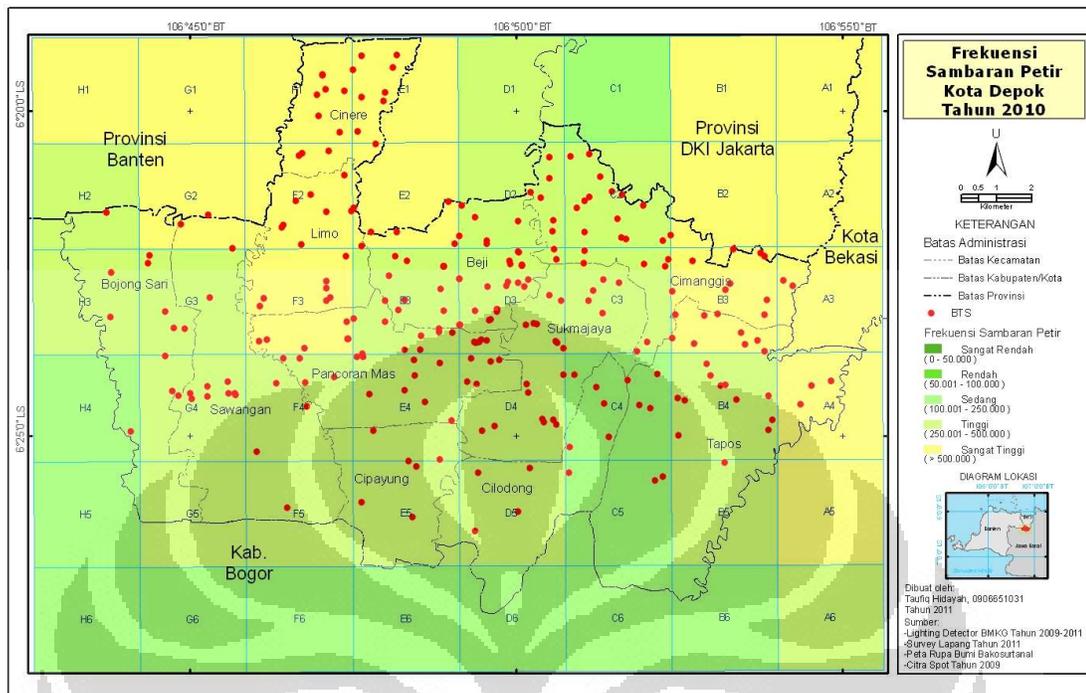
Dari peta 23 tersebut dapat diketahui frekuensi sambaran petir di Kota Depok dalam kategori sangat tinggi dengan frekuensi sambaran petir lebih dari 500000 berada hampir disetiap Kecamatan kecuali di Cipayung dan Cilodong yang memiliki frekuensi sambaran petir dalam kategori tinggi berkisar antara 250001 hingga 500000.

b. Pemetaan Sebaran Jumlah Frekuensi Petir dan Bangunan Menara BTS Per Grid di Kota Depok



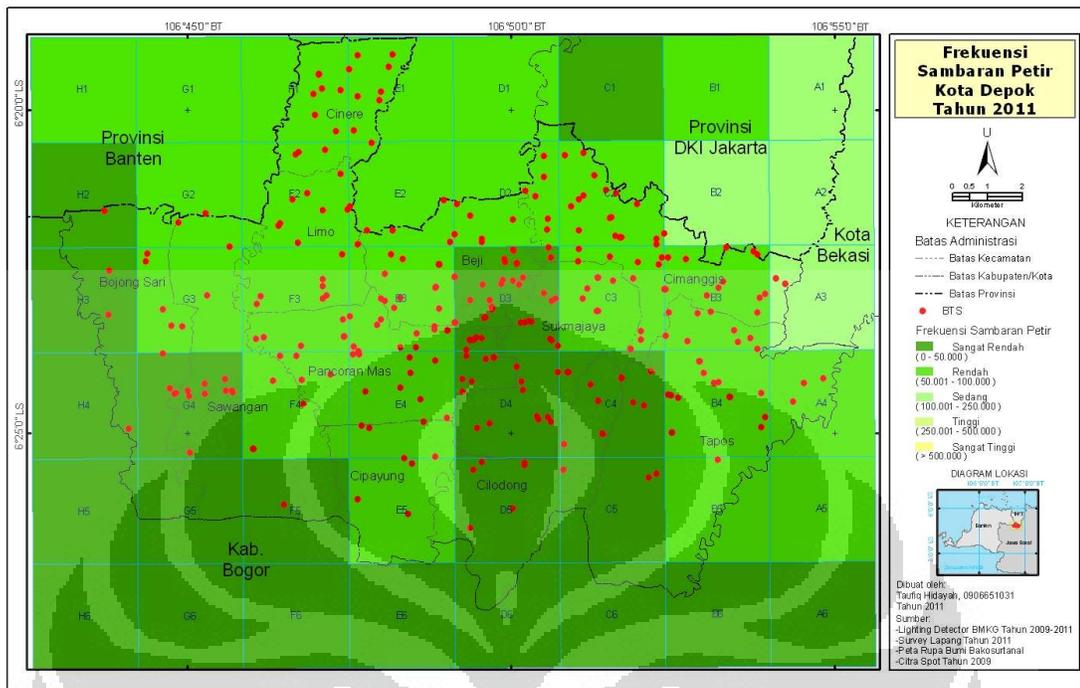
Peta 24. Klasifikasi per Grid Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009

Pada peta 24 diketahui frekuensi sambaran petir sangat tinggi lebih dari 500000 berada di Grid D2, E3, E4, F1, F2, F3, G2 dan G3. Sedangkan grid lainnya secara umum memiliki frekuensi sambaran petir dalam kategori sedang dengan nilai frekuensi antara 100001 hingga 250000.



Peta 25. Klasifikasi Per Grid Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2010

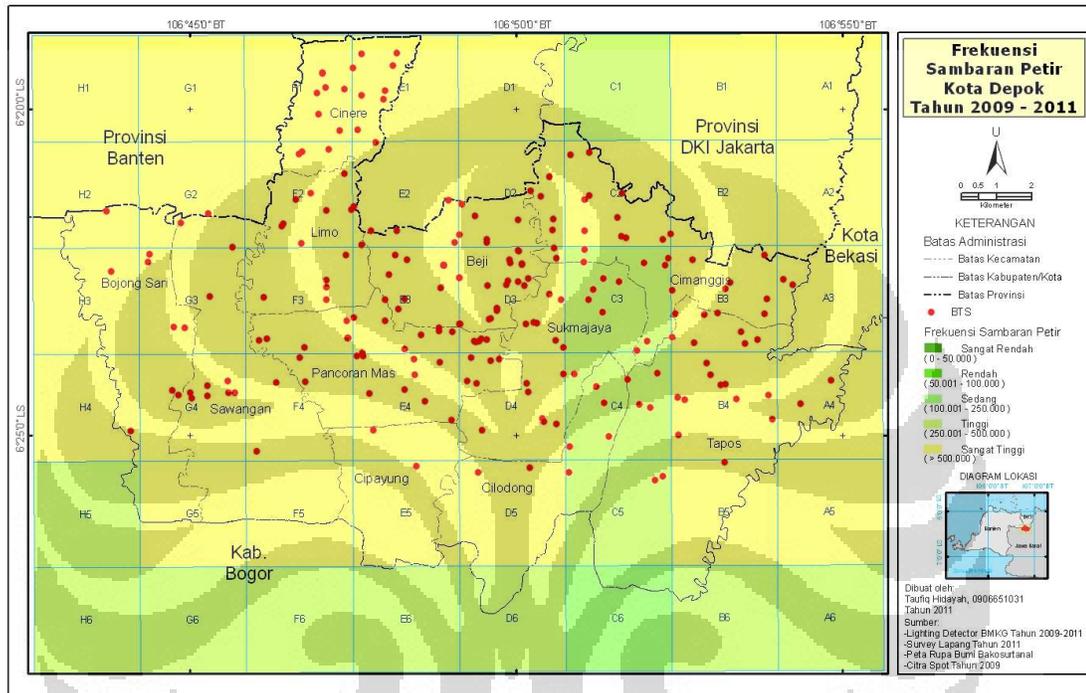
Dari peta 25 diketahui frekuensi sambaran petir sangat tinggi lebih dari 500000 berada di Grid F1, F2 dan G2, untuk frekuensi sambaran sedang dengan nilai frekuensi antara 100001 hingga 250000 berada di grid C4 dan C5. Sedangkan di grid lainnya dalam kategori tinggi yang memiliki frekuensi 250000 hingga 500000.



Peta 26. Klasifikasi Per Grid Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2011

Dari peta 26 diketahui frekuensi sambaran petir sedang antara 100001 hingga 250000 berada di Grid A3 dan B2., Sedangkan di grid lainnya dalam kategori rendah dan sangat rendah.

Untuk periode penelitian pada bulan Januari 2009 hingga Mei 2011 pola sebaran frekuensi sambaran petir per grid dapat dilihat pada peta di bawah ini



Peta 27. Klasifikasi Per Grid Frekuensi Sambaran Petir dan Menara BTS Kota Depok Tahun 2009 - 2011

Dari peta 27 tersebut dapat diketahui frekuensi sambaran petir di Kota Depok dalam kategori sangat tinggi dengan frekuensi sambaran petir lebih dari 500000 berada hampir disetiap grid kecuali di grid C3, C4 dan C5 yang memiliki frekuensi sambaran petir dalam kategori tinggi berkisar antara 250001 hingga 500000.

### 5.3 Hasil Uji Statistik

A. Hasil Uji Hipotesis Yang Pertama dengan Menggunakan Uji Statistik Rata-rata (uji t), Uji F dan Korelasi-regresi di Setiap Kecamatan Kota Depok

A.1 Hasil uji beda rata-rata jumlah kejadian petir CG dan BTS pada 11 Kecamatan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Jumlah Bangunan Menara BTS dan Kejadian Petir Per Kecamatan Tahun 2009 - 2011

Kecamatan	JUMLAH BTS			JUMLAH KEJADIAN PETIR		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Beji	43	45	48	2355	1389	248
Bojong Sari	8	11	12	3057	2196	383
Cilodong	7	9	13	991	946	121
Cimanggis	33	40	50	1972	2293	422
Cinere	19	19	19	2654	1562	263
Cipayung	2	6	8	851	748	169
Limo	15	17	17	2323	1534	239
Pancoran Mas	37	40	46	2134	1199	227
Sawangan	14	17	19	2850	2118	389
Sukmajaya	21	24	30	1420	1117	164
Tapos	27	30	35	1739	2607	422

Dari data tabel 5 diatas dihitung nilai uji t, F dan nilai korelasi diseluruh Kecamatan sebagai berikut.

#### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.232 <sup>a</sup>	.054	-.051	1312.08225

a. Predictors: (Constant), BTS

b. Dependent Variable: PETIR

#### ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	885300.036	1	885300.036	.514	.491 <sup>a</sup>
	Residual	1.549E7	9	1721559.834		
	Total	1.638E7	10			

a. Predictors: (Constant), BTS

b. Dependent Variable: PETIR

Universitas Indonesia

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3414.808	805.975		4.237	.002
	BTS	7.092	9.890	.232	.717	.491

### → Correlations

[DataSet1]

Correlations

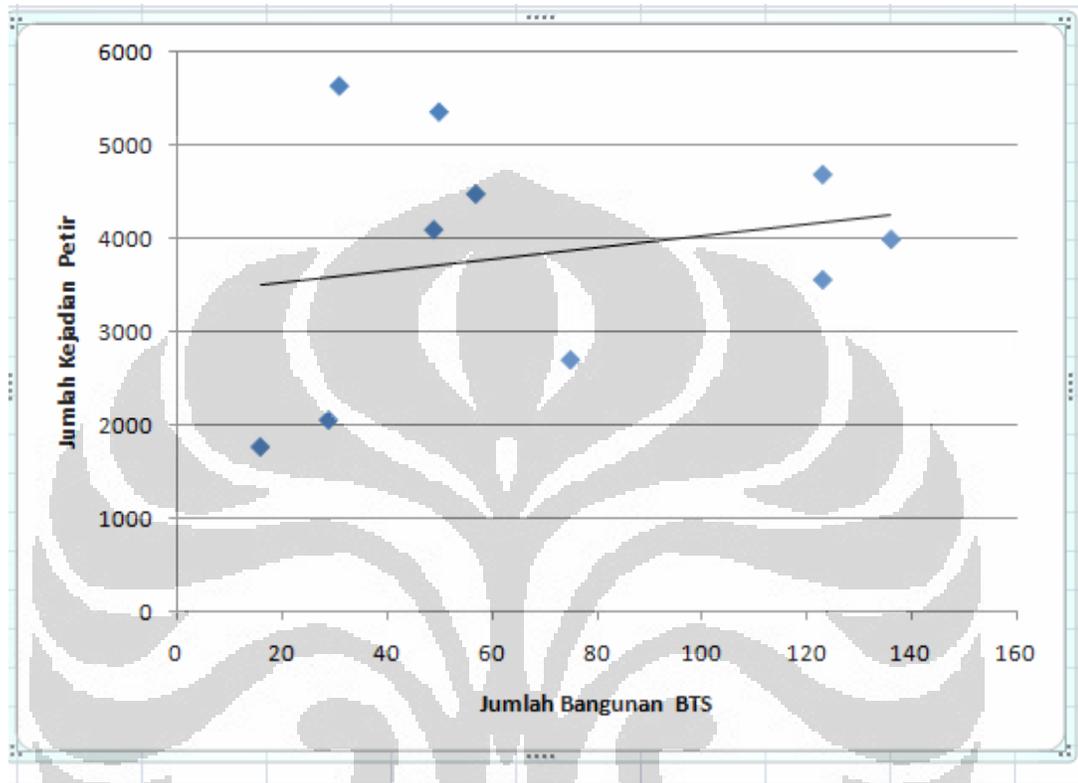
		BTS	PETIR
BTS	Pearson Correlation	1	.232
	Sig. (2-tailed)		.491
	N	11	11
PETIR	Pearson Correlation	.232	1
	Sig. (2-tailed)	.491	
	N	11	11

Dari perhitungan di atas diketahui nilai uji t di seluruh Kecamatan di Kota Depok antara Januari 2009 hingga Mei 2011 bernilai 4,237 dengan nilai signifikan 0,02, dimana nilai t tabel sebesar 2,23. Dari hal tersebut diketahui bahwa t hitung lebih besar dari t tabel dan dimana nilai signifikan  $\leq 0.05$ . Ini berarti secara parsial jumlah bangunan menara BTS tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kejadian sambaran petir.

Dari perhitungan nilai uji F di seluruh Kecamatan di Kota Depok antara Januari 2009 hingga Mei 2011 bernilai 0,514 dengan nilai signifikan 0,491, dimana nilai F tabel sebesar 2,98. Dari hal tersebut diketahui bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel dan dimana nilai signifikan  $\geq 0.05$ . Ini berarti bahwa secara simultan jumlah bangunan menara BTS tersebut tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kejadian sambaran petir dan model dalam persamaan yang diperoleh tidak dapat

**Universitas Indonesia**

digunakan. Untuk jumlah keseluruhan antara Januari 2009 hingga Mei 2011 di dapatkan nilai korelasi 0,292 dengan nilai  $R^2$  0,085, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 33 Grafik (Linier) Jumlah bangunan menara BTS dan kejadian petir per Kecamatan tahun 2009 - 2011

Dari nilai korelasi tersebut dapat dikatakan bahwa jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah kejadian sambaran petir dikategorikan sedang, dimana jumlah bangunan menara BTS tidak mempengaruhi secara kuat terhadap peningkatan jumlah kejadian sambaran petir, hal ini juga dapat dilihat dari nilai  $R^2$  yang sangat kecil mendekati nol dimana hubungan keduanya sangat lemah.

A.2 hasil uji beda rata-rata frekuensi sambaran petir CG dan BTS pada 11 Kecamatan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6. Jumlah Bangunan Menara BTS dan Frekuensi Petir Per Kecamatan Tahun 2009 - 2011

Kecamatan	Jumlah BTS			Frekuensi Petir		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Beji	43	45	48	957212	1389	97304
Bojong Sari	8	11	12	1279444	2196	144480
Cilodong	7	9	13	377749	946	60118
Cimanggis	33	40	50	748129	2293	216481
Cinere	19	19	19	1571887	1562	94518
Cipayung	2	6	8	317583	748	68194
Limo	15	17	17	1061836	1534	79045
Pancoran Mas	37	40	46	762630	1199	107428
Sawangan	14	17	19	1270261	2118	127833
Sukmajaya	21	24	30	497947	1117	95779
Tapos	27	30	35	626708	2607	228833

Dari data tabel 6 diatas dihitung nilai uji t, F dan nilai korelasi diseluruh Kecamatan sebagai berikut.

Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.058 <sup>a</sup>	.003	-.107	4.34047E5

a. Predictors: (Constant), BTS

b. Dependent Variable: Frekuensi

ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.677E9	1	5.677E9	.030	.866 <sup>a</sup>
	Residual	1.696E12	9	1.884E11		
	Total	1.701E12	10			

a. Predictors: (Constant), BTS

b. Dependent Variable: Frekuensi

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	942322.684	266622.820		3.534	.006
	BTS	567.937	3271.754	.058	.174	.866

a. Dependent Variable: Frekuensi

### Correlations

[DataSet1]

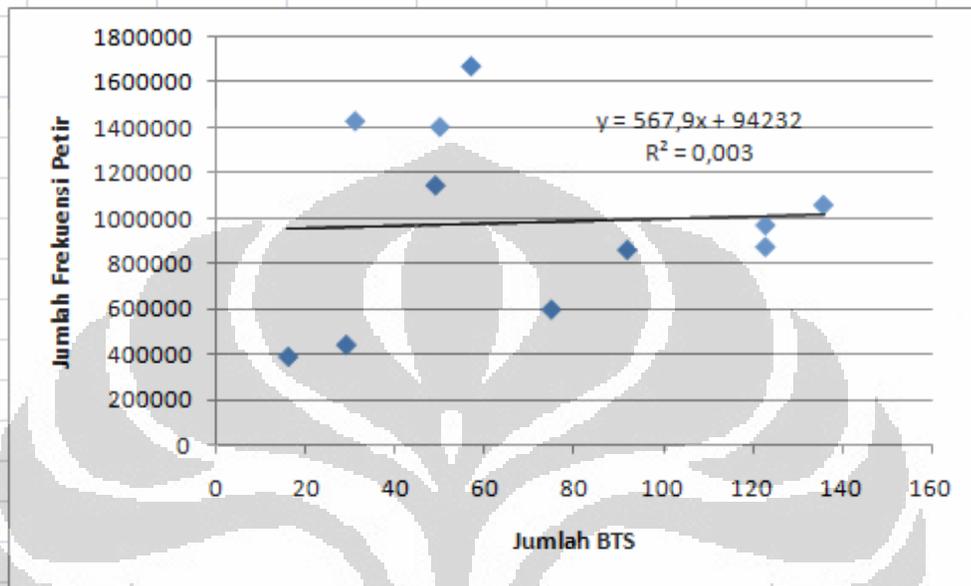
#### Correlations

		BTS	Frekuensi
BTS	Pearson Correlation	1	.058
	Sig. (2-tailed)		.866
	N	11	11
Frekuensi	Pearson Correlation	.058	1
	Sig. (2-tailed)	.866	
	N	11	11

Dari perhitungan di atas diketahui nilai uji t di seluruh Kecamatan di Kota Depok antara Januari 2009 hingga Mei 2011 bernilai 3,534 dengan nilai signifikan 0,06, dimana nilai t tabel sebesar 2,23. Dari hal tersebut diketahui bahwa t hitung lebih besar dari t tabel dan dimana nilai signifikan  $\leq 0.05$ . Ini berarti secara parsial jumlah bangunan menara BTS tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah frekuensi sambaran petir.

Dari perhitungan nilai uji F di seluruh Kecamatan di Kota Depok antara Januari 2009 hingga Mei 2011 bernilai 0,030 dengan nilai signifikan 0,866, dimana nilai F tabel sebesar 2,98. Dari hal tersebut diketahui bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel dan dimana nilai signifikan  $\geq 0.05$ . Ini berarti bahwa secara simultan jumlah bangunan menara BTS tersebut tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah frekuensi sambaran petir dan model dalam persamaan yang diperoleh tidak dapat

digunakan. Untuk jumlah keseluruhan antara Januari 2009 hingga Mei 2011 di dapatkan nilai korelasi 0,058 dengan nilai  $R^2$  0,0033, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 34 Grafik (Linier) Jumlah bangunan menara BTS dan frekuensi petir per Kecamatan tahun 2009 - 2011

Dari nilai korelasi tersebut dapat dikatakan bahwa jumlah bangunan menara BTS dengan frekuensi sambaran petir dikategorikan lemah, dimana jumlah bangunan menara BTS tidak mempengaruhi secara kuat terhadap peningkatan jumlah frekuensi sambaran petir, hal ini juga dapat dilihat dari nilai  $R^2$  yang sangat kecil mendekati nol dimana hubungan keduanya sangat lemah.

B. Hasil Uji Hipotesis yang Pertama dengan Menggunakan Uji Statistik Rata-rata (uji t) dan Korelasi-regresi di Setiap Grid di Kota Depok

B.1 Hasil uji beda rata-rata jumlah kejadian petir CG dan Bangunan Menara BTS pada di seluruh grid dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 7. Jumlah Bangunan Menara BTS dan Kejadian Petir Per Grid Tahun 2009 - 2011

GRID	JUMLAH BTS			JUMLAH KEJADIAN PETIR		
A3	2	2	2	555	1475	233
A4	2	3	3	535	1037	179
B2	1	1	1	518	1078	236
B3	15	18	22	519	970	165
B4	10	11	15	440	728	121
B5	1	1	1	383	666	105
C2	10	14	17	534	566	129
C3	12	12	17	421	1550	90
C4	9	9	13	338	341	48
C5	3	3	3	262	368	51
D2	11	12	12	1285	783	141
D3	37	39	43	973	720	103
D4	12	14	17	783	605	84
D5	2	4	6	572	602	77
E1	8	8	8	1421	930	201
E2	7	7	7	1402	949	179
E3	20	22	27	1293	1717	146
E4	10	12	14	607	667	142
E5	1	3	3	607	648	123
F1	7	7	7	2019	1152	170
F2	11	11	11	1590	1104	167
F3	11	13	13	1355	947	157
F4	4	7	8	743	673	133
G2	3	3	3	1741	1182	192
G3	5	6	6	1464	895	169
G4	9	11	13	873	755	147
H2	1	1	1	1030	808	110
H3	1	2	2	702	597	118
H4	1	1	1	635	535	98

Dari data tabel 7 diatas dihitung nilai uji t, F dan nilai korelasi seluruh grid sebagai berikut.

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.127 <sup>a</sup>	.016	-.020	715.60668

a. Predictors: (Constant), BTS

b. Dependent Variable: PETIR

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	227771.928	1	227771.928	.445	.510 <sup>a</sup>
	Residual	1.383E7	27	512092.917		
	Total	1.405E7	28			

a. Predictors: (Constant), BTS

b. Dependent Variable: PETIR

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1787.092	197.901		9.030	.000
	BTS	3.641	5.459	.127	.667	.510

a. Dependent Variable: PETIR

### → Correlations

[DataSet0]

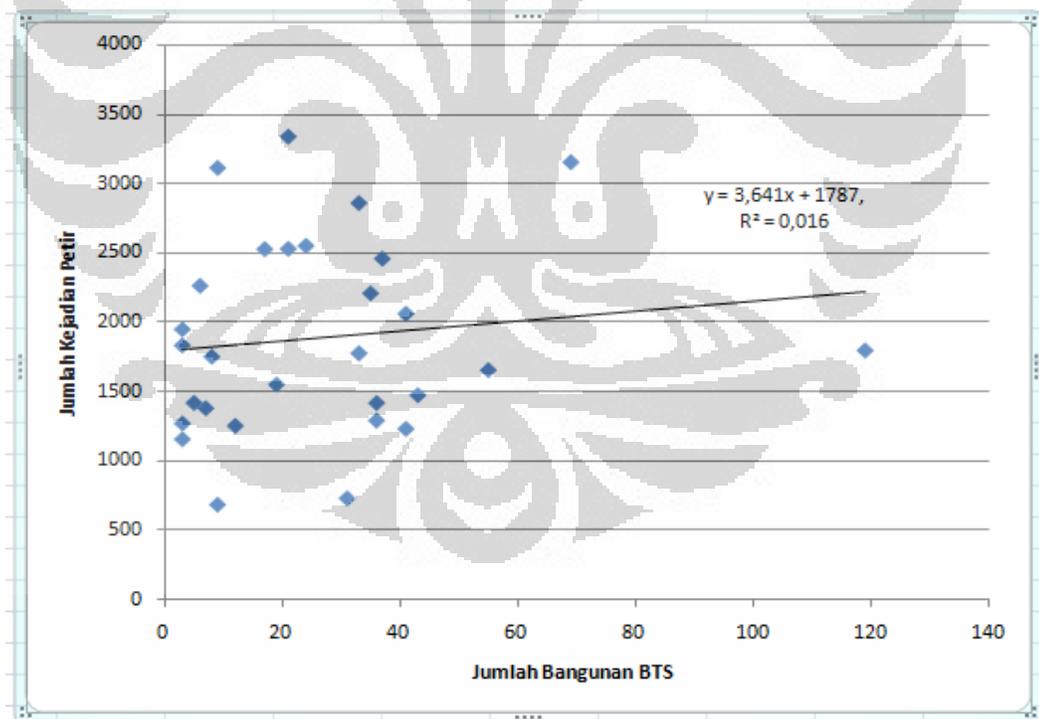
**Correlations**

		BTS	PETIR
BTS	Pearson Correlation	1	.127
	Sig. (2-tailed)		.510
	N	29	29
PETIR	Pearson Correlation	.127	1
	Sig. (2-tailed)	.510	
	N	29	29

Dari perhitungan di atas diketahui nilai uji t di seluruh grid di Kota Depok antara Januari 2009 hingga Mei 2011 bernilai 9,030 dengan nilai signifikan 0,00, dimana nilai t tabel sebesar 2,05. Dari hal tersebut diketahui bahwa t hitung lebih besar dari t

tabel dan dimana nilai signifikan  $\leq 0.05$ . Ini berarti secara parsial jumlah bangunan menara BTS tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kejadian sambaran petir.

Dari perhitungan nilai uji F di seluruh grid di Kota Depok antara Januari 2009 hingga Mei 2011 bernilai 0,445 dengan nilai signifikan 0,510, dimana nilai F tabel sebesar 1,87. Dari hal tersebut diketahui bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel dan dimana nilai signifikan  $\geq 0.05$ . Ini berarti bahwa secara simultan jumlah bangunan menara BTS tersebut tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kejadian sambaran petir dan model dalam persamaan yang diperoleh tidak dapat digunakan. Untuk jumlah keseluruhan antara Januari 2009 hingga Mei 2011 didapatkan nilai korelasi 0,127 dengan nilai  $R^2$  0,016, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 35 Grafik (Linier) Jumlah bangunan menara BTS dan kejadian petir per grid tahun 2009 - 2011

Dari nilai korelasi tersebut dapat dikatakan bahwa jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah kejadian sambaran petir dikategorikan lemah, dimana jumlah bangunan menara BTS tidak mempengaruhi secara kuat terhadap peningkatan jumlah kejadian sambaran petir, hal ini juga dapat dilihat dari nilai  $R^2$  yang sangat kecil mendekati nol dimana hubungan antara jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah kejadian sambaran petir sangat lemah.

B.2 Hasil uji beda rata-rata frekuensi sambaran petir CG dan Bangunan Menara BTS pada di seluruh grid dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8. Jumlah Bangunan Menara BTS dan Frekuensi Petir Per Grid Tahun 2009 - 2011

GRID	JUMLAH BTS			Jumlah Frekuensi Sambaran		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
A3	2	2	2	243088	683310	116743
A4	2	3	3	212530	483936	93574
B2	1	1	1	231818	523214	121560
B3	15	18	22	215141	455556	81846
B4	10	11	15	172206	365222	56084
B5	1	1	1	157347	395193	64543
C2	10	14	17	183609	292970	71953
C3	12	12	17	165047	278106	53579
C4	9	9	13	123471	170631	30816
C5	3	3	3	106109	216972	32683
D2	11	12	12	673791	364184	64007
D3	37	39	43	450977	336131	46054
D4	12	14	17	311735	313069	46016
D5	2	4	6	242170	330399	39246
E1	8	8	8	795136	436109	75740
E2	7	7	7	756566	433892	62533
E3	20	22	27	560130	326863	57772
E4	10	12	14	560130	331211	74222
E5	1	3	3	260603	294949	55235
F1	7	7	7	1459790	563555	75029
F2	11	11	11	919602	530063	57302
F3	11	13	13	583256	447189	54889
F4	4	7	8	345866	278745	50571
G2	3	3	3	909846	550721	78563
G3	5	6	6	715537	412876	65486
G4	9	11	13	397668	287090	44813
H2	1	1	1	454525	398208	44173
H3	1	2	2	254817	281763	47761
H4	1	1	1	293163	238743	37953

Dari data tabel 8 diatas dihitung nilai uji t, F dan nilai korelasi seluruh grid sebagai berikut.

#### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.011 <sup>a</sup>	.000	-.037	3.99766E5

a. Predictors: (Constant), BTS

b. Dependent Variable: FREKUENSI

#### ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.157E8	1	5.157E8	.003	.955 <sup>a</sup>
	Residual	4.315E12	27	1.598E11		
	Total	4.315E12	28			

a. Predictors: (Constant), BTS

b. Dependent Variable: FREKUENSI

#### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	886629.399	110555.370		8.020	.000
	BTS	-173.251	3049.836	-.011	-.057	.955

a. Dependent Variable: FREKUENSI

#### ► Correlations

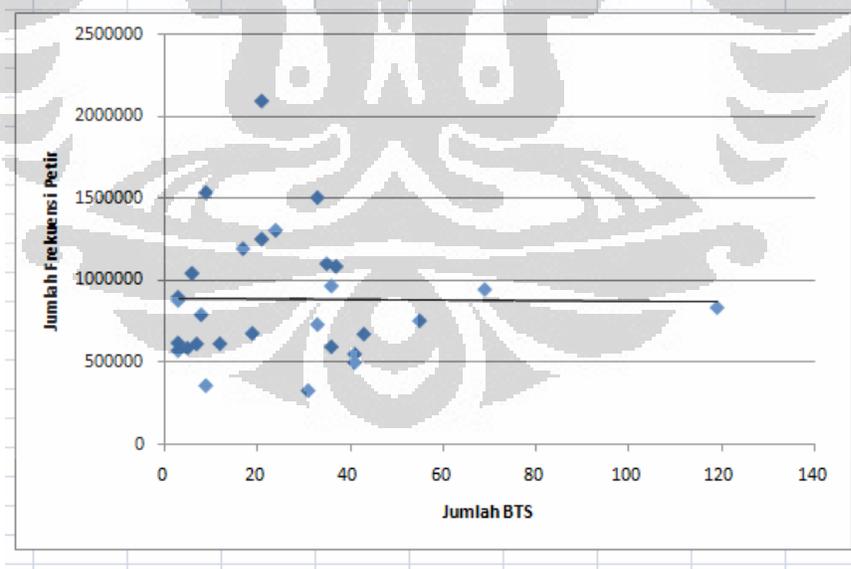
[DataSet0]

#### Correlations

		BTS	FREKUENSI
BTS	Pearson Correlation	1	-.011
	Sig. (1-tailed)		.478
	N	29	29
FREKUENSI	Pearson Correlation	-.011	1
	Sig. (1-tailed)	.478	
	N	29	29

Dari perhitungan di atas diketahui nilai uji t di seluruh grid di Kota Depok antara Januari 2009 hingga Mei 2011 bernilai 8,020 dengan nilai signifikan 0,00, dimana nilai t tabel sebesar 2,05. Dari hal tersebut diketahui bahwa t hitung lebih besar dari t tabel dan dimana nilai signifikan  $\leq 0.05$ . Ini berarti secara parsial jumlah bangunan menara BTS tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah frekuensi sambaran petir.

Dari perhitungan nilai uji F di seluruh grid di Kota Depok antara Januari 2009 hingga Mei 2011 bernilai 0,003 dengan nilai signifikan 0,955 dimana nilai F tabel sebesar 1,87. Dari hal tersebut diketahui bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel dan dimana nilai signifikan  $\geq 0.05$ . Ini berarti bahwa secara simultan jumlah bangunan menara BTS tersebut tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah frekuensi sambaran petir dan model dalam persamaan yang diperoleh tidak dapat digunakan. Untuk jumlah keseluruhan antara Januari 2009 hingga Mei 2011 didapatkan nilai korelasi 0,11 dengan nilai  $R^2$  0,0121, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 36 Grafik (Linier) Jumlah bangunan menara BTS dan frekuensi petir per grid tahun 2009 – 2011

Dari nilai korelasi tersebut dapat dikatakan bahwa jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah frekuensi sambaran petir dikategorikan lemah, dimana jumlah bangunan menara BTS tidak mempengaruhi secara kuat terhadap peningkatan jumlah kejadian sambaran petir, hal ini juga dapat dilihat dari nilai  $R^2$  yang sangat kecil mendekati nol dimana hubungan antara jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah frekuensi sambaran petir sangat lemah.

#### **5.4. Evaluasi Hasil Analisis**

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan diatas dapat diketahui bahwa penambahan jumlah bangunan menara BTS di Kota Depok tidak merata, Pola sebaran bangunan menara BTS lebih banyak terkonsentrasi di bagian Utara dan Timur kota Depok sedangkan dibagian Barat dan Selatan jumlahnya lebih sedikit dan tidak merata. Jumlah bangunan menara BTS tertinggi terdapat di Kecamatan Beji, sedangkan jumlah bangunan menara BTS terendah di Kecamatan Cipayung. Pola sebaran bangunan menara BTS terlihat sebagian besar berada di wilayah permukiman terutama di Kecamatan Beji, Sukmajaya, Cinere dan Pancoran Mas.

Hasil analisis jumlah kejadian sambaran petir di Kota Depok secara umum dalam kategori sangat tinggi dan sedang dengan jumlah kejadian sambaran petir antara 1001 hingga lebih dari 2000 sambaran. Bila dibandingkan antara jumlah bangunan menara BTS dengan peningkatan jumlah sambaran petir dapat dilihat pada pola sebarab untuk Kecamatan Bojongsari dan Sawangan dimana pada kecamatan tersebut memiliki jumlah BTS lebih sedikit bila dibandingkan dengan Kecamatan Beji, Cimanggis dan Pancoran Mas juga memiliki jumlah sambaran petir dalam kategori yang sangat tinggi, hal ini juga terlihat dalam satuan unit analisis per grid seperti pada pola grid G2 dan G3. Hal ini mungkin saja terjadi dikarenakan sumber petir yang menyambar tidak berada langsung diatas menara BTS melainkan dari berbagai arah. Berdasarkan mekanisme sambaran petir bahwa Petir lebih cenderung menyambar tempat-tempat yang tinggi di permukaan bumi. Selain itu, pada daerah

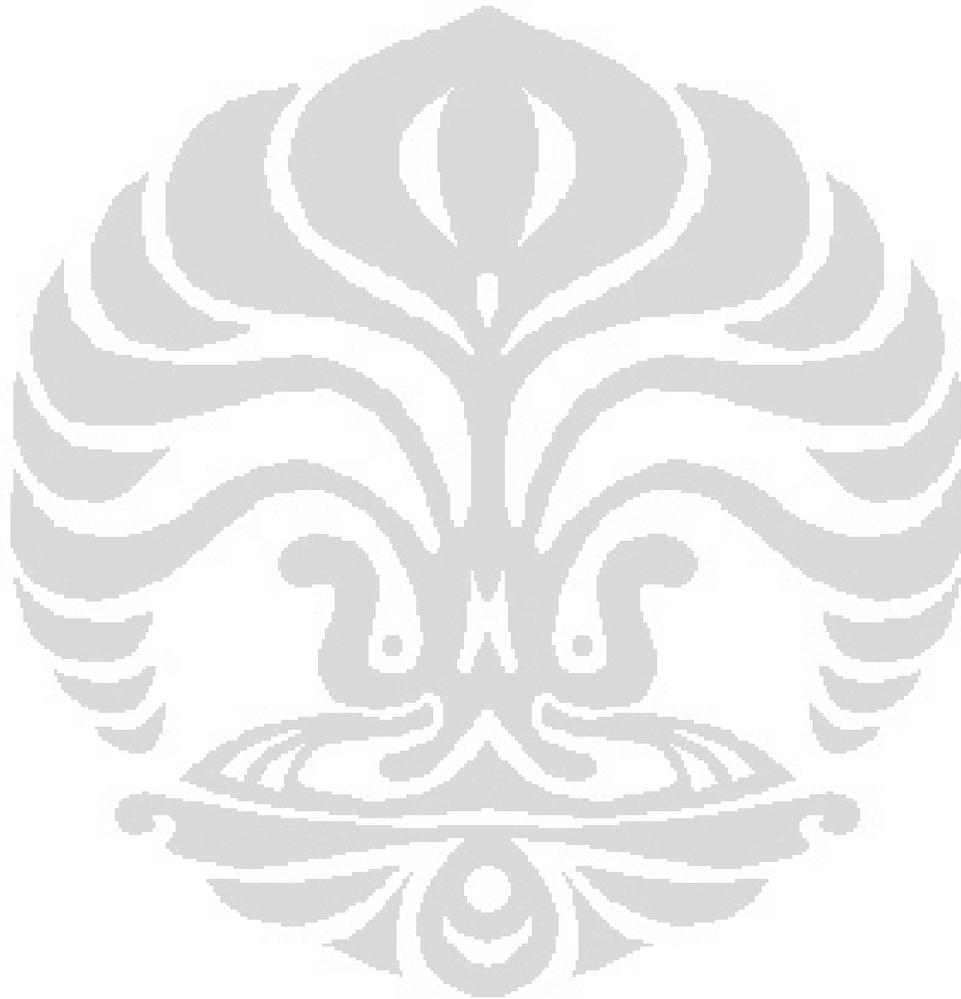
yang tinggi di permukaan bumi berarti jarak antara obyek tersebut dengan lidah petir adalah lebih dekat dibandingkan dengan obyek pada daerah dengan permukaan yang relatif datar, sehingga posisi bangunan menara BTS juga tergantung dari kondisi ketinggian tempat dimana menara tersebut berdiri serta dari ketinggian BTS itu sendiri.

Frekuensi sambaran petir di Kota Depok dalam kategori sangat tinggi dengan frekuensi sambaran petir lebih dari 500000 berada hampir disetiap Kecamatan dan grid kecuali di Cipayung, Cilodong dan pada grid C3, C4 dan C5 yang memiliki frekuensi sambaran petir dalam kategori tinggi berkisar antara 250001 hingga 500000.

Dari perhitungan uji statistik pada unit analisis Kecamatan dan grid diketahui bahwa  $t$  hitung lebih besar dari  $t$  tabel dan dimana nilai signifikan  $\leq 0.05$ . Hal ini menunjukkan bahwa secara parsial jumlah bangunan menara BTS tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir. Namun pada uji  $F$  di seluruh Kecamatan dan grid diketahui bahwa  $F$  hitung lebih kecil dari  $F$  tabel dan dimana nilai signifikan  $\geq 0.05$ , hal ini menunjukkan bahwa secara simultan jumlah bangunan menara BTS tersebut tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir dan model dalam persamaan yang diperoleh tidak dapat digunakan. Untuk jumlah keseluruhan antara Januari 2009 hingga Mei 2011 didapatkan nilai korelasi antara jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir di Kota Depok berkorelasi lemah, hal ini menunjukkan bahwa jumlah bangunan menara BTS tidak mempengaruhi secara kuat terhadap peningkatan jumlah kejadian sambaran petir, disamping itu korelasi yang lemah ini didukung dengan nilai  $R^2$  yang sangat kecil mendekati nol dimana hubungan antara jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir sangat lemah.

Untuk itu perlu adanya kajian yang lebih dalam mengenai sambaran petir terhadap menara BTS faktor diluar tersebut dimana proses kejadian petir berasal yakni faktor cuaca dan topografi daerah kajian. Berdasarkan analisis musim dan iklim

(lampiran) di wilayah kota Depok pada tahun 2009 dan 2011 dan hasil analisis jumlah kejadian sambaran petir diketahui jumlah tertinggi kejadian sambaran petir terjadi pada musim peralihan/pancaroba kemarau ke hujan bila dibandingkan dari hujan ke kemarau.



## BAB VI

### KESIMPULAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis data penelitian dapat ditunjukkan adanya pengaruh yang tidak kuat dari keberadaan bangunan menara BTS terhadap kejadian dan frekuensi sambaran petir di Kota Depok. Artinya keberadaan bangunan menara BTS disuatu tempat tidak menentukan besar kecilnya jumlah dan frekuensi petir di tempat tersebut.
2. Nilai korelasi statistik antara jumlah bangunan menara BTS dengan jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir di Kota Depok masuk dalam kategori korelasi lemah dengan nilai  $R^2$  yang sangat kecil mendekati nol.

## 6.2 Saran

Dengan adanya hasil penelitian ini maka penulis menyarankan beberapa hal antara lain:

1. Pemetaan jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir dalam penelitian ini tentunya mempunyai kekurangan terutama jumlah dan sebaran data penelitian, untuk itu perlu adanya memperbanyak data agar kajian ini lebih mendalam dan dihasilkan pola sebaran sambaran petir yang lebih baik.
2. Perlu adanya perbaikan yang dilakukan minimal satu tahun sekali mengenai peta sebaran kejadian sambaran petir.
3. Perlu adanya kajian yang lebih mendalam khususnya mengenai faktor-faktor penyebab adanya jumlah kejadian dan frekuensi sambaran petir.
4. Bagi Instansi terkait agar dapat dibuatkan peta kejadian dan frekuensi sambaran petir di seluruh Indonesia sehingga dapat diketahui daerah mana saja tingkat kerawanan sambaran petir yang pada akhirnya dapat mengurangi dampak resiko kerugian baik materil maupun non materil.

## Daftar Pustaka

Achmad.S , M. Husni,Gunawan Ibrahim, 2002, *Karateristik Hari Guntur diwilayah Indonesia*, Jurnal Meteorologi dan Geofisika,vol.3 No.4 Badan Meteorologi dan Geofisika.

Ateng Jaelani,1992, *Korelasi Badai Guruh Dengan Parameter Cuaca dan Kelistrikan Atmosfer di Lembang*, Skripsi Program Sarjana ,Insitut Teknologi Bandung.

Abduh, S. 2002. Analisis Sambaran Petir pada Tiang Transmisi dengan Menggunakan Metode Lattice. Jurnal Volume 1. Nomor 2. Februari 2002. Halaman 1-12, ISSN 1412-0372. Universitas Trisakti. Jakarta.

Aronoff, S. 1989. *Geographic Information System: A Management Perspective*. WDL Publications. Ottawa.

As-Syakur. 2008. Petir Fenomena Alam yang Bisa Menarik. <http://lightningbooster.blogspot.com/2008/11/html>. [12 Nopember 2011].

As-Syakur. 2009. Waspada Petir di Sekitar Menara BTS. <http://abdulsyakur.blog.undip.ac.id/2009/06/16/html>. [12 Nopember 2011].

Bayong, T.H.K,2006, *Meteorologi Indonesia 1*, Karakteristik dan sirkulasi atmosfer, Badan Meteorologi dan Geofisika.

Barus, B., dan Wiradisastra, U.S. 2000. *Sistem Informasi Geografi*. Laboratorium Penginderaan Jauh dan Kartografi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.

BMKG, 2008. *Monitoring Petir di Indonesia*. Jakarta.

Depok Dalam Angka 2011, Badan Pusat Statistik Depok

CIFOR. 2002. Rencana Tata Ruang. Edisi Agustus. No. 5. Jakarta.

Dotzek , N. dan Price, C. (2008) : *Lightning Characteristics Of Extreme Weather Events, dalam Lightning: Principles, Instruments and Applications Review of Modern Lightning Research, Publisher Springer Netherlands*, DOI 10.1007/978-1-4020-079-0, ISBN978-1-4020-9078-3.

Gallagher, T.J. and Pearmain, A.J. 1991. High Voltage Measurement Testing and Design. Hal 30.

Guswanto, Hari Kartono, Frans Sitanala, Daerah Rawan Badai Guntur di Jabotabek Berdasarkan Data Synoptik Tahun 1992-1997, Jurusan Geografi , FMIPA UI

Golde and Rolling. 2005. Grounding. Oxford University Press. Oxford. 178 p.

Husni, M. 2002. Mengenal Bahaya Petir. Jurnal Meteorologi dan Geofisika. Vol 3. No. 4 Oktober – Desember 2002. Jakarta.

Husni, M. 2006. Workshop Penanggulangan Bencana Alam, Gempa Bumi, Cuaca dan Iklim. BMKG.Jakarta.

Hutauruk, T.S. 1994. Pentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pentanahan. Erlangga. Jakarta.

Harger. 2008. Lightning and Grounding. London.

Lestari, Naomi L.P, 2010. Analisis Pemetaan Sambaran Petir Akibat Bangunan BTS Terhadap Lingkungan dan Sekitarnya di Kota Medan, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana, USU.

Lowke, J.J. 1995. A Theory of Ball Lightning as an Electric Discharge. *Physic.* 1: 47-52.

Mcbean, G. (2004) : *Climate Change and Extreme Weather: A Basis for Action, Natural Hazards* 31: 177–190, Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Mahmudsyah. 1995. Makalah Sistem Proteksi Petir. LAPI-ITB. Bandung.

Maliki, R. 2008. Studi Dampak Sambaran Petir pada Peralatan Tegangan Rendah Rumah Tangga Menggunakan Perangkat Lunak EMTP. ITS. Surabaya. 1: 3- 21.

Price, C. (2008) : Lightning Sensors For Observing, Tracking and Nowcasting Severe Weather, *Sensors* 2008, 8, 157-170, Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University, 69978 Israel.

Price, C dan Murphy, B. (2002) : Lightning Activity During The 1999 Superior Derecho. *Geophys. Res.Lett.* 29(23), 57.1-57.4.

Prahasta, E. 2001. Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis, CV. Informatika. Bandung.

Reynaldo Zoro, 1999, Karakteristik Petir dan Elemen Cuaca Daerah Tropis, Kasus di Gn. Tangkuban Perahu, *Disertasi*, Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung.

Reynaldo Zoro ,2000, *Analisis Karakteristik Petir dan Cuaca diwilayah Di daerah Tropis*, Jurnal Teknik Tegangan Tinggi Indonesia, vol.2 No.1, Tenik Elektro Institut Teknologi Bandung.

Suryawan, D. 2003. Pengaruh Sambaran Petir terhadap Sistem Proteksi pada Tower BTS. [Tesis]. Universitas Negeri Lampung, Program Pascasarjana. Lampung.

Sandy, I.M, 1987, *Iklim Regonal Indonesia*, Jurusan Geografi FMIPA UI, Jakarta.  
*The Simulation of Weather Early Warning System Using Lightning Data in Anticipating of Extreme Weather Event in Bandung*, Proceedings ISBN : 979-978-3456-68-5 Environmentally Friendly Technology and Disaster Management – Solo.

Sambas Ali Muhidin, S.Pd., M.Si. dan Drs. Maman Abdurahman, M.Pd., *Analisis Korelasi, Regresi, dan Jalur dalam Penelitian*, Penerbit Pustaka Setia Bandung, 2007.

Viemeister, P.E. 1972. *The Lightning Book*. MA: MIT Press. Cambridge.

Zoro, R. 2009. Induksi dan Konduksi Gelombang Elektromagnetik Akibat Sambaran Petir pada Jaringan Tegangan Rendah. Makalah, Teknologi, Vol. 13, No. 1, April 2009: 25-32. ITB. Bandung.

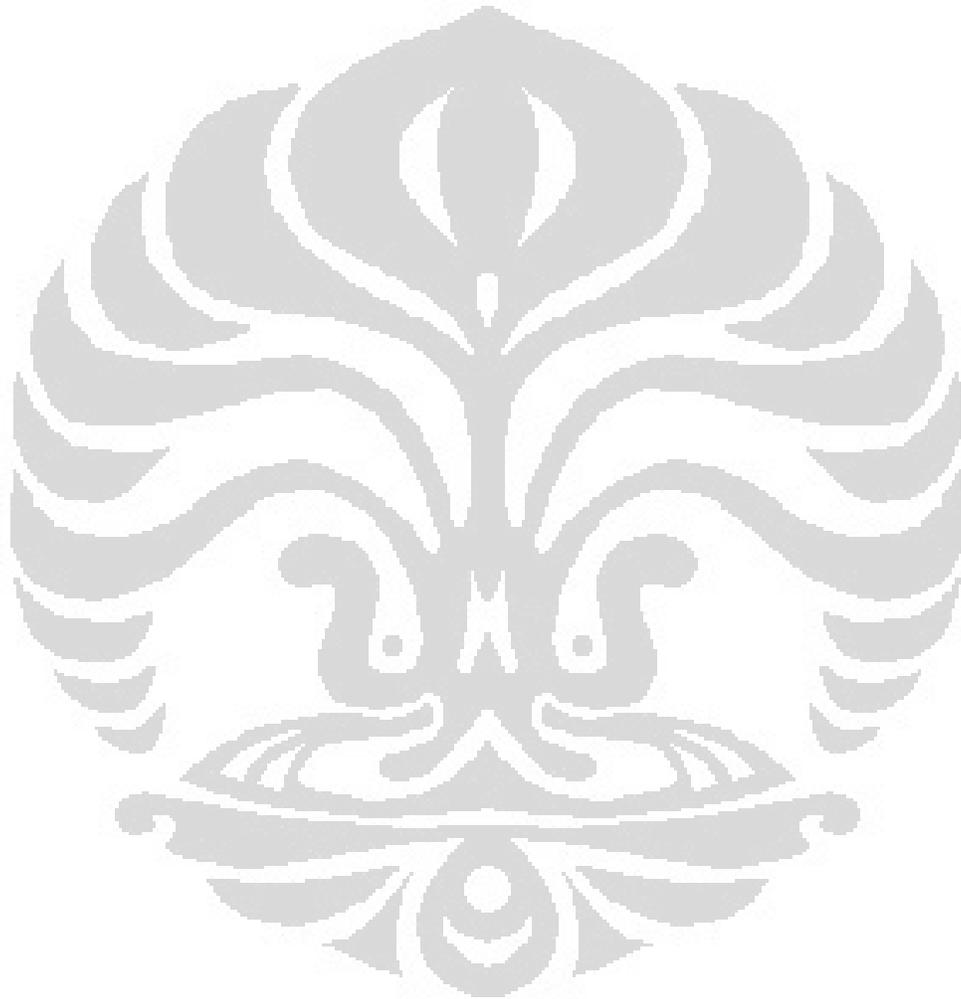
[http://www.atmos.umd.edu/~meto200/4\\_08\\_03\\_lecture\\_files](http://www.atmos.umd.edu/~meto200/4_08_03_lecture_files) diakses pada tanggal 10 September 2011

[http : //www.kifissiameteo.gr/Lesson01\\_lightings.html](http://www.kifissiameteo.gr/Lesson01_lightings.html) diakses pada tanggal 12 September 2011

<http://repository.usu.ac.id/bitstream> diakses pada tanggal 19 Desember 2011

*<http://kot-depok.bpn.go.id/home.aspx> diakses pada tanggal 5 Januari 2012*

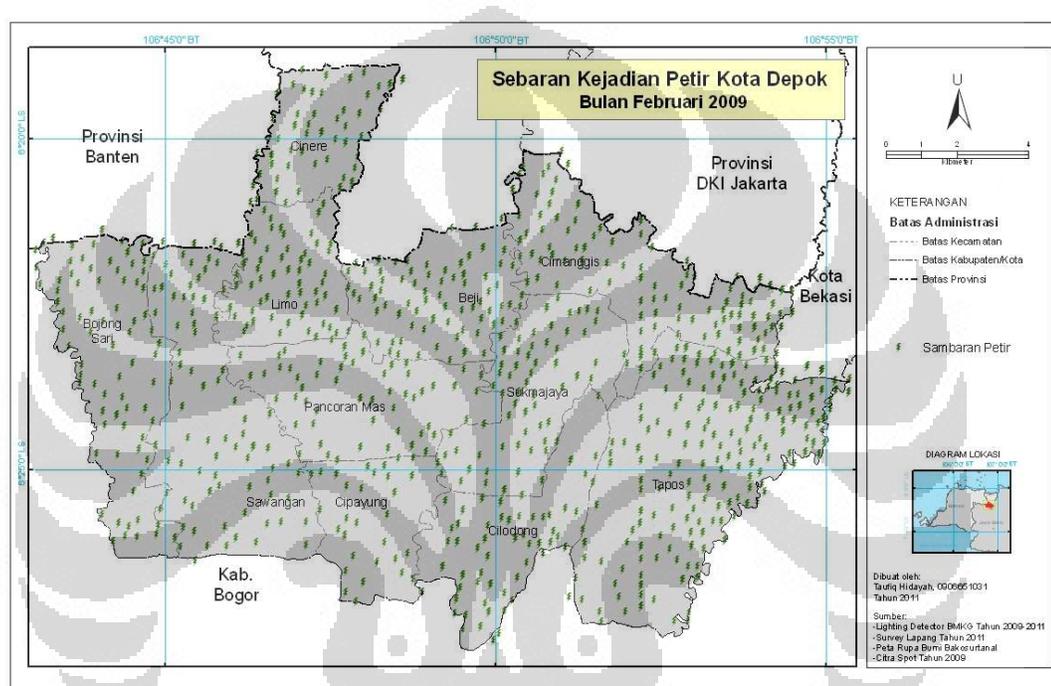
*<http://hotkaskus.blogspot.com/2010/11/depok-kota-petir-sedunia.html> diakses pada tanggal 10 Januari 2012*



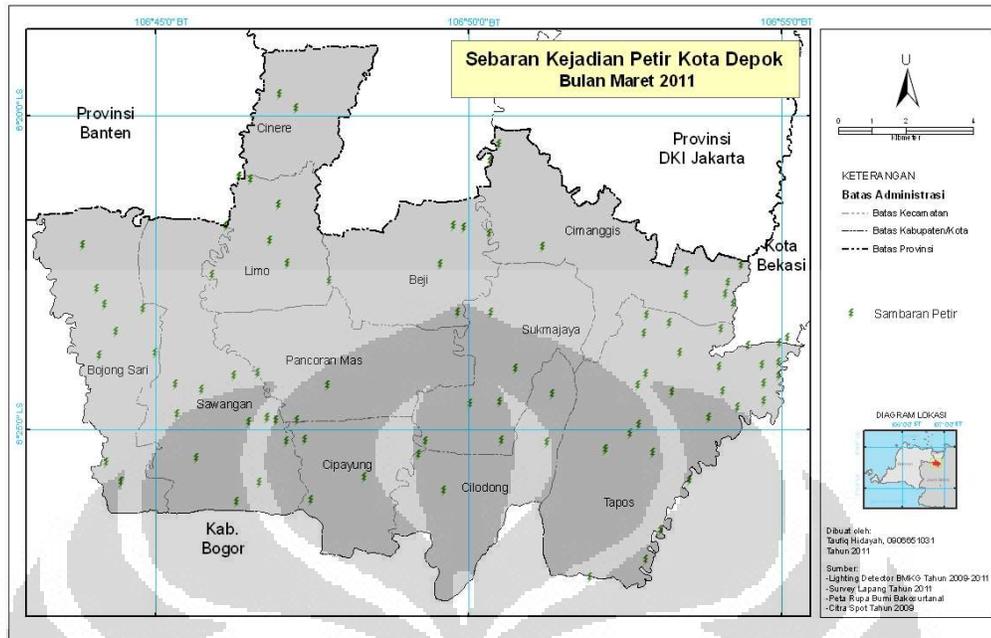
## Daftar Lampiran

## LAMPIRAN I

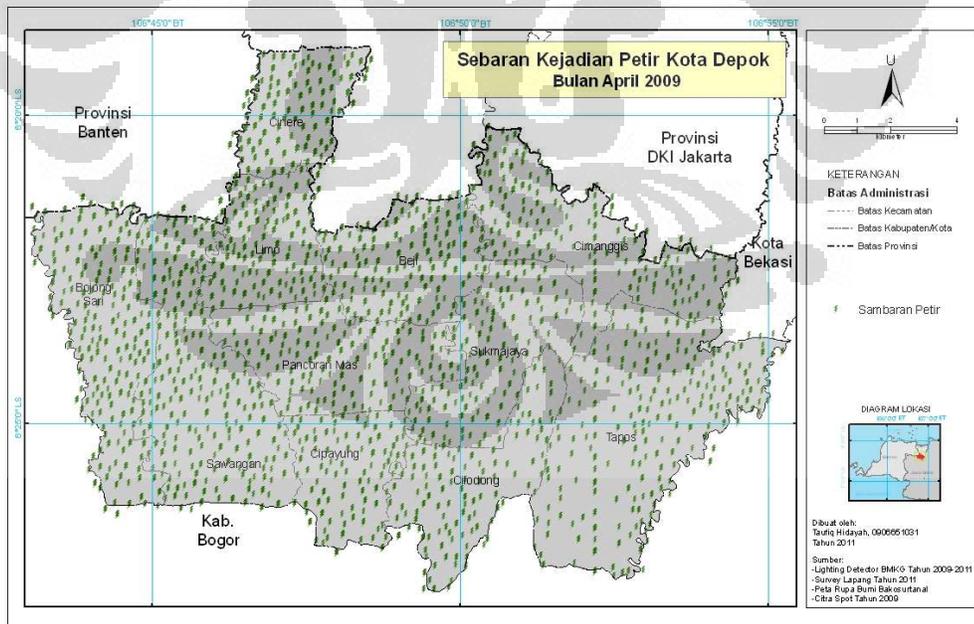
## Peta Kejadian Petir Tahun 2009 - 2011



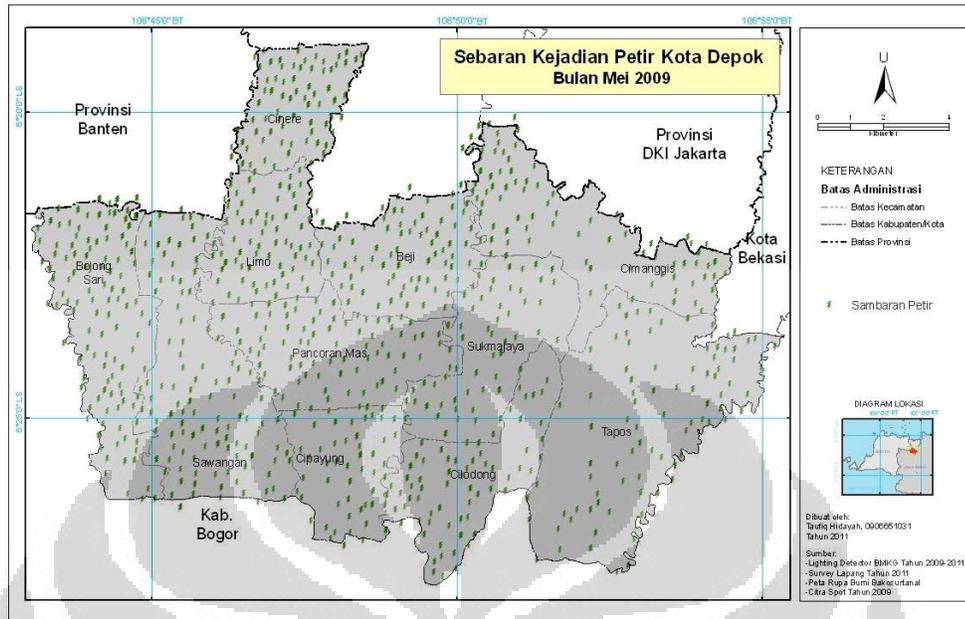
Peta 28. Sebaran Kejadian Petir Bulan Pebruari 2009



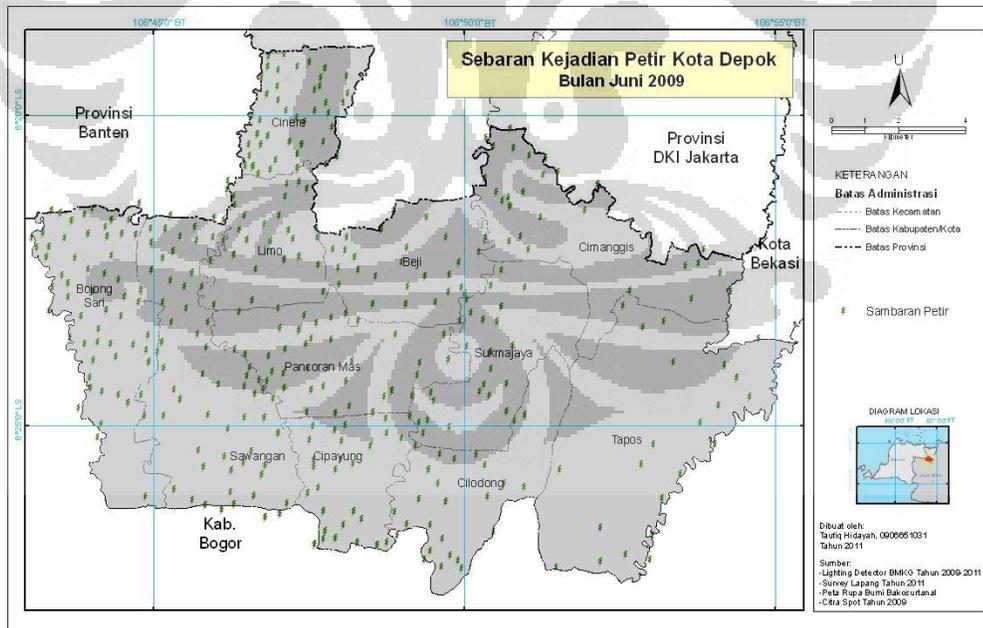
Peta 29. Sebaran Kejadian Petir Bulan Maret 2009



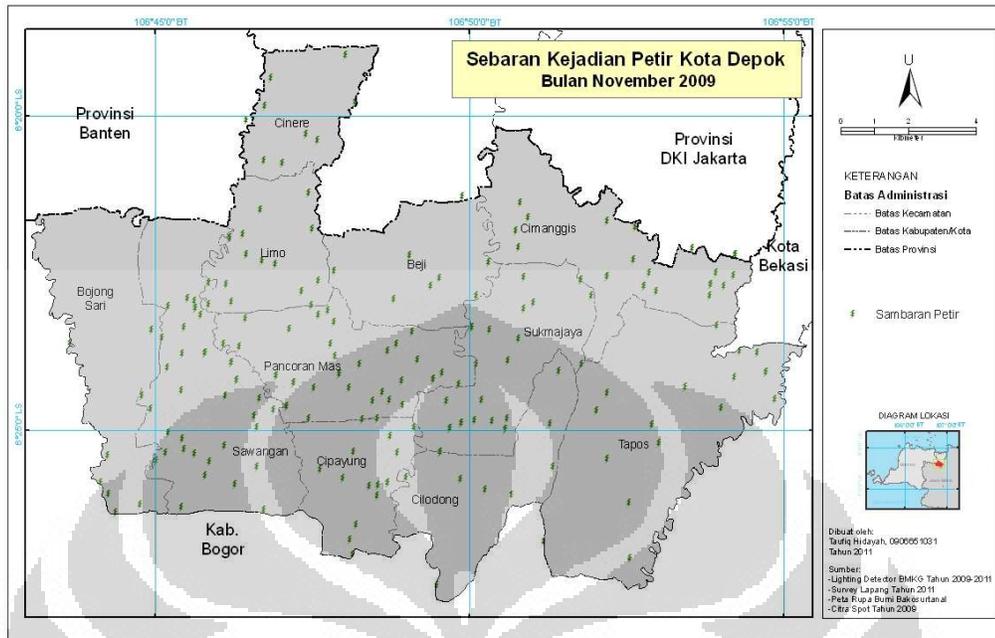
Peta 30. Sebaran Kejadian Petir Bulan April 2009



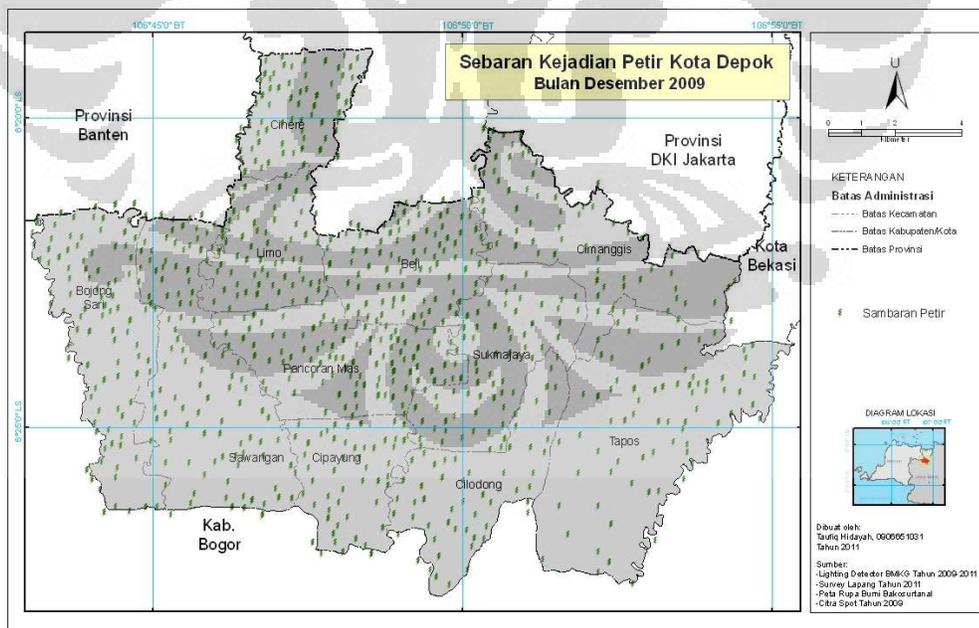
Peta 31. Sebaran Kejadian Petir Bulan Mei 2009



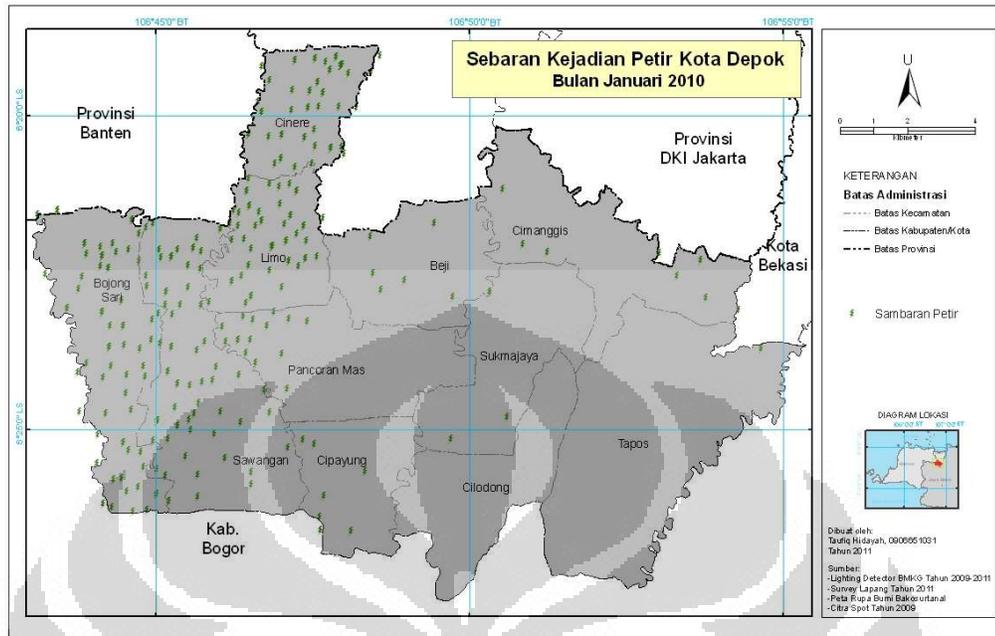
Peta 32. Sebaran Kejadian Petir Bulan Juni 2009



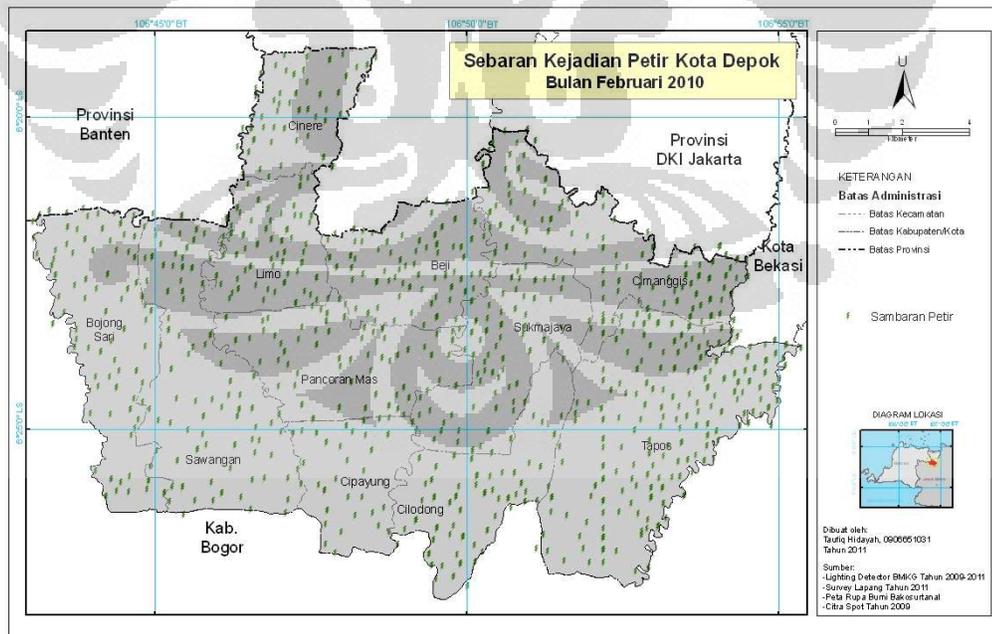
Peta 33. Sebaran Kejadian Petir Bulan Nopember 2009



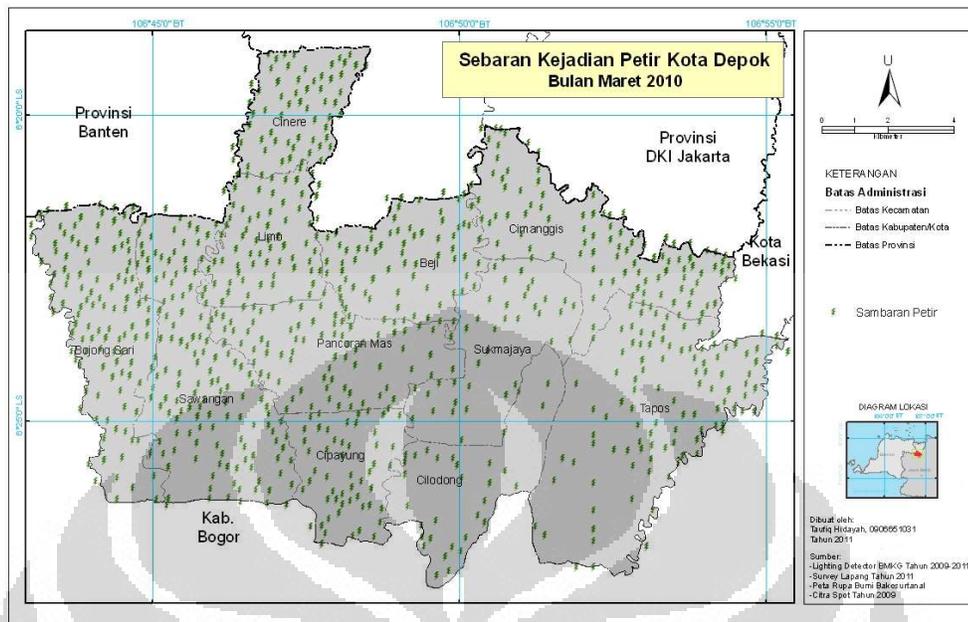
Peta 34. Sebaran Kejadian Petir Bulan Desember 2009



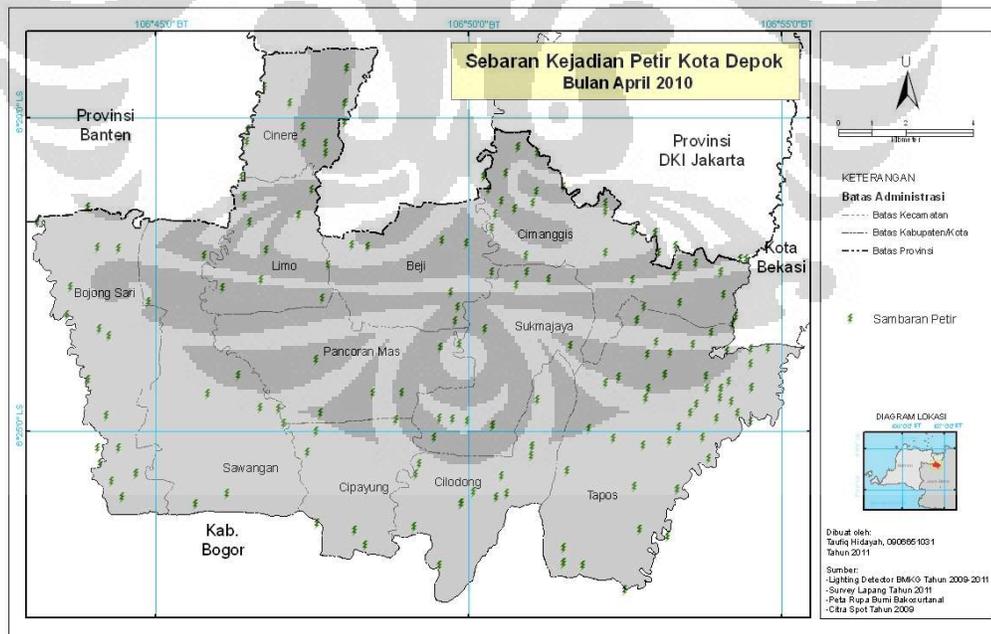
Peta 35. Sebaran Kejadian Petir Bulan Januari 2010



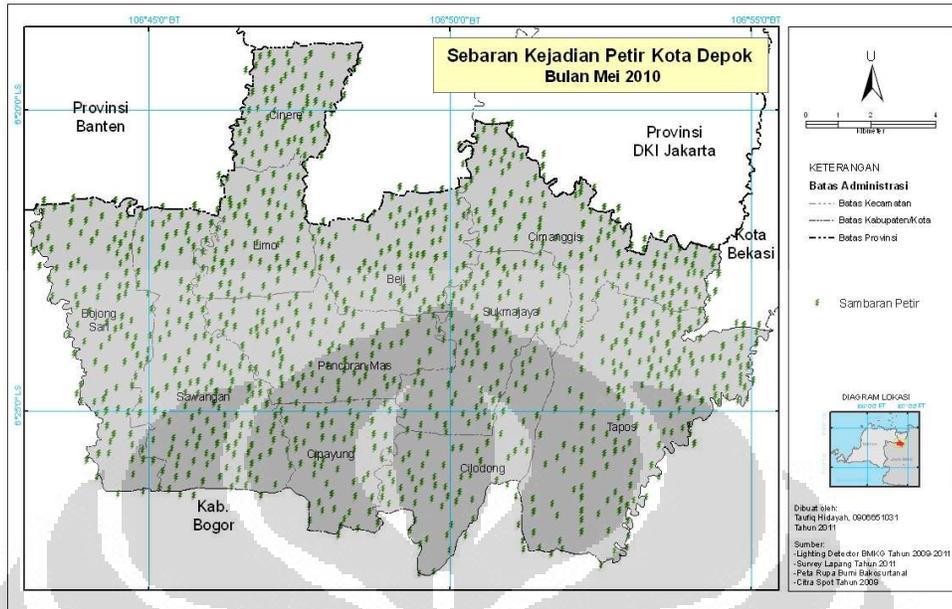
Peta 36. Sebaran Kejadian Petir Bulan Pebruari 2010



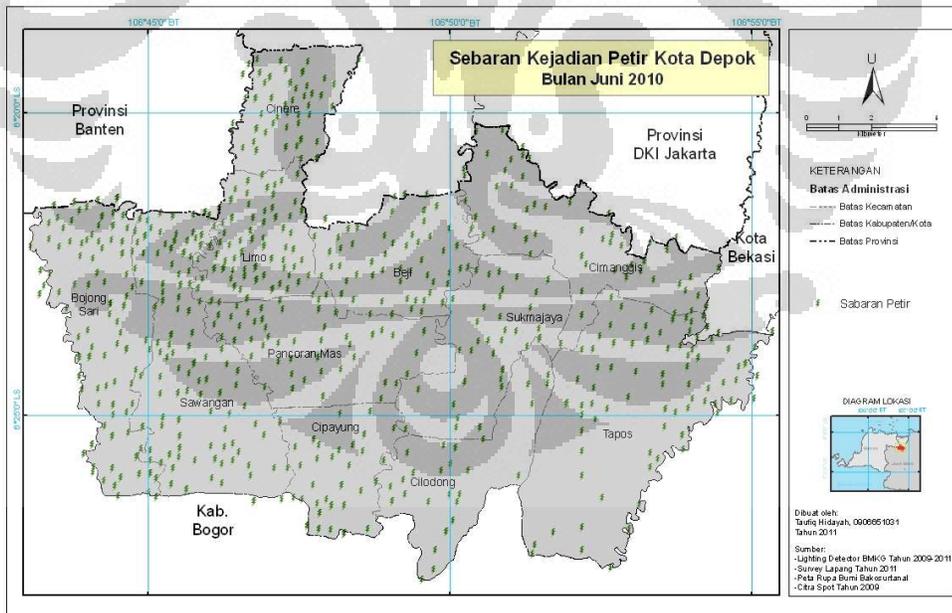
Peta 37. Sebaran Kejadian Petir Bulan Maret 2010



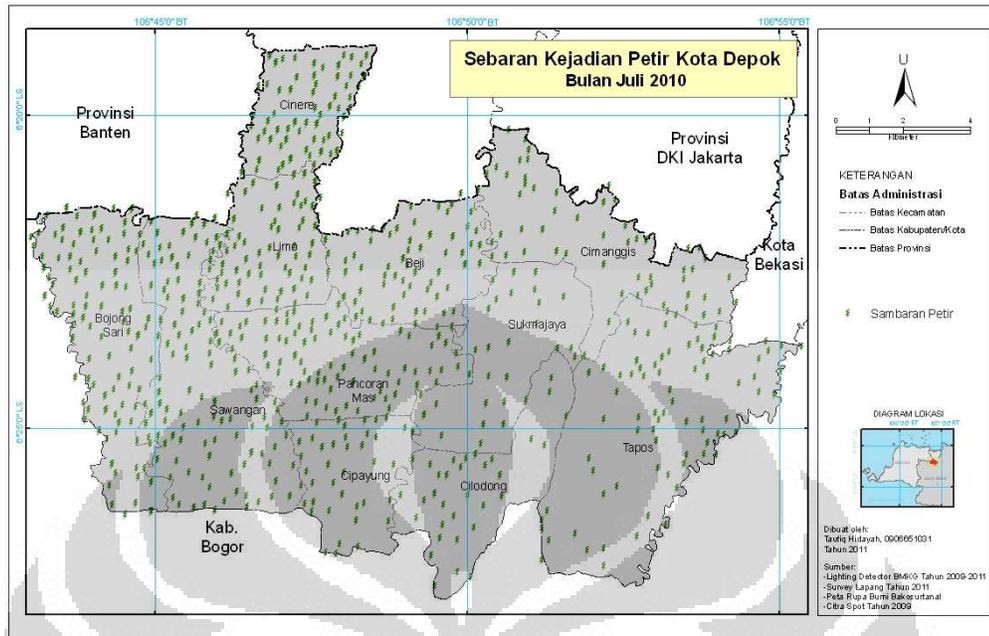
Peta 38. Sebaran Kejadian Petir Bulan April 2010



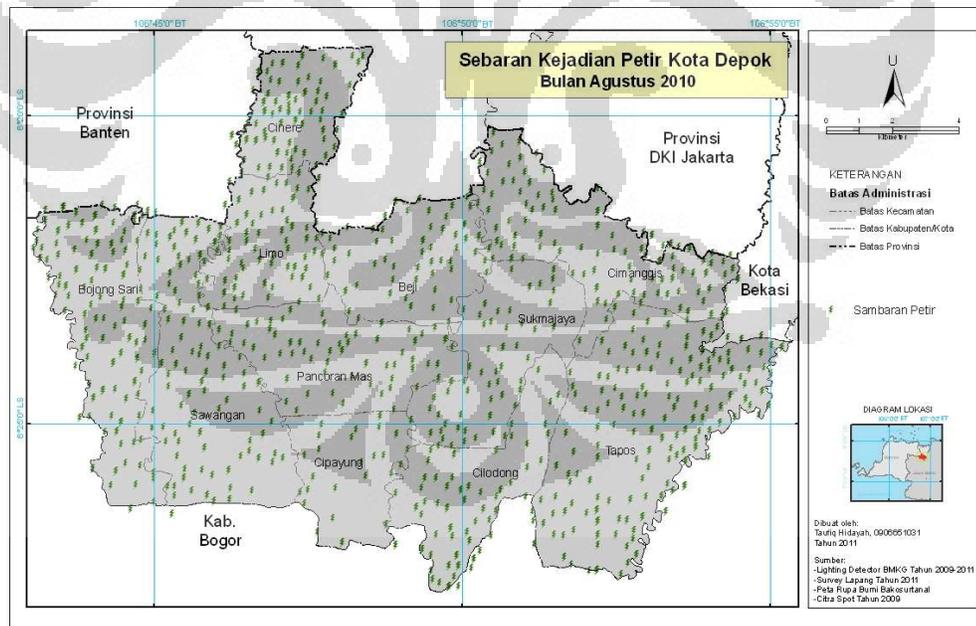
Peta 39. Sebaran Kejadian Petir Bulan Mei 2010



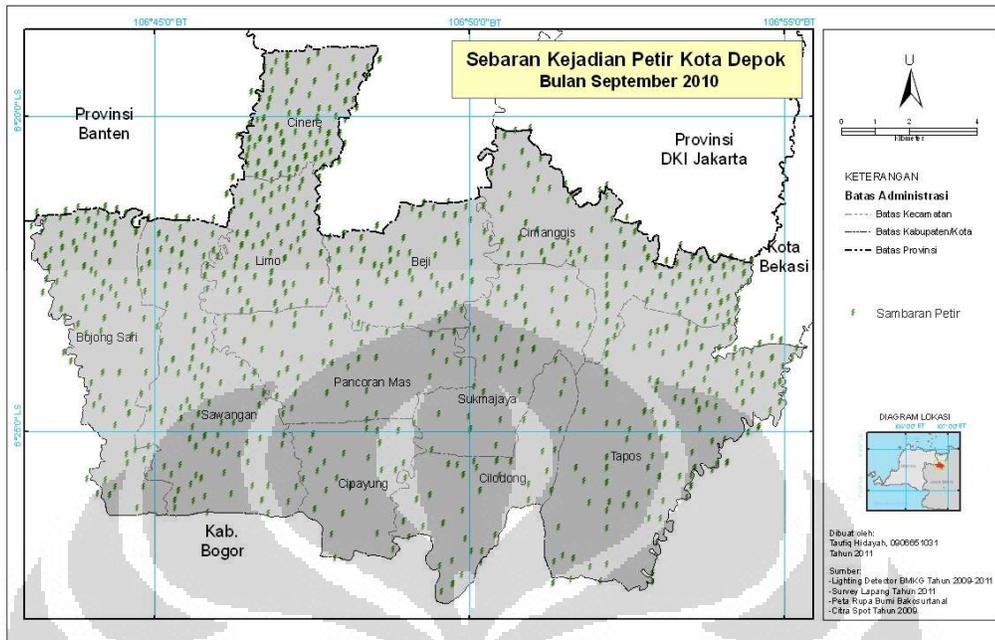
Peta 40. Sebaran Kejadian Petir Bulan Juni 2010



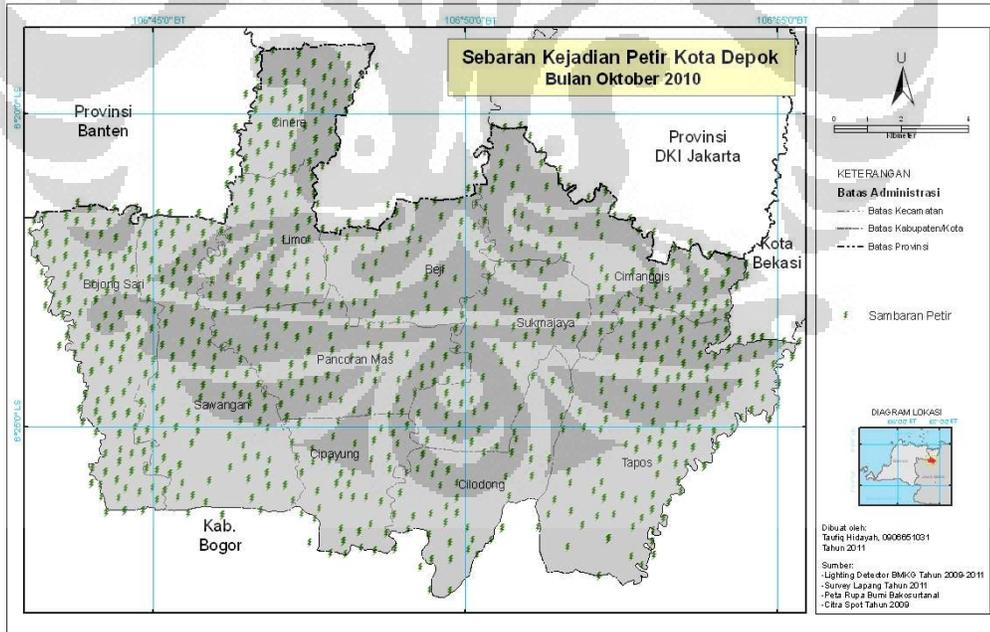
Peta 41. Sebaran Kejadian Petir Bulan Juli 2010



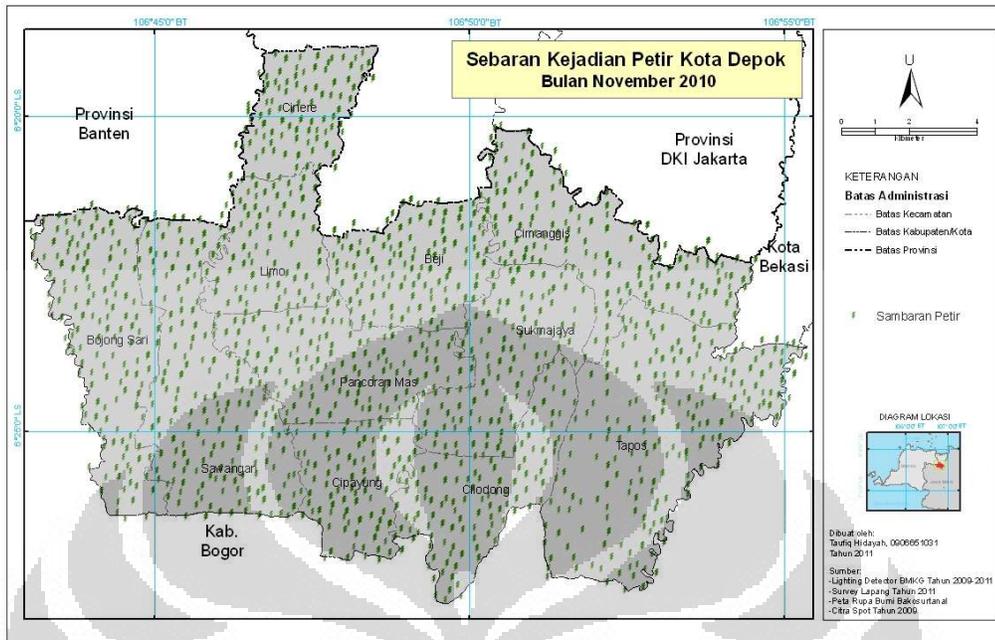
Peta 42. Sebaran Kejadian Petir Bulan Agustus 2010



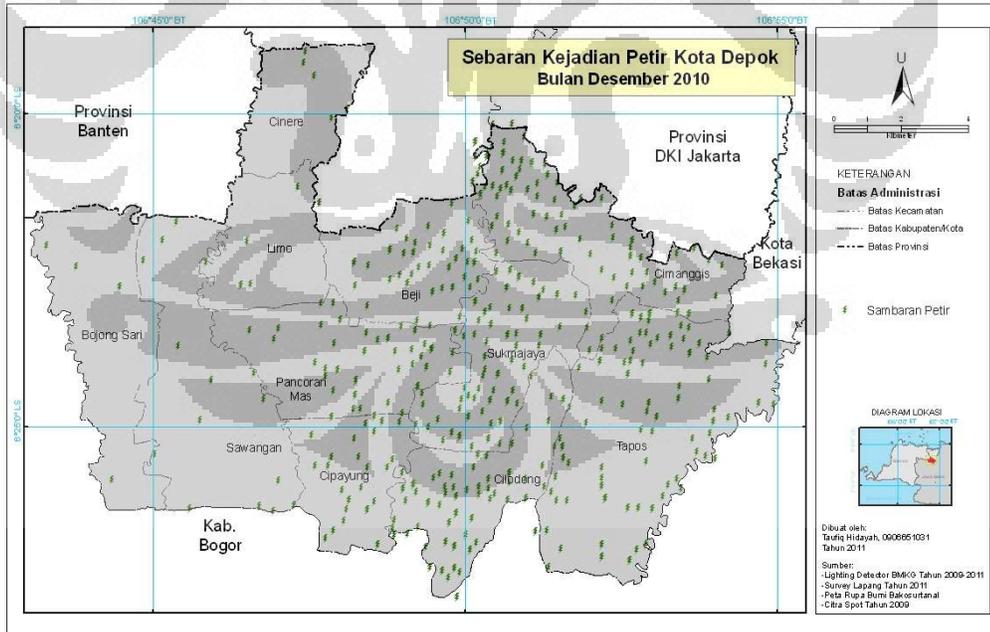
Peta 43. Sebaran Kejadian Petir Bulan September 2010



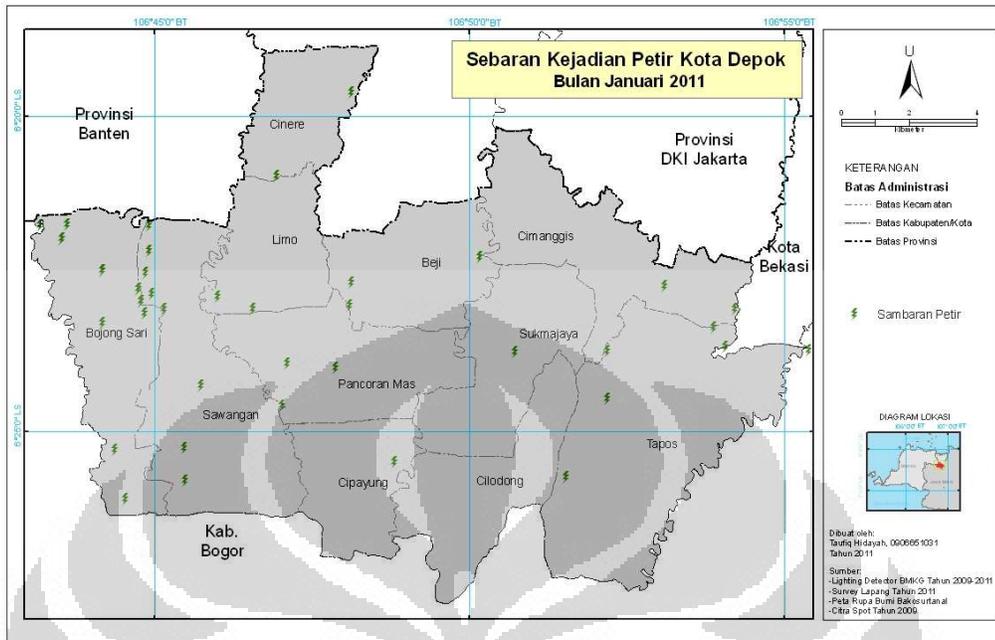
Peta 44. Sebaran Kejadian Petir Bulan Oktober 2010



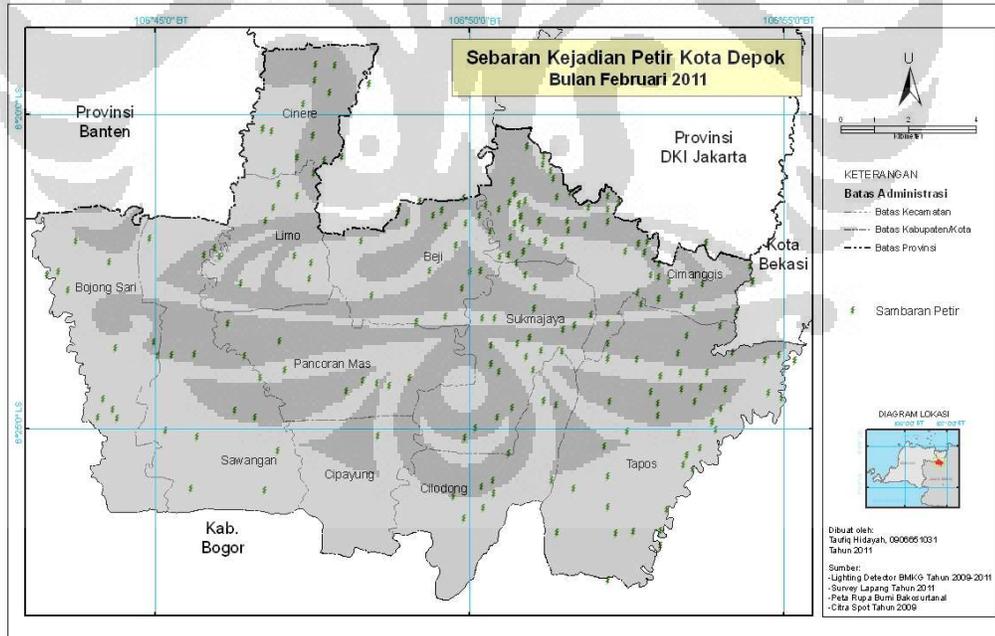
Peta 45. Sebaran Kejadian Petir Bulan Nopember 2010



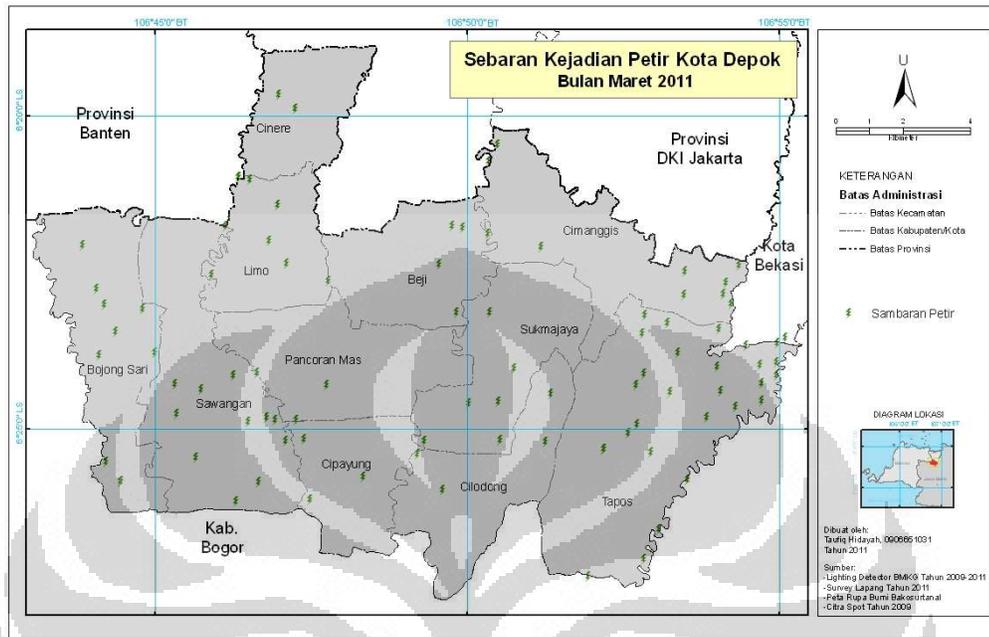
Peta 46. Sebaran Kejadian Petir Bulan Desember 2010



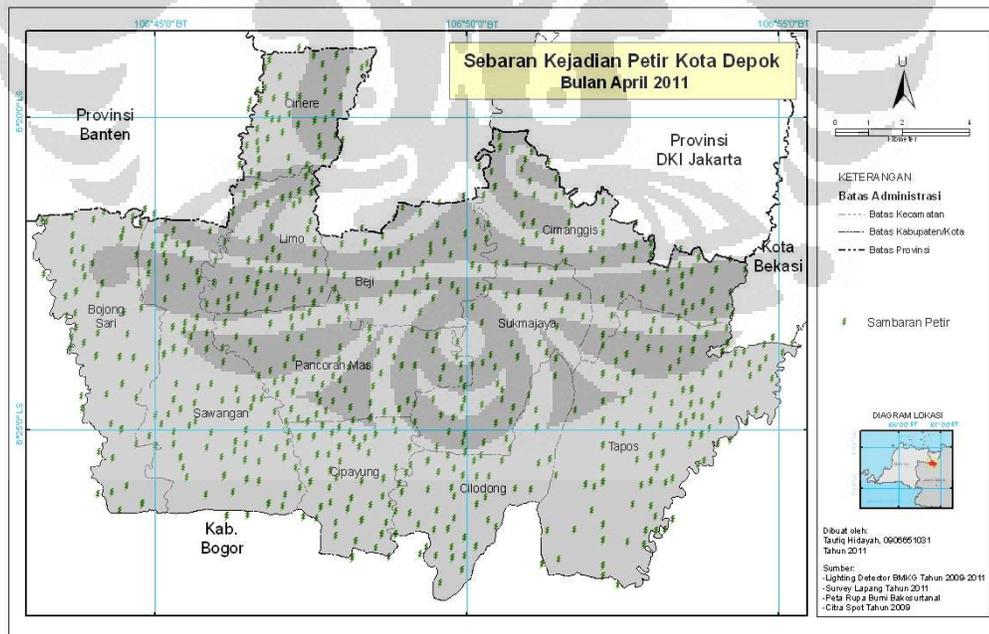
Peta 47. Sebaran Kejadian Petir Bulan Januari 2011



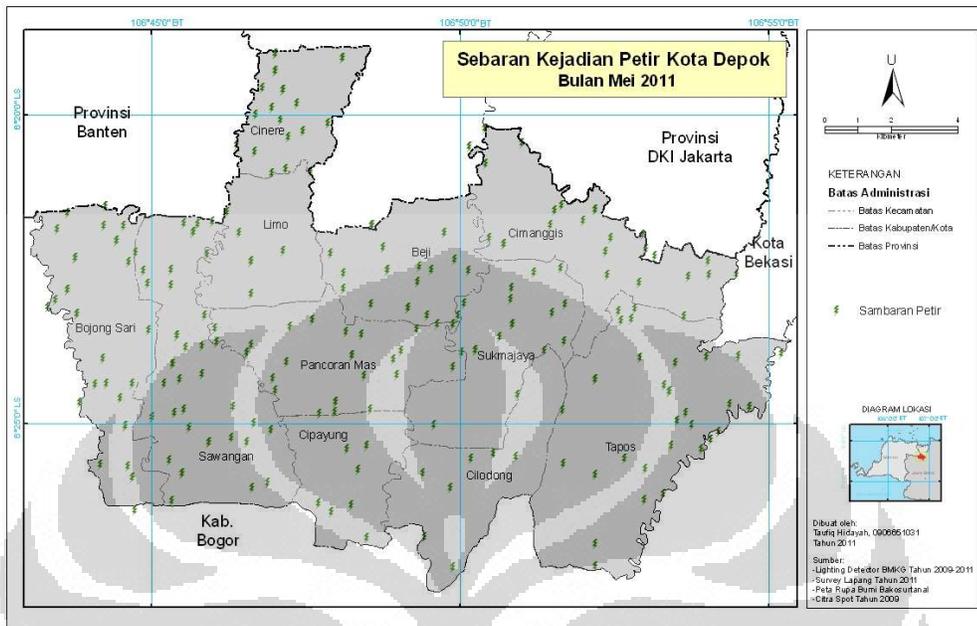
Peta 48. Sebaran Kejadian Petir Bulan Pebruari 2011



Peta 49. Sebaran Kejadian Petir Bulan Maret 2011



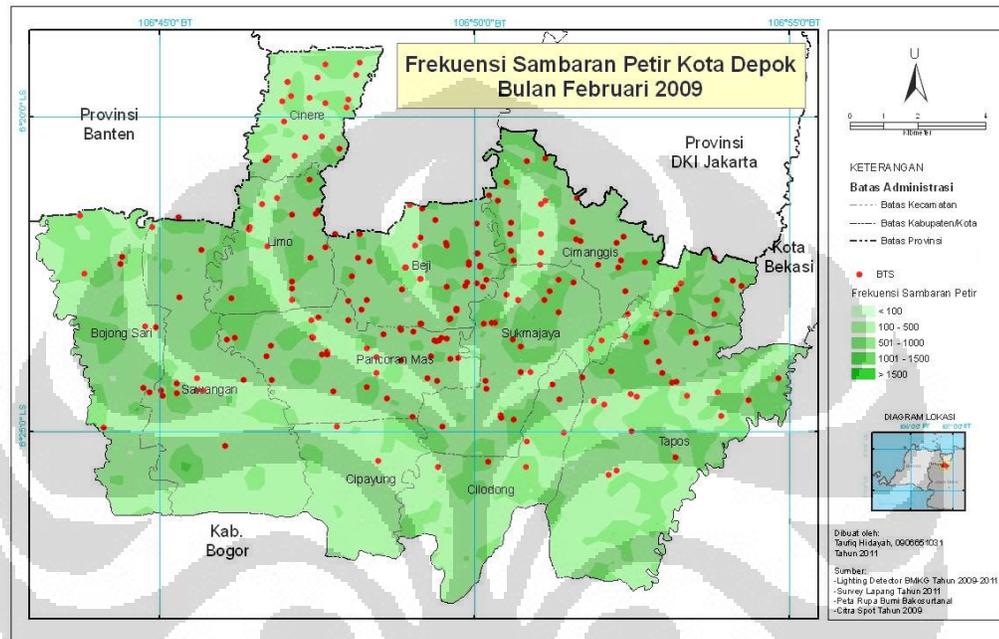
Peta 50. Sebaran Kejadian Petir Bulan April 2011



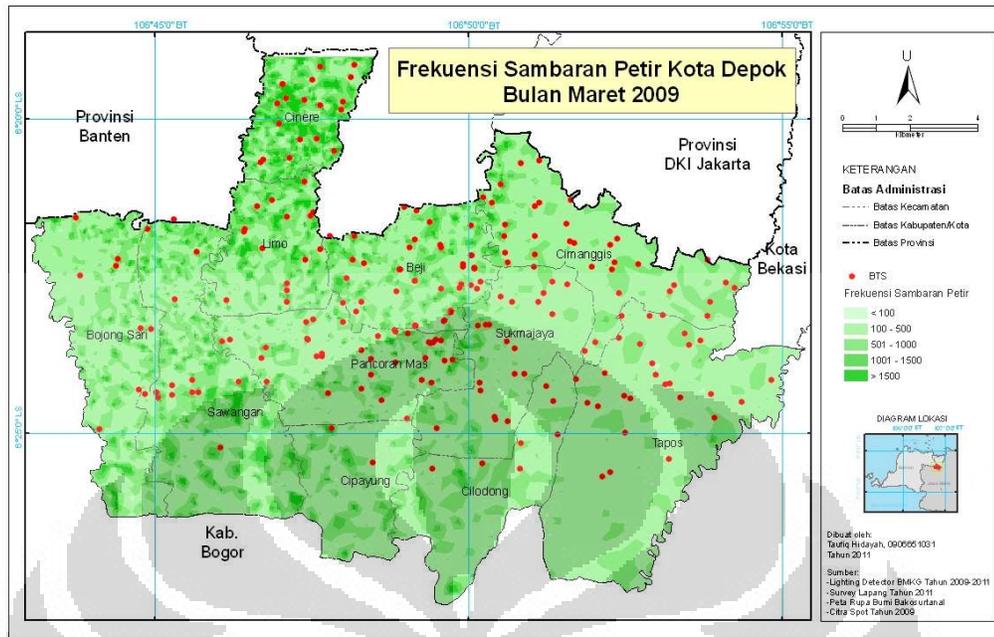
Peta 51. Sebaran Kejadian Petir Bulan Mei 2011

## LAMPIRAN II

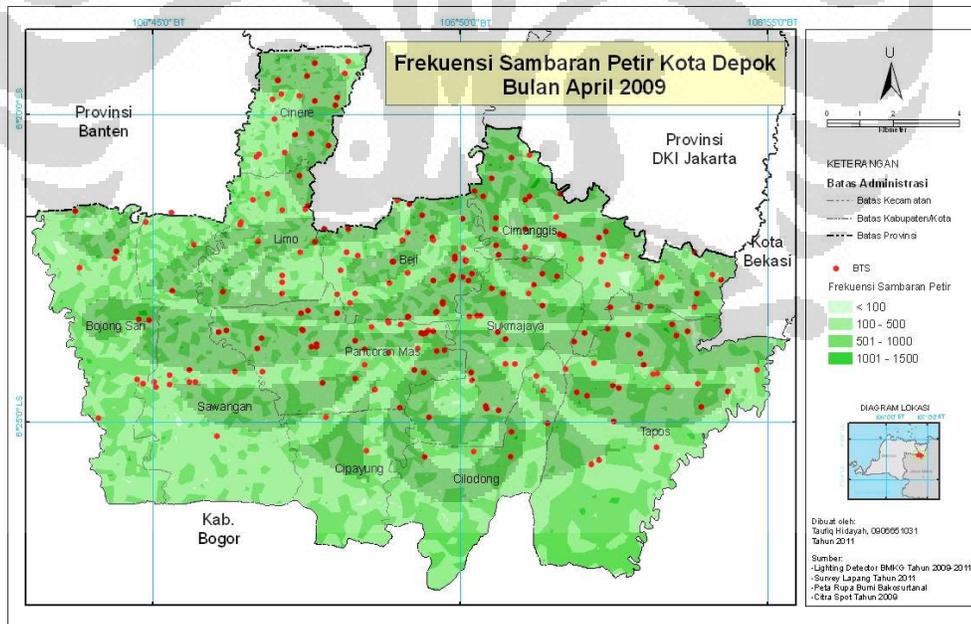
## Peta Frekuensi Sambaran Petir Tahun 2009 - 2011



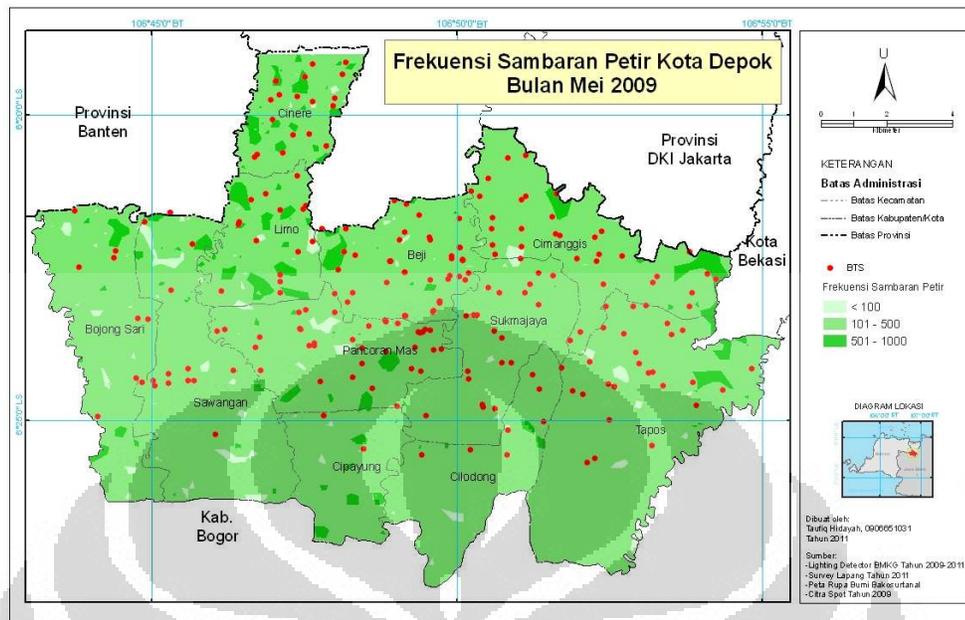
Peta 52. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Pebruari 2009



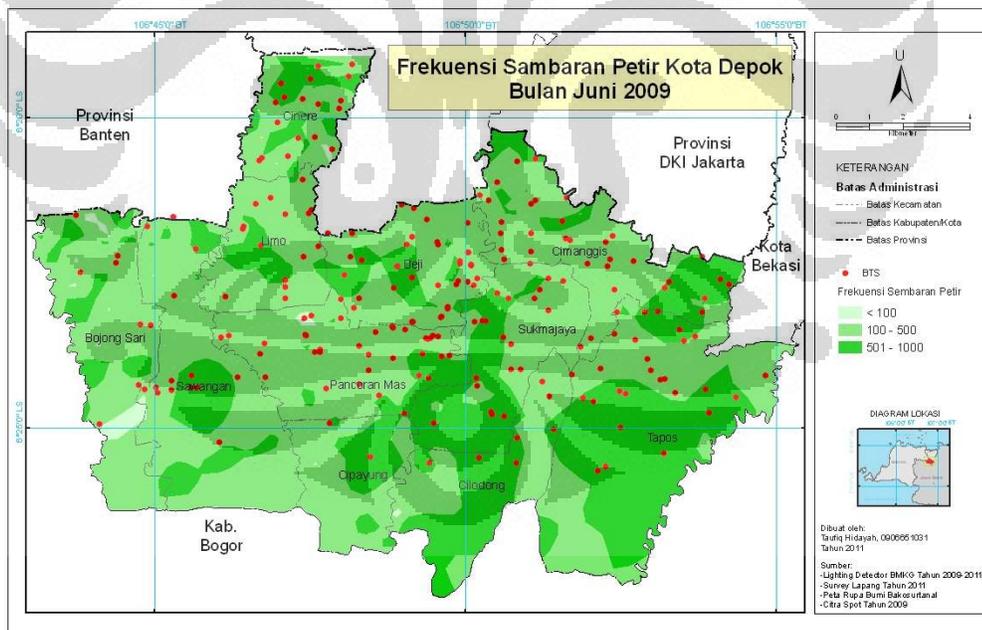
Peta 53. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Maret 2009



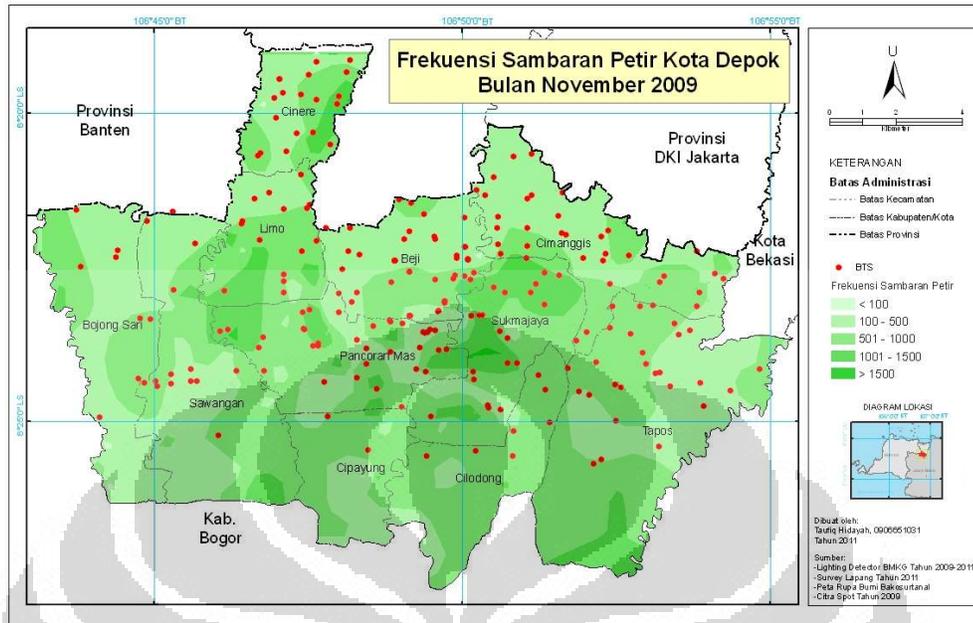
Peta 54. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok April 2009



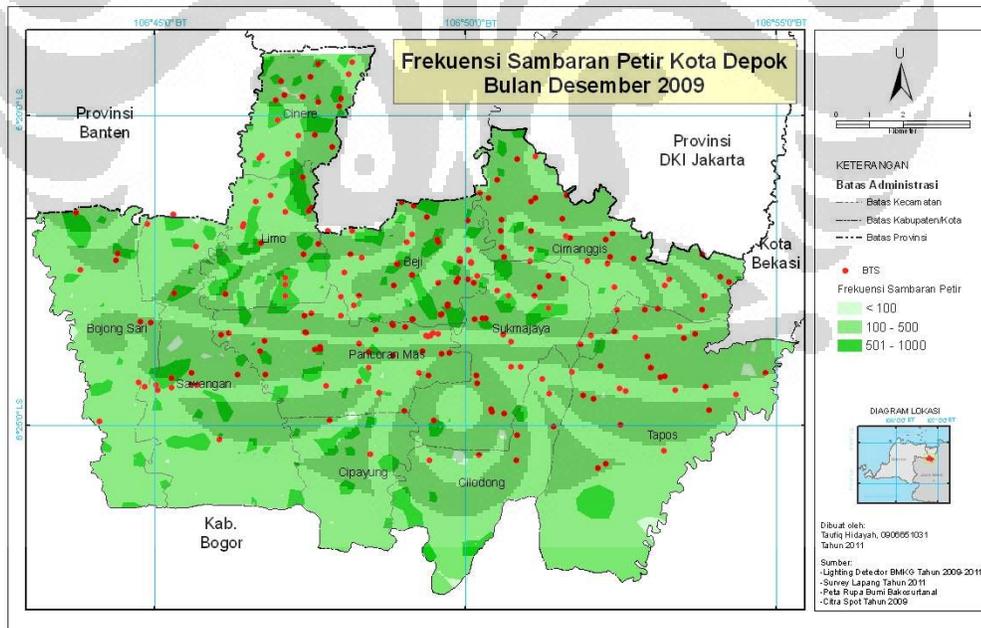
Peta 55. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Mei 2009



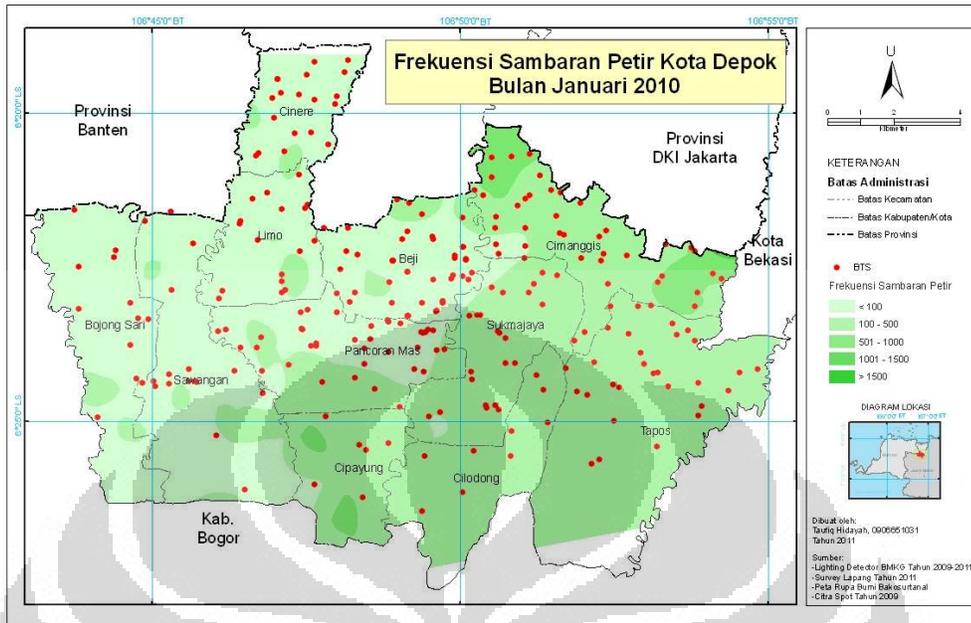
Peta 56. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Juni 2009



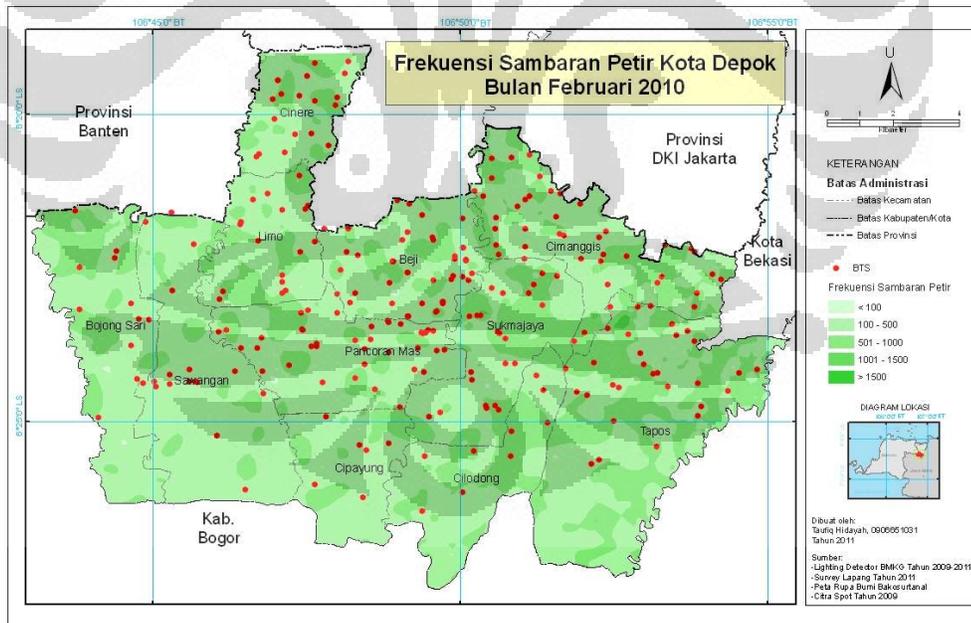
Peta 57. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Nopember 2009



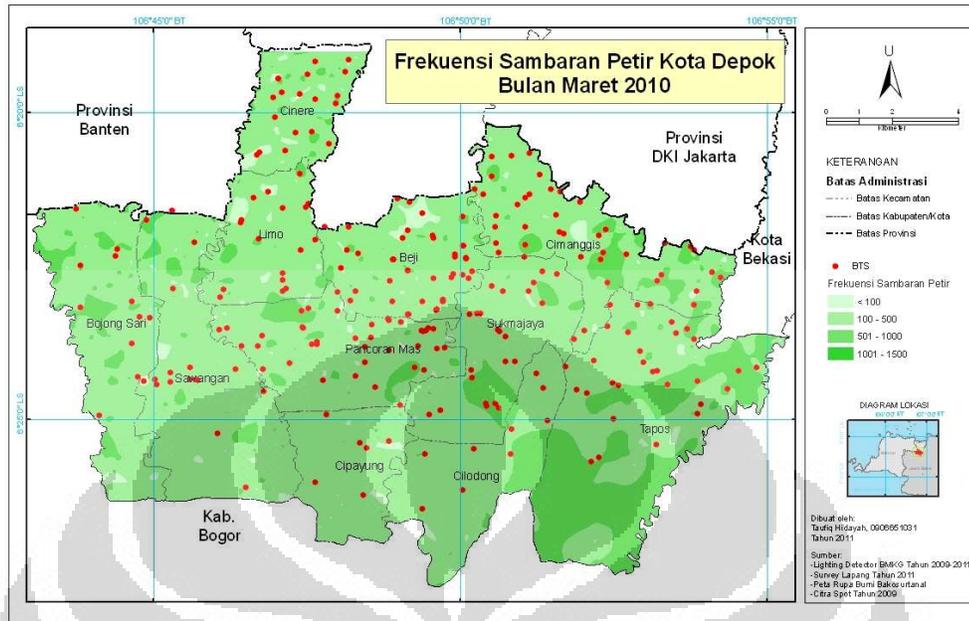
Peta 58. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Desember 2009



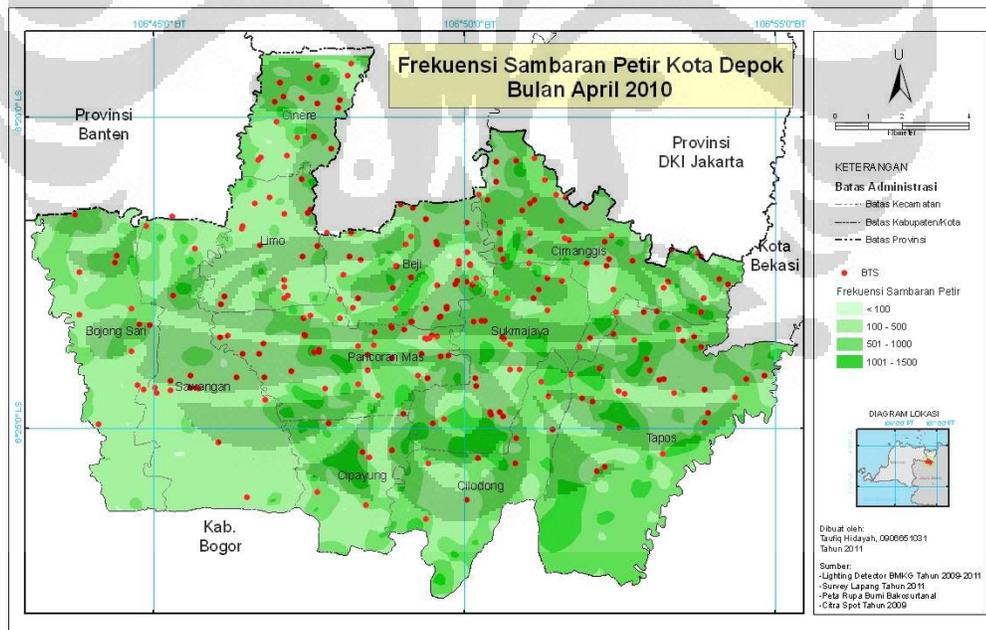
Peta 59. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Januari 2010



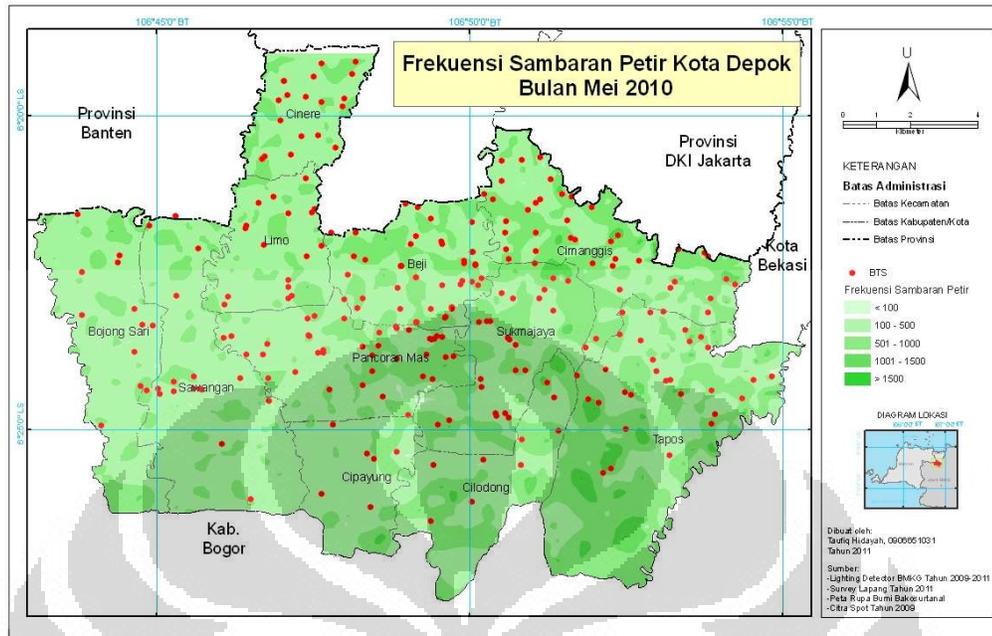
Peta 60. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Pebruari 2010



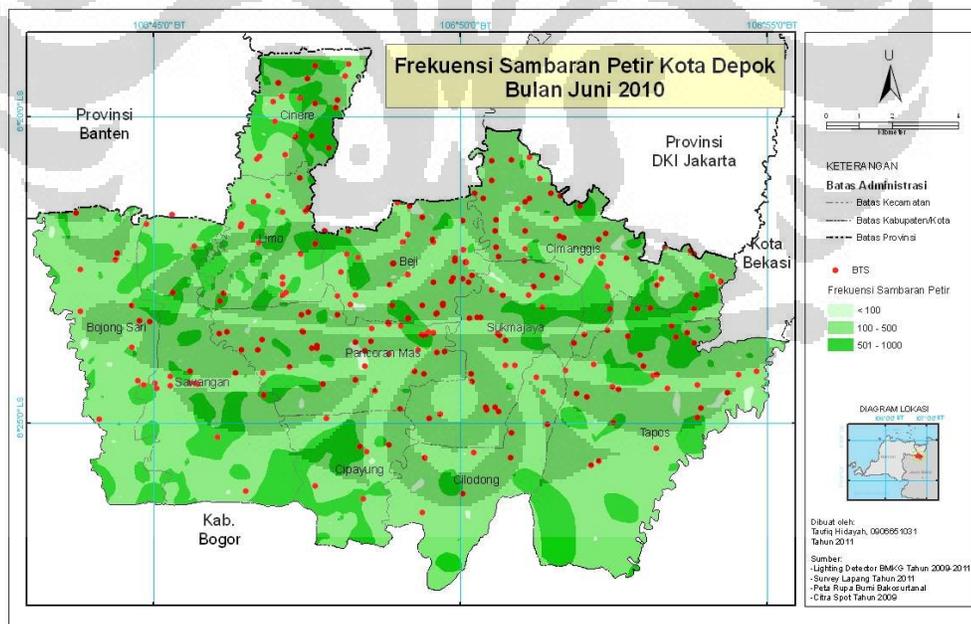
Peta 61. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Maret 2010



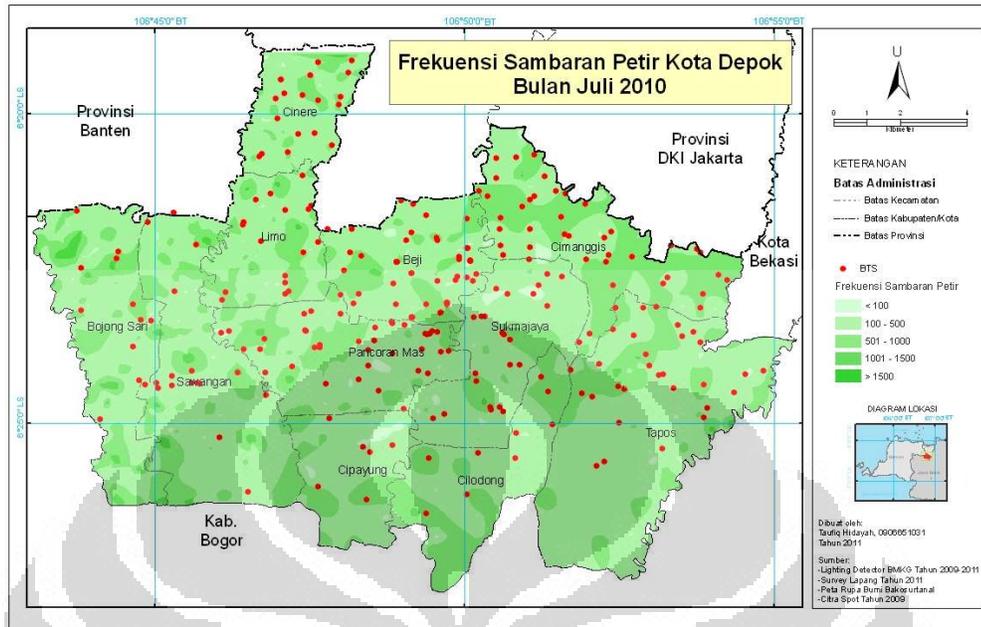
Peta 62. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok April 2010



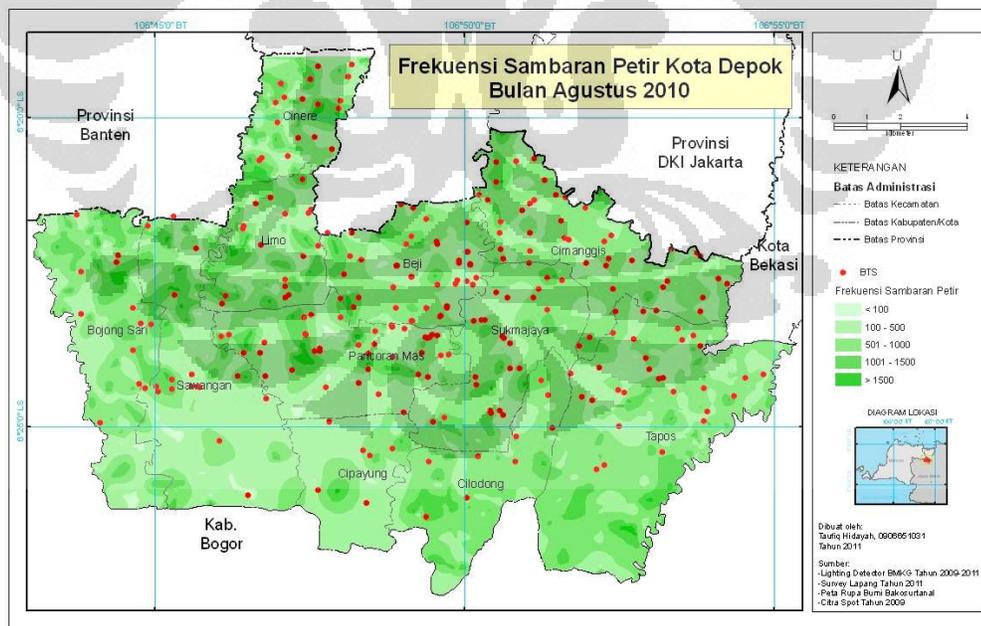
Peta 63. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Mei 2010



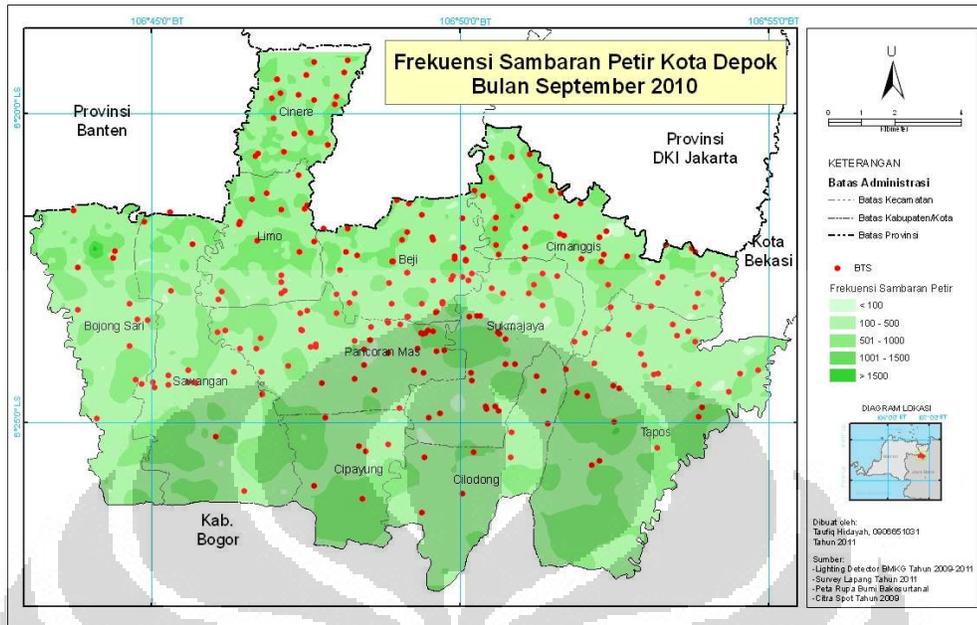
Peta 64. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Juni 2010



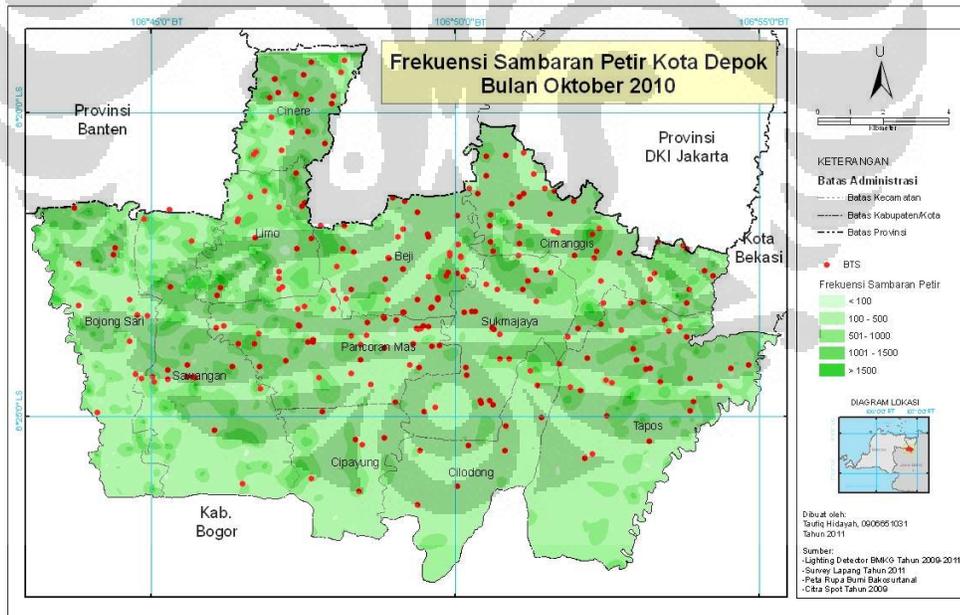
Peta 65. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Juli 2010



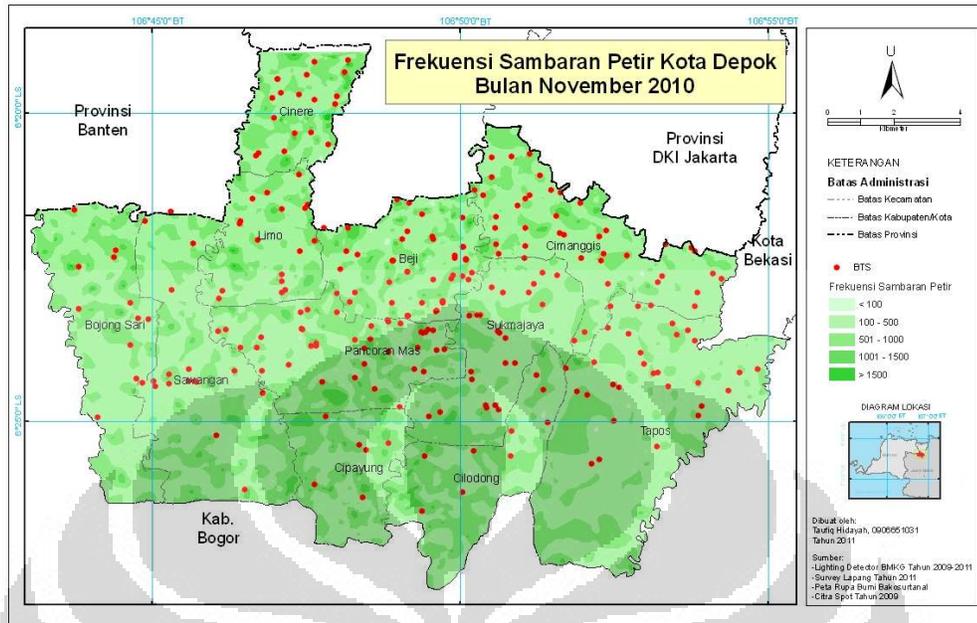
Peta 66. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Agustus 2010



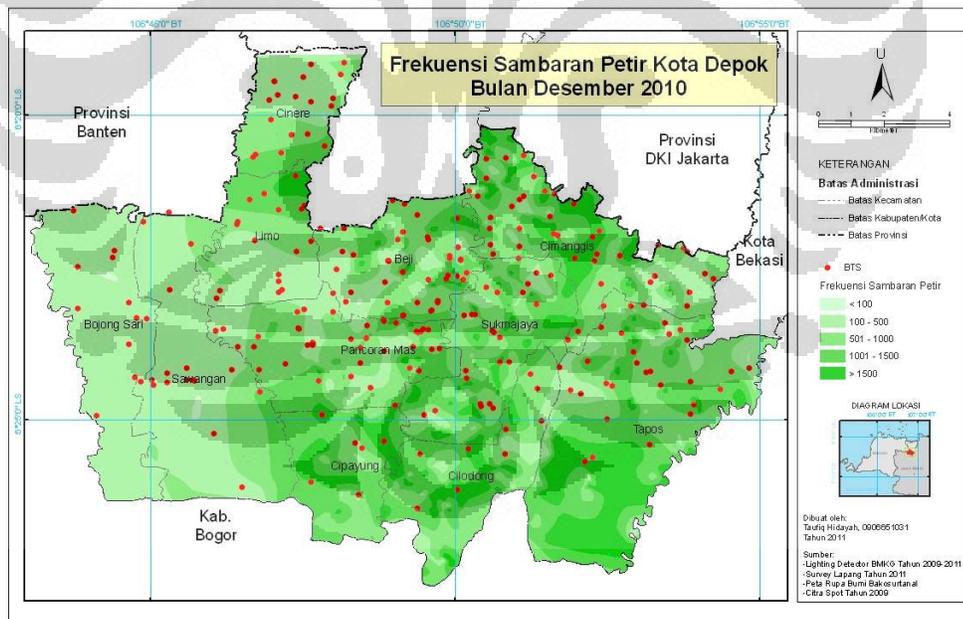
Peta 67. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok September 2010



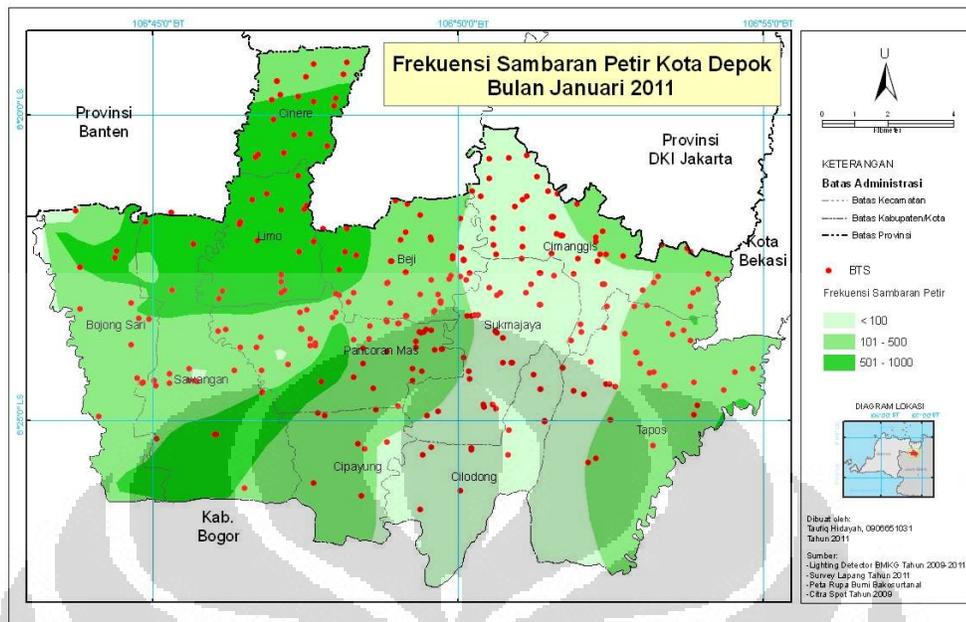
Peta 68. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Oktober 2010



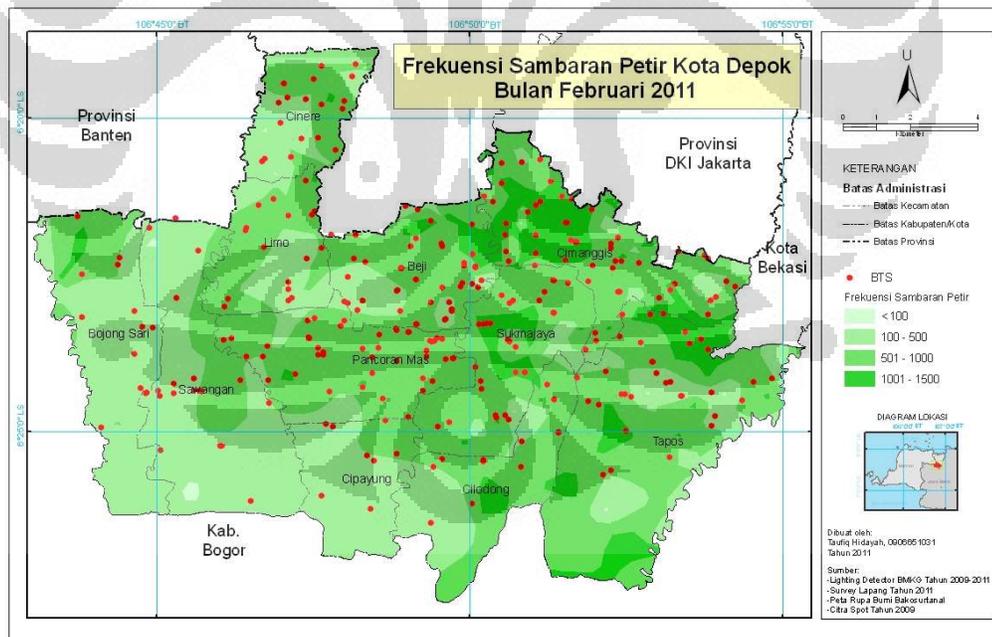
Peta 69. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Nopember 2010



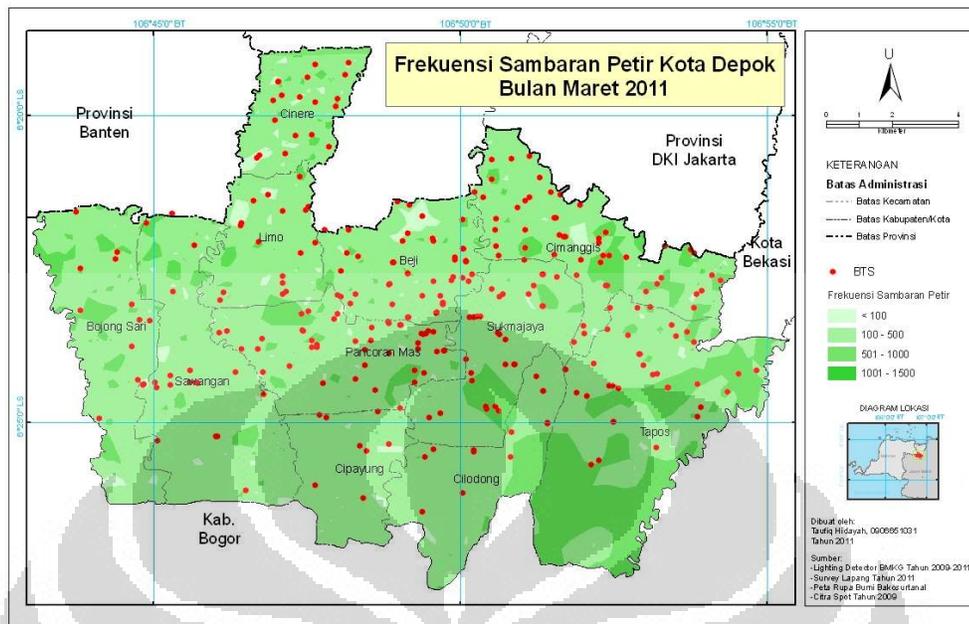
Peta 70. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Desember 2010



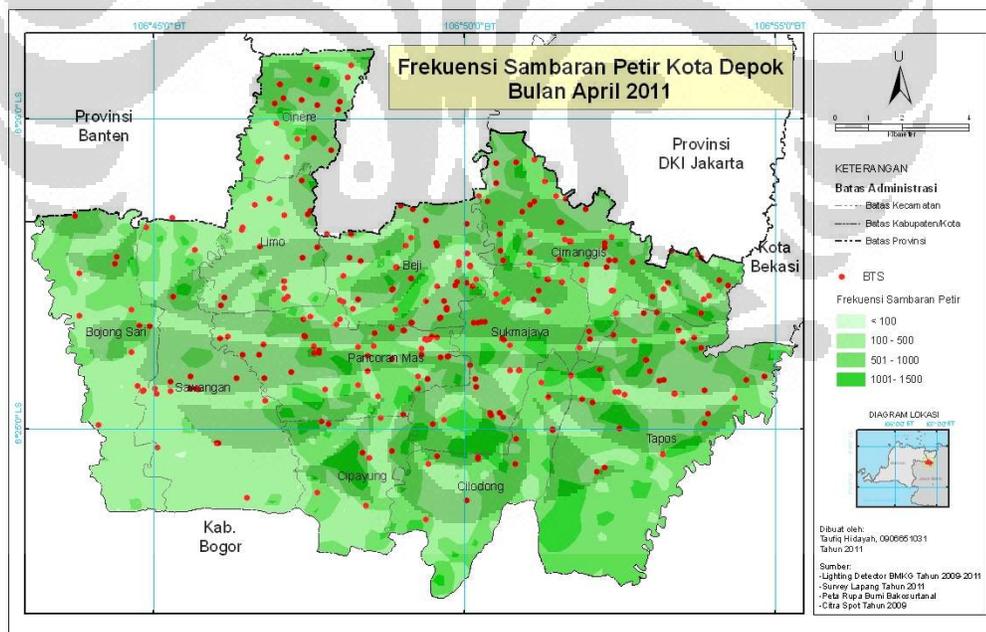
Peta 71. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Januari 2011



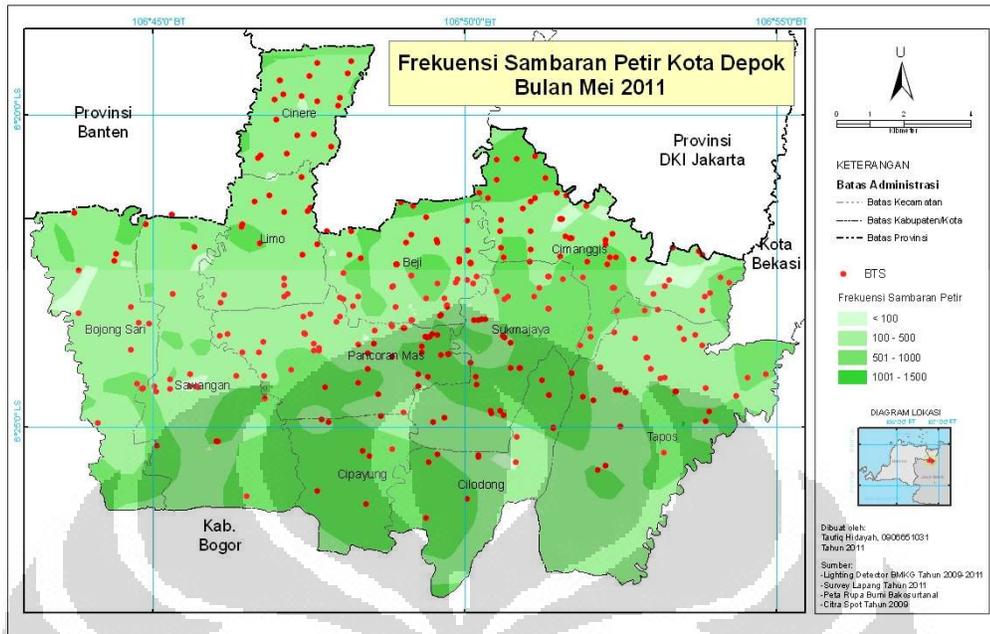
Peta 72. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Pebruari 2011



Peta 73. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Maret 2011



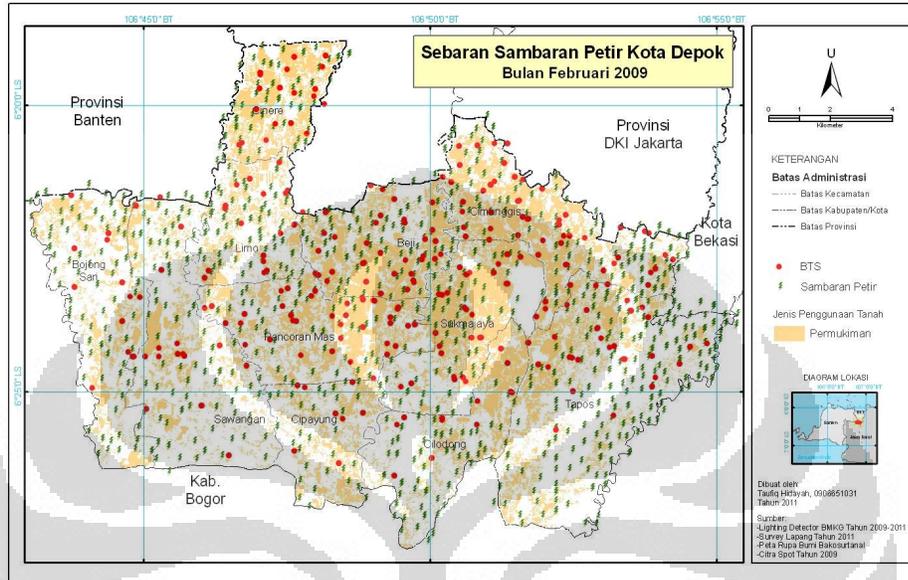
Peta 74. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok April 2011



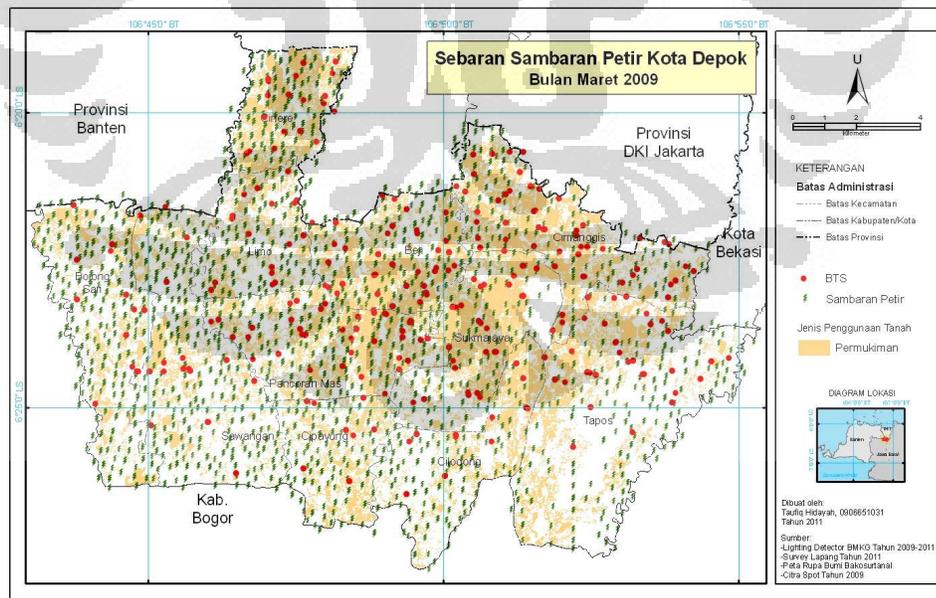
Peta 75. Frekuensi Sambaran Petir Kota Depok Mei 2011

LAMPIRAN III

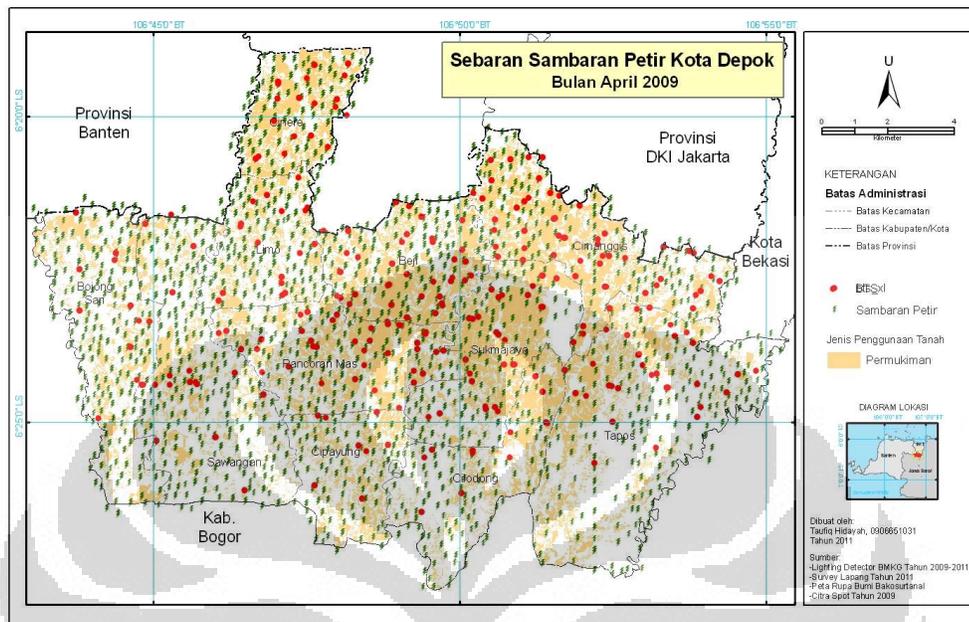
Peta Sebaran Sambaran Petir dan BTS di Permukiman Kota Depok



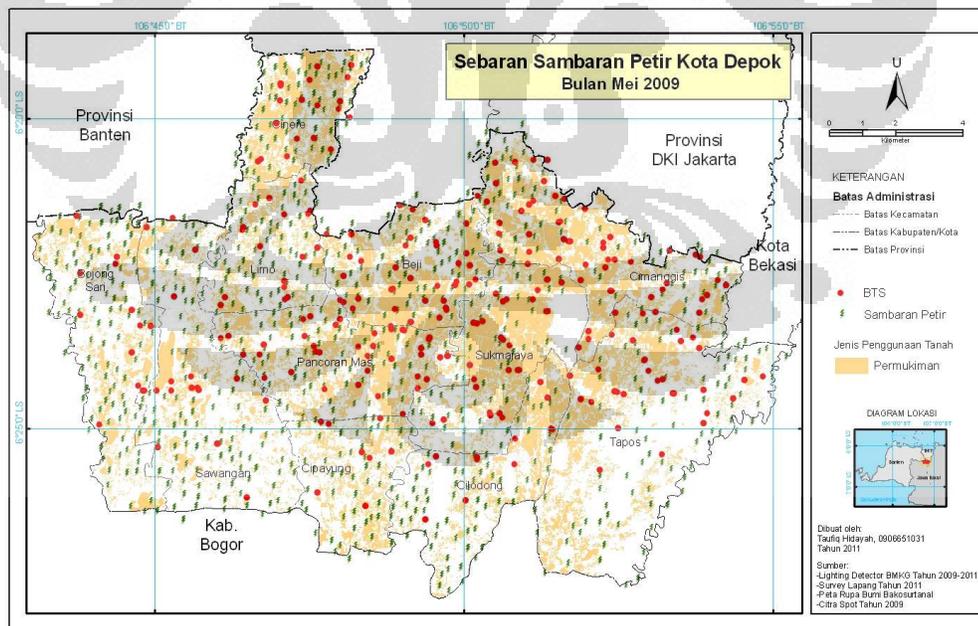
Peta 76. Sebaran Petir dan BTS di Permukiman Depok Pebruari 2009



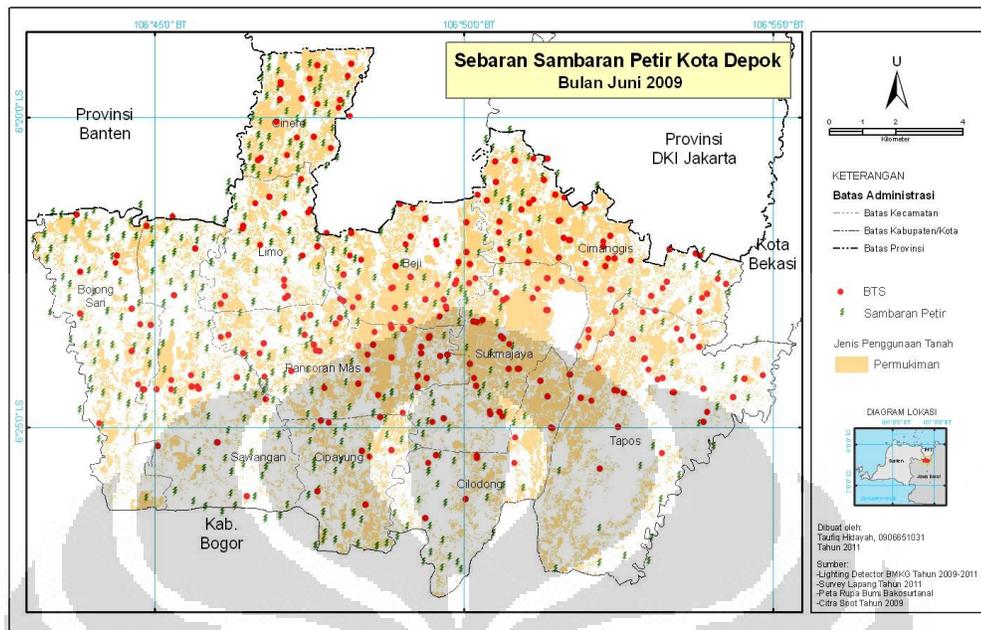
Peta 77. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Maret 2009



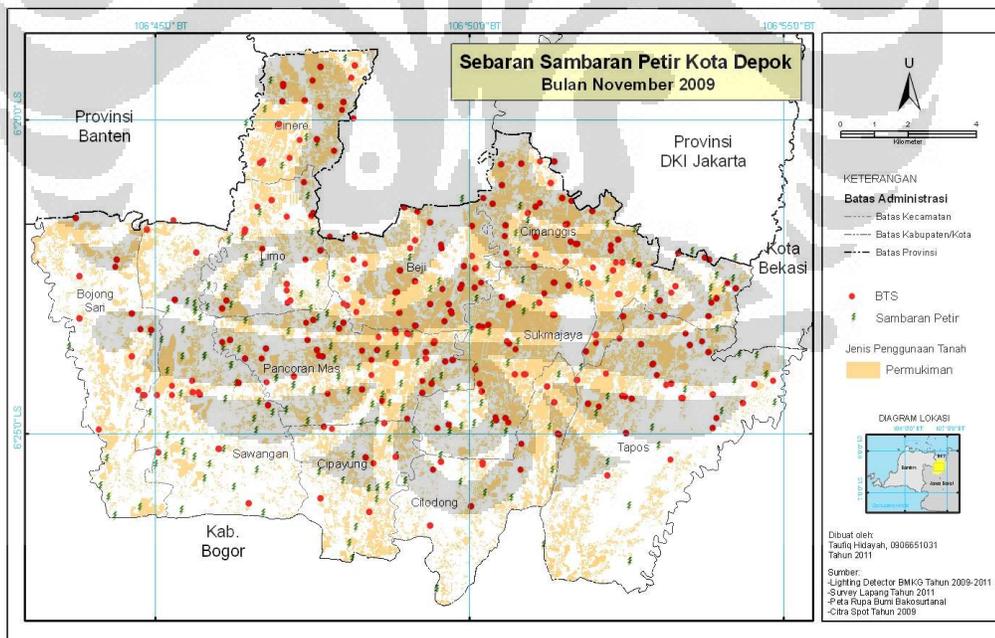
Peta 78. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok April 2009



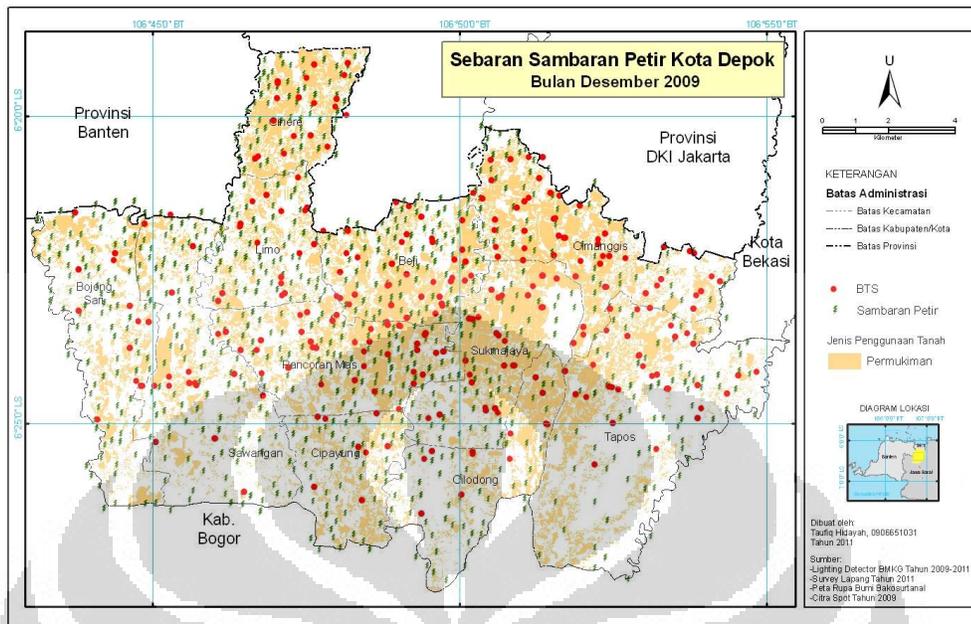
Peta 79. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Mei 2009



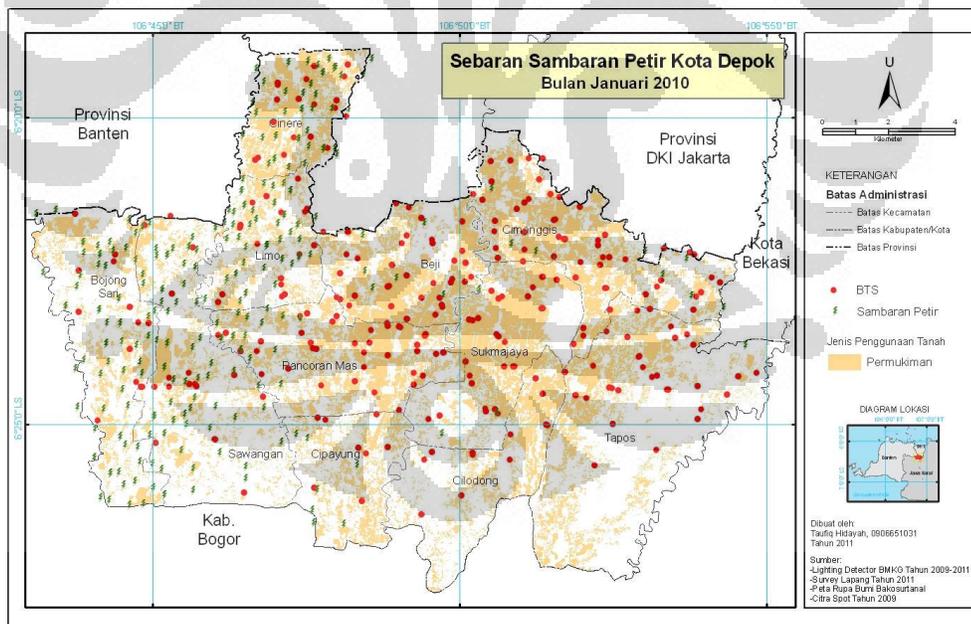
Peta 80. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Juni 2009



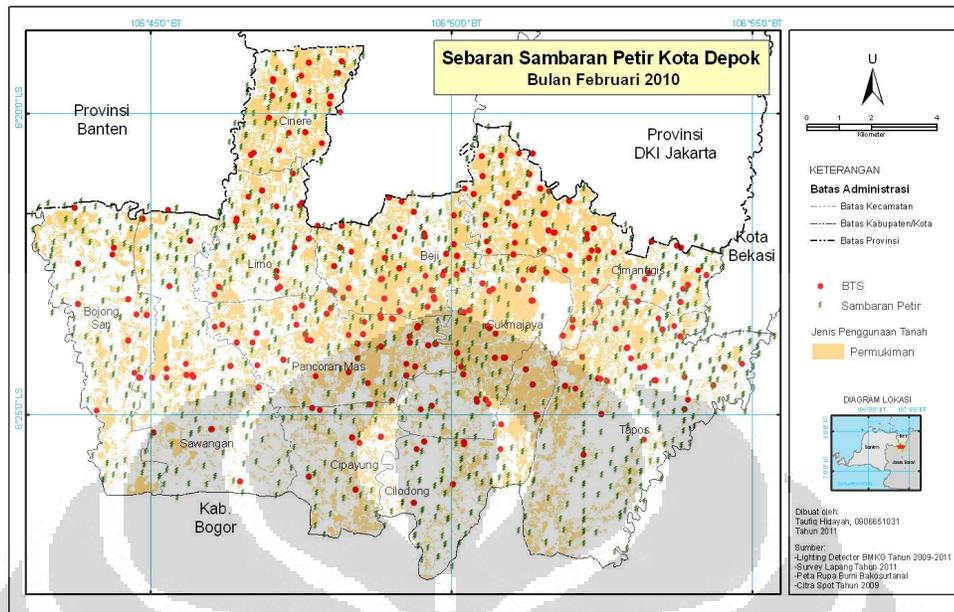
Peta 81. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Nopember 2009



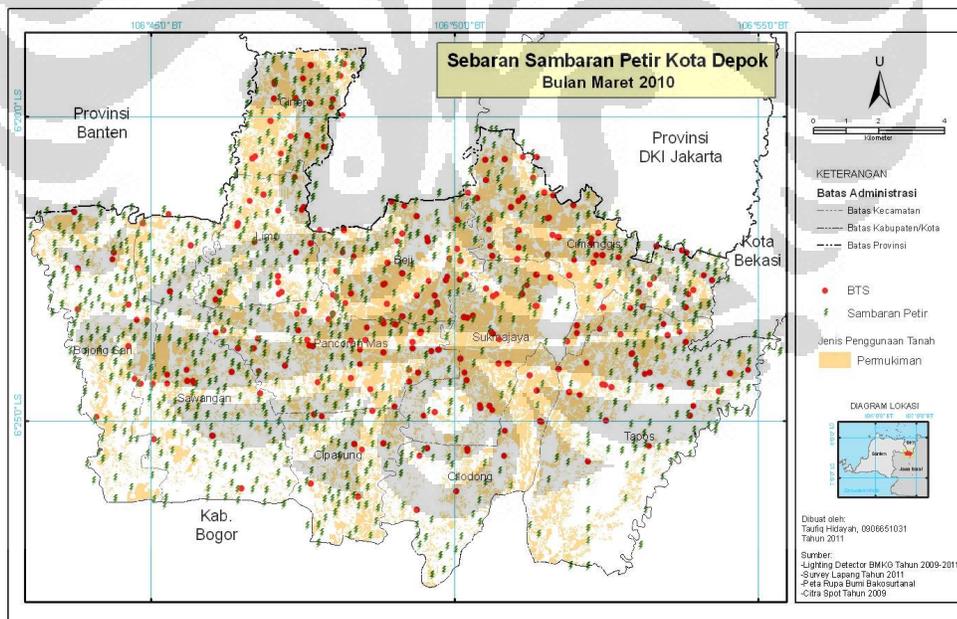
Peta 82. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Desember 2009



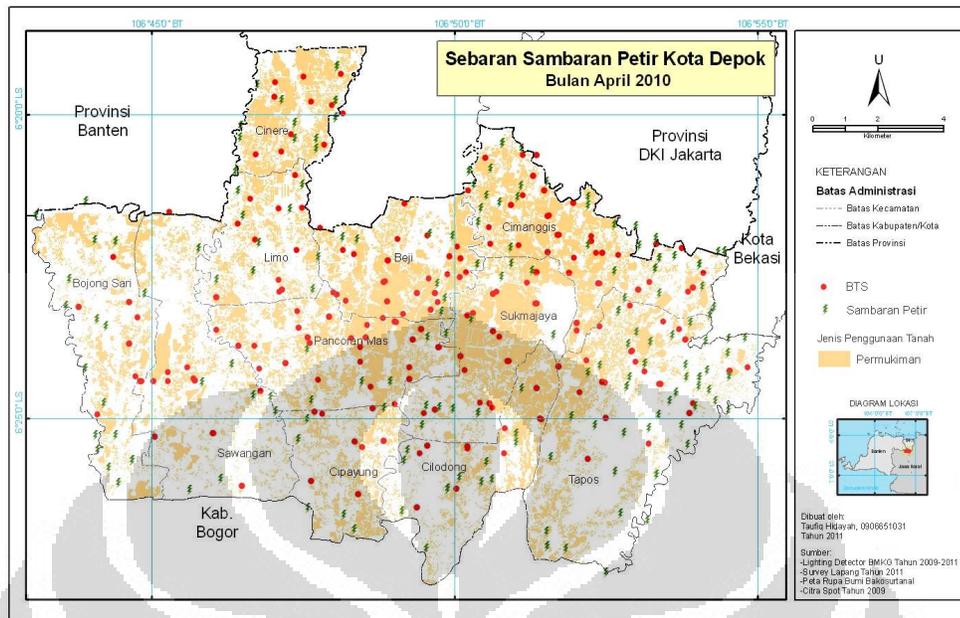
Peta 83. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Januari 2010



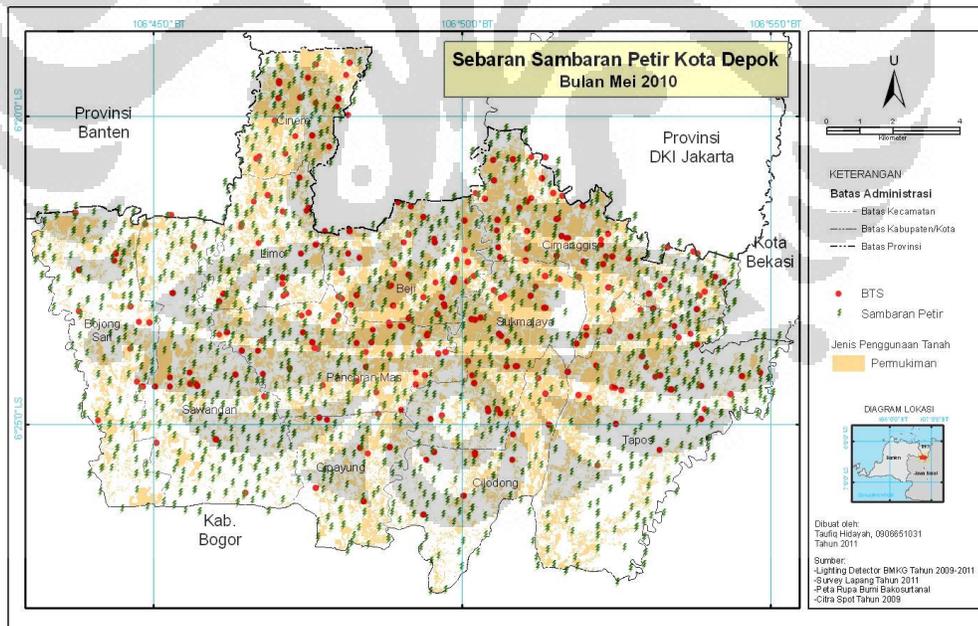
Peta 84. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Pebruari 2010



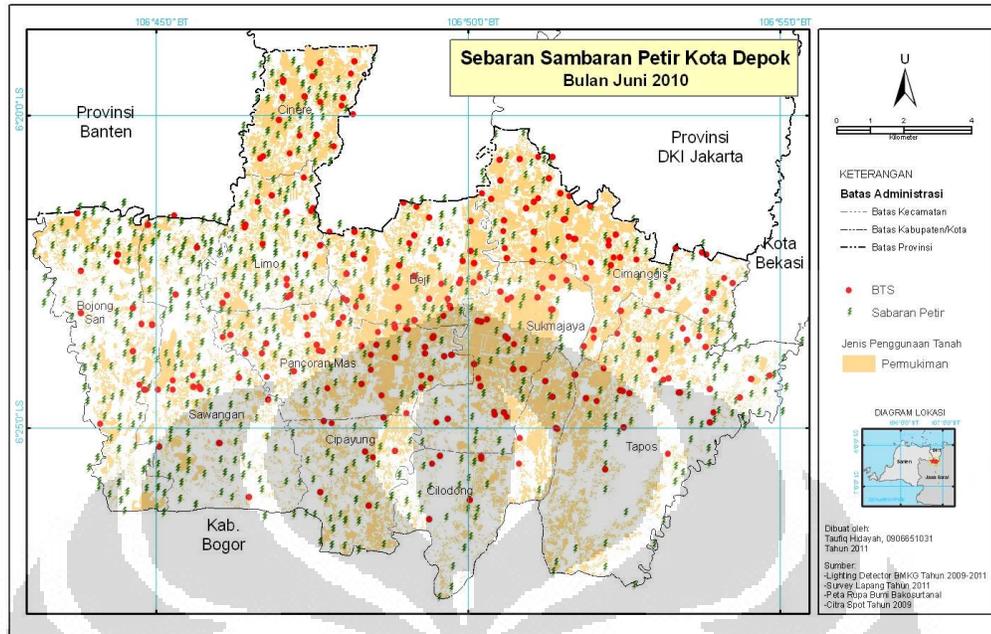
Peta 85. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Maret 2010



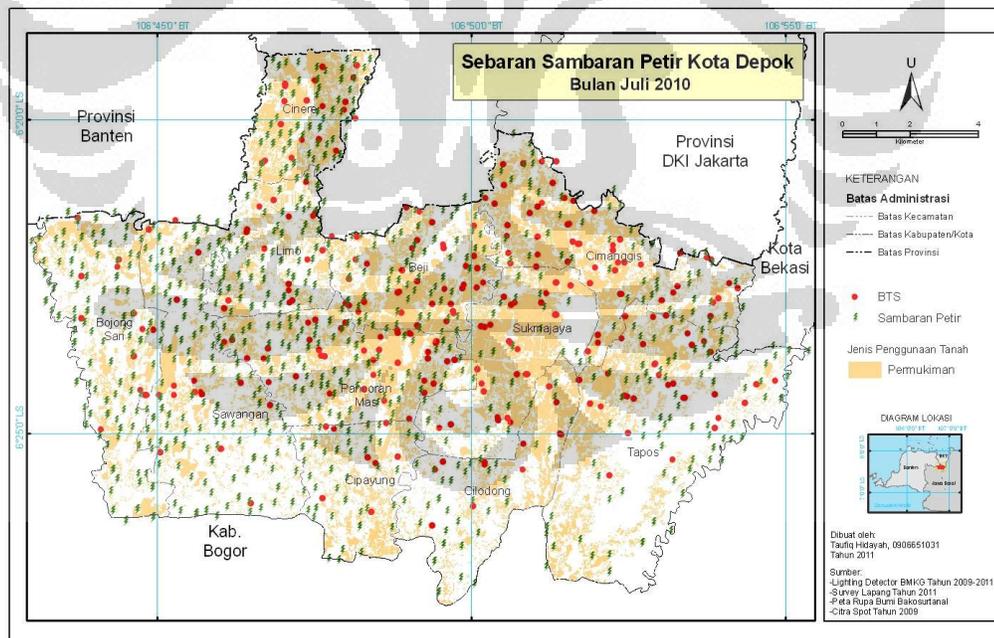
Peta 86. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok April 2010



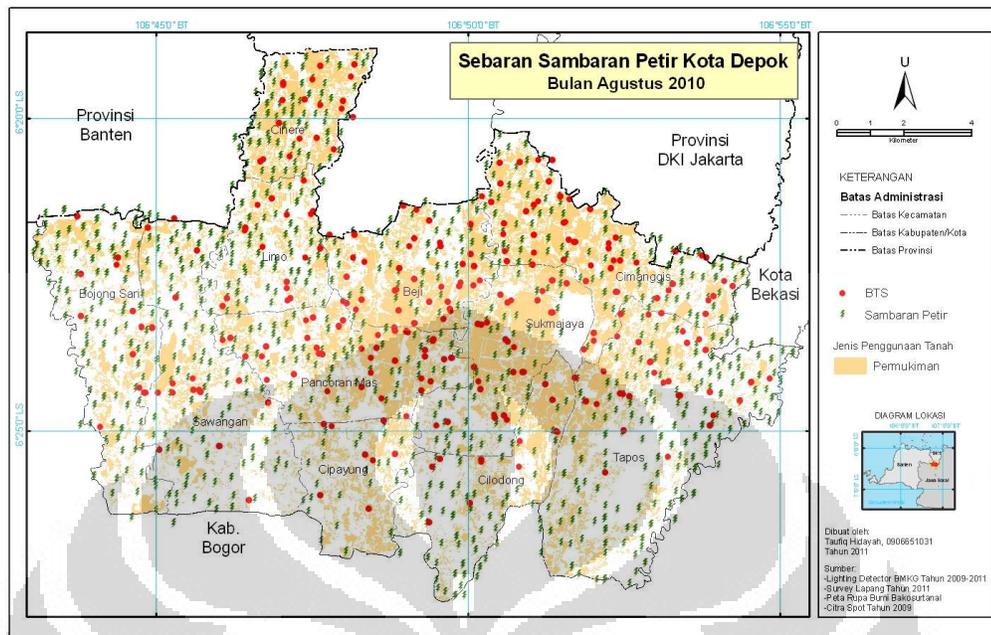
Peta 87. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Mei 2010



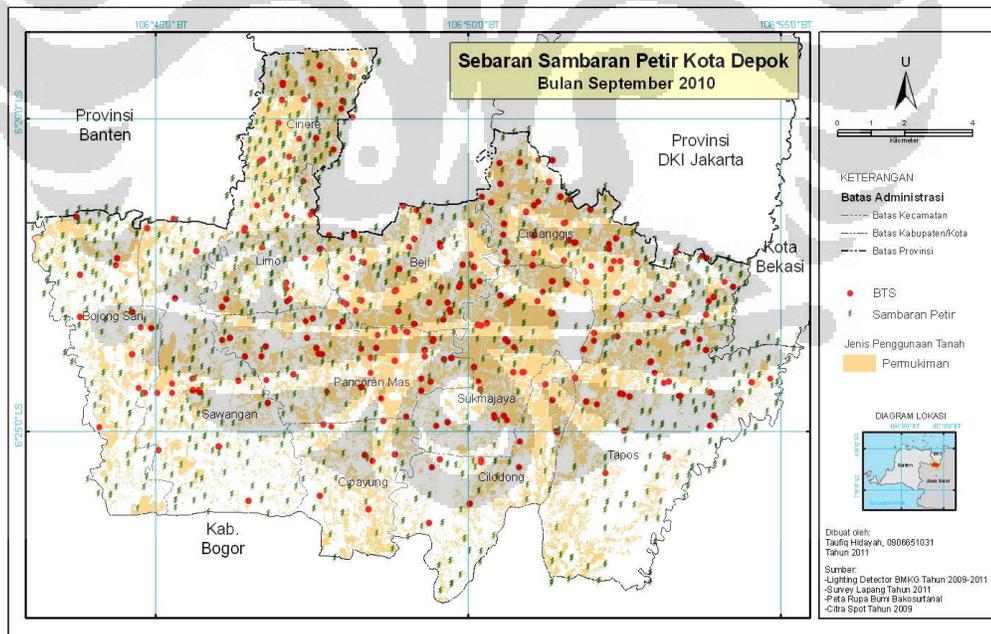
Peta 88. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Juni 2010



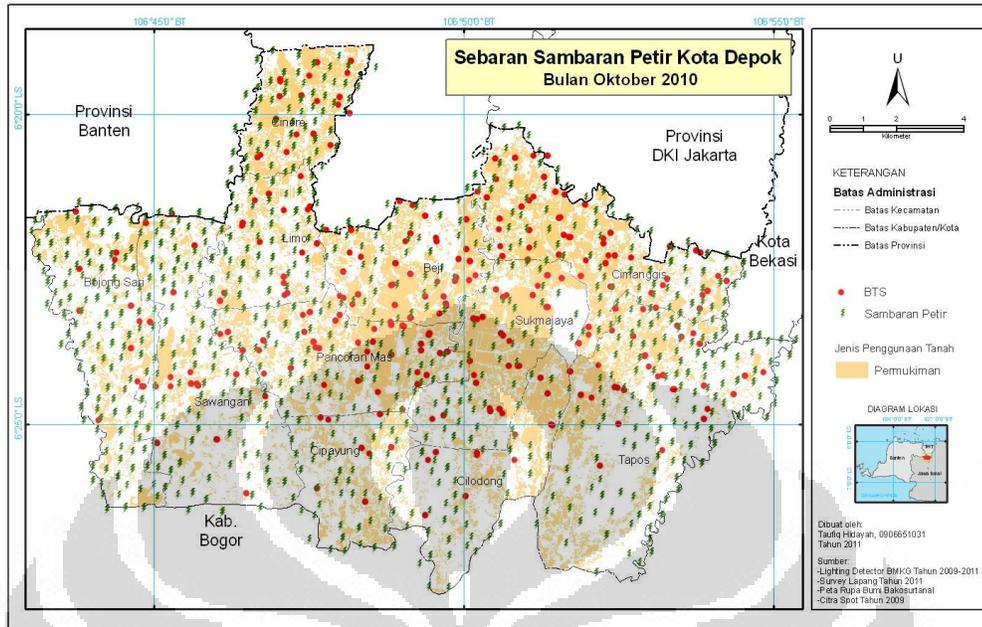
Peta 89. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Juli 2010



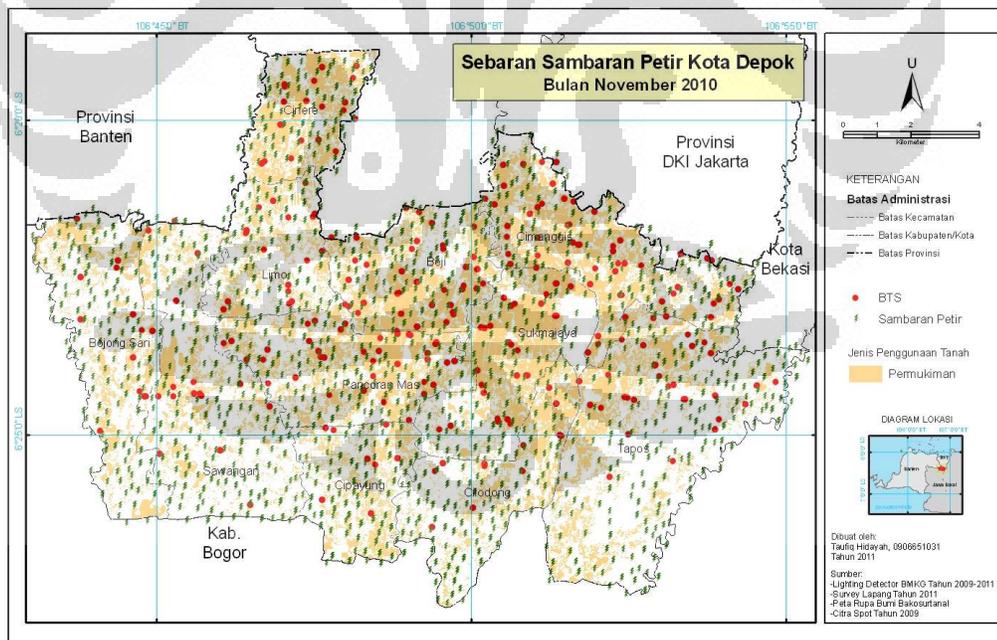
Peta 90. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Agustus 2010



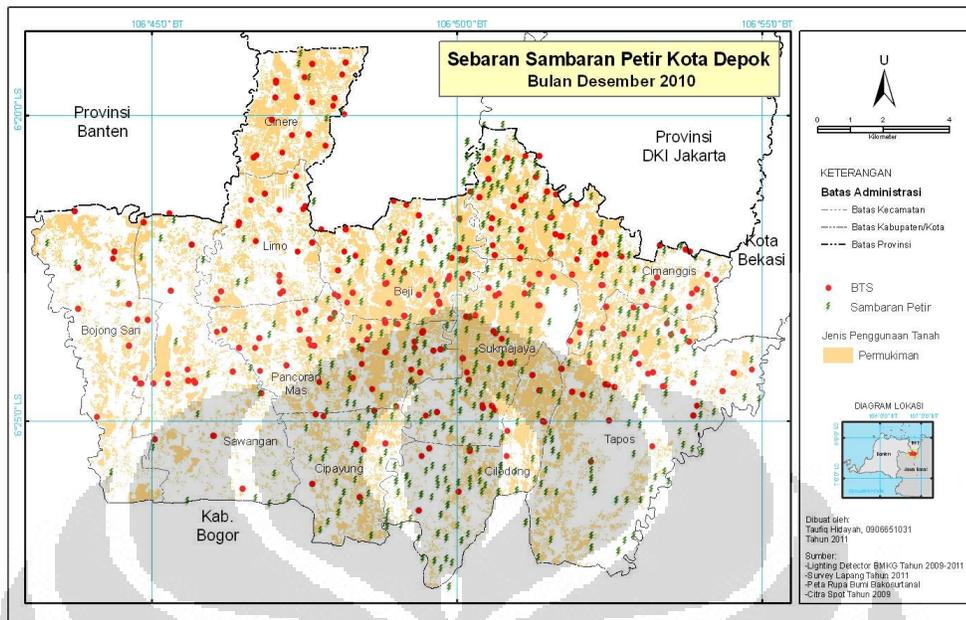
Peta 91. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok September 2010



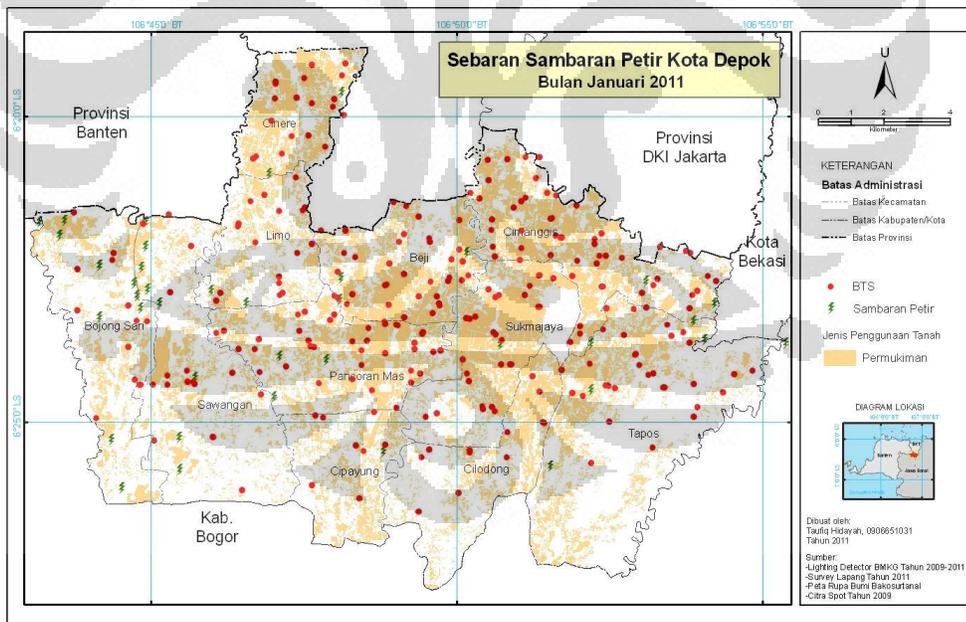
Peta 92. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Oktober 2010



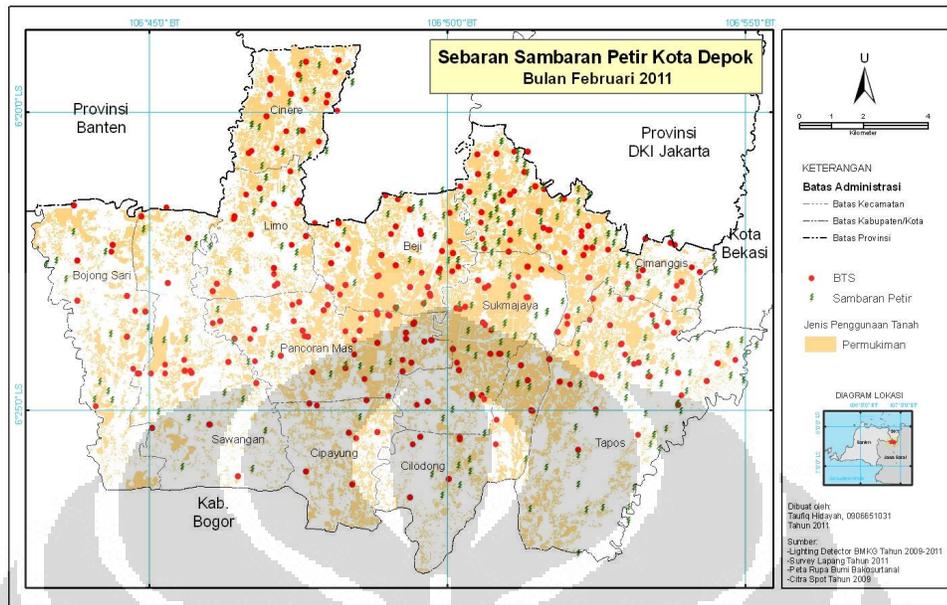
Peta 93. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Nopember 2010



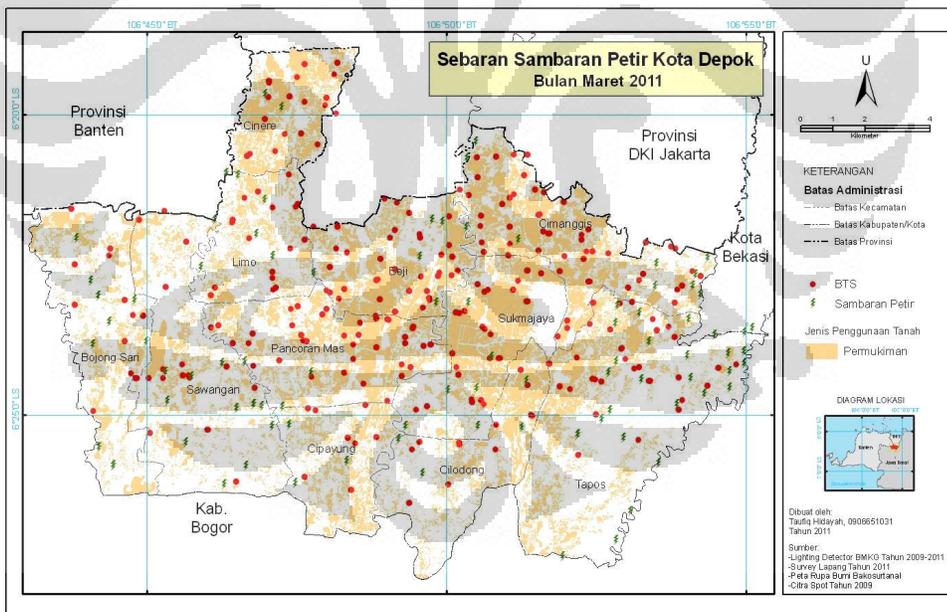
Peta 94. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Desember 2010



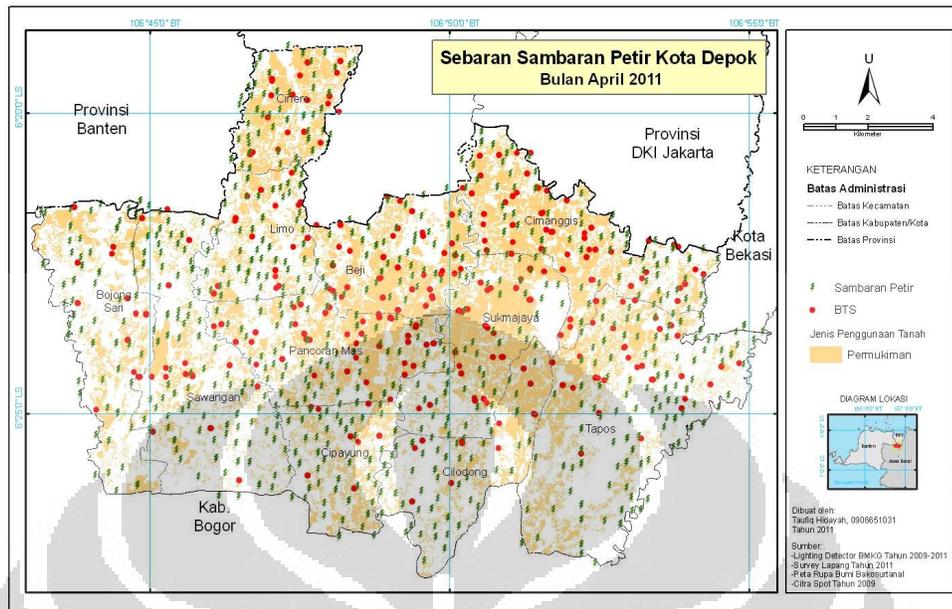
Peta 95. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Januari 2011



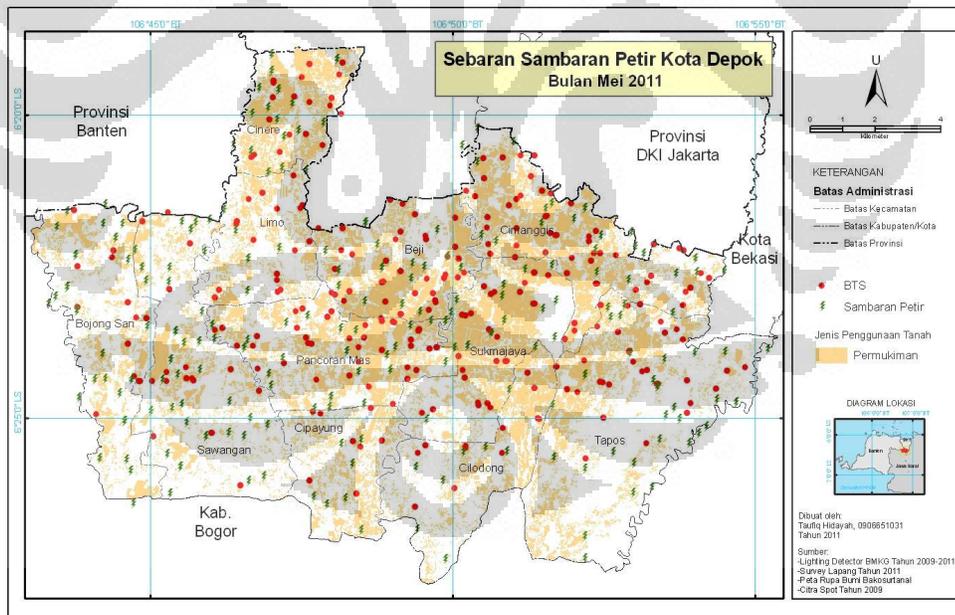
Peta 96. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Pebruari 2011



Peta 97. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Maret 2011



Peta 98. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok April 2011



Peta 99. Sebaran Petir dan BTS di Pemukiman Depok Mei 2011

## LAMPIRAN IV

## Data Curah Hujan Di Pos Hujan Pancoran Mas Depok

Bulan		Normal musim	2009	2010	2011
JAN	JAN I	87	17	34	34
	JAN II	119	195	57	57
	JAN III	128	69	74	74
FEB	FEB I	119	222	58	27
	FEB II	100	4	165	35
	FEB III	88	115	106	23
MAR	MAR I	68	84	127	6
	MAR II	93	187	89	202
	MAR III	88	255	77	4
APR	APR I	91	200	109	18
	APR II	79	157	5	125
	APR III	96	66	104	70
MEI	MEI I	73	205	21	38
	MEI II	72	107	104	77
	MEI III	52	78	175	183
JUN	JUN I	50	113	12	138
	JUN II	37	106	36	0
	JUN III	35	0	148	9
JUL	JUL I	31	55	41	84
	JUL II	28	0	25	140
	JUL III	40	89	71	23
AGT	AGT I	43	0	140	18
	AGT II	31	0	141	0
	AGT III	28	8	10	0
SEP	SEP I	34	176	152	0
	SEP II	24	59	152	227
	SEP III	57	64	235	0
OKT	OKT I	61	160	145	15
	OKT II	70	13	193	24
	OKT III	84	172	371	141
NOP	NOV I	87	40	10	213
	NOV II	94	239	200	68
	NOV III	89	70	202	87
DES	DES I	74	123	31	142
	DES II	80	13	52	118
	DES III	72	133	54	58

KETERANGAN	
	Musim Hujan
	Musim Kemarau



LAMPIRAN VI

Gambar BTS



BTS PANCORAN MAS



BTS BOJONGSARI



BTS SAWANGAN



BTS SUKMAJAYA

Universitas Indonesia



BTS BEJI



BTS LIMO



BTS BOJONGSARI



BTS CINERE

**Universitas Indonesia**