

Available online at: <http://jarpet.ft.unand.ac.id/>

Jurnal Andalas: Rekayasa dan Penerapan Teknologi

ISSN (Online) xxxx-xxxx



Click here and write your Article Category

Karakteristik Deretan Pulsa Preliminary Breakdown Yang Diikuti Sambaran Negatif di Padang

Zulka Hendri ¹, Ariadi Hazmi ²¹ Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, Limau Manis, Padang, 25164, Indonesia² Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas, Limau Manis, Padang, 25164, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: 05-05-2021

Revised: 30-05-2021

Available online: 30-06-2021

KEYWORDS

Preliminary Breakdown, Individual pulse duration, Interpulse interval.

CORRESPONDENCE

Phone: +6285274692403

E-mail: zulka.hendri04@gmail.com

A B S T R A C T

Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan karakteristik deretan pulsa *preliminary breakdown* yang diikuti sambaran negatif di Kota Padang. BIL model digunakan untuk mengidentifikasi perubahan medan listrik di awan sebelum terjadi sambaran petir negatif pertama. Penelitian ini dilakukan pada musim penghujan di Kota Padang Sumatera Barat dengan memanfaatkan antenna medan listrik. Deretan pulsa PB dipelajari dengan memanfaatkan 100 kali sambaran petir yang berjarak kurang dari 50 km dari stasiun penerima. Analisis yang dilakukan adalah *individual pulse duration* dan *interpulse interval*. Rata-rata aritmatik adalah *individual pulse duration* 10,02 μ s dan rata-rata geometriknya 6,77 μ s dengan rentang data dari 0,55 – 68,83 μ s. Rata-rata aritmatik *interpulse interval* 138,43 μ s rata-rata geometrik 94,94 μ s dengan rentang data dari 22,064 – 627,73 μ s. Deretan pulsa tipe pertama memiliki *individual pulse duration* pada setengah siklus pertama yang lebih pendek dibandingkan pada setengah siklus kedua, sedangkan deretan pulsa tipe kedua memiliki *individual pulse duration* yang hampir sama antara setengah siklus pertama dan setengah siklus kedua. Deretan pulsa tipe pertama memiliki *individual pulse duration* dan *interpulse interval* yang lebih lama dibandingkan deretan pulsa tipe kedua.

PENDAHULUAN

Preliminary breakdown (PB) merupakan proses discharge di awan [1,2,3,5], berupa deretan pulsa medan listrik yang terjadi beberapa milidetik sebelum sambaran pertama [2]. Pulsa ini biasanya bipolar dengan polaritas dari setengah siklus pertamanya sama dengan polaritas sambaran yang mengikutinya [3-4], biasanya berdurasi antara 2-10 ms [1,5]. Sebagian ahli mendefinisikan PB sebagai proses perubahan medan listrik di awan yang mengawali terjadinya *streamers*, pergerakan kebawah (*stepped leader*) [3,8].

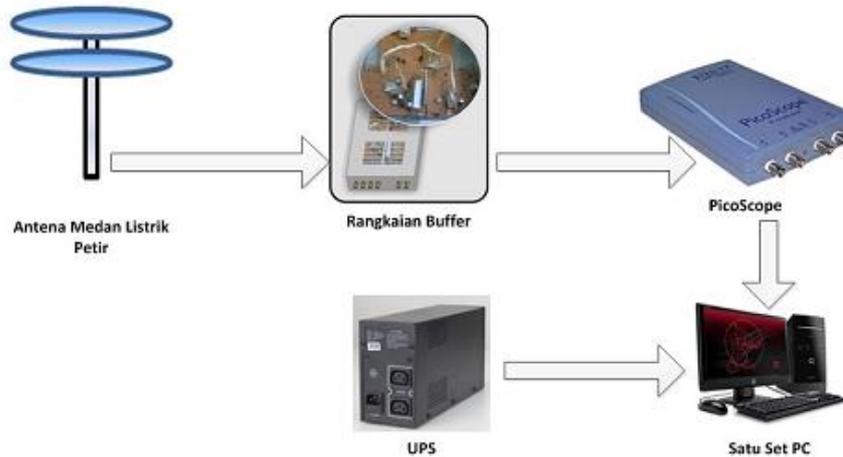
Karakteristik deretan pulsa ini telah diteliti oleh beberapa orang peneliti [1-11]. Alasan pentingnya dilakukan analisa dan perbandingan karakteristik deretan pulsa PB di beberapa daerah dengan kondisi geografis berbeda adalah perbedaan kondisi geografis berakibat pada perbedaan karakteristik deretan pulsa PB [2].

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk meneliti karakteristik deretan pulsa PB yang mengawali sambaran negatif dari awan ke bumi di Kota Padang Sumatera Barat. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan di daerah ini : PB *pulse train*, PPB-RS separation, PB-RS *peak ratio*, dan pre-return stroke duration [9-11]. sedangkan pada penelitian ini akan dibahas tentang karakteristik pulsa PB yang berhubungan dengan *individual pulse duration* dan *interpulse interval* kemudian membandingkannya dengan penelitian sebelumnya.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari sampai bulan Mei 2013 di Padang Sumatera Barat. Kota Padang berada pada koordinat 0°54' S lintang dan 100° E bujur dengan ketinggian 303 m dari permukaan laut. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini memiliki karakteristik yang sama dengan Gomes dkk (1998) [7], namun karakteristik pulsa yang dihasilkan tidak seutuhnya sama ini disebabkan oleh perbedaan kondisi geografis khususnya *oceanic location*.

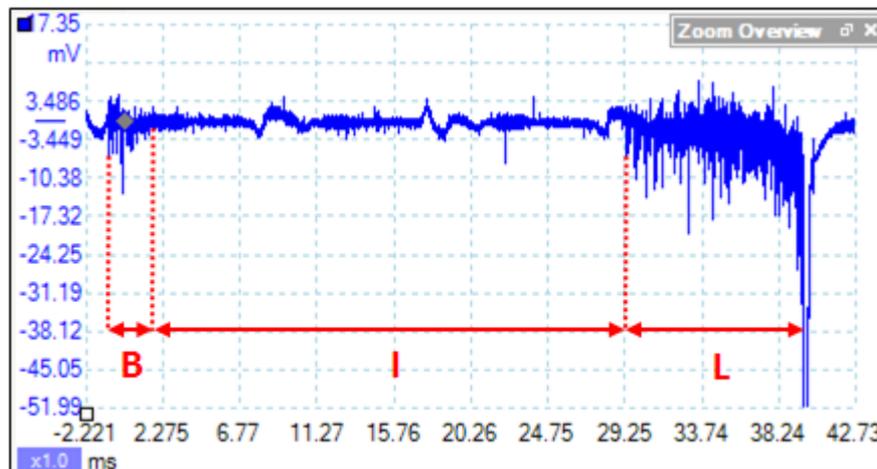
Fast antenna capacitive berbentuk lingkaran dengan diameter plate 0,3 m dan jarak efektif antar plat 0,1 m digunakan untuk merekam sinyal medan listrik petir. Antena ini dipasang pada ketinggian 16 m dari permukaan tanah dengan ketinggian efektif 1,5 m. Sepanjang 35 m Kabel coaxial (RG75) digunakan untuk mengkoneksikan peralatan antena dengan peralatan buffer. Kabel dengan jenis yang sama juga digunakan untuk komunikasi peralatan buffer 12 bit dengan 20 MHz perekam digital. Gambar skematik sistem perekam medan listrik petir diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Sistem perekam medan listrik petir[10]

Analisis *preliminary breakdown* dilakukan dengan memanfaatkan model BIL yang diajukan oleh **Clarence dan Malan (1957)**[5], namun model ini tidak sepenuhnya dapat digunakan karena ada beberapa kejadian petir yang memiliki pola dan karakteristik yang berbeda, sehingga untuk menganalisisnya digunakan cara yang berbeda pula. BIL model sangat menentukan dalam melakukan analisis *pulse train* dan *interpulse interval* [2].

Penelitian ini hanya membahas kejadian petir yang dapat didekati dengan model BIL. Karakteristik pulsa yang di bahas adalah karakteristik deretan pulsa *preliminary breakdown*. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu *individual pulse duration* dan *interpulse interval*. Kejadian petir yang didekati dengan model BIL diperlihatkan pada gambar 2.



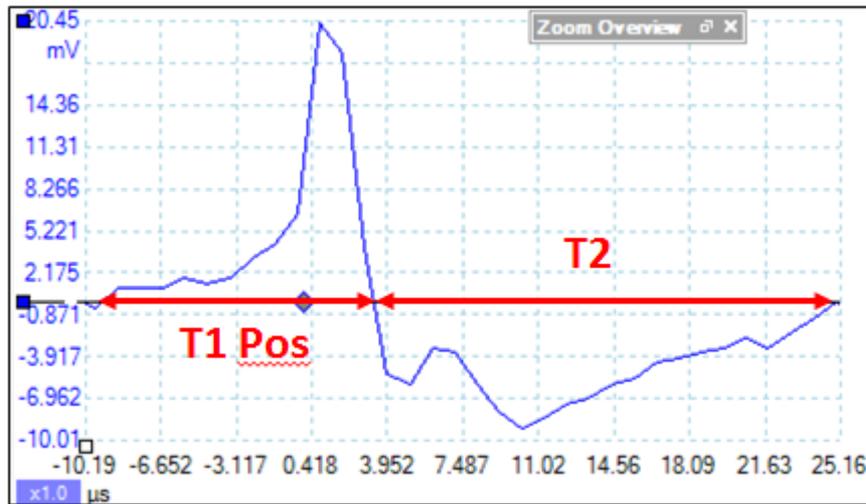
Gambar 2. Kejadian petir yang dapat didekati dengan model BIL.

Konsep yang digunakan dalam mengidentifikasi dan memilih deretan pulsa PB adalah jika amplitudo puncak ke puncaknya besar sama dengan dua kali amplitudo noise rata-rata dan dipisahkan dari pulsa terakhir dengan jarak kecil dari dua milisecon [1-3].

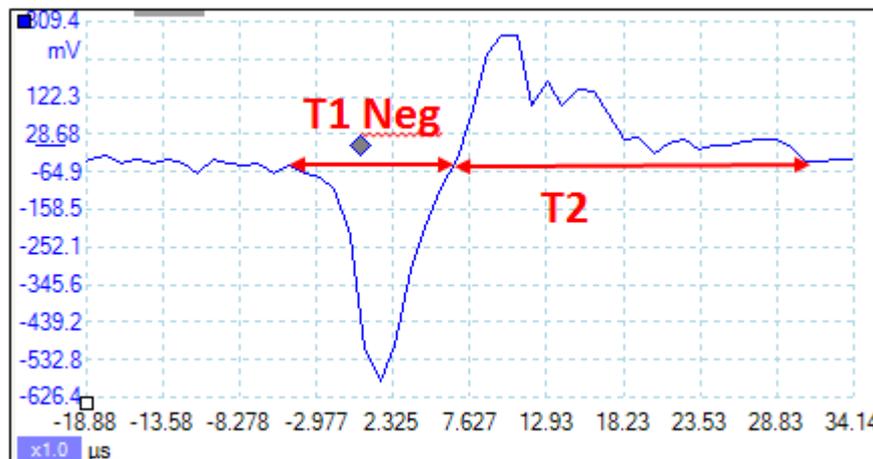
Individual Pulse Duration

Individual pulse duration adalah lebar total sebuah pulsa [1-3]. Analisis lebar pulsa diperlukan untuk melihat berapa lebar pulsa rata-rata dari pulsa-pulsa yang ada pada deretan pulsa PB. Dari penelitian yang dilakukan ditemukan ada dua tipe deretan pulsa PB yaitu deretan pulsa tipe pertama dan deretan pulsa tipe kedua. Deretan pulsa tipe pertama yaitu deretan pulsa yang didominasi oleh pulsa-pulsa dengan

polaritas positif pada setengah siklus pertama. Sedangkan deretan pulsa tipe kedua adalah deretan pulsa yang didominasi oleh pulsa-pulsa dengan polaritas negatif pada setengah siklus pertama. Gambar 3 dan 4 memperlihatkan pulsa *preliminary breakdown* tipe pertama dan kedua.



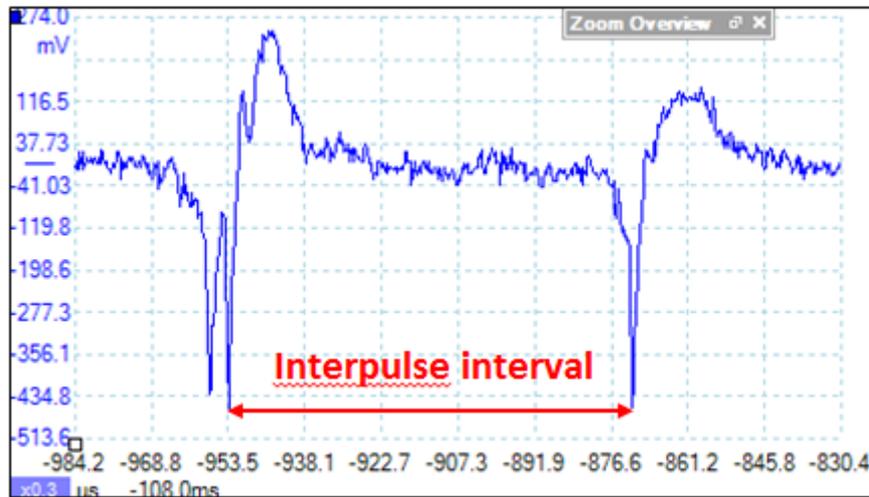
Gambar 3. Individual pulse duration deretan pulsa tipe pertama.



Gambar 4. Individual pulse duration deretan pulsa tipe kedua.

Interpulse Interval

Interpulse interval didefinisikan sebagai interval waktu antara puncak dua buah pulsa berdekatan [1,2,3]. *Interpulse interval* diperlihatkan pada gambar 5.

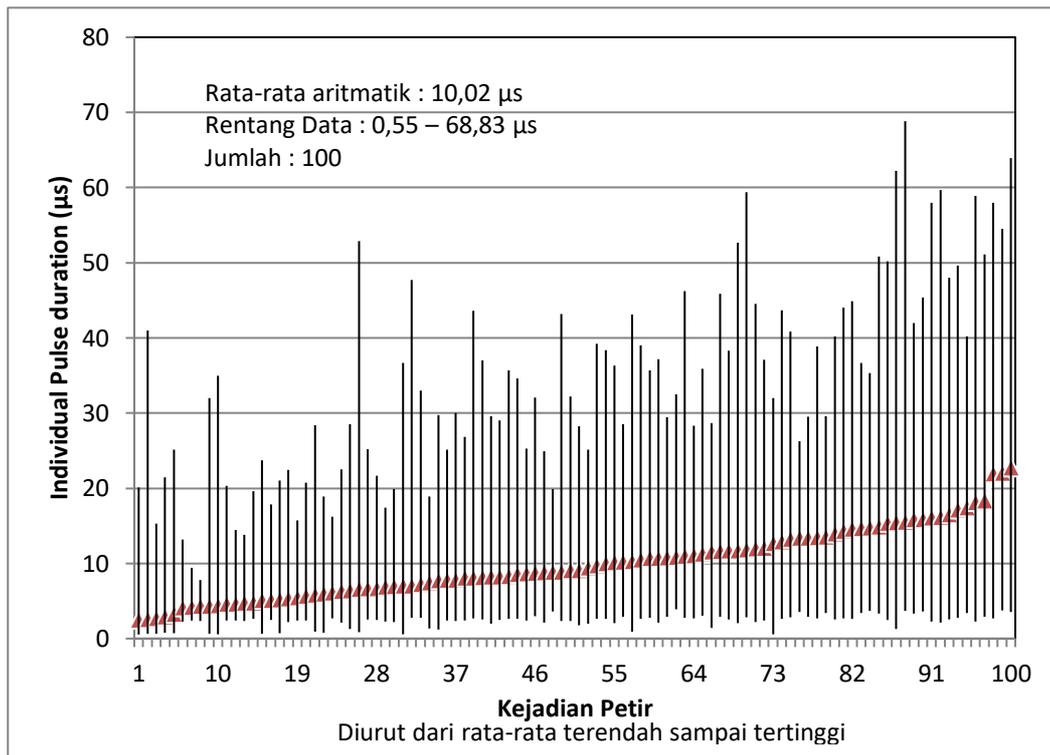


Gambar 5. *Interpulse interval* deretan pulsa *preliminary breakdown*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Individual Pulse Duration

Sejumlah 100 kejadian petir dianalisis untuk mendapatkan karakteristik *individual pulse duration* deretan pulsa *preliminary breakdown* di Kota Padang. Dari analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata aritmatik *individual pulse duration* 10,02 μs dan rata-rata geometriknya 6,77 μs dengan rentang data dari 0,55 – 68,83 μs . Gambar 6. memperlihatkan sebaran data *individual pulse duration* seratus kejadian petir yang diurutkan dari rata-rata terendah sampai yang tertinggi.



Gambar 6. Sebaran data *individual pulse duration*

Analisis *individual pulse duration* pada setengah siklus pertama menghasilkan data dengan rata-rata aritmatik 4,22 μs dan rata-rata geometriknya 2,87 μs dengan rentang data dari 0,17 - 37,70 μs . Sedangkan pada setengah siklus kedua menghasilkan data dengan rata-rata aritmatik 5,04 μs dan rata-rata geometriknya 2,69 μs dengan rentang data dari 0,1 - 54 μs .

Berdasarkan data diatas terlihat bahwa *individual pulse duration* pada setengah siklus pertama memiliki rata-rata aritmatik yang lebih kecil dibandingkan pada setengah siklus kedua. Ini artinya deretan pulsa pada setengah siklus pertama cenderung lebih sempit dibandingkan pada setengah siklus kedua.

Individual Pulse Duration Deretan Pulsa Tipe Pertama

Analisis *individual pulse duration* deretan pulsa yang didominasi oleh pulsa dengan polaritas positif pada setengah siklus pertama dilakukan terhadap 19 kejadian petir dan menghasilkan data dengan rata-rata aritmatik 10,27 μs dan rata-rata geometriknya 6,96 μs dengan rentang data dari 0,8 - 63,9 μs . Analisis pada setengah siklus pertama menghasilkan data dengan rata-rata aritmatik 4,88 μs dan rata-rata geometriknya 3,51 μs dengan rentang data dari 0,26 - 37,7 μs sedangkan pada setengah siklus kedua diperoleh data dengan rata-rata aritmatik 5,5 μs dan rata-rata geometriknya 2,88 μs dengan rentang data dari 0,1 - 44,7 μs .

Berdasarkan data diatas terlihat bahwa *individual pulse duration* pada setengah siklus pertama memiliki rata-rata aritmatik yang lebih kecil dibandingkan pada setengah siklus kedua. Ini mengindikasikan bahwa secara umum durasi deretan pulsa pada setengah siklus kedua memiliki *individual pulse duration* yang lebih lama dibandingkan pada setengah siklus pertama.

Individual Pulse Duration Deretan Pulsa Tipe Kedua

Analisis *individual pulse duration* deretan pulsa tipe kedua dilakukan terhadap 81 kejadian petir dan menghasilkan data dengan rata-rata aritmatik 9,96 μs dan rata-rata geometriknya 6,73 μs dengan rentang data dari 0,55 - 68,83 μs . Analisis pada setengah siklus pertama diperoleh data dengan rata-rata aritmatik 4,48 μs dan rata-rata geometriknya 3,09 μs dengan rentang data dari 0,17 - 34,3 μs sedangkan pada setengah siklus kedua menghasilkan data dengan rata-rata aritmatik 5,47 μs dan rata-rata geometriknya 2,91 μs dengan rentang data dari 0,14 - 54 μs .

Berdasarkan data yang sebutkan sebelumnya terlihat bahwa *individual pulse duration* pada setengah siklus pertama memiliki rata-rata aritmatik yang hampir sama dengan setengah siklus kedua. Ini mengindikasikan bahwa secara umum deretan pulsa tipe kedua memiliki pulsa dengan *individual pulse duration* yang hampir sama baik pada setengah siklus pertama maupun pada setengah siklus kedua.

Perbandingan Individual Pulse Duration Deretan Pulsa Tipe Pertama dan Kedua

Deretan pulsa tipe pertama memiliki rata-rata aritmatik *individual pulse duration* sebesar 10,27 μs sedangkan deretan pulsa tipe kedua memiliki rata-rata aritmatik sebesar 9,96 μs . Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada umumnya deretan pulsa tipe pertama memiliki *individual pulse duration* yang lebih lama dibandingkan deretan pulsa tipe kedua.

Ini artinya deretan pulsa *preliminary breakdown* yang didominasi oleh pulsa-pulsa dengan polaritas positif pada setengah siklus pertama memiliki lebar pulsa (*individual pulse duration*) yang lebih besar dibandingkan dengan deretan pulsa yang didominasi oleh pulsa-pulsa dengan polaritas negatif pada setengah siklus pertamanya.

Individual pulse duration Dari Beberapa Peneliti

Hasil penelitian *individual pulse duration* deretan pulsa *preliminary breakdown* sebelum sambaran negatif pertama dari awan ke bumi yang dilakukan oleh peneliti di beberapa daerah yang berada pada posisi lintang bumi berbeda dirangkum pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil penelitian *individual pulse duration* dari beberapa peneliti

Penelitian	Lokasi Penelitian	Posi Lintang	Jumlah Data	Individual pulse duration (μs)			
				Max	Min	Rat. Aritm	Rat. Geo
Penelitian ini.	Padang	0 ⁰	100	68,83	0,55	10,02	6,77
Baharudin Z.A [2]	Malaysia	1 ⁰	24	92	1	11	-
Nag dan Rakov (09) [3]	Florida	29 ⁰	12	49	0,5	4,8	-

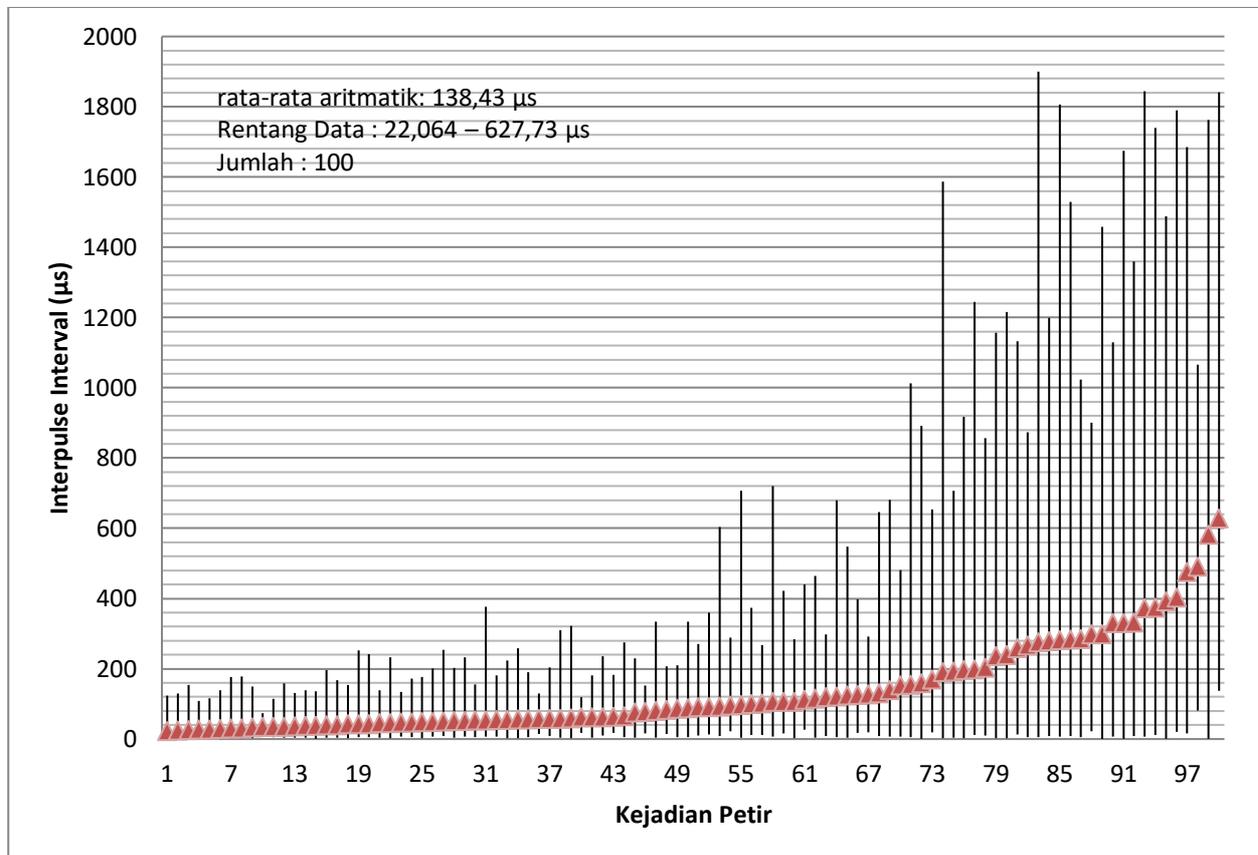
Berdasarkan tersebut dapat disimpulkan bahwa daerah yang berada pada posisi lintang bumi yang lebih kecil umumnya memiliki *individual pulse duration* (lebar pulsa) yang lebih lebar, sedangkan daerah yang berada pada posisi lintang bumi yang lebih besar cenderung memiliki *individual pulse duration* yang lebih sempit. Ini artinya di daerah yang dekat dengan garis katulistiwa (yang berada pada posisi lintang bumi yang lebih kecil) memiliki resiko mengalami interferensi oleh aktivitas ledakan pulsa di awan yang lebih lama dibandingkan dengan daerah yang jauh dari equator, sehingga untuk daerah yang berada pada posisi lintang bumi yang lebih kecil dibutuhkan sistem proteksi petir yang jauh lebih baik untuk mengamankan peralatannya. Kesimpulan ini masih perlu di kaji ulang dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang juga mempengaruhi *individual pulse duration* (lebar pulsa) sehingga menghasilkan suatu kesimpulan yang lebih kuat.

Interpulse Interval

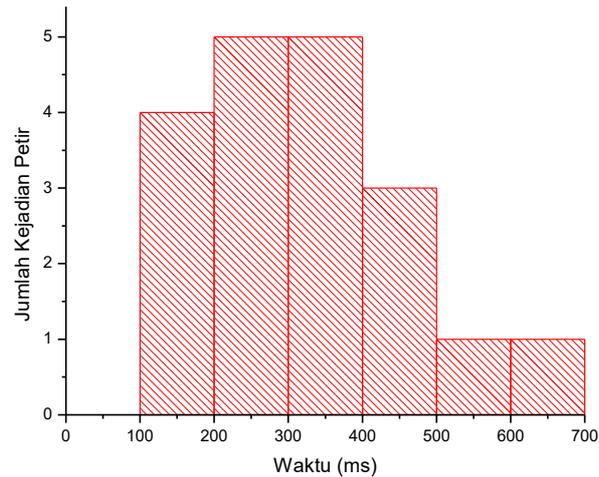
Analisis ini ditujukan untuk melihat jarak antar pulsa dalam deretan pulsa *breakdown* yang terjadi sebelum sambaran negatif pertama dari awan ke bumi di Kota Padang Sumatera Barat dari bulan Januari sampai bulan Mei 2013. Dari analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata aritmatik 138,43 μs dan rata-rata geometriknya 94,94 μs dengan nilai maksimum 627,73 μs dan nilai minimum 22,064 μs . Sebaran data *interpulse interval* yang di urutkan dari rata-rata terendah sampai yang tertinggi diperlihatkan pada gambar 7. Pada gambar tersebut terlihat bahwa 95% kejadian petir di kota Padang memiliki deretan pulsa *breakdown* dengan rata-rata aritmatik *interpulse interval* dengan nilai kecil dari 200 μs .

Interpulse Interval Deretan Pulsa Tipe Pertama

Analisis ini di tujukan untuk melihat jarak antar pulsa dalam deretan pulsa *breakdown* yang didominasi oleh pulsa-pulsa dengan polaritas positif pada setengah siklus pertama (tipe pertama). Dari analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata aritmatik *interpulse interval* 333,32 μs dan rata-rata geometriknya 301,11 μs dengan nilai maksimum 627,74 μs dan nilai minimum 105,02. Histogram sebaran data rata-rata aritmatik *interpulse interval* deretan pulsa tipe pertama diperlihatkan pada gambar 8. Pada gambar tersebut terlihat bahwa deretan pulsa tipe pertama memiliki rata-rata aritmatik *interpulse interval* umumnya berada dalam rentang 105-500 μs (89%).



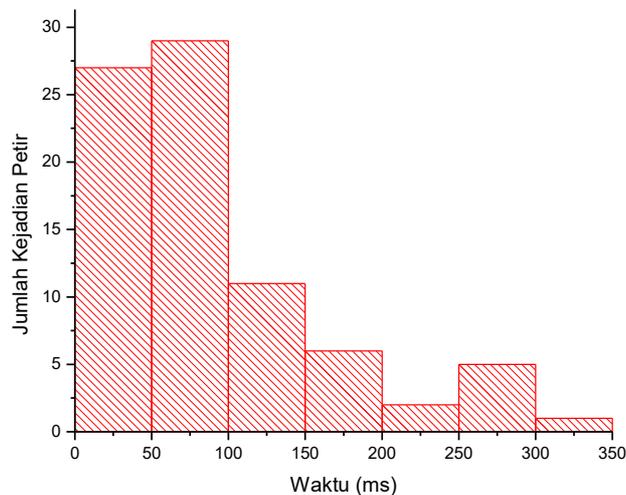
Gambar 7. Sebaran data *interpulse interval*



Gambar 8. Sebaran data rata-rata aritmatik *interpulse interval* deretan pulsa tipe pertama

Interpulse Interval Deretan Pulsa Yang Tipe Kedua

Analisis ini ditujukan untuk melihat jarak antar pulsa dalam deretan pulsa *breakdown* yang didominasi oleh pulsa-pulsa dengan polaritas negatif pada setengah siklus pertamanya (tipe kedua). Analisis ini menghasilkan data dengan rata-rata aritmatik 92,71 μs dan rata-rata geometriknya 72,42 μs dengan rentang data 1,34-1900 μs . Histogram sebaran data rata-rata aritmatik *interpulse interval* deretan pulsa tipe kedua diperlihatkan pada gambar 9. Pada gambar terlihat bahwa rata-rata aritmatik *interpulse interval* berada pada rentang 22,06-330,71 μs dimana sebanyak 69% memiliki rata-rata aritmatik yang kurang dari 100 μs .



Gambar 9. Rata-rata aritmatik *interpulse interval* deretan pulsa tipe kedua

Perbandingan Interpulse Interval Deretan Pulsa Tipe Pertama dan Kedua

Berdasarkan uraian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa *interpulse interval* deretan pulsa *preliminary breakdown* tipe pertama memiliki rata-rata aritmatik yang lebih besar dibandingkan deretan pulsa tipe kedua. Ini artinya deretan pulsa *preliminary breakdown* yang didominasi oleh pulsa-pulsa dengan polaritas positif pada setengah siklus pertama memiliki jarak antar pulsa (*interpulse interval*) yang lebih besar dibandingkan dengan deretan pulsa yang didominasi oleh pulsa-pulsa dengan polaritas negatif pada setengah siklus pertamanya.

Perbandingan Interpulse Interval Dari Beberapa Peneliti

Hasil penelitian *interpulse interval* deretan pulsa *breakdown* di beberapa daerah dengan posisi lintang berbeda di rangkum dalam tabel 2. Rangkuman hasil penelitian ini dimaksudkan untuk melihat pengaruh posisi lintang daerah dipermukaan bumi terhadap jarak antar pulsa dalam deretan pulsa *preliminary breakdown*.

Tabel 2 Hasil penelitian *interpulse interval* dari beberapa peneliti

Penelitian	Lokasi Penelitian	Posi Lintang	Jumlah Data	Interpulse interval (μs)			
				Max	Min	Rat. Aritm	Rat. Geo
Penelitian ini	Padang	0 ⁰	100	627,7	22,06	138,4	94,95
Baharudin, dkk. [2]	Malaysia	1 ⁰	24	1908	1	152	-
Nag dan Rakov (09) [3]	Florida	29 ⁰	12	1585	0.6	65	-

Pada tabel tersebut terlihat bahwa Florida yang berada pada posisi lintang 29⁰ memiliki *interpulse interval* sebesar 65 μs [3] sedangkan Padang dan Malaysia yang berada pada posisi lintang 0⁰ dan 1⁰ memiliki *interpulse interval* sebesar 138,4 μs dan 152 μs [2]. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa daerah yang berada pada posisi lintang bumi yang lebih kecil umumnya memiliki *interpulse interval* yang lebih besar dibandingkan daerah yang berada pada posisi lintang bumi yang lebih besar.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan yaitu;

Individual pulse duration deretan pulsa pada setengah siklus pertama umumnya memiliki durasi yang lebih sempit dibandingkan pada setengah siklus kedua kecuali untuk deretan pulsa yang didominasi oleh pulsa-pulsa dengan polaritas negatif pada setengah siklus pertamanya (tipe kedua) memiliki lebar pulsa yang hampir sama baik pada setengah siklus pertama maupun pada setengah siklus kedua.

Daerah yang berada pada posisi lintang bumi yang lebih kecil umumnya memiliki *individual pulse duration* (lebar pulsa) yang lebih lebar, sedangkan daerah yang berada pada posisi lintang bumi yang lebih besar cenderung memiliki *individual pulse duration* yang lebih sempit.

Daerah yang berada pada posisi lintang bumi yang lebih kecil umumnya memiliki *interpulse interval* yang lebih besar dibandingkan daerah yang berada pada posisi lintang bumi yang lebih besar.

Deretan pulsa tipe pertama memiliki *individual pulse duration* dan *interpulse interval* yang lebih lama dibandingkan deretan pulsa tipe kedua.

REFERENSI

- [1] Nag, Amitabh., dkk. 2009. *Analysis of Microsecond- and Submicrosecond –scale Electric Field Pulses Produced by Cloud and Ground Lightning Discharges*. Department of Electrical and Computer Engineering, University of Florida. Atmospheric Research 91 (2009) 316-325. ELSEVIER.
- [2] Baharudin, ZA dkk. 2012. **Comparative Study on Preliminary Breakdown Pulse Trains Observed in Johor, Malaysia and Florida, USA**. *Atmospheric Research*. Elsevier.
- [3] Nag, Amitabh dan Vladimir A. Rakov. 2009. *Electric Field Pulse Trains Occurring Prior to the first Stroke in Negative Cloud-to-Ground Lightning*. IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility: IEEE.
- [4] Schumann, Carina dkk. 2012. *Electric Fields Changes Produced by Positive Cloud-to-Ground Lightning Flashes*. International Conference on Grounding and Earthing & 5th International Conference on Lightning Physics and Effects. Bonito: Brazil.
- [5] Clarence, N. D., and D. J. Malan. 1957. *Preliminary Discharge Processes in Lightning Flashes to Ground*. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 83, 161–172, 1957.
- [6] Brook, M., and N. Kitagawa: *Electric Field Changes and the Design of Lightning-Flash Counters*. J. Geophys. Res., 65:1927-1931 (1960).
- [7] Gomes, Chandima dan Vernon Cooray. 2004. *Radiation Field Pulses Associated With the Initiation of Positive Cloud to Ground Lightning Flashes*. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics: Elsevier.
- [8] S Makela, Jakke dkk. 2008. *Properties of Preliminary Breakdown Processes in Scandinavian Lightning*. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. Journal Homepage: www.elsevier.com/locate/jastp. Elsevier.
- [9] Hazmi, A. dkk. 2013. *Characteristics of Electric Field Change Proceeding Negative First Returns Stroke Produced by Preliminary Breakdown*. ICITEE 2013. ISSN: 2088-6579: Yogyakarta.

- [10] Hendri, Z dan Hazmi, A. 2014. **Karakteristik Preliminary Breakdown Petir Downward Leader Sebelum Sambaran Negative Pertama**. JNTE 2014 Vol: 3 No.1. ISSN: 2302-2949: Padang.
- [11] Hazmi, A dkk. 2016. **Some Characteristics of Multiple Stroke Negative Cloud to Ground Lightning Flash in Padang**. International Journal on Electrical Engineering and Informatics – Volume 8, Number 2, June 2016.

BIOGRAFI



Zulka Hendri

Lahir di Koto Baru, Solok, Sumatera Barat tahun 1985.

S1 Teknik Elektro di Universitas Andalas tahun 2010 kemudian melanjutkan S2 di Megister Teknik Elektro Universitas Andalas dan selesai pada tahun 2014.

Menjadi Staf pengajar di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang sejak tahun 2019.



Ariadi Hazmi

Lahir di Lahat, Sumatera Selatan, tahun 1975. S1 Teknik Elektro Universitas Sriwijaya tahun 2009, S2 Teknik Elektro dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 2002 dan memperoleh gelar Dr. Eng dari Gifu University pada tahun 2008. Menjadi pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas sejak tahun 1999. Bidang penelitian yang diminati adalah plasma dan proteksi petir. Merupakan anggota dari The Society of Atmospheric Electricity of Japan.