

Identifikasi Akuifer di Sekitar Kawasan *Karst* Gombong Selatan Kecamatan Buayan Kabupaten Kebumen dengan Metode Geolistrik Konfigurasi *Schlumberger*

Sinta Maemuna,* Darsono, dan Budi Legowo

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret, Jln. Ir Sutami 36A Kentingan, Surakarta, 57126

Intisari

Karst pada umumnya tersusun dari batuan gamping, biasanya meloloskan air hujan melalui celah-celah batuan tersebut. Hal ini yang mengakibatkan kekurangan air pada saat musim kemarau tiba yang mengakibatkan hilangnya air permukaan. Kami telah melakukan penelitian untuk mengidentifikasi akuifer di sekitar kawasan *karst* Gombong Selatan, tepatnya berada di kecamatan Buayan, yang meliputi desa Nogoraji, Jogomulyo, dan Jatiroto, dengan menggunakan metode geolistrik menggunakan konfigurasi *Schlumberger*. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan software *IPI2win*, kemudian dibuat pemodelan 2D dengan software *RockWorks15*. Hasil penelitian didapatkan akuifer dangkal dalam kedalaman 7,57-23,8 m batuan berupa pasir dan untuk akuifer dalam pada 144-242 m batuan berupa breksi ini berada di T4 (Jogomulyo), akuifer dalam pada 131-223 m batuan pasir gampingan pada T5 (Nogoraji). Sedangkan pada T1 (Jatiroto), T2 (Jogomulyo), T3 (Jogomulyo) tidak ditemukan keberadaan akuifer karena batuan yang teridentifikasi berupa napal, tufa, napal tuffaan, dan lempung karena batuan tersebut termasuk *impermeable*.

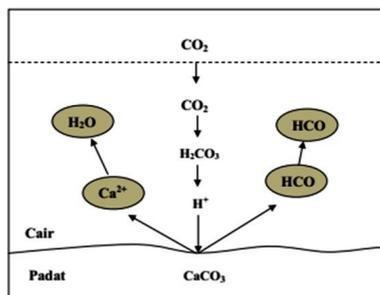
ABSTRACT

Karst is usually composed of limestone, which often leaks rain water through holes in the limestone. As the result, drought often happens during dry season. We conducted a study to identify aquifer using geo-electric method with *Schlumberger* configuration, around the Southern Gombong karst region in Buayan district, precisely in Nogoraji, Jogomulyo, and Jatiroto village. The obtained data were processed using *IPI2win* software, and then we made 2D model using *RockWorks 15*. From this model, we found that a shallow aquifer as sandstone is located at the depth of 7,57-23,8 m, and an aquifer as breccias at the depth of 144-242 m. Both aquifer are located in T4 (Jogomulyo). Additionally, we also found an aquifer as limestone at the depth of 131-223 m, which is located in T5 (Nogoraji). However, we did not found any aquifer in T1 (Jatiroto), T2 (Jogomulyo), and T3 (Jogomulyo), because we only identified marl, tuff, tuffaceous marl and clay layer, which are impermeable.

KATA KUNCI: aquifer, Southern Gombong *Karst*, geoelectric method, *Schlumberger* configuration
<http://dx.doi.org/10.12962/j24604682.v13i2.2156>

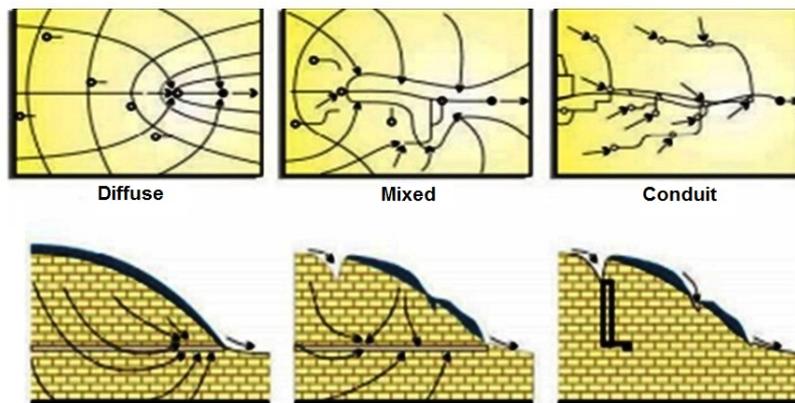
I. PENDAHULUAN

Karst merupakan suatu medan dengan kondisi hidrologi yang khas sebagai akibat dari suatu batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang baik [1]. Kawasan *karst* biasanya tersusun atas batuan gamping yang memiliki akuifer yang unik, dimana sifat dari batuan gamping memiliki porositas sekunder yang langsung meloloskan air hujan yang ada dipermukaan yang melewati celah-celah atau rekahan batuan, hal itu yang mengakibatkan jika pada musim kemarau timbulah masalah kekurangan air karena hilangnya sungai permukaan [2]. Pada kawasan *karst* biasanya memiliki ciri-ciri sebagai berikut: langka atau tidak terdapatnya drainase, terdapatnya goa bawah tanah dan terdapatnya cekungan tertutup dalam berbagai ukuran dengan bentuk yang berbeda-beda. Kawasan *karst* biasanya terbentuk atas batuan karbonat berdasarkan proses pembentukannya, didominasi oleh pelarutan batuan dimana batuan kapur (gamping) diawali oleh larutnya CO_2 didalam air membentuk H_2CO_3 . Larutan H_2CO_3 yang tidak stabil terurai menjadi H^+ dan HCO_3^- . Kemudian



Gambar 1: Skema pelarutan batuan *karst* [4] seperti yang dikutip oleh H.A. Murti [2].

*E-MAIL: sintamaemuna@student.uns.ac.id

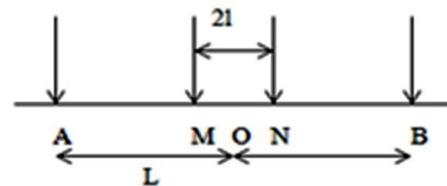


Gambar 2: (a) *diffuse*, (b) *mixed*, (c) *conduit* aliran air tanah *karst* [6] seperti yang dikutip oleh D. Karunia [7].

ion H^+ inilah yang selanjutnya akan menguraikan $CaCO_3$ menjadi Ca^{2+} dan HCO_3^{2-} , sehingga dapat di tulis nilai perumusan tersebut sebagai berikut $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2 HCO_3^{2-}$ [3]. Proses pelarutan batuan tersebut dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor pendorong dan faktor pengontrol. Kedua faktor tersebut memegang peran yang sangat penting pada proses pelarutan dan pembentukan batuan gamping. Skema pelarutan batuan gamping ditunjukkan Gambar 1.

Pada akuifer, *karst* memiliki karakteristik dimana pada akuifer ini memiliki sistem *conduit* yaitu suatu aliran yang memiliki nilai permeabilitas yang sangat kecil, lapisan ini dikontrol oleh lapisan di atasnya dan aliran ini membentuk lorong-lorong. *Diffuse* adalah suatu aliran akuifer berada pada batuan karbonat yang tidak mudah larut, dan aliran ini bergerak sepanjang rekahan-rekahan kecil yang sedikit terpengaruh oleh aktivitas pelarutan. Ada kalanya suatu formasi *karst* didominasi oleh sistem *conduit* dan ada kalanya juga suatu formasi *karst* tidak ada *conduit*nya tetapi difusi berkembang dalam kasus ini, dengan adanya hal tersebut maka mempengaruhi sirkulasi yang kecil terhadap sirkulasi air *karst*. Pada umumnya suatu daerah *karst* berkembang baik dengan kombinasi kedua elemen tersebut. Gambar 2 menunjukkan sistem *conduit*, *diffuse* dan campuran formasi *karst* dan sistem *drainase* didaerah *karst* [5].

Kecamatan Buayan merupakan suatu daerah yang masuk kedalam bentangan pegunungan *karst* Gombong selatan. Dilihat secara geologi kecamatan Buayan berbatasan dengan formasi Halang dan formasi Kalipucang. Untuk formasi Kalipucang batuan yang tersusun berupa batu gamping terumbu dan juga batu gamping klastik, sedangkan untuk formasi Halang tersusun atas perselingan batu pasir, batu lempung, napal dan tuff dengan sisipan breksi [8]. Wilayah Buayan terdiri dari batuan kapur dan perbukitan kecil, sehingga jika terjadi musim kemarau wilayah ini mengalami kekeringan dan sumur-sumur milik warga kering. Adanya hal tersebut maka warga mengalami kesulitan mendapatkan air bersih guna memenuhi kebutuhan mereka sehari-hari. Maka dari itu perlu dilakukan sebuah penelitian identifikasi keberadaan akuifer. Identifikasi dapat dilakukan dengan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger*.



Gambar 3: Konfigurasi elektroda *Schlumberger* [10].

Metode geolistrik adalah suatu metode dalam bidang geofisika yang mempelajari suatu sifat kelistrikan didalam bumi [9]. Prinsip metode geolistrik resistivitas adalah dengan menginjeksikan arus ke dalam bumi kemudian diukur beda potensial yang ditimbulkan dari injeksi arus tersebut, sehingga dapat dicari nilai resistivitasnya, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

dengan ρ_a = resistivitas semu (ohm.meter), ΔV = tegangan (volt), K = faktor geometri, I = arus (ampere).

Susunan konfigurasi untuk metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* digambar seperti berikut: faktor geometri merupakan faktor pengali untuk mencari nilai resistivitas dari nilai resistansinya. Faktor geometri pada pengukuran geolistrik resistivitas berbeda-beda tergantung pada konfigurasi pengukuran yang digunakan. Pada penelitian ini konfigurasi elektroda yang digunakan adalah konfigurasi *Schlumberger* dengan susunan sebagai ditunjukkan Gambar 3.

Berdasarkan model konfigurasi di atas maka dapat dihitung faktor geometri sebagai berikut:

$$K = \frac{\pi(L^2 - l^2)}{2l} \quad (2)$$

Suatu batuan mempunyai nilai resistivitas yang berbeda-beda, nilai resistivitas menurut beberapa sumber ditunjukkan Tabel I.

TABEL I: Nilai resistivitas batuan dari beberapa jenis batuan [11–13].

Jenis Batuan	Resistivitas (Ωm)
Batu Gamping	50-10 ⁷
Batu Pasir	1 - 6,4×10 ⁸
Lempung	1-100
Marls/napal	3-70
Tuff	2 × 10 ³ (basah) 10 ⁵ (kering)
Aluvium dan pasir	10-800
Kapur	50 150
Tanah Liat	10-15
Pasir dan Kerikil	30-225
Aluvium : Pasir, kerikil dan kerakal	100-585
Aluvium : Lempung dan Lanau	14-85
Napal tufaan	6-95
Pasir tufaan sisipa batupasir	1,3-8

Gambar 4: Persebaran titik *sounding* (sumber: google maps).

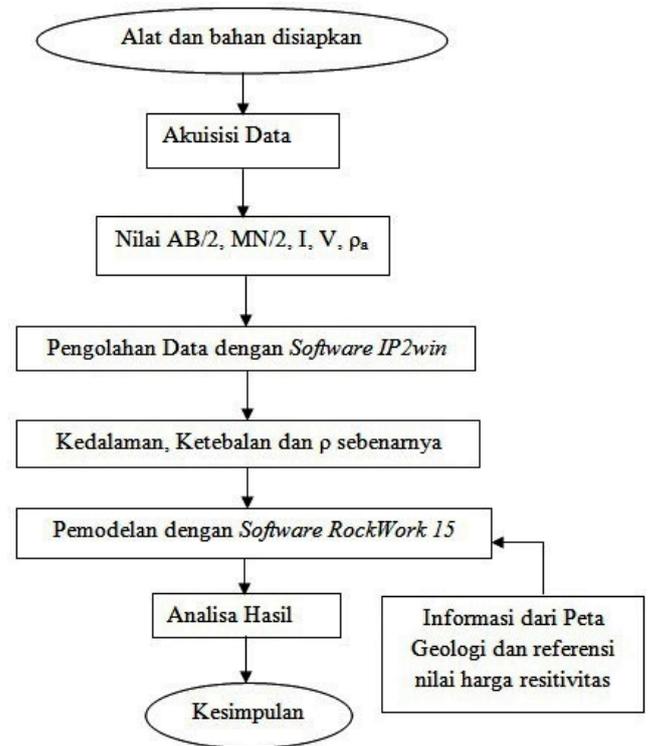
II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode geolistik resistivitas konfigurasi *Schlumberger* di laksanakan pada bulan Oktober 2016. Lokasi pengambilan data penelitian ini dilakukan di kecamatan Buayan yang meliputi tiga desa yaitu desa Nogoraji, desa Jogomulyo dan desa Jatiroto yang berada disekitar kawasan *karst* Gombang selatan kabupaten Kebumen. Dalam penelitian ini terdapat 5 titik *sounding* seperti pada Gambar 4.

Pengambilan data resistivitas dilakukan dengan menggunakan peralatan utama yaitu *Resistivity Meter* OYO tipe 2119C McOHM-EL. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan software *IPI2win* yang menghasilkan data 1 dimensi, yang kemudian setelah diinterpretasi jenis batuanya, diolah lagi menggunakan software *RockWorks 15* yang menghasilkan data 2 dimensi yang dapat menggambarkan struktur bawah permukaan tanah. Skema diagram penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

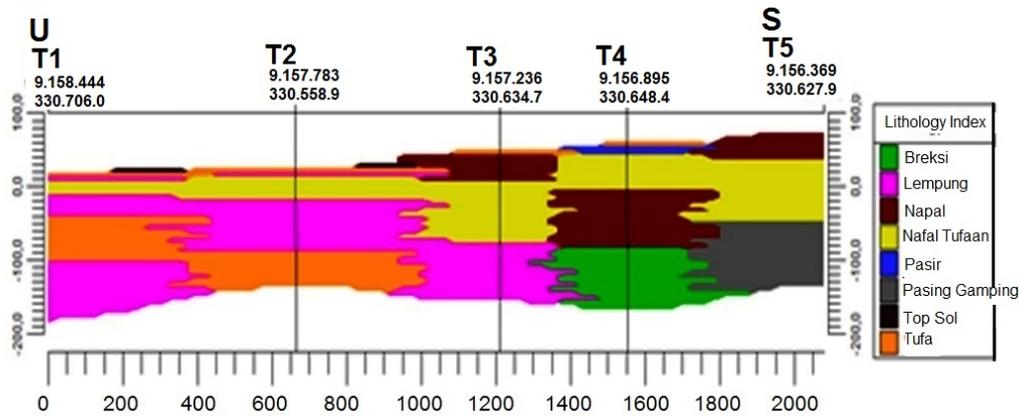
Berdasarkan geologi daerah penelitian didominasi oleh formasi halang yang terdiri dari perselingan batu pasir, batu lempung, napal, tufa dengan sisiapan breksi. Dari data lapangan



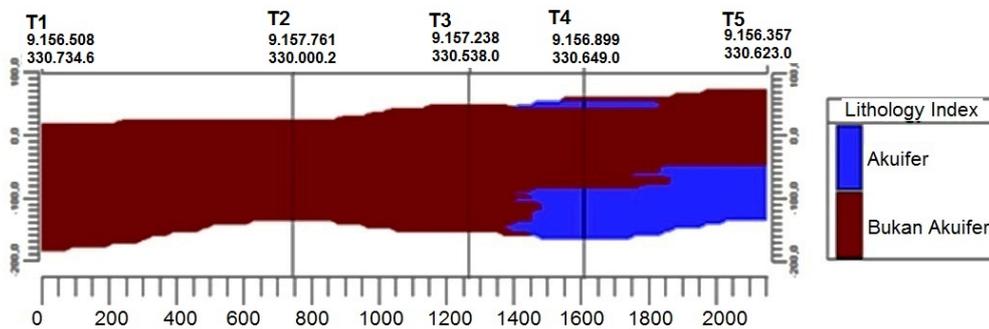
Gambar 5: Skema penelitian.

didapatkan nilai resistivitas semu pada akuisisi data di lapangan, kemudian diolah menggunakan software *IPI2win* dengan memasukan inputan nilai $AB/2$, $MN/2$ dan ρ_a sehingga didapatkan hasil interpretasi seperti ditunjukkan Tabel II.

Dari kelima data penelitian ini, ditemukan keberadaan akuifer dimana untuk akuifer dangkal ditulis dengan **huruf tebal bergaris** sedangkan untuk akuifer dalam ditulis dengan **huruf tebal**. Keberadaan akuifer ditemukan pada di titik *sounding* 4 dan 5, dimana pada titik *sounding* 4 ditemukan dua buah akuifer berupa akuifer dangkal dan akuifer dalam. Untuk akuifer dangkal berada pada kedalaman 7,57-23,8 m dengan nilai resistivitas 66,9 Ωm teridentifikasi berupa pasir, sedangkan akuifer dalam berada pada kedalaman 144-242 m dengan nilai resistivitas 106 Ωm dengan batuan yang teridentifikasi berupa batuan breksi, sedangkan pada titik *sounding* 5 ditemukan akuifer berupa akuifer dalam dengan kedalaman 131-223 m dengan nilai resistivitas 432 Ωm batuan yang teridentifikasi berupa pasir gampingan. Batuan yang tergolong akuifer adalah batuan pasir, breksi dan pasir gampingan. Sedangkan pada titik *sounding* 1, titik *sounding* 2, titik *sounding* 3 tidak ditemukan keberadaan akuifer karena pada titik *sounding* tersebut batuan yang terdeteksi berupa batuan napal, tufa, napal tufaan dan lempung yang kesemua lapisan batuan tersebut bukan akuifer karena batuan tersebut tidak dapat menyimpan atau meloloskan air, mempunyai nilai resistivitas yang rendah dan lapisan tersebut berupa lapisan *impermeable*. Biasanya jika dalam 1 titik *sounding* ditemukan 2 keberadaan akuifer berupa dangkal dan dalam itu dipisahkan oleh lapisan *impermeable* seperti pada titik *sounding* 4.



Gambar 6: Penampang 2D dari 5 titik *sounding* berdasarkan jenis batuan.



Gambar 7: Penampang 2D berdasarkan persebaran akuifer.

Berdasarkan pengolahan 1D, kemudian dihubungkan titik *sounding* yang satu dengan yang lain membentuk sebuah penampang 2D dengan software *RockWorks 15* seperti ditunjukkan Gambar 6 dan 7. Pada penampang 2D Gambar 6 dijelaskan bahwa berada pada bagian selatan yang berada disekitar T4, T5 batuan yang teridentifikasi berupa batuan pasir, pasir gampingan dan breksi, pada bagian selatan batuan yang tersebar berupa batuan lempung dan napal, sedangkan untuk batuan napal tufaan merata dari T1 sampai T5 hanya bedanya pada kedalaman dan ketebalan. Batuan napal hanya berada pada T3 sampai T5 pada bagian atas. Pada penampang 2D Gambar 7 di perhatikan keberadaan akuifer, pada penampang ini ditemukan dua macam akuifer yaitu akuifer dangkal dan akuifer dalam, untuk akuifer dangkal hanya tersebar disekitar T3 sekitar 450 m dengan kedalaman yang sangat tipis sekitar 10-20 m, sedangkan untuk akuifer dangkalnya persebarannya

disekitar T3 dan T13 dengan persebaran sekitar 700 m dari titik tersebut, dengan kedalaman berkisar 60-90 m.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini telah dilakukan dengan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* untuk mencari keberadaan akuifer. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil 5 data titik *sounding*, sehingga dihasilkan keberadaan akuifer berada kedalaman 7,57-23,8 m berupa akuifer dangkal dengan jenis pasir dan untuk akuifer dalam pada 144-242 m batuan berupa breksi ini berada di T4 (Jogomulyo), sedangkan untuk akuifer dalam juga ditemukan pada kedalaman 131-223 m batuan berupa pasir gampingan yang berada pada T5 (Nogoraji).

[1] D.C. Ford and V.W. Williams, *Karst Geomorphology and Hydrology* (London, Chapman and Hall, 1992).
 [2] H.A. Murti, *Analisis Pendugaan Potensi Akifer Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Sounding Dan Mapping Di Kawasan Karst Kecamatan Giritontro Kabupaten Wonogiri*, Thesis, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2009.
 [3] H. Adji, dan Haryono, *Pengantar Geomorfologi dan Hidrologi*

Karst (Fakultas Geografi UGM, Kelompok Studi Karst, 2004).
 [4] S. Trudgil, *Limestone Geomorphology*, (Longman, New York, 1985)
 [5] D. Gillieson, *Caves: Processes, Development, and Management* (Blackwell, Oxford, 1996).
 [6] P. Domenico and Schwartz, *Physical and Chemical Hydrogeology* (John Wiley dan Sons, New York, 1990).

TABEL II: Tabel tiap titik *sounding* yang diolah menggunakan software *IPI2win*.

Titik <i>sounding</i>	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Resistivitas (Ωm)	Batuan Penyusun
Titik 1 (T1) (Jatiroto)	0-3,02	3,02	17,2	Top soil
	3,02-11,8	8,74	9,14	Tufa
	11,8-17,8	5,99	4,36	Lempung
	17,8-31,3	13,5	14,6	Napal tufaan
	31,3-60,3	29,1	2,19	Lempung
	60,3-125	64,4	9,35	Tufa
	125-213	88,7	0,178	Lempung
Titik 2 (T2) (Jogomulyo)	0-1,95	1,95	15	Top soil
	1,95-3,51	1,56	2,91	Top soil
	3,51-8,1	4,59	9,09	Tufa
	8,1-15,5	7,45	1,73	Lempung
	15,5-43,8	28,3	17,8	Napal tufaan
	43,8-115	71,7	2,2	Lempung
	115-173	57,3	11,4	Tufa
Titik 3 (T3) (Jogomulyo)	0-3,32	3,32	6,85	Top Soil
	3,32-5,89	2,57	29,1	Napal
	5,89-11,2	5,35	8,97	Tufa
	11,2-43,6	32,4	34,2	Napal
	43,6-127	83	18,1	Napal tufaan
	127-215	88,3	4,43	Lempung
Titik 4 (T4) (Jogomulyo)	0-3,92	3,92	19,3	Top Soil
	3,92-7,57	3,65	5,81	Tufa
	7,57-23,8	16,2	66,9	Pasir
	23,8-68,8	45	14,3	Napal tufaan
	68,8-144	75,2	31,3	Napal
	144-242	97,7	106	Breksi
Titik 5 (T5) (Nogoraji)	0-1,06	1,06	22,5	Top soil
	1,03-4,36	3,58	10,7	Tufa
	4,36-19,6	15,2	23,2	Napal
	19,6-44,4	24,8	38,4	Napal
	44,4-131	86,3	15	Napal tufaan
	131-223	92,1	432	Pasir Gampingan

- [7] D. Karunia, *Identifikasi Pola Aliran Sungai Bawah Tanah di Mudal, Pracimantoro dengan Metode Geolistrik*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2012.
- [8] D.E. Geoteknika, *Studi Potensi Air Bawah Tanah (ABT) dan Air Permukaan Tanah (APT) di Kabupaten Kebumen Provinsi Jawa Tengah* (CV Geoteknika Indonesia, Yogyakarta, 2007).
- [9] M. Loke, *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies* (Hyperlink, <http://www.geoelectrical.com>, 2000).
- [10] J.O. Coker, *Geostatistical Analysis of the Geoelectrical Parameters of Oke-Badan Estate, Akobo, South Western, Nigeria*, International Archive of Applied Sciences and Technology, International Archive of Applied Sciences and Technology, (ISSN:0976-4828), 2(2), 27-33, (2012).
- [11] W.M. Telford, *Applied Geophysics* (Second Edition, Cambridge University Press, 1990).
- [12] J.M. Reynolds, *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, (John Wiley & Sons Ltd, England, 1997).
- [13] T. Hardy, B. Nurdiyanto, D. Ngadmanto, P. Susilanto, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 1(16), 47-56, (2016).