

Pembuatan peta curah hujan untuk evaluasi kesesuaian rencana tata ruang kawasan hutan Kabupaten Bogor

Heri Setiawan^{a,1*}, Adi Wibowo^{a,2}, Supriatna^{a,3}

^a Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

¹ heri.setiawan01@ui.ac.id*; ² adi.w@sci.ac.ui.id; ³ ysupri@sci.ui.ac.id

*korespondensi penulis

Informasi artikel	A B S T R A K
<p><i>Sejarah artikel</i> Diterima : 17 Agustus 2021 Revisi : 12 November 2021 Dipublikasikan : 30 November 2021</p>	<p><i>Spatial Multi Criteria Analysis (SMCA)</i> digunakan untuk menentukan peta kesesuaian kawasan hutan yang disusun dari berbagai peta variabel termasuk peta curah hujan. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat peta curah hujan di Kabupaten Bogor dari data <i>Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS)</i>. Data yang digunakan adalah data CHIRPS bulanan 2011 – 2020 sebanyak 120 file format raster. Data tersebut diolah menjadi data rata – rata tahunan sebanyak satu file format raster dengan <i>cell statistics tools</i>. Kemudian dilakukan ekstraksi menjadi titik, interpolasi <i>kriging</i> dan reklasifikasi. Hasilnya menunjukkan peta curah hujan sebelum dilakukan reklasifikasi terdapat tujuh kelas dengan nilai curah hujan antara 2.334,18 - 4.708,36 mm/tahun. Setelah dilakukan reklasifikasi rata – rata curah hujan terdapat tiga kelas yaitu sedang (2.000–3.000 tahun) seluas 8,02%, tinggi (3.000 – 4.000) seluas 61,08% dan sangat tinggi (> 4.000 mm/tahun) seluas 30,90% dari total luas Kabupaten Bogor. Rencana Tata Ruang Kawasan Hutan di Kabupaten Bogor mempunyai potensi kesesuaian yang tinggi karena wilayah ini didominasi oleh tingkat curah hujan tinggi dan sangat tinggi.</p>
<p>Kata kunci: Curah hujan CHIRPS Kriging Hutan</p>	
<p>Keywords: Rainfall CHIRPS Kriging Forest</p>	<p>A B S T R A K Spatial Multi-Criteria Analysis (SMCA) is used to determine the suitability map of forest areas compiled from various variable maps, including rainfall maps. This study aimed to create a rainfall map in Bogor Regency from the Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) data. The data used is monthly CHIRPS data from 2011 to 2020, as many as 120 raster format files. The data was processed into an annual average of one raster format file with cell statistics tools. Then do point extraction, kriging interpolation and reclassification. The results show that there are seven classes of rainfall maps with rainfall values between 2,334.18 - 4,708.36 mm/year before the reclassification. After the reclassification of the average rainfall, there are three classes, namely medium (2,000 – 3,000 years) covering an area of 8.02%, high (3,000 – 4,000) covering an area of 61.08% and very high (> 4,000 mm/year) covering an area of 30.90 % of the total area of Bogor Regency. The Forest Area Spatial Plan in Bogor Regency has high potential because this area is dominated by high and very high rainfall.</p>

Pendahuluan

Hutan sangat penting karena memiliki berbagai fungsi untuk kelangsungan dan kesejahteraan kehidupan. Hutan sebagai habitat dari keanekaragaman hayati (Brockerhoff *et al.* 2017; Löf *et al.*, 2019). Hutan juga mampu menopang kehidupan ekonomi manusia (Pastur *et al.*, 2018) termasuk pengembangan pengelolaan hutan berbasis masyarakat juga mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Wahyu *et al.*, 2020). Hutan mampu menjaga keseimbangan alam dan menghindarkan dari bencana seperti menyimpan cadangan karbon (Aubrey *et al.*, 2019). Selain itu hutan juga mampu menjaga keseimbangan siklus hidrologi (Sheil, 2018).

Konversi lahan hutan menjadi lahan non hutan di Kabupaten Bogor menjadi masih permasalahan utama yang berdampak pada keseimbangan lingkungan. Pada periode 1989-2013 telah terjadi konversi lahan hutan yang mengakibatkan luas lahan hutan berkurang sebesar 15,40% (Fajarini *et al.*, 2015). Pada periode 2000 – 2009 terjadi penurunan luas lahan hutan di DAS Ciliwung hulu dan tengah sebesar 28% sehingga daerah resapan berkurang dan menyebabkan banjir Jakarta (Asdak & Supian, 2018). Tidak hanya itu, berkurangnya lahan hutan di Kabupaten Bogor juga menyebabkan berkurangnya cadangan karbon (Setiawan *et al.*, 2015).

SMCA memberikan berbagai alternatif dalam pengambilan keputusan untuk menentukan kesesuaian penggunaan lahan berkelanjutan yang *input* nilainya bergantung pada pengetahuan narasumber dan pengolahannya memanfaatkan *software* SIG tertentu. SMCA dapat digunakan untuk pengambilan keputusan berbasis risiko bencana seperti penilaian dampak lingkungan dan perencanaan penggunaan lahan berkelanjutan (Chen *et al.*, 2001), melalui penentuan variabel dan penentuan bobot kriteria (Aliyu & Ludin, 2015). Metode SMCA khususnya teknik *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sangat bergantung pada pengetahuan ahli, apabila pengetahuan tidak cukup maka akan bersifat subjektif dan

menimbulkan ketidakakuratan keputusan (Shi & Chen, 2018; Liu *et al.*, 2020). Beberapa *software open source* SIG sudah menyertakan aplikasi MCA seperti ArcGIS, IDRISI, ILWIS (Wibowo & Semedi, 2011) dan SAGA (Irfan *et al.*, 2017).

Peta curah hujan merupakan salah satu variabel penyusun peta kesesuaian kawasan hutan yang dapat digunakan untuk evaluasi pola ruang kawasan hutan pada Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bogor. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 387/kpts/Um/11/1980 tentang Kriteria dan Cara Penetapan Hutan Lindung menyatakan bahwa kelerengan, jenis tanah dan curah hujan merupakan variabel yang digunakan dalam menetapkan kawasan hutan. Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Bogor yang dimana kawasan hutan merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung bagian hulu dengan rata-rata curah hujan tinggi yang berperan sebagai pengontrol banjir Jakarta. Rata-rata curah hujan di Kabupaten Bogor sekitar 2.500-5.000 mm/tahun (Asnur, 2021). Hutan memegang peranan penting dalam kontrol limpasan Jakarta karena berfungsi sebagai daerah resapan air (Asdak & Supian, 2018).

Berdasarkan uraian di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat peta curah hujan di Kabupaten Bogor menggunakan data CHIRPS, menganalisis keunggulan dan kelemahan penggunaan data CHIRPS sebagai alternatif, dan mengidentifikasi potensi kesesuaian Rencana Tata Ruang Kawasan Hutan di Kabupaten Bogor dari sisi variabel curah hujan.

Metode

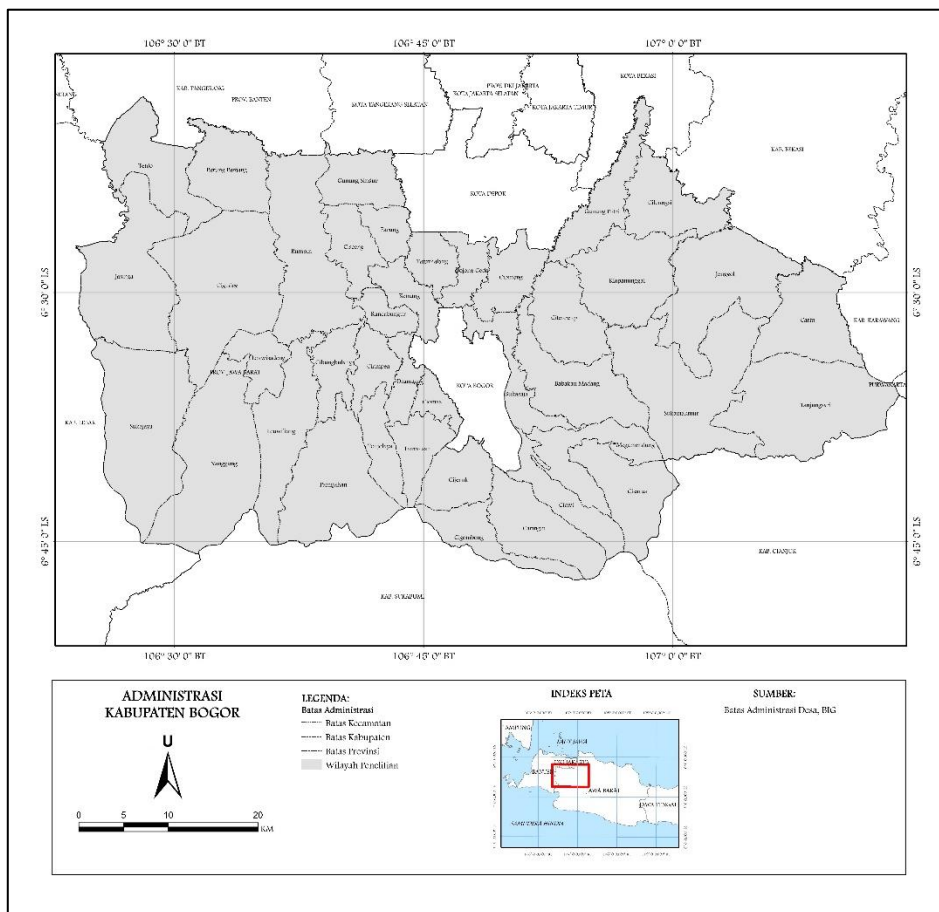
Wilayah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Secara astronomis, daerah penelitian terletak pada 6°18'0" – 6°47'10" LS dan 106°23'45"–107°13'30" BT (Gambar 1). Kabupaten Bogor memiliki luas total 299.431,12 ha yang terbagi dalam 40 wilayah Kecamatan, terdiri dari 19 Kelurahan dan 416 Desa. Secara geografis, Kabupaten Bogor berbatasan dengan: Kota Bogor

(sisi tengah); Kabupaten Tangerang, Kota Depok, dan Kabupaten Bekasi (sisi utara); Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Sukabumi (sisi selatan); Kabupaten Lebak (sisi barat); Kabupaten Karawang, Kabupaten Purwakarta (sisi timur).

Wilayah ini memiliki kondisi morfologi yang variatif mulai dari datar hingga sangat curam. Kabupaten Bogor beriklim tropis basah ditandai oleh curah hujan tahunan yang tinggi sebagai bagian dari sistem musonal Indonesia. Berdasarkan data [BPS Kabupaten Bogor \(2020\)](#),

pada tahun 2020 wilayah ini mengalami hujan sepanjang tahun. Sekalipun tebal hujannya menurun di musim kemarau namun masih terjadi hujan hingga mencapai 51 mm pada Bulan Juli 2020. Sementara itu bulan lainnya mengalami hujan diatas 100 mm. Jumlah penduduk Kabupaten Bogor pada tahun 2019 adalah sebanyak 5.965.410 jiwa dengan kepadatan penduduk 2.236 jiwa/km². Laju pertumbuhan penduduk adalah sebesar 2,13%, cenderung menurun dibandingkan dua tahun sebelumnya.



Gambar 1. Wilayah Penelitian

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang digunakan adalah data CHIRPS bulanan tahun 2011 – 2020 yang diunduh dari <https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/>. Data terdiri dari 120 file format raster. Data CHIRPS merupakan hasil analisis ulang data satelit dengan resolusi 5 km dan merupakan data terbaik ([Funk et al., 2014](#)).

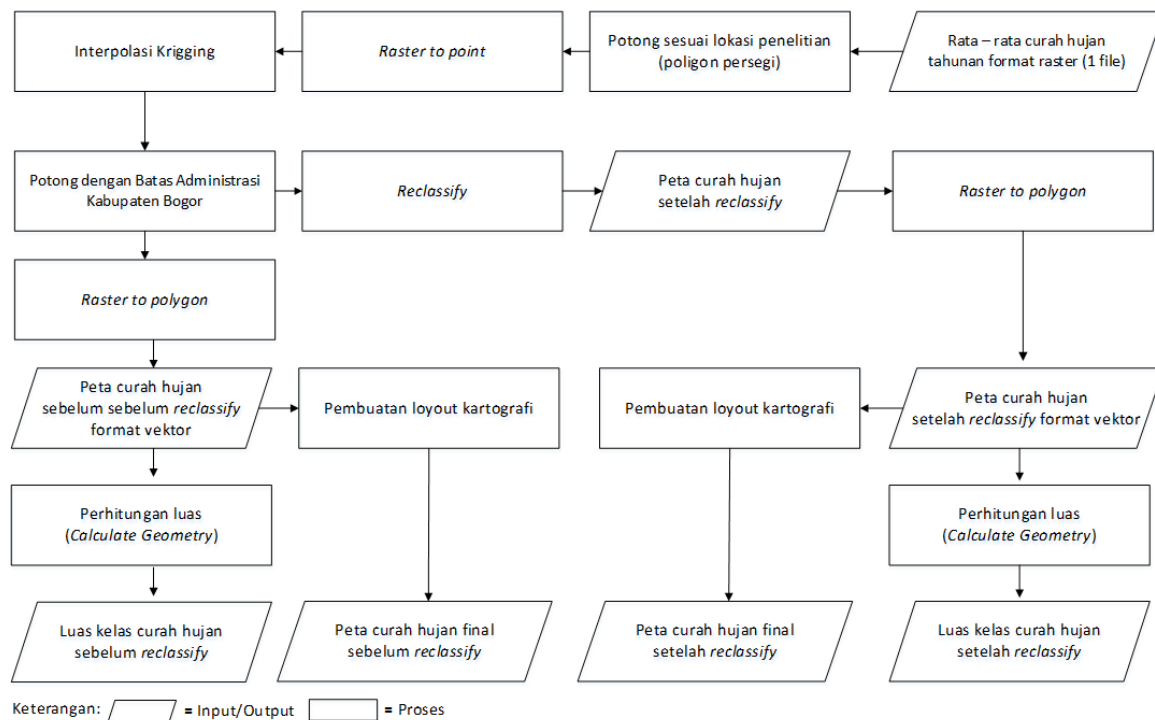
Pengolahan data dimulai dengan memanfaatkan *cell statistics – sum* untuk menjumlahkan data curah hujan bulanan dalam satu tahun, sehingga didapatkan data curah hujan tahunan sebanyak 10 file format raster. Kemudian dengan menggunakan *cell statistics – mean tools* digunakan untuk memperoleh rata – rata curah

hujan tiap tahun dari tahun 2011 – 2020, sehingga didapatkan 1 file format raster.

File raster tersebut kemudian dipotong dengan poligon berbentuk persegi dan diekstrak menjadi *point* dengan *tools Raster to Point*. Selanjutnya dilakukan interpolasi *kriging*. *Kriging* merupakan metode interpolasi yang bergantung pada variasi spasial dalam hal variogram dan meminimalkan kesalahan prediksi atau hasil perkiraan sendiri (Oliver & Webster, 1990). Struktur variogram merupakan alat yang efektif untuk menilai variabilitas spasial curah hujan (Bargaoui & Chebbi, 2009).

Hasil interpolasi kriging dipotong dengan batas administrasi Kabupaten Bogor dan

dilakukan proses reklasifikasi. Reklasifikasi mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu Kusumaningtyas & Chofyan, 2013; Try, 2019 (lihat Tabel 1). Curah hujan semakin tinggi, skor akan semakin tinggi. Peningkatan curah hujan akan semakin mendukung kelangsungan jenis hutan (Hilbert *et al.*, 2009). Langkah selanjutnya dilakukan proses perhitungan luas dengan cara konversi dari raster menjadi vektor dan dilakukan proses pembuatan layout peta. Prosedur penelitian ditunjukkan oleh Gambar 2, Kelas dan Skoring Parameter Curah Hujan untuk Kesesuaian Kawasan Hutan ditunjukkan oleh Tabel 1.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Kelas dan Skoring Parameter Curah Hujan untuk Kesesuaian Kawasan Hutan

Variabel	Kelas	Keterangan	Skor	Referensi
Curah Hujan	Sangat Rendah	0 – 1.000 mm/tahun	10	Kusumaningtyas & Chofyan, 2013; Try, 2019
	Rendah	1.000 – 2.000 mm/tahun	20	
	Sedang	2.000 – 3.000 mm/tahun	30	
	Tinggi	3.000 – 4.000 mm/tahun	40	
	Sangat tinggi	> 4.000 mm/tahun	50	

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan curah hujan di Citeko, Kecamatan Cisarua sebesar 3.351,68 - 3.690,85 mm/tahun (lihat [Gambar 3](#)). Hal ini sesuai dengan data curah hujan tahun 2020 di Stasiun Meteorologi Citeko di Kecamatan Cisarua sebesar 3.678,48 /tahun ([BMKG, 2020](#)). Hasil lainnya menunjukkan curah hujan di Kecamatan Pamijahan sebesar 4.030,22 – 4.708,19 mm/tahun (lihat [Gambar 3](#)). Curah hujan di Kecamatan Pamijahan, Kabupaten Bogor sebesar 4.357,99 mm/tahun ([Rahayu et al., 2019](#)). Hasil lainnya juga menunjukkan curah hujan di Kabupaten Bogor sebesar 2.334,18 - 4.708,36 mm/tahun (lihat [Gambar 3](#)). Curah hujan di Kabupaten Bogor sekitar 2.500 – 5.000 mm/tahun ([Asnur, 2021](#)). Curah hujan Kabupaten Bogor didominasi oleh intensitas hujan tinggi dan sangat tinggi (lihat [Gambar 4](#)). Semakin tinggi curah hujan, tingkat kesesuaian untuk kawasan hutan akan semakin sesuai. Semakin tinggi intensitas hujan skor yang diberikan juga semakin tinggi untuk evaluasi kesesuaian Rencana Tata Ruang kawasan Hutan ([Kusumaningtyas & Chofyan, 2013](#); [Try, 2019](#)).

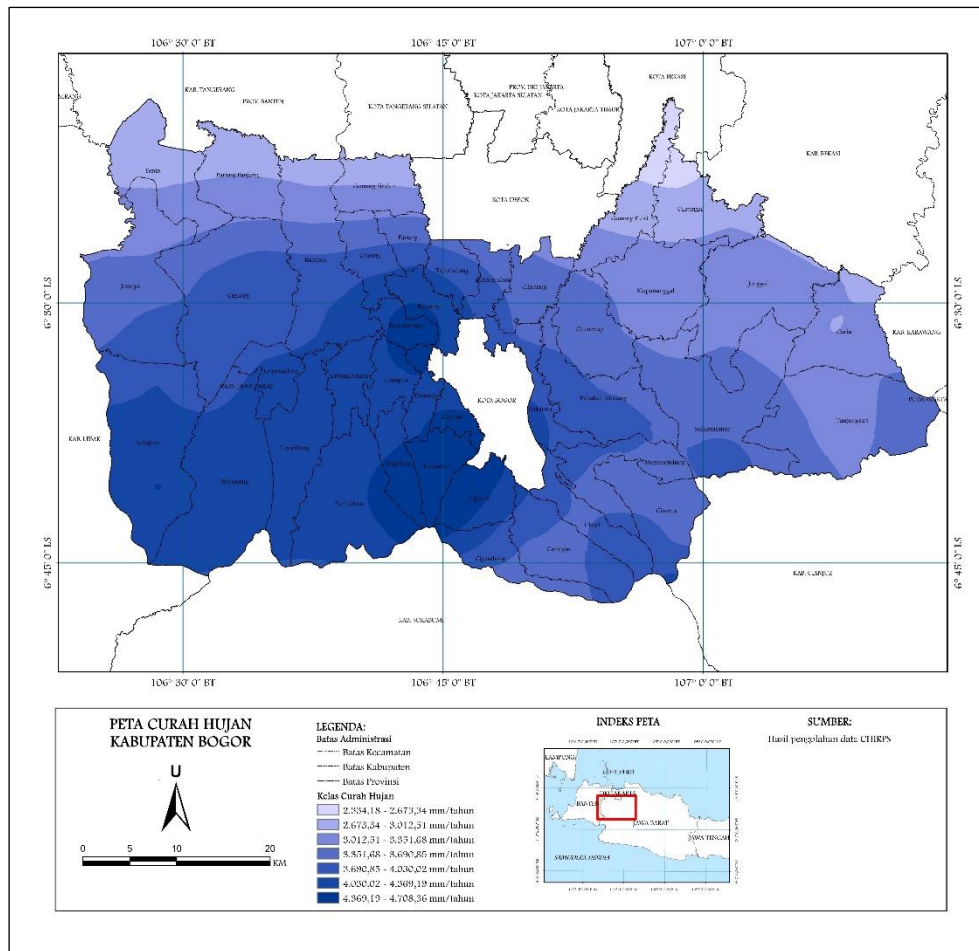
Curah hujan yang meningkat di suatu wilayah, akan semakin mendukung kelangsungan jenis hutan ([Hilbert et al., 2009](#)). Variabel curah hujan merupakan variabel yang penting dalam evaluasi kawasan hutan juga diperjelas dalam [SK Menteri Pertanian Nomor: 837/Kpts/Um/11/1980](#) yang menjadikan curah hujan sebagai salah satu variabel dalam penetapan hutan lindung. Data terbaik merupakan data hasil pengukuran langsung di lapangan (terestris) atau data in situ seperti data dari stasiun pengamatan curah hujan.

Ketersediaan data yang memadai menjadi sangat penting untuk memahami karakteristik hujan di suatu wilayah, akan tetapi sebaran stasiun pengamatan curah hujan yang tidak merata di Indonesia masih menjadi kendala ([Misnawati et al.,](#)

[2018](#)). Data in situ yang berhasil dikumpulkan atau diakses secara online oleh penulis antara lain: data curah hujan stasiun curah hujan Bogor, Citeko, dan beberapa data stasiun curah hujan di luar Bogor. Data tersebut tidak memungkinkan dilakukan interpolasi karena kurang rapat. Hal itulah yang dihadapi penulis dalam penelitian ini sehingga penulis mencari alternatif data lain.

CHIRPS hadir sebagai alternatif karena mempunyai keunggulan dibandingkan data yang ada sebagai berikut: (1) akses data yang mudah; (2) Cakupan data bersifat global; (3) Mempunyai data time series yang baik dari tahun 1981 pengguna dapat memilih sesuai dengan keperluan untuk curah hujan harian, bulanan, tahunan dst.; (3) Pengolahan data yang mudah karena sudah dalam format raster; (4) Resolusi paling baik dibandingkan dengan data satelit lain yaitu 0,05° atau sekitar 5 km ([Funk et al., 2014](#)); (5) Mempunyai catatan akurasi yang baik dengan ditandai nilai korelasi antara CHIRPS dan data in situ curah hujan yang cukup tinggi.

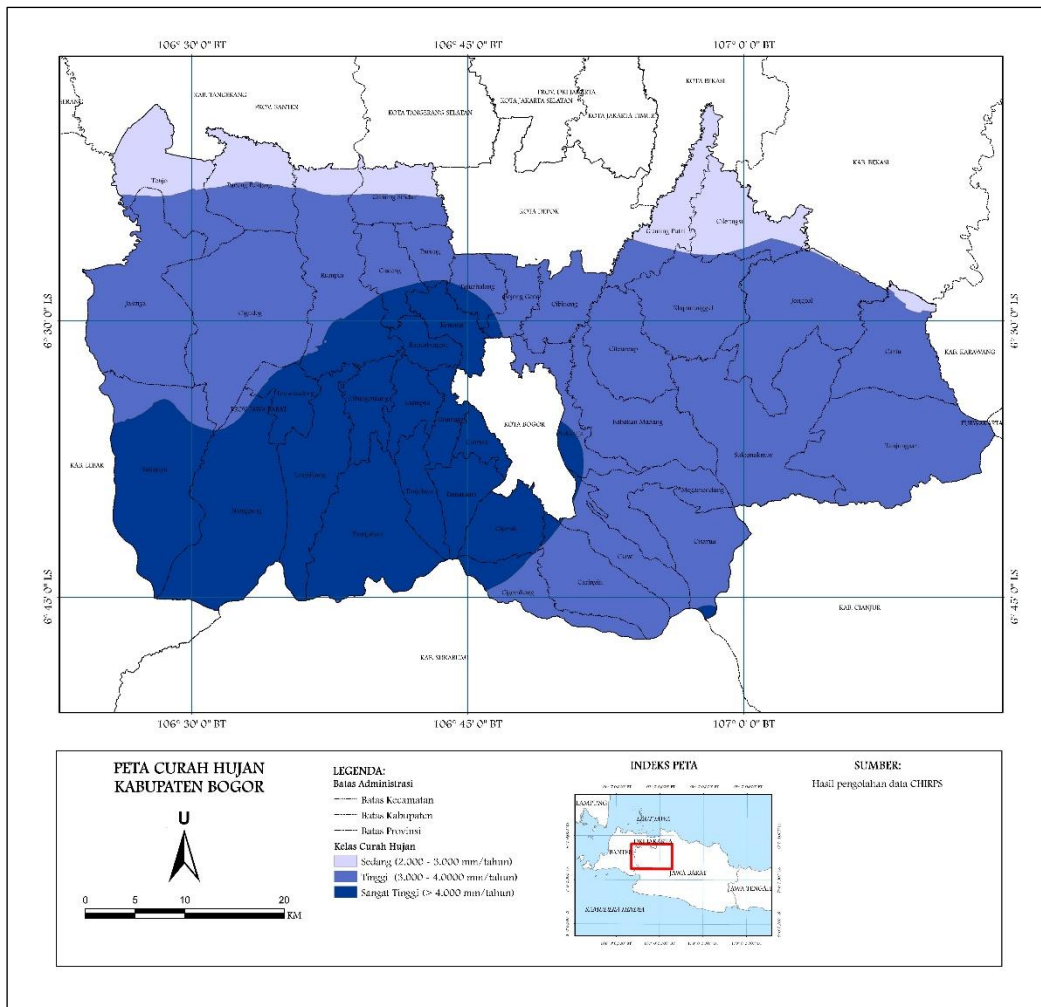
CHIRPS mempunyai korelasi yang cenderung cukup tinggi dengan data insitu di beberapa wilayah antara lain: Timur Tengah, Afrika Utara, Amerika Utara, Eropa, Asia ([Funk et al., 2015](#)), dan Jawa Timur ([Maharani, 2019](#)). Namun CHIRPS ini mempunyai kelemahan yaitu: terdapat data bias karena medan yang kompleks, seringkali meremehkan intensitas hujan ekstrim. CHIRPS mempunyai masalah bias yang penting seperti di Colombia dan Peru ([Funk et al., 2015](#)). Dengan mempertimbangkan ketersediaan data in situ yang ada, keunggulan dan kelemahan CHIRPS dibandingkan yang ada; CHIRPS dapat dijadikan alternatif dalam pembuatan peta variabel curah hujan untuk evaluasi Rencana Tata Ruang Kawasan Hutan.



Gambar 3. Peta Curah Hujan Kabupaten Bogor Sebelum Reklasifikasi

Tabel 2. Kelas Curah Hujan Kabupaten Bogor Sebelum Reklasifikasi

No.	Kelas	Luas (Ha)	Prosentase (%)
1	2.334,18 - 2.673,34 mm/tahun	2.859,03	0,95
2	2.673,34 - 3.012,51 mm/tahun	2.3193,14	7,75
3	3.012,51 - 3.351,68 mm/tahun	5.8162,40	19,42
4	3.351,68 - 3.690,85 mm.tahun	68.667,78	22,93
5	3.690,85 - 4.030,22 mm/tahun	58.465,55	19,53
6	4.030,22 - 4.639,19 mm/tahun	71.712,33	23,95
7	4.639,19 - 4.708,36 mm/tahun	16.370,89	5,47
Total		299.431,12	100,00



Gambar 4. Peta Curah Hujan Kabupaten Bogor Setelah Reklasifikasi

Tabel 3. Kelas Curah Hujan Kabupaten Bogor Setelah Reklasifikasi

No.	Kelas	Luas (Ha)	Prosentase (%)
1	Sangat Rendah (0 - 1.000 mm/tahun)	0	0
2	Rendah (1.000 - 2.000 mm/tahun)	0	0
3	Sedang (2.000 - 3.000 mm/tahun)	24.002,93	8,02
4	Tinggi (3.000 - 4.0000 mm/tahun)	182.904,27	61,08
5	Sangat Tinggi (> 4.000 mm/tahun)	92.523,92	30,90
Total		299.431,12	100,00

Simpulan

Kabupaten Bogor mempunyai curah hujan sebesar 2.334,18 - 4.708,36 mm/tahun. Curah hujan di Kabupaten Bogor terdiri dari 3 kelas yaitu sedang (2.000 – 3.000 mm/tahun) sebesar 8,02%, tinggi (3.000 – 4.000 mm/tahun) sebesar 61,08% dan sangat tinggi (>4.000 mm/tahun) sebesar 30,90% dari total luas wilayah. Curah hujan di Kabupaten Bogor didominasi oleh kelas tinggi dan sangat tinggi. Selanjutnya peta curah hujan ini

akan digunakan sebagai salah satu variabel penyusunan peta kesesuaian kawasan hutan di Kabupaten Bogor.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Beasiswa Saintek dari Pusat Pendidikan dan Pelatihan Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional yang sudah memberikan biaya penelitian

sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

- Aliyu, M., & Ludin, A. N. B. M. (2015). A review of spatial multi-criteria analysis (SMCA) methods for sustainable land use planning (SLUP). *Planning*, 2, 1581-2590.
- Asdak, C., & Supian, S. (2018). Watershed management strategies for flood mitigation: A case study of Jakarta's flooding. *Weather and climate extremes*, 21, 117-122. DOI: 10.1016/j.wace.2018.08.002
- Asnur, P. (2021). EVALUASI KEMAMPUAN DAN KESESUAIAN LAHAN PERTANIAN DI KABUPATEN BOGOR. *UG Journal*, 14(2).
- Aubrey, D. P., Blake, J. I., & Zarnoch, S. J. (2019). From Farms to Forests: Landscape Carbon Balance after 50 Years of Afforestation, Harvesting, and Prescribed Fire. *Forests*, 10(9), 760. DOI: 10.3390/f10090760
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor. (2020). Kabupaten Bogor Dalam Angka 2020. Cibinong: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor.
- Bargaoui, Z. K., & Chebbi, A. (2009). Comparison of two kriging interpolation methods applied to spatiotemporal rainfall. *Journal of Hydrology*, 365(1-2), 56-73. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2008.11.025
- BMKG. (2020). Data curah hujan Stasiun Meteorologi Citeko. Diakses tanggal 11 Juni 2021 dari: <https://dataonline.bmkg.go.id/>
- Brockerhoff, E. G., Barbaro, L., Castagnyrol, B., Forrester, D. I., Gardiner, B., González-Olabarria, J. R., ... & Jactel, H. (2017). Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. DOI: 10.1007/s10531-017-1453-2
- Chen, K., Blong, R., & Jacobson, C. (2001). MCE-RISK: integrating multi-criteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards. *Environmental Modelling & Software*, 16(4), 387-397. DOI: 10.1016/S1364-8152(01)00006-8
- Fajarini, R., Barus, B., & Panuju, D. R. (2015). Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan dan Prediksinya untuk Tahun 2025 serta Keterkaitannya dengan Perencanaan Tata Ruang 2005-2025 di Kabupaten Bogor. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 17(1), 8-15. DOI: 10.29244/jitl.17.1.8-15
- Funk, C. C., Peterson, P. J., Landsfeld, M. F., Pedreros, D. H., Verdin, J. P., Rowland, J. D., ... & Verdin, A. P. (2014). A quasi-global precipitation time series for drought monitoring. *US Geological Survey data series*, 832(4), 1-12.
- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., ... & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific data*, 2(1), 1-21. DOI: 10.1038/sdata.2015.66
- Hilbert, D. W., Ostendorf, B., & Hopkins, M. S. (2001). Sensitivity of tropical forests to climate change in the humid tropics of north Queensland. *Austral Ecology*, 26(6), 590-603. DOI: 10.1046/j.1442-9993.2001.01137.x
- Irfan, M., Koj, A., Sedighi, M., & Thomas, H. (2017). Design and development of a generic spatial decision support system based on artificial intelligence and multi-criteria decision analysis. *GeoResJ*, 14, 47-58. DOI: 10.1016/j.grj.2017.08.003
- Kusumaningtyas, R., & Chofyan, I. (2013). Pengelolaan hutan dalam mengatasi alih fungsi lahan hutan di Wilayah Kabupaten Subang. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 13(2).
- Liu, P. (2015). A survey of remote-sensing big data. *frontiers in Environmental Science*, 3, 45. DOI: 10.3389/fenvs.2015.00045
- Löf, M., Madsen, P., Metslaid, M., Witzell, J., & Jacobs, D. F. (2019). Restoring forests: regeneration and ecosystem function for the future. *New Forests*, 50(2), 139-151. DOI: 10.1007/s11056-019-09713-0

- Maharani, T. (2019). *Pemodelan Bahaya Kekeringan Meteorologis Di Provinsi Jawa Timur Dengan Menggunakan Data CHIRPS (Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Station Data)* (Doctoral dissertation, Tesis, Universitas Gadjah Mada).
- Misnawati, M., Boer, R., June, T., & Faqih, A. (2018). Perbandingan metodologi koreksi bias data curah hujan chirps. *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*, 25(1).
- Oliver, M. A., & Webster, R. (1990). Kriging: a method of interpolation for geographical information systems. *International Journal of Geographical Information System*, 4(3), 313-332. DOI: 10.1080/02693799008941549
- Pastur, G. M., Perera, A. H., Peterson, U., & Iverson, L. R. (2018). Ecosystem services from forest landscapes: an overview. *Ecosystem Services from Forest Landscapes*, 1-10. DOI: 10.1007/978-3-319-74515-2_1
- Rahayu, A. M. U., Ardiansyah, A. N., & Nuraeni, N. S. (2019). Wilayah Kerawanan Longsor di Kecamatan Pamijahan Kabupaten Bogor. *Jurnal Geografi Gea*, 19(1), 1-8.
- Setiawan, G., Syaufina, L., & Puspaningsih, N. (2015). Estimasi hilangnya cadangan karbon dari perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Bogor. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 5(2), 141-141. DOI: 10.29244/jpsl.5.2.141
- Sheil, D. (2018). Forests, atmospheric water and an uncertain future: the new biology of the global water cycle. *Forest Ecosystems*, 5(1), 1-22. DOI: 10.1186/s40663-018-0138-y
- Shi, Z., & Chen, S. (2018). A New Knowledge Characteristics Weighting Method Based on Rough Set and Knowledge Granulation. *Computational intelligence and neuroscience*, 2018. DOI: 10.1155/2018/1838639
- Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 387/kpts/Um/11/1980 tentang Kriteria dan Cara Penetapan Hutan Lindung
- Try, W. (2019). *ANALISIS KESESUAIAN LAHAN PERMUKIMAN DI KABUPATEN LOMBOK BARAT BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Mataram)
- Wahyu, A., Suharjito, D., Darusman, D., & Syaufina, L. (2020, July). The Development of Community-Based Forest Management in Indonesia and Its Contribution to Community Welfare and Forest Condition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 528, No. 1, p. 012037). IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/528/1/012037
- Wibowo, A., & Semedi, J. M. (2011). Model Spasial dengan SMCE untuk Kesesuaian Kawasan Industri. *Majalah Ilmiah Globe*, 13(1)