



Pemanfaatan Data Satelit Terhadap Prediksi Curah Hujan

Dicky Muhamad Fadli

Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

dicky.fadli08@itg.ac.id

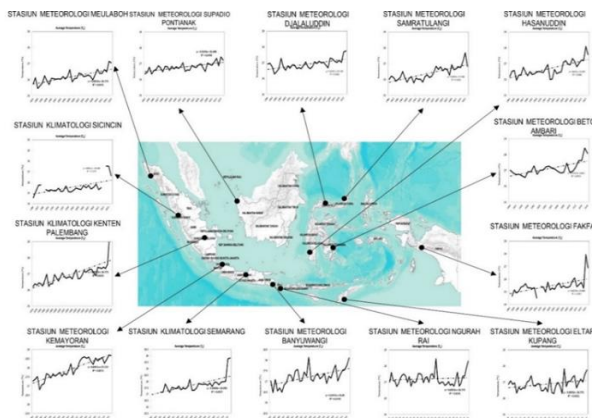
Abstrak – Perubahan iklim yang terjadi mengakibatkan peningkatan temperatur dan permukaan air laut. Dimana perubahan tersebut berimbas kepada jumlah dan besaran hari hujan. Berdasarkan tren yang terjadi terjadi penurunan jumlah hari hujan yang berbanding terbalik dengan besaran hujan yang semakin besar. Ini mengakibatkan terjadinya curah hujan yang tinggi dengan *time of concentration* (tc) yang cepat. Sehingga terjadi genangan atau banjir di beberapa wilayah. Dengan diperkenalkan skenario emisi baru yaitu *Representative Concentration Pathways* (RCP) yang digunakan untuk model iklim terbaru sehingga dapat memodelkan iklim dimasa depan. Prediksi iklim dapat dimanfaatkan untuk prediksi curah hujan yang dapat dipergunakan untuk berbagai analisis hidrologi. Data RCP yang digunakan merupakan RCP 85 yang dikalibrasi dengan curah hujan yang ada didalam DAS Citarum Hulu. Dari hasil kalibrasi didapatkan parameter statistik yang mendekati dengan stasiun hujan tersebut. Dengan menggunakan distribusi gamma, jumlah hari dan besaran hujan dapat dilakukan. Dari hasil analisis didapatkan prediksi pada tahun 2029 akan terjadi curah hujan 2126 mm/tahun dengan 121 hari hujan dengan konfigurasi 6 bulan klasifikasi basah, 2 bulan klasifikasi normal dan 4 bulan klasifikasi kering. Sehingga analisis ini dapat dimanfaatkan untuk analisis-analisis selanjutnya.

Kata Kunci – *Coupled Model Intercomparison Project 5*; Distribusi Gamma; Iklim; *Representative Concentration Pathways*.

I. PENDAHULUAN

Iklim dunia mengalami perubahan, perubahan ini mengakibatkan meningkatnya temperatur dan permukaan air laut. Perubahan iklim di masa depan dapat menyebabkan proses siklus hidrologi yang lebih intensif [1] termasuk peningkatan variasi curah hujan [2], perubahan laju penguapan [3]. Peningkatan suhu global akan meningkatkan laju evapotranspirasi dan mempercepat siklus air[4]. Akibatnya, distribusi kelembaban yang tidak merata di atmosfer akan terjadi yang menyebabkan curah hujan lebat di satu wilayah dan kekeringan ekstrem di wilayah lainnya [5]. Tren temperatur dunia telah di analisis oleh 4 group peneliti yang berbeda yaitu National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), NASA, Britain's Hadley Center and Climatic Research Unit (Univ.of East Anglia) dan Japan's Meteorological Agency. Dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa adanya peningkatan dalam beberapa dekade ini [6]. Dampak perubahan iklim telah terlihat jelas di seluruh dunia dengan intensitas tinggi. Peristiwa cuaca ekstrem sekarang terjadi lebih sering di atmosfer yang lebih hangat dan lebih basah dari pada dalam beberapa dekade terakhir. Lebih banyak uap air ditambahkan ke atmosfer, karena meningkatnya suhu udara, yang menyebabkan fluktuasi sirkulasi cuaca[7].

Indonesia pun mengalami dampak perubahan iklim [8]. Berdasarkan data dari BMKG Online, peningkatan suhu terjadi di semua titik pengamatan BMKG. Tren suhu berikut diperoleh dengan menggunakan data observasi BMKG mulai dari tahun 1981-2016. Perubahan iklim terlihat seperti pada Gambar 1.

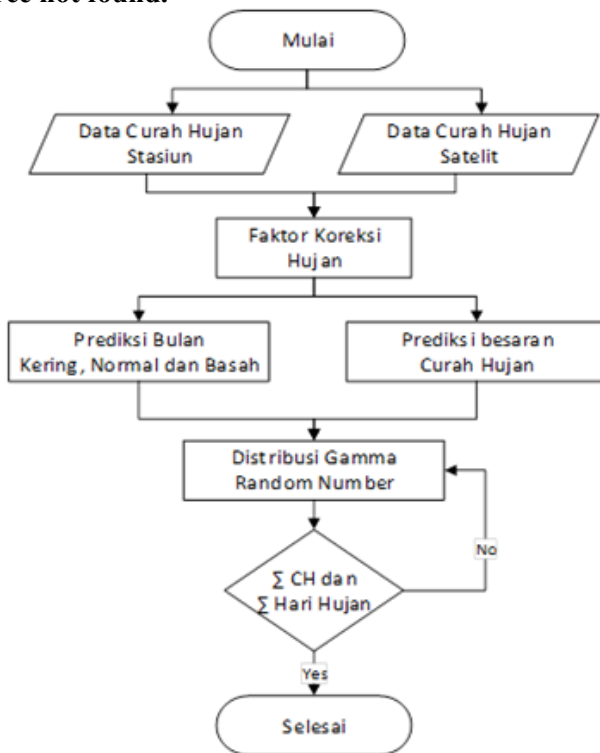


Gambar 1: Tren suhu di Indonesia

IPCC dalam laporan penilaiannya yang ke-5 telah memperkenalkan serangkaian skenario emisi baru yang disebut Representative Concentration Pathways (RCPs), berdasarkan serangkaian skenario *anthropogenic forcing* yang digunakan untuk model iklim baru. “[9] skenario RCP mewakili dampak emisi dan analisis mitigasi dan mereka mewakili luas berbagai kemungkinan skenario iklim masa depan”. RCP menyediakan kombinasi, adaptasi dan mitigasi konsentrasi gas rumah kaca, proyeksi iklim masa depan [10]. Dengan adanya prediksi iklim maka prediksi curah hujan dapat dilakukan, sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai analisis hidrologi. Oleh karena itu, penelitian terkait prediksi curah hujan ini perlu dilakukan guna mengetahui curah hujan harian dimasa yang akan datang.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah analisis koreksi data iklim yang didapat dari *CMIP5* (*Coupled Model Intercomparison Project 5*) dengan *RCP 85* dengan data observasi. Adapun bagan alir seperti pada **Error! Reference source not found.**



Gambar 2: Bagan alir penelitian

A. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah curah hujan stasiun, curah hujan prediksi, klimatologi BMKG, klimatologi prediksi (CIMP), topografi. Data curah hujan observasi menggunakan 3 stasiun hujan. Sedangkan data curah hujan prediksi menggunakan RCP 85 hingga tahun 2050. Data topografi menggunakan data DEMNAS dengan resolusi 0.27-arcsecond, serta menggunakan datum vertikal EGM2008. Data ini didapat dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

B. Analisis Prediksi Curah Hujan

1. Faktor Koreksi Hujan

Dilakukannya koreksi untuk mendapatkan nilai data yang mendekati dari stasiun observasi [11]. Koreksi data dilakukan dengan menggunakan *probability density function* (PDF) [12], sehingga menghasilkan sebuah persamaan angka koreksi terhadap besaran hujan. Fungsi kepadatan probabilitas menyatakan nilai probabilitas dari setiap kejadian X dan dituliskan dengan $p(X)$. Karena $p(X)$ menyatakan nilai probabilitas, maka nilainya berkisar antara 0 hingga 1. Grafik PDF menyatakan nilai kemungkinan dari setiap kejadian. Ordinat menyatakan kejadian yang mungkin, absis menyatakan nilai kemungkinan $p(X)$. PDF dilakukan dengan tujuan koreksi data. Koreksi merupakan suatu metode yang dapat membuat distribusi probabilitas dari data historis cocok terhadap distribusi observasinya. Skema koreksi menghasilkan perbaikan pada semua titik data, khususnya pada nilai-nilai ekstrim.

2. Prediksi Besaran Curah Hujan

Pada tahapan ini menggunakan persamaan angka koreksi yang disesuaikan dengan besaran hujan prediksi. Setelah itu didapat curah hujan rata-rata terkoreksi yang dikalikan dengan jumlah hari pada bulan tersebut. Sehingga didapat kumulatif curah hujan bulanan.

3. Prediksi Bulan Kering, Normal dan Basah

Pada tahapan ini dilakukan pemisahan antara bulan kering, normal dan basah berdasarkan curah hujan bulanan [13], selanjutnya dibuat hubungan antara curah hujan bulanan dan jumlah hari hujan pada bulan kering, normal dan basah sehingga mendapatkan persamaan pada masing masing bulan. Prediksi bulan kering, normal dan hujan dilakukan berdasarkan prediksi kumulatif curah hujan bulanan.

Tabel 1: Klasifikasi Hujan

No	Curah Hujan (mm/bulan)	Klasifikasi
1	< 100	Bulan Kering
2	100 - 200	Bulan Normal
3	> 200	Bulan Basah

4. Distribusi Gamma dan Random Number

Sebaran curah hujan yang akan datang menggunakan distribusi gamma [14]. Tahapan ini dilakukan dengan program bantu *Easyfit*. *Easyfit* berfungsi untuk menentukan parameter α dan β dalam sebuah sebaran data observasi. Sebaran data observasi yang digunakan ialah data perbulan. Setelah didapatkan parameter distribusi gamma perbulan. Dilakukan *random number* distribusi gamma (*gamma.inv*) perbulan dengan parameter tersebut untuk mendapatkan besaran curah hujan.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Curah Hujan Observasi

DAS Majalaya memiliki 3 stasiun hujan yang berpengaruh. Ketiganya memiliki data yang bervariasi. Data Stasiun Cibereum dari 1987-sekarang, Stasiun Cipaku dari 2002- sekarang sedangkan Stasiun Kertamanah dari 2003-sekarang. Sehingga pada penelitian ini digunakan data dari 2002 hingga 2017. Berdasarkan hasil analisis Stasiun Cibereum memiliki curah hujan rata rata sebesar 2374 mm/tahun, Stasiun Cipaku 2210

mm/tahun sedangkan Stasiun Kertamanah 2431 mm/tahun. Tabel 2 merupakan analisis dari curah hujan pertahunnya. Dari 3 Stasiun curah hujan yang berpengaruh, dilakukan analisis curah hujan wilayah. Dengan menggunakan metoda *thiessen*, didapatkan koef. masing-masing wilayah pengaruh.

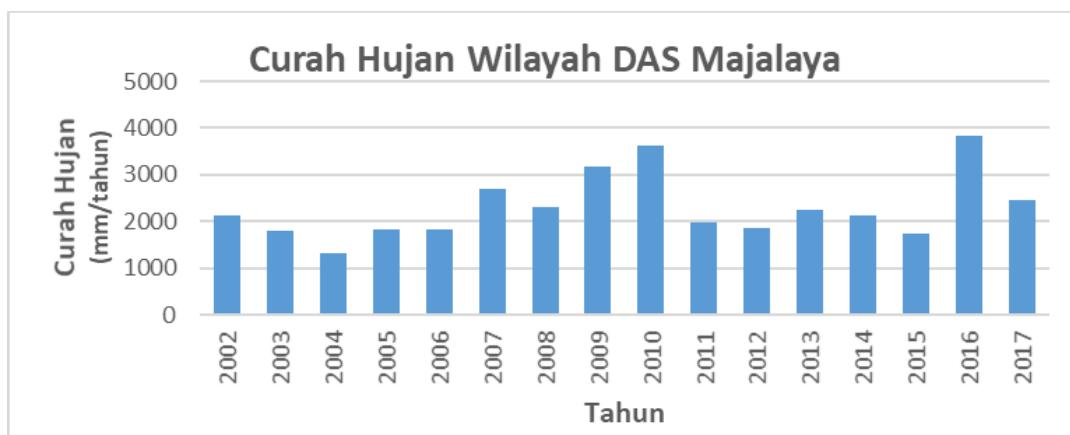
Proses selanjutnya ialah mencari faktor koreksi curah hujan prediksi yang didapat dari KNMI *climate explorer*. Faktor koreksi didapat dari perbandingan antara data observasi dengan data prediksi. Pada tahapan ini data observasi yang digunakan ialah data curah hujan harian rata-rata per bulan.

Gambar 3: Data stasiun hujan

No	Stasiun	Luas (km ²)	Koef. Thiessen
1	Cibereum	116.748	0.589
2	Cipaku	79.472	0.401
3	Kertamanah	1.941	0.010
Total		198.161	1



Gambar 4: Stasiun Curah Hujan



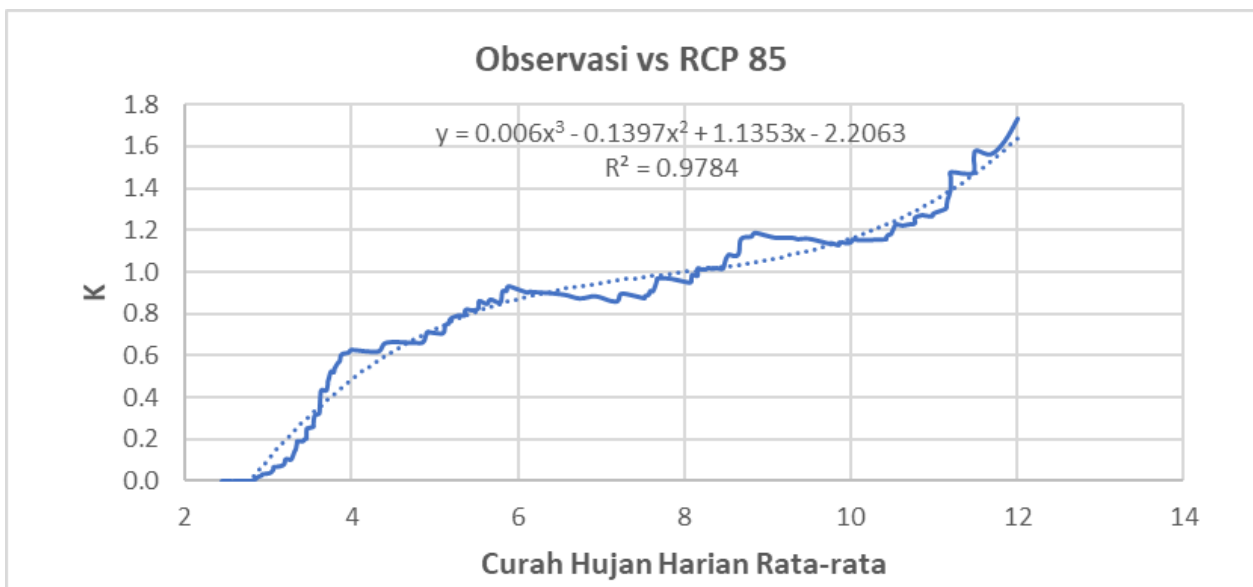
Gambar 5: Curah hujan wilayah DAS Majalaya

B. Curah Hujan Prediksi

Curah hujan prediksi menggunakan data *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5)* dengan *scenario Representative Concentration Pathway (RCP) 85*. Data yang digunakan dari tahun 2002 hingga 2050. Data berupa curah hujan harian rata-rata dalam bulanan. Sehingga perlu adanya penyesuaian dengan jumlah hari tiap bulannya untuk mendapatkan curah hujan bulanan.

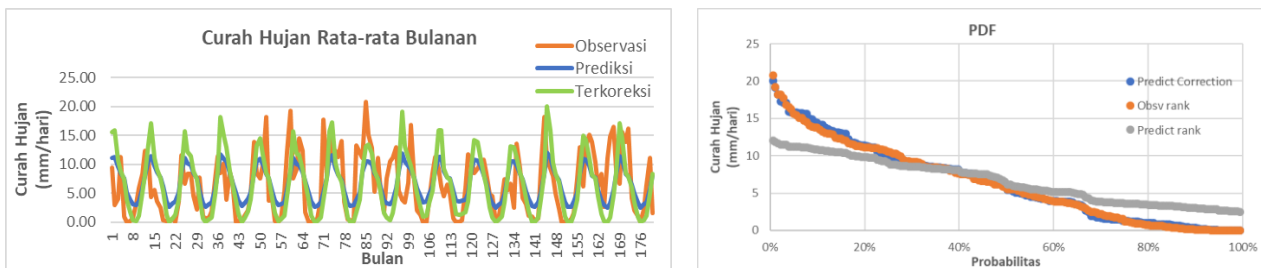
C. Faktor Koreksi

Koreksi dilakukan agar pola curah hujan prediksi memiliki pola yang sama dengan curah hujan stasiun. Sehingga diharapkan pada masa yang akan datang dapat mewakili pola hujan yang akan terjadi. Tabel IV 2 merupakan perbandingan antara data observasi dengan data prediksi hujan harian rata-rata bulanan. Pada perbandingan antara observasi dan prediksi terdapat perbedaan statistik yang cukup besar yaitu tidak tercapainya curah hujan minimum dan maksimum. Sehingga perlu adanya faktor koreksi.



Gambar 6: Koreksi Data Curah Hujan

K merupakan perbandingan antara data observasi dan prediksi. Dari analisis yang telah dilakukan, faktor koreksi menghasilkan persamaan polinomial ordo 3 dengan R^2 sebesar 0.9784. Setelah dikoreksi, terlihat adanya penyesuaian yang baik antar curah hujan minimum dan maksimum.



Gambar 7: Perbandingan Curah Hujan

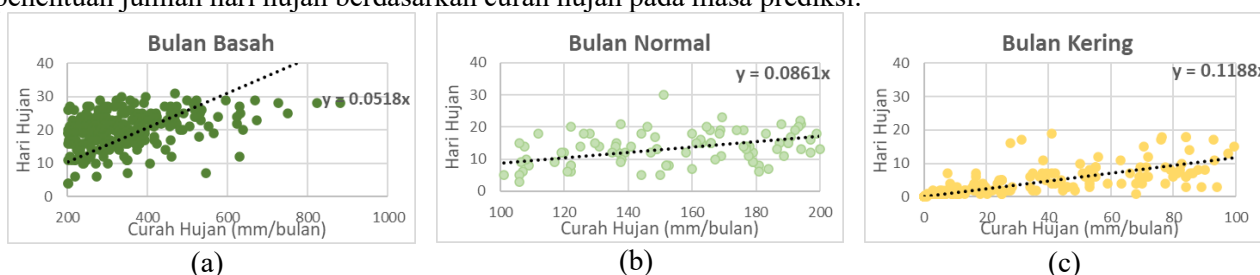
Jika menggunakan grafik PDF, curah hujan observasi berhimpitan dengan curah hujan prediksi. Ini menandakan bahwa faktor koreksi membuat nilai prediksi memiliki pola distribusi curah hujan yang sama dengan curah hujan observasi.

Tabel 2: Parameter statistik data observasi dan prediksi

Parameter	Observasi	Prediksi	Prediksi terkoreksi	Parameter	Observasi	Prediksi	Prediksi terkoreksi
Mean	6.37	6.64	6.46	Skewness	0.51	0.16	0.51
Standard Error	0.39	0.22	0.39	Range	20.78	9.57	20.07
Median	5.68	6.33	5.72	Minimum	0	2.44	0
Standard Deviation	5.19	2.94	5.24	Maximum	20.78	12.01	20.07
Sample Variance	26.89	8.63	27.44	Sum	1146.66	1194.93	1162.01
Kurtosis	-0.65	-1.39	-0.76				

D. Klasifikasi Hujan

Dari sebaran data klasifikasi hujan, dianalisis hubungan antara hari hujan dengan curah hujan dalam klasifikasi bulan tersebut sehingga menghasilkan persamaan. Persamaan tiap klasifikasi bulan ini digunakan dalam penentuan jumlah hari hujan berdasarkan curah hujan pada masa prediksi.



Gambar 8: Hubungan Hari Hujan dan Curah Hujan pada Bulan Kering (a), Bulan Normal (b), dan Bulan Basah (a)

E. Curah Hujan Prediksi

Faktor koreksi yang didapat dari data observasi digunakan pada masa prediksi. Sehingga menghasilkan curah hujan harian rata-rata dalam bulanan. Untuk mendapatkan curah hujan bulanan dilakukan perkalian dengan jumlah hari dalam bulan tersebut. Berikut merupakan tabel dari curah hujan bulanan.

Tabel 3: Curah Hujan Prediksi 2029

No	Bulan	Prediksi	Koreksi	CH (mm/hari)	ΣHari	CH (mm/bln)	Klasifikasi	Hari Hujan
1	Jan-29	11.21	1.42	15.9	31	493	Basah	26
2	Feb-29	10.14	1.2	12.15	28	340	Basah	18
3	Mar-29	8.68	1.05	9.08	31	282	Basah	15
4	Apr-29	8.45	1.03	8.72	30	261	Basah	14
5	May-29	7.25	0.97	7.02	31	218	Basah	11
6	Jun-29	4.88	0.7	3.44	30	103	Normal	9
7	Jul-29	3.31	0.24	0.79	31	24	Kering	3
8	Aug-29	2.64	0	0	31	0	Kering	0
9	Sep-29	2.62	0	0	30	0	Kering	0
10	Oct-29	3.2	0.19	0.62	31	19	Kering	2
11	Nov-29	4.99	0.73	3.62	30	109	Normal	9
12	Dec-29	8.6	1.04	8.95	31	277	Basah	14

Hasil dari curah hujan bulanan dilakukan klasifikasi bulan berdasarkan metoda oldeman. Klasifikasi ini menentukan persamaan yang akan digunakan untuk penentuan jumlah hari terjadinya hujan dalam bulan tersebut. Pada tahun 2029 didapatkan 6 bulan basah, 2 bulan normal dan 4 bulan kering dengan jumlah hari hujan ialah 120 hari dalam 1 tahun. Untuk menentukan besaran curah hujan harian perlu adanya penyesuaian

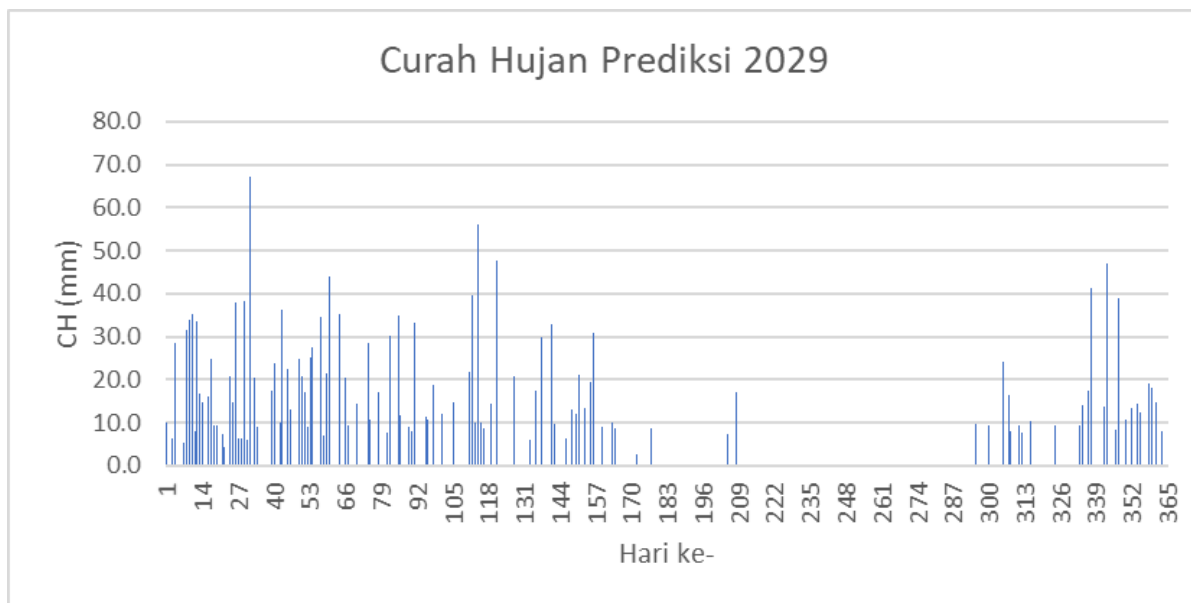
dengan mengikuti pola distribusi curah hujan observasi. Penentuan pola distribusi menggunakan program bantu *add-ins Easyfit* pada *Excel*. Dari hasil analisis, diketahui bahwa distribusi yang cocok dengan pola distribusi hujan harian pada stasiun observasi ialah Distribusi Gamma 2 parameter.

Berdasarkan grafik PDF, absis berupa curah hujan dalam satuan mm sedangkan ordinat berupa probabilitas. Parameter α dan β yang didapat digunakan untuk menyusun angka acak sesuai dengan pola Distribusi Gamma sebagai angka curah hujan. Analisis dilakukan setiap bulan, untuk mendapatkan distribusi harian yang lebih baik.

Tabel 4: Parameter distribusi gamma

No	Bulan	Alpha	Betha	No	Bulan	Alpha	Betha
1	Jan	0.74843	13.616	7	Jul	0.06944	18.857
2	Feb	0.67627	13.514	8	Aug	0.05257	15.307
3	Mar	0.73052	13.904	9	Sep	0.1004	20.477
4	Apr	0.6996	17.044	10	Oct	0.27387	18.354
5	May	0.35196	15.698	11	Nov	0.82834	14.131
6	Jun	0.16311	15.776	12	Dec	0.577341	20.215

Probabilitas kejadian hujan didapat dengan menyusun angka acak nol sampai dengan satu pada *Excel* dengan menggunakan formula $=\text{gamma.inv}(\text{probabilitas}, \alpha, \beta)$.



Gambar 3 Curah Hujan Prediksi Tahun 2029

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut. Data RCP yang merupakan data hujan bulanan rata-rata dapat dirubah menjadi data harian dengan metoda distribusi gamma. Curah hujan perlu dikalibrasi dengan menggunakan metoda PDF (Probability Density Factor). Pada tahun 2029 akan diprediksikan terjadi hujan dengan klasifikasi basah pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei dan Desember. Sedangkan klasifikasi normal pada bulan Juni dan November, serta klasifikasi kering pada bulan Juli, Agustus, September dan Oktober

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. E. Trenberth, "Conceptual framework for changes of extremes of the hydrological cycle with climate change," *Clim. Change*, 1999, doi: 10.1023/A:1005488920935.
- [2] P. Pathak, A. Kalra, S. Ahmad, dan M. Bernardez, "Wavelet-Aided Analysis to Estimate Seasonal Variability and Dominant Periodicities in Temperature, Precipitation, and Streamflow in the Midwestern United States," *Water Resour. Manag.*, 2016, doi: 10.1007/s11269-016-1445-0.
- [3] P. R. Hosang, J. Tatu, dan J. E. X. Rogi, "ANALISIS DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PRODUKSI BERAS PROVINSI SULAWESI UTARA TAHUN 2013 – 2030," *EUGENIA*, 2012, doi: 10.35791/eug.18.3.2012.4101.
- [4] H. Tian *et al.*, "Model estimates of net primary productivity, evapotranspiration, and water use efficiency in the terrestrial ecosystems of the southern United States during 1895-2007," *For. Ecol. Manage.*, 2010, doi: 10.1016/j.foreco.2009.10.009.
- [5] K. Hayhoe *et al.*, "Past and future changes in climate and hydrological indicators in the US Northeast," *Clim. Dyn.*, 2007, doi: 10.1007/s00382-006-0187-8.
- [6] K. Keller, G. Yohe, dan M. Schlesinger, "Managing the risks of climate thresholds: Uncertainties and information needs," *Clim. Change*, vol. 91, no. 1–2, hal. 5–10, 2008, doi: 10.1007/s10584-006-9114-6.
- [7] D. Zuo, Z. Xu, W. Yao, S. Jin, P. Xiao, dan D. Ran, "Assessing the effects of changes in land use and climate on runoff and sediment yields from a watershed in the Loess Plateau of China," *Sci. Total Environ.*, vol. 544, hal. 238–250, Feb 2016, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2015.11.060.
- [8] W. Y. Santoso, "Kebijakan Nasional Indonesia dalam Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim," *Hasanuddin Law Rev.*, 2015, doi: 10.20956/halrev.v1n3.116.
- [9] D. P. van Vuuren *et al.*, "The representative concentration pathways: An overview," *Clim. Change*, vol. 109, no. 1, hal. 5–31, 2011, doi: 10.1007/s10584-011-0148-z.
- [10] S. Shrestha, S. Sharma, R. Gupta, dan R. Bhattarai, "Impact of global climate change on stream low flows: A case study of the great Miami river Watershed, Ohio," *Int. J. Agric. Biol. Eng.*, vol. 12, no. 1, hal. 84–95, 2019, doi: 10.25165/j.ijabe.20191201.4486.
- [11] Mamenun, H. Pawitan, dan A. Sophaheluwakan, "Validasi dan koreksi data satelit TRMM pada tiga pola hujan di Indonesia (Validation and correction of TRMM satellite data on three rainfall patterns in Indonesia)," *J. Meteorol. dan Geofis.*, 2014.
- [12] A. J. Cannon, "Multivariate quantile mapping bias correction: an N-dimensional probability density function transform for climate model simulations of multiple variables," *Clim. Dyn.*, 2018, doi: 10.1007/s00382-017-3580-6.
- [13] A. Anwar, S. Sudjatmiko, dan M. F. Barchia, "Pergeseran Klasifikasi Iklim Oldeman Dan Schmidth-Fergusson Sebagai Dasar Pengelolaan Sumberdaya Alam Di Bengkulu," *Nat. J. Penelit. Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkung.*, 2019, doi: 10.31186/naturalis.7.1.9261.
- [14] H. Aksoy, "Use of gamma distribution in hydrological analysis," *Turkish J. Eng. Environ. Sci.*, vol. 24, no. 6, hal. 419–428, 2000.