

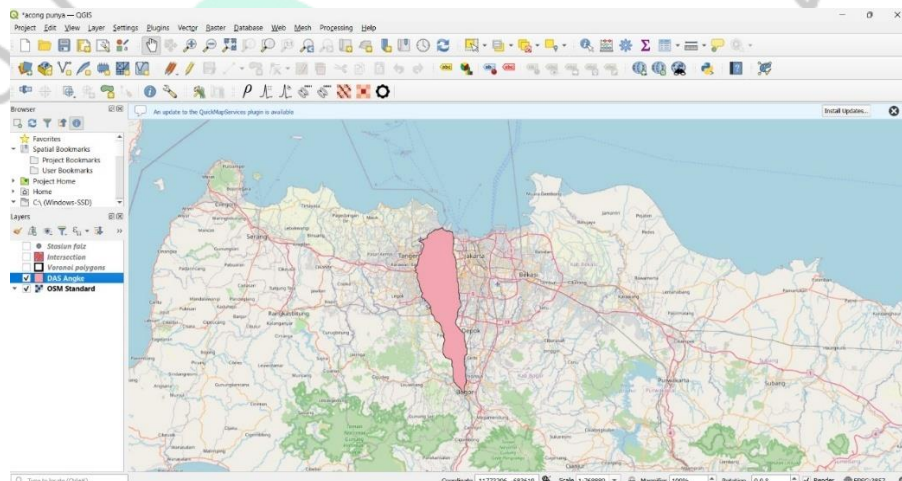
BAB IV HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

4.1 Pengolahan Data

4.1.1 Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS) Menggunakan Aplikasi QGIS

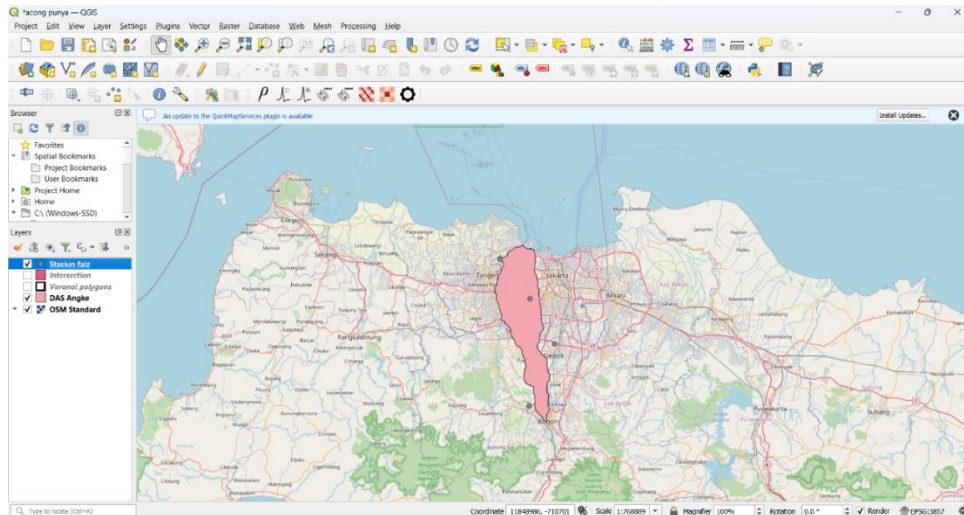
Daerah Aliran Sungai untuk penelitian ini ditentukan menggunakan perangkat lunak *Quantum Geographic Information System* (QGIS) Versi 3. 40.3. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam menentukan bentuk DAS:

- a. Mengunduh *Digital Elevation Model* (DEM) Nasional pada situs tanahair.indonesia.go.id.



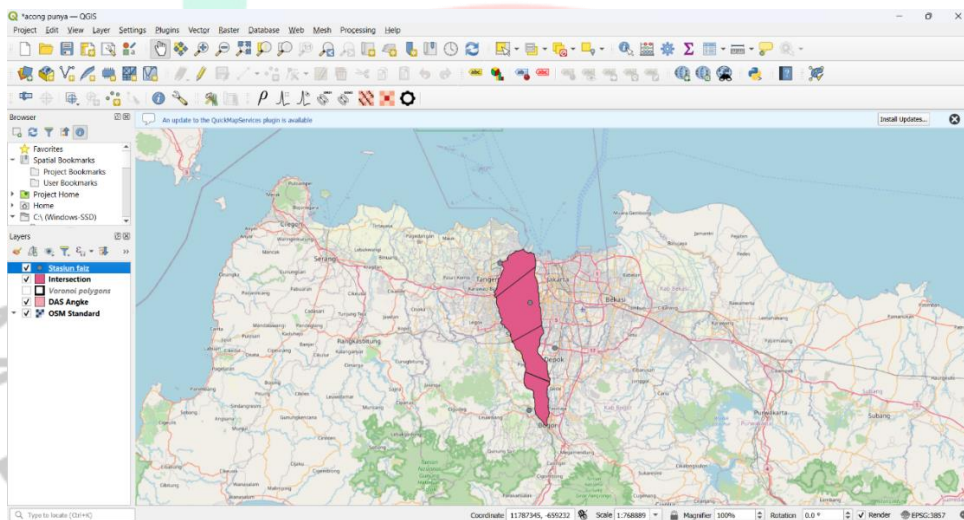
Gambar 4. 1 Manggabungkan SubDAS yang Berhubungan dengan Alur Sungai Angke
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

- b. Menentukan stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS Angke yaitu Stasiun meteorologi Soekarno Hatta, Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan, Stasiun Hujan Fakultas teknik UI, dan yang terakhir Stasiun Klimatologi Bogor.

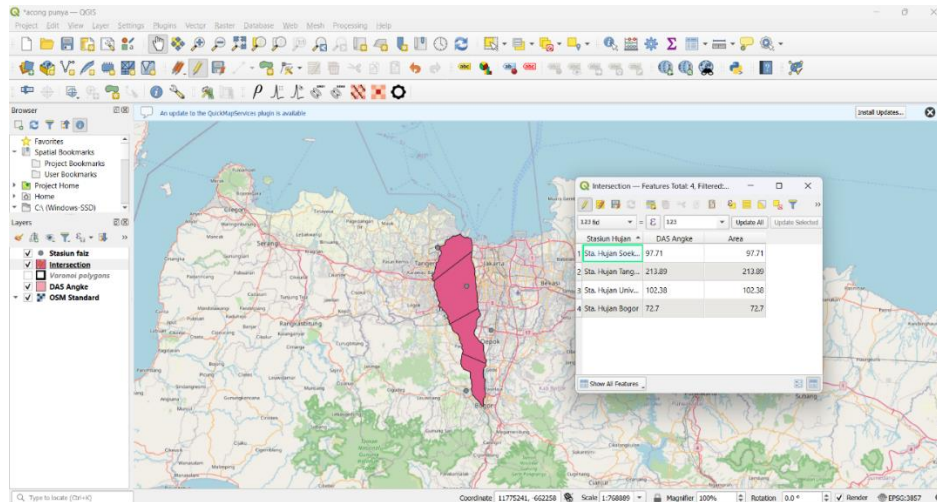


Gambar 4. 2 Stasiun Hujan yang Berpengaruh Terhadap DAS Angke
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

- c. Membuat Polygon Voronoi sehingga dapat dihitung luas DAS, lalu persentase pengaruh dari setiap stasiun hujan.



Gambar 4. 3 Polygon Voronoi Stasiun Hujan DAS Angke
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025



Gambar 4. 4 Hasil Luas DAS Angke dan Persentase Luas DAS Angke
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

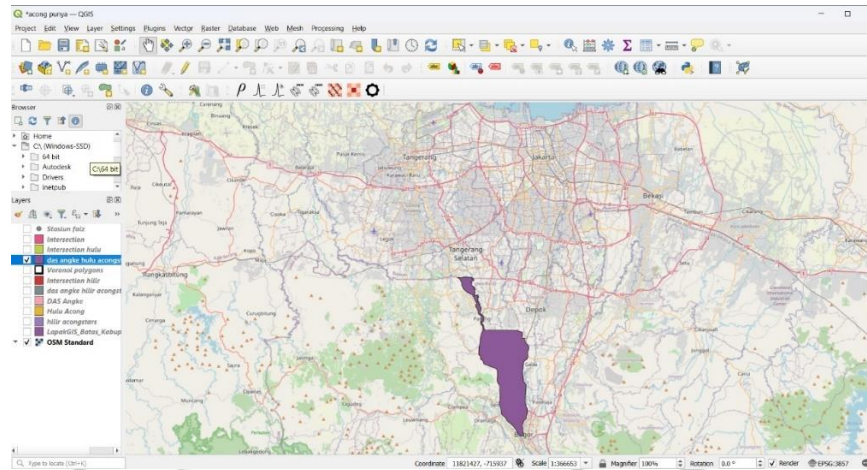
Daerah Aliran Sungai (DAS) anak Angke didapatkan setelah melakukan beberapa langkah diatas, hasil total luas DAS yang didapat adalah 486,68 km². Polygon yang terpisah juga memiliki persentase pengaruh sesuai luas polygon terhadap total luas DAS yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Data Rerata Regional Stasiun Hujan DAS Angke

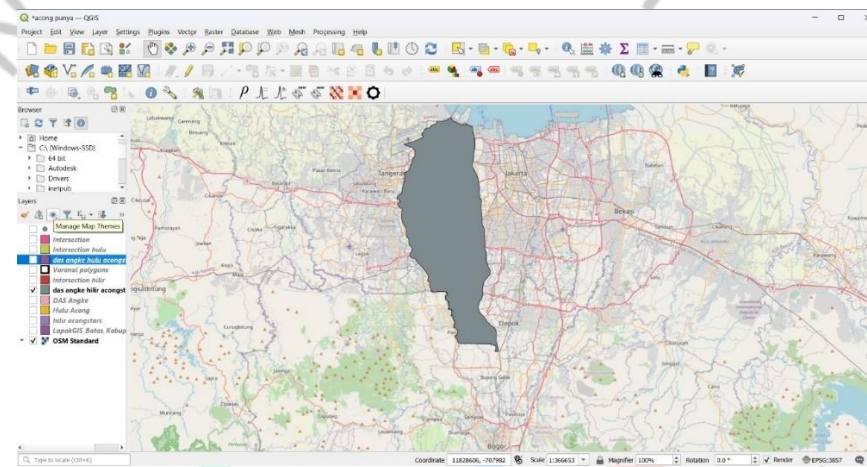
Nama Stasiun Hujan	Luas Pengaruh (km ²)	Rasio Pengaruh Stasiun Hujan
Sta. Meteorologi Soekarno Hatta	97,71	$97,71 / 486,68 = 0,2$
Sta. Klimatologi Tangerang Selatan	213,89	$213,89 / 486,68 = 0,44$
Sta. Hujan FT UI	102,38	$102,38 / 486,68 = 0,21$
Sta. Klimatologi Bogor	72,7	$72,7 / 486,68 = 0,15$
Σ	486,68	1,00

Sumber: BMKG dan BBWSCC (2025)

DAS Angke juga dipisahkan menjadi dua bagian yaitu, daerah hulu dan hilir untuk menganalisis curah hujan Hulu dan curah hujan Hilir.

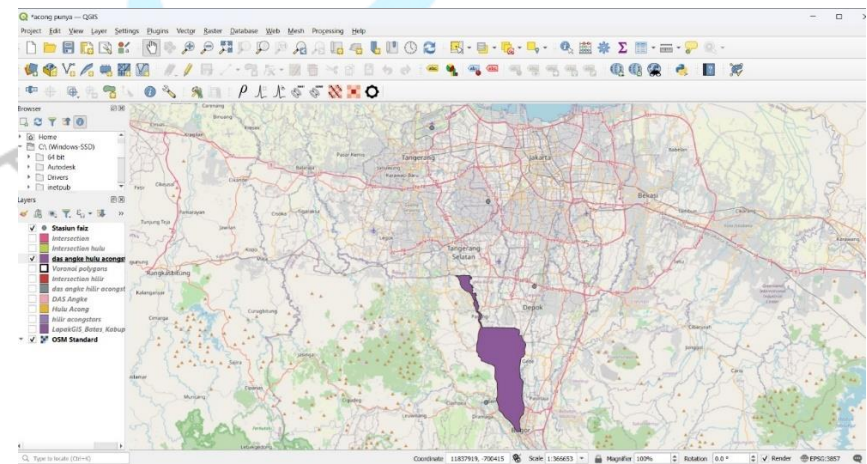


(a) Menggabungkan DAS yang Berhubungan dengan Daerah Aliran Sungai Hulu angke

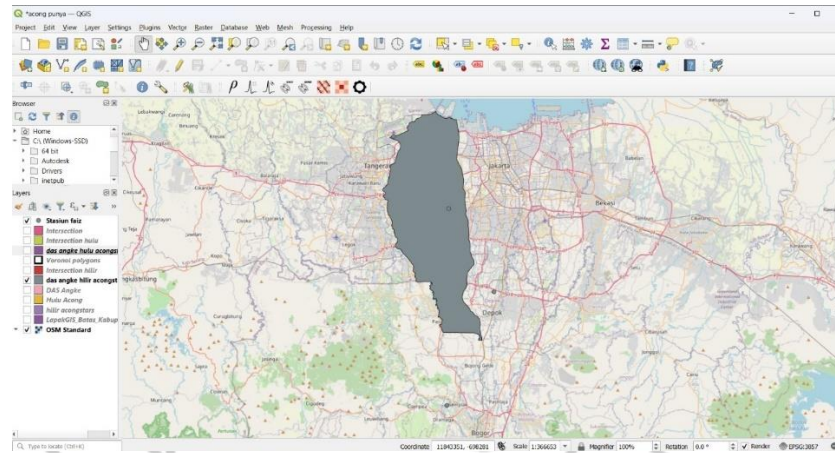


(b) Menggabungkan DAS yang Berhubungan dengan Alur Sungai Hilir

Gambar 4. 5 Menggabungkan DAS yang Berhubungan dengan Alur Sungai Hulu dan Hilir Angke
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

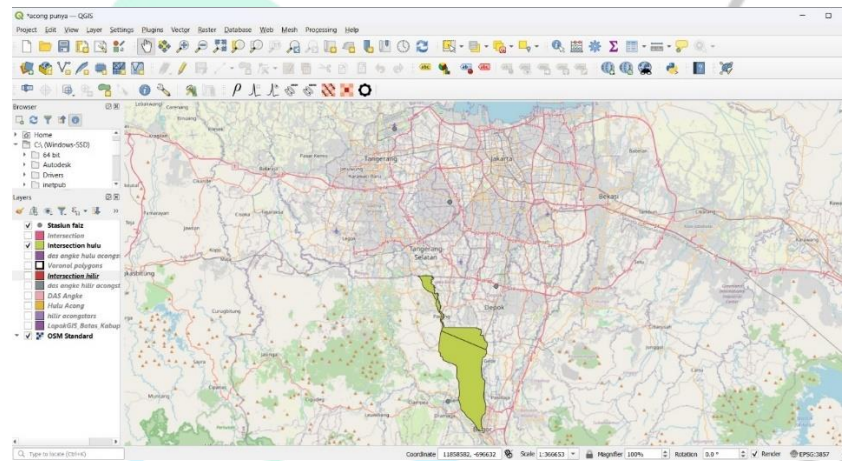


(a) Stasiun Hujan yang Berpengaruh Terhadap Sungai bagian Hulu

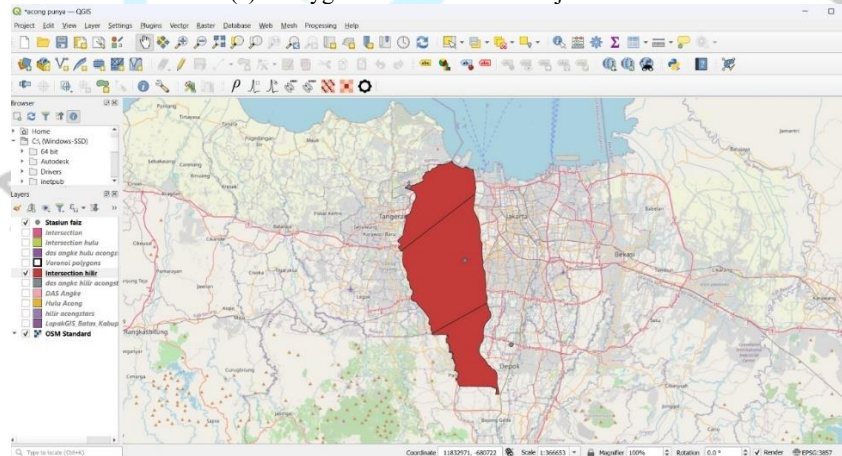


(b) Stasiun Hujan yang Berpengaruh Terhadap Sungai bagian Hilir

Gambar 4. 6 Stasiun Hujan yang Berpengaruh Terhadap DAS Angke
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

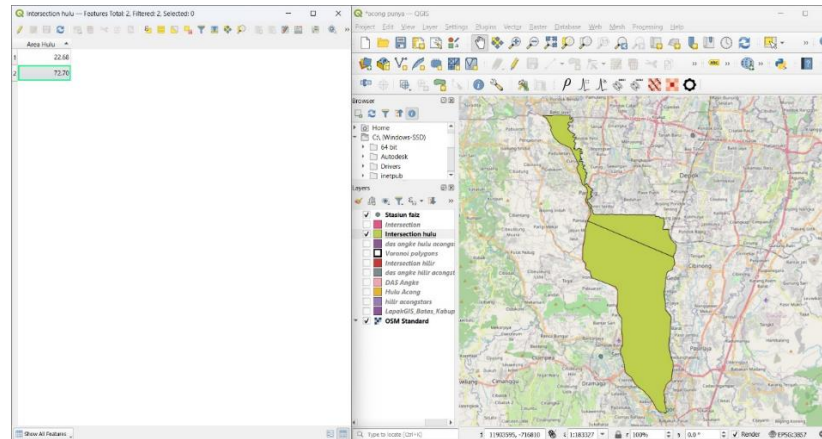


(a) Polygon Voronoi Stasiun Hujan Hulu

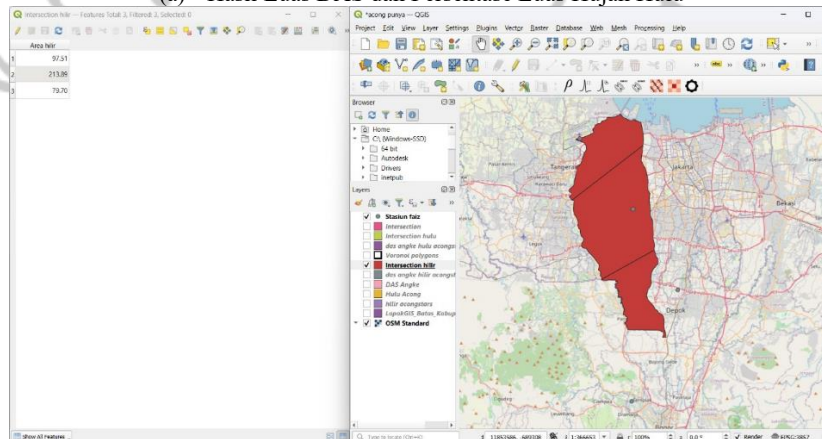


(b) Polygon Voronoi Stasiun Hujan Hilir

Gambar 4. 7 Polygon Voronoi Stasiun Hujan bagian Hulu dan Hilir
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025



(a) Hasil Luas DAS dan Persentase Luas Hujan Hulu



(b) Hasil Luas DAS dan Persentase Luas Hujan Hilir

Gambar 4. 8 Hasil Luas DAS dan Persentase Luas DAS Angke
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

Persentase luas daerah aliran sungai berdasarkan pengaruh stasiun hujan pada daerah Hulu dan Hilir dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3 berikut:

Tabel 4. 2 Data Rerata Stasiun Hujan (Hulu) DAS Angke

Nama Stasiun Hujan	Luas	Rasio Pengaruh Stasiun Hujan
	Pengaruh (km ²)	
Sta. Hujan FT UI	22,68	$22,68 / 95,38 = 0,23$
Sta. Klimatologi Bogor	72,70	$72,70 / 95,38 = 0,76$
Σ	95,38	1,00

Sumber: BMKG dan BBWSCC (2025)

Tabel 4. 3 Data Rerata Stasiun Hujan (Hilir) DAS Angke

Nama Stasiun Hujan	Luas	Rasio Pengaruh Stasiun Hujan
	Pengaruh (km ²)	
Sta. Meteorologi Soekarno Hatta	97,51	$97,51 / 391,1 = 0,24$
Sta. Klimatologi Tangerang Selatan	213,89	$213,89 / 391,1 = 0,54$
Sta. Hujan FT UI	79,70	$79,70 / 391,1 = 0,20$
Σ	391,1	1,00

Sumber: BMKG dan BBWSCC (2025)

4.1.2 Data Curah Hujan

Data curah hujan dibutuhkan untuk melaksanakan perhitungan analisis deskriptif analitis serta uji validitas dan uji korelasi data untuk mendapatkan hasil yang diperlukan. Data curah hujan yang digunakan berdasarkan lokasi stasiun hujan yang mempengaruhi kesuluruhan DAS Anak Angke. Kota Tangerang Selatan. Terdapat 4 data stasiun hujan yang digunakan, Stasiun Meteorologi Soekarno Hatta, Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan, Stasiun Hujan FT. UI, dan yang terakhir Stasiun Klimatologi Bogor, yang dapat dilihat pada Tabel 4.4. Data setiap stasiun yang digunakan berdasarkan pencatatan dari 30 tahun terakhir yaitu 1991 – 2020, kelengkapan data dari keempat stasiun adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Ketersediaan Data Hujan 1990-2000

No	Tahun	Data Curah Hujan Tahunan			
		Sta. Meteorologi Soekarno Hatta	Sta. Klimatologi Tangerang Selatan	Sta. Hujan FT. UI	Sta. Klimatologi Bogor
1.	1990	✓	✓	✓	✓
2.	1991	✓	✓	✓	✓
3.	1992	✓	✓	✓	✓
4.	1993	✓	✓	✓	✓
5	1994	✓	✓	✓	✓
6	1995	✓	✓	✓	✓
7	1996	✓	✓	✓	✓
8	1997	✓	✓	✓	✓
9	1998	✓	✓	✓	✓
10	1999	✓	✓	✓	✓
11	2000	✓	✓	✓	✓
12	2001	✓	✓	✓	✓
13	2002	✓	✓	✓	✓
14	2003	✓	✓	✓	✓
15	2004	✓	✓	✓	✓
16	2005	✓	✓	✓	✓
17	2006	✓	✓	✓	✓

No	Tahun	Data Curah Hujan Tahunan			
		Sta. Meteorologi Soekarno Hatta	Sta. Klimatologi Tangerang Selatan	Sta. Hujan FT. UI	Sta. Klimatologi Bogor
18	2007	✓	✓	✓	✓
19	2008	✓	✓	✓	✓
20	2009	✓	✓	✓	✓
21	2010	✓	✓	✓	✓
22	2011	✓	✓	✓	✓
23	2012	✓	✓	✓	✓
24	2013	✓	✓	✓	✓
25	2014	✓	✓	✓	✓
25	2015	✓	✓	✓	✓
27	2016	✓	✓	✓	✓
28	2017	✓	✓	✓	✓
29	2018	✓	✓	✓	✓
30	2019	✓	✓	✓	✓
31	2020	✓	✓	✓	✓

Sumber: BMKG dan BBWSCC (2025)

4.1.3 Data Iklim

Data Iklim dibagi menjadi 2 bagian yang terdiri dari data iklim yang diambil dari Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan pada website dataonline.bmkg.go.id yang terdiri dari 5 data terpisah yaitu data kecepatan angin maksimum; data kelembapan rata-rata; data lama penyinaran matahari; data temperatur maksimum; dan data temperatur minimum, dan data ENSO yang diambil dari website origin.cpc.ncep.noaa.gov.

4.1.3.1 Data Iklim

Berikut adalah Ketersediaan data iklim pada Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan selama 30 tahun terakhir.

Tabel 4. 5 Ketersediaan Data Iklim 1990-2000

No	Tahun	Data Iklim Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan				
		Kecepatan Angin Maks	Kelembapan Rata-rata	Lama Penyinaran Matahari	Temperatur Maksimum	Temperatur Minimum
1.	1990	✓	✓	✓	✓	✓
2.	1991	✓	✓	✓	✓	✓
3.	1992	✓	✓	✓	✓	✓
4.	1993	✓	✓	✓	✓	✓
5	1994	✓	✓	✓	✓	✓
6	1995	✓	✓	✓	✓	✓
7	1996	✓	✓	✓	✓	✓
8	1997	✓	✓	✓	✓	✓
9	1998	✓	✓	✓	✓	✓
10	1999	✓	✓	✓	✓	✓

Data Iklim Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan						
No	Tahun	Kecepatan Angin Maks	Kelembapan Rata-rata	Lama Penyinaran Matahari	Temperatur Maksimum	Temperatur Minimum
11	2000	✓	✓	✓	✓	✓
12	2001	✓	✓	✓	✓	✓
13	2002	✓	✓	✓	✓	✓
14	2003	✓	✓	✓	✓	✓
15	2004	✓	✓	✓	✓	✓
16	2005	✓	✓	✓	✓	✓
17	2006	✓	✓	✓	✓	✓
18	2007	✓	✓	✓	✓	✓
19	2008	✓	✓	✓	✓	✓
20	2009	✓	✓	✓	✓	✓
21	2010	✓	✓	✓	✓	✓
22	2011	✓	✓	✓	✓	✓
23	2012	✓	✓	✓	✓	✓
24	2013	✓	✓	✓	✓	✓
25	2014	✓	✓	✓	✓	✓
25	2015	✓	✓	✓	✓	✓
27	2016	✓	✓	✓	✓	✓
28	2017	✓	✓	✓	✓	✓
29	2018	✓	✓	✓	✓	✓
30	2019	✓	✓	✓	✓	✓
31	2020	✓	✓	✓	✓	✓

Sumber: BMKG (2025)

4.1.3.2 Data ENSO

Berikut Ketersediaan data ENSO selama 30 tahun terakhir.

Tabel 4. 6 Ketersediaan Data Iklim 1990-2020

No	Tahun	Data ENSO
1.	1990	✓
2.	1991	✓
3.	1992	✓
4.	1993	✓
5	1994	✓
6	1995	✓
7	1996	✓
8	1997	✓
9	1998	✓
10	1999	✓
11	2000	✓
12	2001	✓
13	2002	✓
14	2003	✓
15	2004	✓
16	2005	✓

No	Tahun	Data ENSO
17	2006	✓
18	2007	✓
19	2008	✓
20	2009	✓
21	2010	✓
22	2011	✓
23	2012	✓
24	2013	✓
25	2014	✓
25	2015	✓
27	2016	✓
28	2017	✓
29	2018	✓
30	2019	✓
31	2020	✓

Sumber: NOAA (2025)

4.1.4 Validasi Data

Validasi menggunakan uji Smirnov-Kolmogorov. Pengujian dilakukan terhadap 7 kelompok data yaitu pada data curah hujan, data iklim yang terdiri dari data kecepatan angin maksimum, data kelembapan rata-rata, data lama penyinaran matahari, data temperatur maksimum, data temperatur minimum, dan data ENSO.

Pengujian Smirnov-Kolmogorov dilakukan tanpa menggunakan fungsi distribusi tertentu. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung selisih terbesar dari peluang pengamatan dan peluang teoritis (D_{maks}) lalu hasilnya akan dibandingkan dengan D_{kritis} , dimana D_{kritis} untuk jumlah data yang bernilai lebih dari 50 adalah:

$$D_{kritis} (0,05) = 1,36 / \sqrt{n}$$

Keterangan

N = Jumlah data

Persyaratan dari uji Kolmogorov-smirnov adalah nilai D_{maks} harus lebih kecil dari nilai D_{kritis} .

4.1.4.1 Validasi Data Curah Hujan

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data curah hujan. Persyaratannya adalah nilai D_{maks} harus lebih kecil dari nilai D_{kritis} . Pada Tabel 4.7 terdapat perhitungan uji Smirnov-kolmogorov untuk mendapatkan nilai D_{maks} pada curah hujan rerata DAS Angke.

Tabel 4. 7 Uji Smirnov-Kolmogorov Data Curah Hujan Rerata Regional Das Angke

$R(x)$ Maksimal - Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
106,32	1	1	0,00008	0,99991	0,00008	0,99991	-0,00000001
80,26532	1	2	0,00017	0,99982	0,00017	0,99982	-0,00000003
78,39319	1	3	0,00026	0,99973	0,00026	0,99973	-0,00000004
78,372	1	4	0,00035	0,99964	0,00035	0,99964	-0,00000006
73,108	1	5	0,00044	0,99955	0,00044	0,99955	-0,00000007
73,009	1	6	0,00052	0,99947	0,00052	0,99947	-0,00000009
72,64	1	7	0,00061	0,99938	0,00061	0,99938	-0,00000010
71,518	1	8	0,00070	0,99929	0,00070	0,99929	-0,00000012
.....	...	...					
0	1	11.323	0,9999	0,0000	1,0000	-0,0000	0,00017663 2
$D_{maksimum}$							0,00017
D_{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis "Selengkapnya data ada di lampirkan (2025)"

Melalui hasil perhitungan uji Smirnov-kolmogorov didapatkan nilai D_{maks} sebesar 0,00017 yang lebih kecil dari nilai D_{kritis} yaitu sebesar 0,013. Hasil tersebut membuktikan bahwa data yang dikumpulkan telah memenuhi persyaratan pada uji Smirnov-kolmogorov.

Uji smirnov-kolmogorov juga dilakukan terhadap data hujan rerata DAS Angke pada bagian Hulu dan Hilir untuk mendapatkan hasil uji tersebut. Dimana hasil nya bisa dilihat pada Tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4. 8 Uji Smirnov-Kolmogorov Data Curah Hujan Rerata DAS Angke (Bagian Hulu)

$R(x)$ Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
143,108	1	1	0,00008	0,99991	0,00008	0,99991	-
134,0478	1	2	0,00017	0,99982	0,00017	0,99982	-
133,967	1	3	0,00026	0,99973	0,00026	0,99973	-
125,135	1	4	0,00035	0,99964	0,00035	0,99964	-

$R(x)$ Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
123,93	1	5	0,00044	0,99955	0,00044	0,99955	0,00000007
122,31	1	6	0,00052	0,99947	0,00052	0,99947	0,00000009
118,408	1	7	0,00061	0,99938	0,00061	0,99938	0,00000001
115,38	1	8	0,00070	0,99929	0,00070	0,99929	0,00000012
.....	...	...					
0	1	11.323	0,99991	0,00008	1,00008	-0,00008	0,00017663
$D_{maksimum}$							0,00017
D_{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis "Selengkapnya data ada di lampirkan (2025)"

Tabel 4. 9 Uji Smirnov-Kolmogorov Data Curah Hujan Rerata DAS Angke (Bagian Hilir)

$R(x)$ Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
130,36	1	1	0,00008	0,99991	0,00008	0,99991	0,00000001
96,162	1	2	0,00017	0,99982	0,00017	0,99982	0,00000003
90,03998	1	3	0,00026	0,99973	0,00026	0,99973	0,00000004
89,1	1	4	0,00035	0,99964	0,00035	0,99964	0,00000006
87,67905	1	5	0,00044	0,99955	0,00044	0,99955	0,00000007
84,328	1	6	0,00052	0,99947	0,00052	0,99947	0,00000009
83,91113	1	7	0,00061	0,99938	0,00061	0,99938	0,00000010
83,634	1	8	0,00070	0,99929	0,00070	0,99929	0,00000012
.....	...	...					
0	1	11.323	0,99991	0,00008	1,00008	-0,00008	0,00017663
$D_{maksimum}$							0,00017
D_{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis "Selengkapnya data ada di lampirkan (2025)"

Pada kedua hasil uji Smirnov-kolmogorov didapatkan bahwa hasil dari D_{maks} sama sama dibawah D_{kritis} yang berarti bahwa kedua distribusi data ini telah memenuhi persyaratan dari uji Smirnov-Kolmogorov.

4.1.4.2 Validasi Data Kecepatan Angin Maksimum

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data Kecepatan angin maksimum. Persyaratannya adalah nilai D_{maks} harus

lebih kecil dari nilai D_{kritis} . Pada Tabel 4.10 terdapat perhitungan uji Smirnov-kolmogorov untuk mendapatkan nilai D_{maks} .

Tabel 4. 10 Uji Smirnov-Kolmogorov Data Kecepatan Angin Maksimum

Kec. Angin Maks(x) Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
21	1	1	0,00008				-
				0,99991	0,00008	0,99991	0,000000015
21	1	2	0,00017				-
				0,99982	0,00017	0,99982	0,000000031
18	1	3	0,00026				-
				0,99973	0,00026	0,99973	0,000000046
18	1	4	0,00035				-
				0,99964	0,00035	0,99964	0,000000062
18	1	5	0,00044				-
				0,99955	0,00044	0,99955	0,000000077
18	1	6	0,00052				-
				0,99947	0,00052	0,99947	0,000000093
18	1	7	0,00061				-
				0,99938	0,00061	0,99938	0,000000109
18	1	8	0,00070				-
				0,99929	0,00070	0,99929	0,000000124
.....	...	...					
0	1	11.323	0,99991	0,00008	1,00008	-0,00008	0,000176632
			$D_{maksimum}$				0,00017
			D_{kritis}				0,013

Sumber: Diolah Penulis "Selengkapnya data ada di lampirkan (2025)"

Melalui hasil perhitungan uji Smirnov-kolmogorov didapatkan nilai D_{maks} sebesar 0,00017 yang lebih kecil dari nilai D_{kritis} yaitu sebesar 0,013. Hasil tersebut membuktikan bahwa data yang dikumpulkan telah memenuhi persyaratan pada uji Smirnov-kolmogorov.

4.1.4.3 Validasi Data Kelembapan Rata-Rata

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data kelembapan rata-rata. Persyaratannya adalah nilai D_{maks} harus lebih kecil dari nilai D_{kritis} . Pada Tabel 4.11 terdapat perhitungan uji Smirnov-kolmogorov untuk mendapatkan nilai D_{maks} .

Tabel 4. 11 Uji Smirnov-Kolmogorov Data Kelembapan Rata-Rata

Kel. Rata-Rata(x) Maksimal-Minimum	<i>F</i>	<i>m</i>	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
100	1	1	0,00008	0,99991	0,00008	0,99991	0,000000015
99	1	2	0,00017	0,99982	0,00017	0,99982	0,000000031
99	1	3	0,00026	0,99973	0,00026	0,99973	0,000000046
99	1	4	0,00035	0,99964	0,00035	0,99964	0,000000062
99	1	5	0,00044	0,99955	0,00044	0,99955	0,000000077
99	1	6	0,00052	0,99947	0,00052	0,99947	0,000000093
99	1	7	0,00061	0,99938	0,00061	0,99938	0,000000109
98	1	8	0,00070	0,99929	0,00070	0,99929	0,000000124
.....	...	...					
52	1	11.323	0,99991	0,00008	1,00008	-0,00008	0,000176632
$D_{maksimum}$							0,00017
D_{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis "Selengkapnya data ada di lampirkan (2025)

Melalui hasil perhitungan uji Smirnov-kolmogorov didapatkan nilai D_{maks} sebesar 0,00017 yang lebih kecil dai nilai D_{kritis} yaitu sebesar 0,013. Hasil tersebut membuktikan bahwa data yang dikumpulkan telah memenuhi persyaratan pada uji Smirnov-kolmogorov.

4.1.4.4 Validasi Data Lama Penyinaran Matahari

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data lama penyinaran matahari. Persyaratannya adalah nilai D_{maks} harus lebih kecil dari nilai D_{kritis} . Pada Tabel 4.12 terdapat perhitungan uji Smirnov-kolmogorov untuk mendapatkan nilai D_{maks} .

Tabel 4. 12 Uji Smirnov-Kolmogorov Data Lama Penyinaran Matahari

Lama Penyinaran Matahari (x) Maksimal- Minimum	<i>F</i>	<i>m</i>	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
11,3	1	1	0,00008	0,99991	0,00008	0,99991	0,000000015
11	1	2	0,00017	0,99982	0,00017	0,99982	0,000000031

Lama Penyinaran Matahari (x) Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
11	1	3	0,00026	0,99973	0,00026	0,99973	0,000000046
11	1	4	0,00035	0,99964	0,00035	0,99964	0,000000062
11	1	5	0,00044	0,99955	0,00044	0,99955	0,000000077
10,8	1	6	0,00052	0,99947	0,00052	0,99947	0,000000093
10,8	1	7	0,00061	0,99938	0,00061	0,99938	0,000000109
10,8	1	8	0,00070	0,99929	0,00070	0,99929	0,000000124
.....	...	...					
0	1	11.323	0,99991	0,00008	1,00008	-0,00008	0,000176632
D _{maksimum}							0,00017
D _{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis "Selengkapnya data ada di lampirkan (2025)"

Melalui hasil perhitungan uji Smirnov-kolmogorov didapatkan nilai D_{maks} sebesar 0,00017 yang lebih kecil dari nilai D_{kritis} yaitu sebesar 0,013. Hasil tersebut membuktikan bahwa data yang dikumpulkan telah memenuhi persyaratan pada uji Smirnov-kolmogorov.

4.1.4.5 Validasi Data Temperatur Maksimum

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data temperatur maksimum. Persyaratannya adalah nilai D_{maks} harus lebih kecil dari nilai D_{kritis} . Pada Tabel 4.13 terdapat perhitungan uji Smirnov-kolmogorov untuk mendapatkan nilai D_{maks} .

Tabel 4. 13 Uji Smirnov-Kolmogorov Data Temperatur Maksimum

Temp. Maksimum (x) Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
38	1	1	0,00008	0,99991	0,00008	0,99991	0,000000015
38	1	2	0,00017	0,99982	0,00017	0,99982	0,000000031
38	1	3	0,00026	0,99973	0,00026	0,99973	0,000000046
38	1	4	0,00035	0,99964	0,00035	0,99964	0,000000062

Temp. Maksimum (x) Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
37,6	1	5	0,00044	0,99955	0,00044	0,99955	0,000000077
37,6	1	6	0,00052	0,99947	0,00052	0,99947	0,000000093
37,6	1	7	0,00061	0,99938	0,00061	0,99938	0,000000109
37,6	1	8	0,00070	0,99929	0,00070	0,99929	0,000000124
.....	...	...					
20	1	11.323	0,99990	0,00008	1,00008	-0,00008	0,000176632
			$D_{maksimum}$				0,00017
			D_{kritis}				0,013

Sumber: Diolah Penulis "Selengkapnya data ada di lampirkan (2025)"

Melalui hasil perhitungan uji Smirnov-kolmogorov didapatkan nilai D_{maks} sebesar 0,00017 yang lebih kecil dari nilai D_{kritis} yaitu sebesar 0,013. Hasil tersebut membuktikan bahwa data yang dikumpulkan telah memenuhi persyaratan pada uji Smirnov-kolmogorov.

4.1.4.6 Validasi Data Temperatur Minimum

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data temperatur minimum. Persyaratannya adalah nilai D_{maks} harus lebih kecil dari nilai D_{kritis} . Pada Tabel 4.14 terdapat perhitungan uji Smirnov-kolmogorov untuk mendapatkan nilai D_{maks} .

Tabel 4. 14 Uji Smirnov-Kolmogorov Data Temperatur Minimum

Temp. Minimum (x) Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
27	1	1	0,00008	0,99991	0,00008	0,99991	0,000000015
27	1	2	0,00017	0,99982	0,00017	0,99982	0,000000031
27	1	3	0,00026	0,99973	0,00026	0,99973	0,000000046
27	1	4	0,00035	0,99964	0,00035	0,99964	0,000000062
27	1	5	0,00044	0,99955	0,00044	0,99955	0,000000077
27	1	6	0,00052	0,99947	0,00052	0,99947	0,000000093
27	1	7	0,00061	0,99938	0,00061	0,99938	0,000000109

Temp. Minimum (x) Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
26,2	1	8	0,00070	0,99929	0,00070	0,99929	0,000000124
.....	...	...					
16	1	11.323	0,99990	0,00008	1,00009	-0,00009	0,000176632
D _{maksimum}							0,00017
D _{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis "Selengkapnya data ada di lampirkan (2025)

Melalui hasil perhitungan uji Smirnov-kolmogorov didapatkan nilai D_{maks} sebesar 0,00017 yang lebih kecil dari nilai D_{kritis} yaitu sebesar 0,013. Hasil tersebut membuktikan bahwa data yang dikumpulkan telah memenuhi persyaratan pada uji Smirnov-kolmogorov.

4.1.4.7 Validasi Data ENSO

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO). Persyaratannya adalah nilai D_{maks} harus lebih kecil dari nilai D_{kritis} . Pada Tabel 4.15 terdapat perhitungan uji Smirnov-kolmogorov untuk mendapatkan nilai D_{maks} .

Tabel 4. 15 Uji Smirnov-Kolmogorov Data ENSO

ENSO (x) Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
2,6	1	1	0,00268	0,99731	0,00269	0,99730	-0,000014
2,6	1	2	0,00536	0,99463	0,00539	0,99460	-0,000028
2,5	1	3	0,00804	0,99195	0,00808	0,99191	-0,000043
2,4	1	4	0,01072	0,98927	0,01078	0,98921	-0,000057
2,4	1	5	0,01340	0,98659	0,01347	0,98652	-0,000072
2,4	1	6	0,01608	0,98391	0,01617	0,98382	-0,000086
2,3	1	7	0,01876	0,98123	0,01886	0,98113	-0,000101
2,2	1	8	0,02144	0,97855	0,02156	0,97843	-0,000115
.....	...	...					
-1,7	1	372	0,99731	0,00268	1,00269	-0,00269	-0,005376
D _{maksimum}							-0,000014
D _{kritis}							0,0705

Sumber: Diolah Penulis "Selengkapnya data ada di lampirkan (2025)

Melalui hasil perhitungan uji Smirnov-kolmogorov didapatkan nilai D_{maks} sebesar -0,000014 yang lebih kecil dari nilai D_{kritis} yaitu sebesar 0,0705. Hasil tersebut membuktikan bahwa data yang

dikumpulkan telah memenuhi persyaratan pada uji Smirnov-kolmogorov.

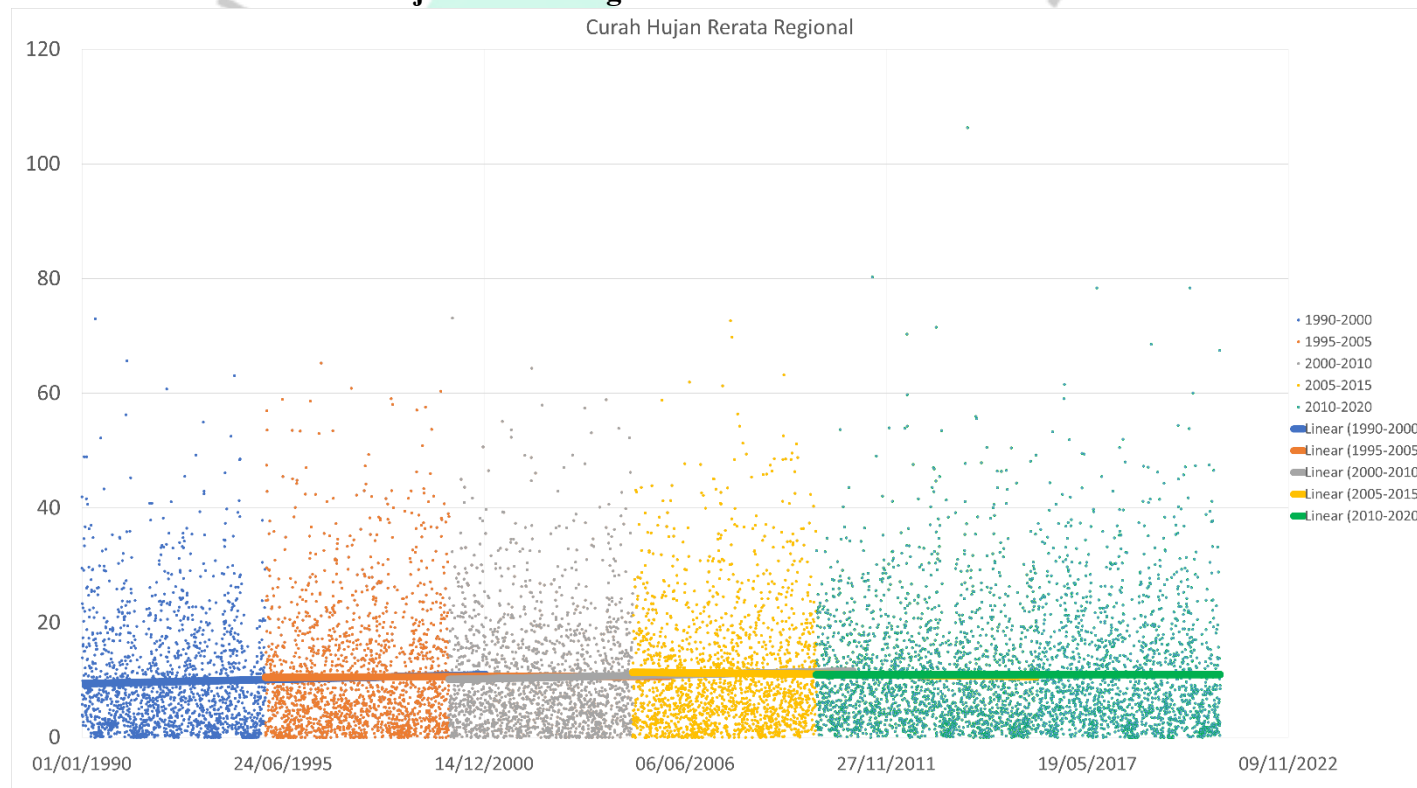


4.2 Analisis Data

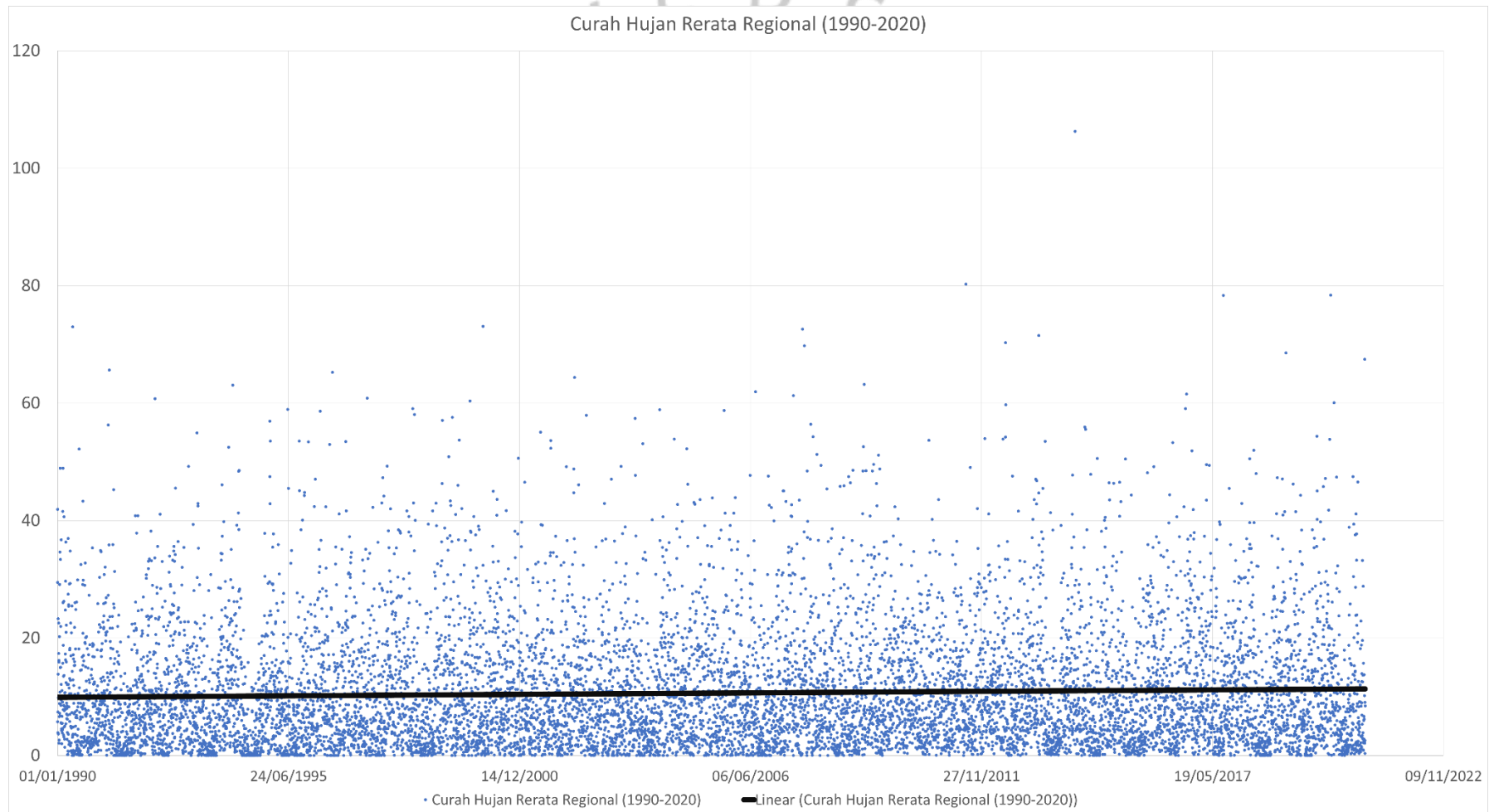
Analisis hidrologi merupakan analisis yang pertama kali dilakukan dalam merancang suatu struktur keairan. Berikut merupakan langkah-langkah analisis hidrologi yang dilakukan pada penelitian kali ini:

4.2.1 Analisis Tren Data Hujan

A. Analisis Tren Data Curah Hujan Rerata Regional



Gambar 4. 9 Trendline Data Curah Hujan Rerata Regional
Sumber: Pengolahan Data Penulis, 2025



Gambar 4. 10 Trendline Data Curah Hujan Rerata Regional 30 Tahun Terakhir
 Sumber: Pengolahan Data Penulis, 2025

Berikut merupakan grafik trend analisis curah hujan terhadap DAS Angke yang dapat dinyatakan bahwa setiap periode memiliki penjelasan yang berbeda. Grafik ini mencerminkan dinamika curah hujan DAS Angke yang dipengaruhi oleh perubahan iklim global dan tekanan antropogenik lokal yang intens.

a) 1990 – 2000

Tren penurunan yang signifikan dalam curah hujan di hilir DAS Angke antara tahun 1990 dan 2000 jelas terlihat pada data awal hingga pertengahan tahun tersebut. Penurunan ini sedikit meningkat di akhir periode sebelum mencapai titik terendah sekitar tahun 1994. Beberapa faktor penting berkontribusi pada fluktuasi ini. Pertama, fenomena *El Niño* pada tahun 1991-1992 dan 1997-1998 menyebabkan cuaca lebih kering di daerah ini. Kedua, pola aliran udara lokal diubah oleh kecepatan pembangunan infrastruktur di Jakarta dan wilayah sekitarnya. Ketiga, dampak pergeseran penggunaan lahan di hulu sungai, yang mengurangi daya serap air tanah, mulai terlihat. Data yang dikumpulkan dari BMKG (2001) menunjukkan penurunan curah hujan tahunan antara 15 dan 20 persen selama dekade ini dibandingkan dengan periode sebelumnya.

b) 1995 – 2005

Berdasarkan grafik, pola curah hujan menunjukkan peningkatan yang cukup konsisten. Setelah mencapai titik terendah di pertengahan 1990-an, terjadi peningkatan bertahap hingga mencapai puncaknya sekitar tahun 2002-2003. Beberapa faktor klimatologis berinteraksi satu sama lain untuk mempengaruhi kondisi ini. Fenomena *La Niña* dari tahun 1999 hingga 2001 membawa udara yang lebih basah ke daerah DAS Angke. Selain itu, sejumlah inisiatif penghijauan di bagian hulu mulai menunjukkan hasil yang menguntungkan bagi mikroklimat lokal. Namun demikian, laporan LAPAN (2005) menunjukkan bahwa intensitas hujan harian maksimum justru meningkat; ini menunjukkan bahwa, meskipun jumlah total hujan meningkat, perubahan pola hujan menjadi lebih ekstrem.

c) 2000 – 2010

Antara tahun 2000 dan 2010, curah hujan paling beragam dalam sejarah DAS Angke. Terjadi lonjakan besar pada tahun 2005-2007, diikuti penurunan besar pada akhir tahun. Faktor utama yang menyebabkan peningkatan curah hujan yang tiba-tiba adalah anomali iklim Dipole Mode positif tahun 2006. Sebaliknya, ketidakpastian ini diperkuat oleh perubahan pola monsun Asia yang tidak menentu. Selain itu, penting untuk dicatat bahwa rentang waktu ini menandai semakin jelasnya dampak perubahan iklim internasional dalam hubungannya dengan tekanan urbanisasi lokal. Banjir besar yang terjadi di Jakarta pada tahun 2007 menunjukkan hubungan antara perubahan pola curah hujan dan sistem drainase yang tidak memadai (BPPT, 2010).

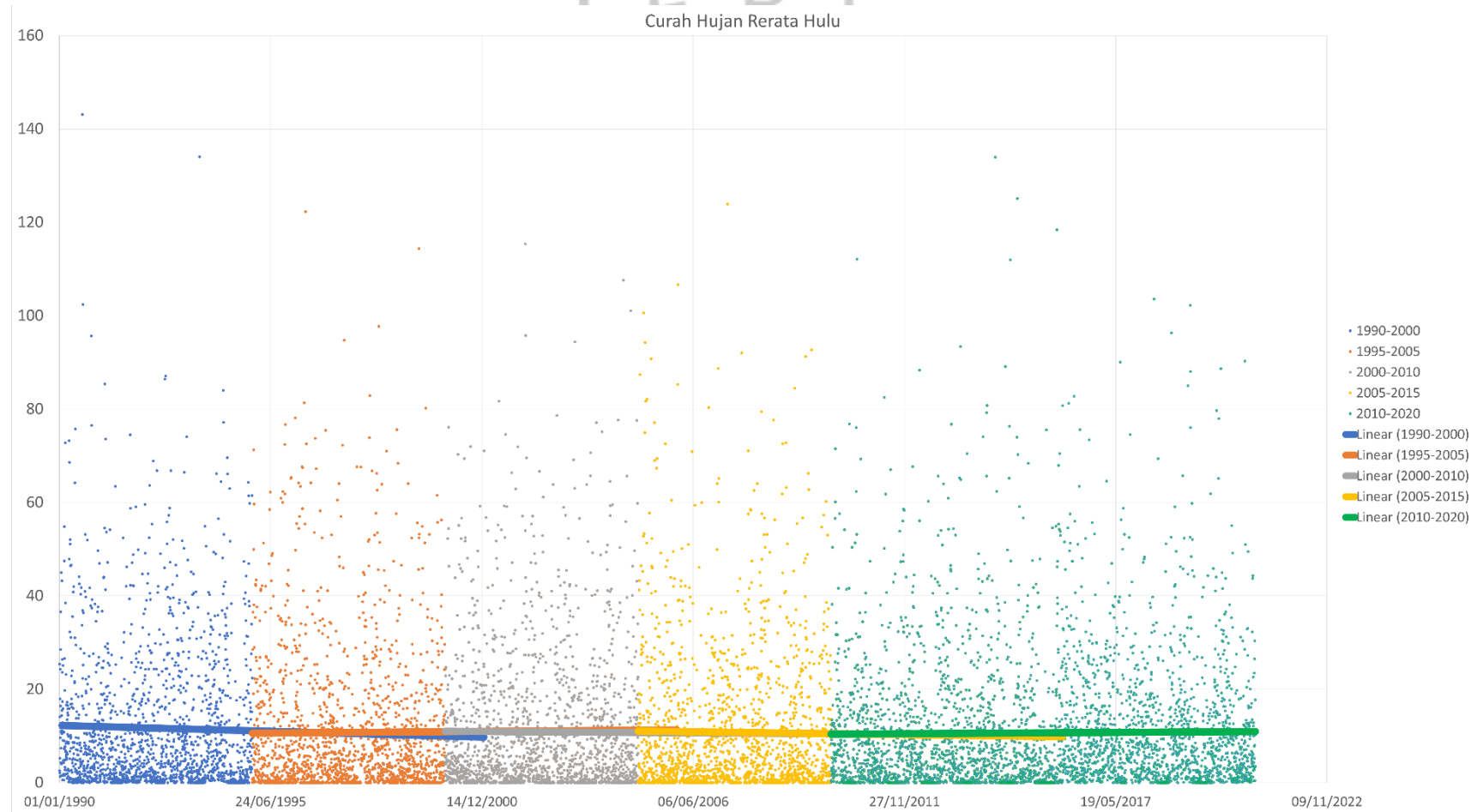
d) 2005 – 2015

Berbeda dengan periode sebelumnya, trend grafik pada periode ini menunjukkan Tren menurun (1400-1600 mm) dengan tahun terkering pada 2014. Hal ini disebabkan oleh fenomena *El Niño* 2009-2010 & 2014-2015. Serta, Normalisasi Sungai, seperti pengurangan genangan air sementara.

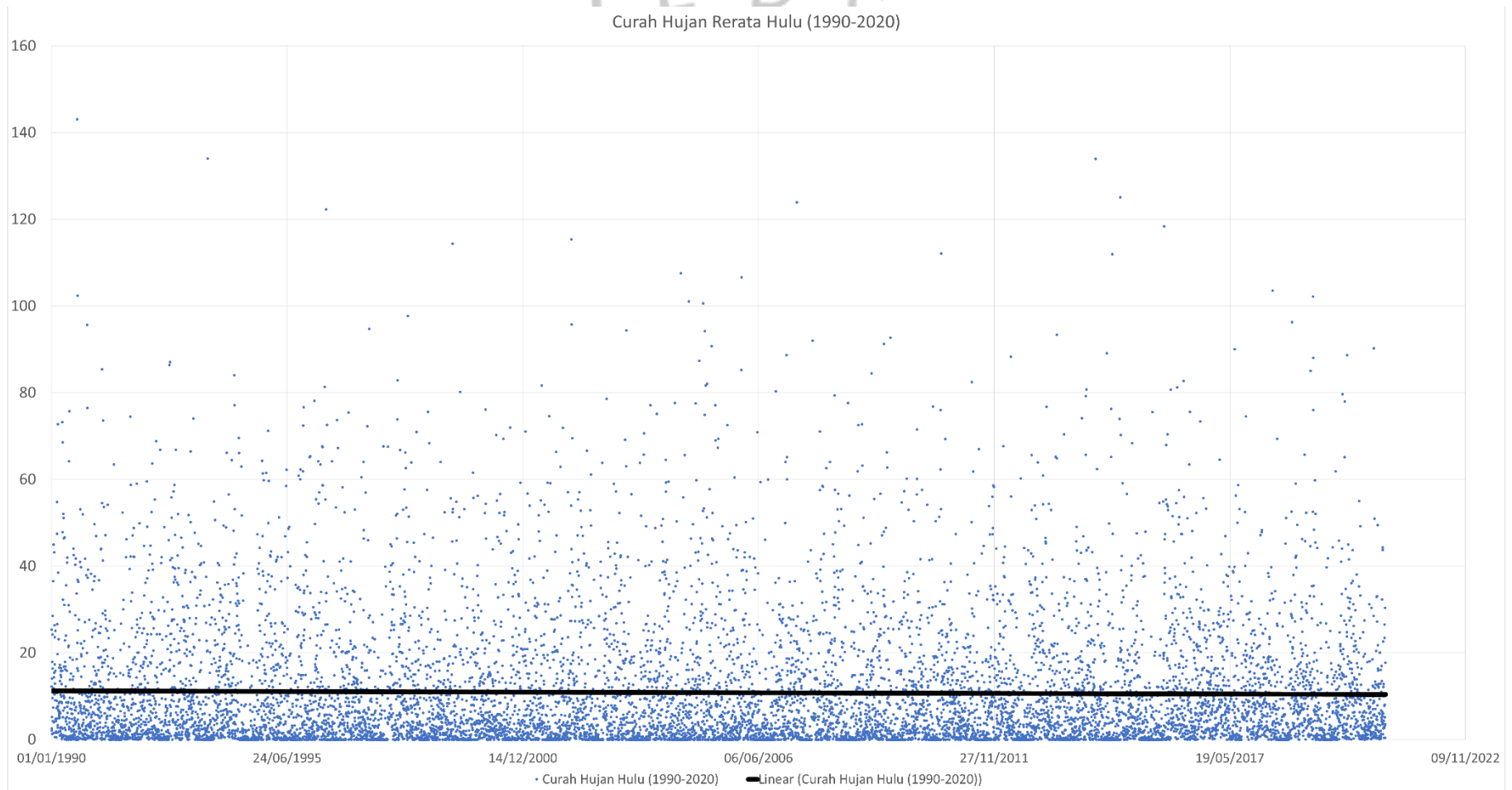
e) 2010 – 2020

Di antara tahun 2010 dan 2020, curah hujan menunjukkan peningkatan, meskipun ada fluktuasi yang signifikan. Fenomena *La Niña* 2010-2011 dan 2016-2017 berhasil menurunkan curah hujan ke tingkat normal. Namun, yang menarik adalah pola hujan yang terbentuk sudah sangat berbeda secara kualitatif—intensitas hujan per kejadian meningkat secara signifikan, tetapi frekuensi tidak selalu meningkat. Sejak 2013, program restorasi DAS telah menunjukkan peningkatan dalam stabilisasi siklus hidrologi. Menurut BMKG (2019), kejadian hujan ekstrem yang menyebabkan banjir bandang meningkat selama periode ini, yang menunjukkan bahwa DAS Angke telah memasuki fase baru dalam menanggapi perubahan iklim.

B. Analisis Trend Curah Hujan Rerata Regional Hulu



Gambar 4. 11 Trendline Data Curah Hujan Rerata Hulu
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025



Gambar 4. 12 Trendline Data Curah Hujan Rerata Hulu 30 Tahun Terakhir
 Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berikut merupakan grafik trend analisis curah hujan terhadap bagian hulu yang dapat dinyatakan bahwa setiap periode memiliki penjelasan yang berbeda. Grafik ini merefleksikan dinamika kompleks antara iklim global dan aktivitas manusia yang berdampak pada pola hujan hilir.

a) 1990 – 2000

Tren curah hujan menunjukkan fluktuasi dengan kecenderungan menurun atau stabil. Terutama, akibat dominansi *El Niño* kuat di tahun 1997-1998 yang mengurangi curah hujan secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh faktor alam Aktivitas *El Niño* (kering) dan transisi ke *La Niña* (basah) di akhir periode (NASA, 2017). Serta, penyebab antropogenik ialah deforestasi hulu yang meningkat sejak 1990-an mengurangi penguapan lokal.

b) 1995 – 2005

Terjadi peningkatan curah hujan dengan tren linier positif, dipicu oleh kombinasi *La Niña* dan Dipole Mode Samudra Hindia (IOD) positif yang membawa kelembapan tinggi. Penyebab dari tren curah hujan pada periode ini ialah meningkatnya hujan di wilayah barat Indonesia. Serta, adanya pemulihan pasca-El-Nino dengan periode basah pasca 1998 tercatat pada data TRMM (NASA, The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), 2015)

c) 2000 – 2010

Kenaikan signifikan curah hujan ($V = +13.68\%$) dengan variabilitas tinggi akibat *La Niña* intens (2007-2008) dan pengaruh urbanisasi yang memicu hujan konvektif. Diketahui penyebab dari trend tersebut ialah meningkatkan hujan hingga 20% di Asia Tenggara. Serta, efek urbanisasi melalui perluasan kota mengubah pola aliran udara.

d) 2005 – 2015

Tren naik tetapi lebih landai, dipengaruhi *El Niño* moderat (2009-2010) dan polusi aerosol yang menghambat pembentukan awan. Penyebab dari tren pada periode ini adalah *El Niño* pada 2009 – 2010 menekan

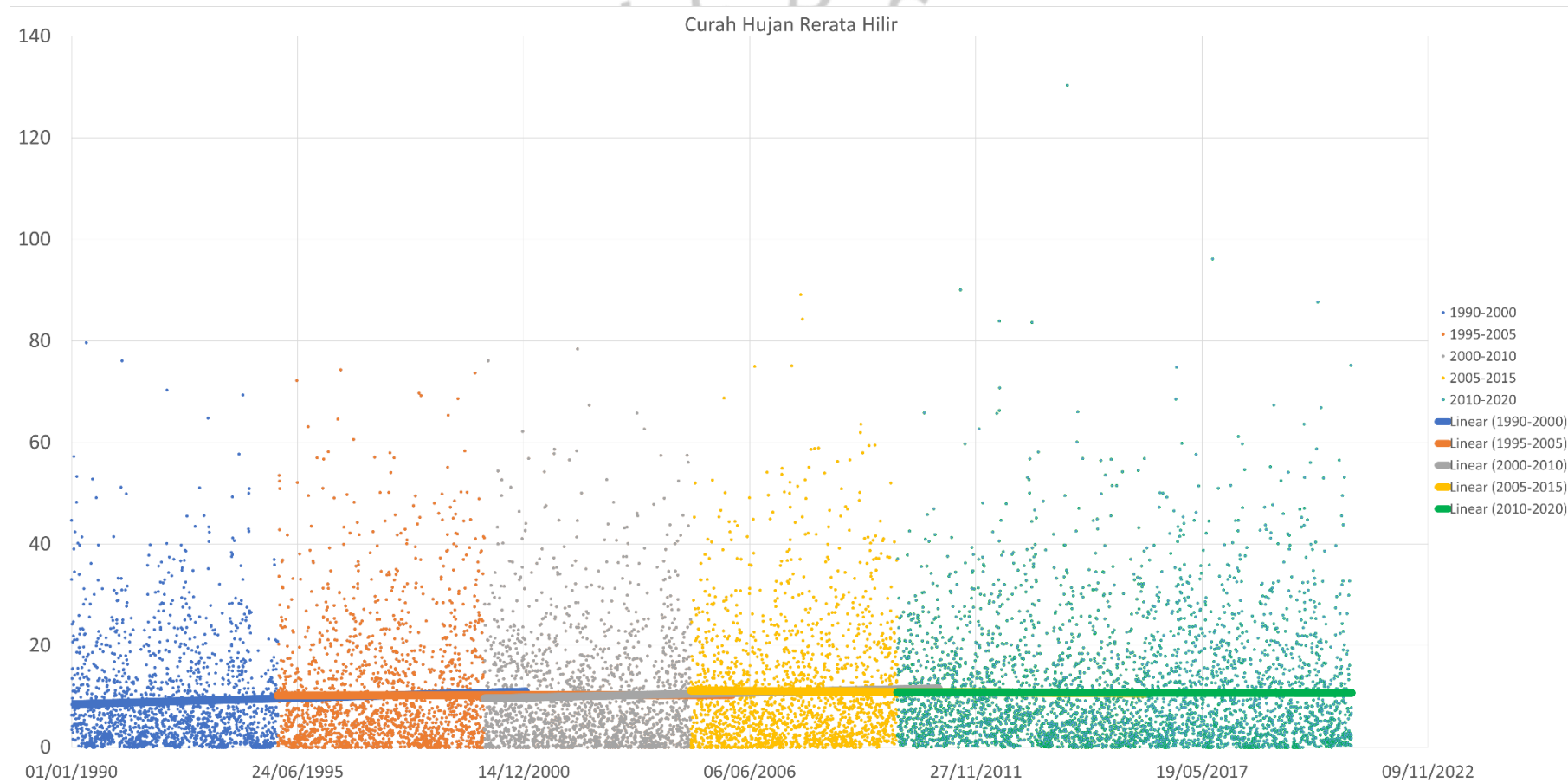
curah hujan regional. Serta, Aerosol Industri yang terjadi dengan menurunkan intensitas hujan melalui efek semi-direct.

e) 2010 – 2020

Fluktuasi ekstrem dengan tren positif, dipicu siklon tropis dan perubahan tutupan lahan yang memperbesar runoff. Hal ini disebabkan siklon tropis seperti siklon cempaka pada tahun 2017 yang meningkatkan hujan ekstrem. Serta, adanya alih fungsi lahan seperti konversi ke perkebunan untuk mengurangi infiltrasi.

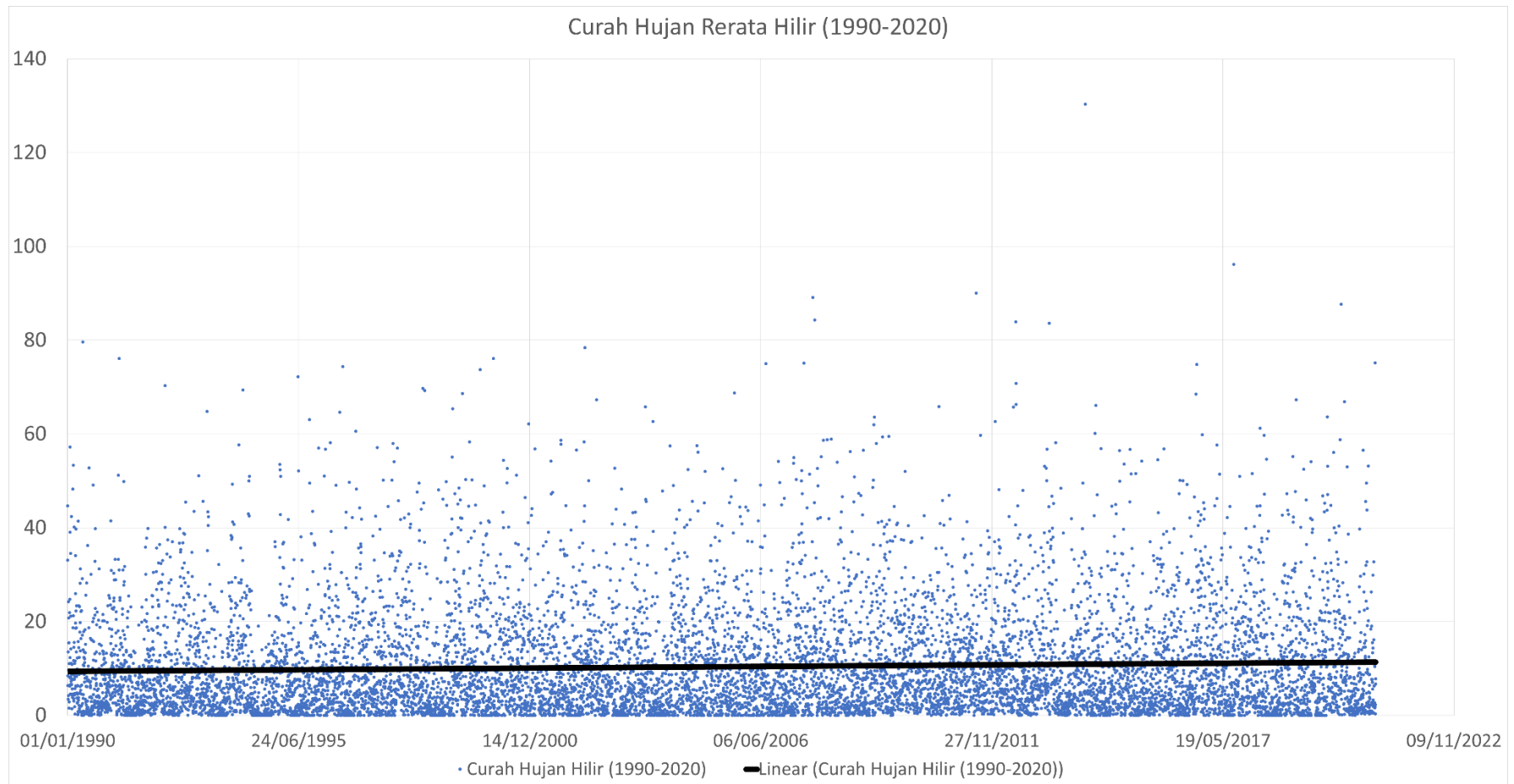


C. Analisis trend hujan bagian Hilir



Gambar 4. 13 Trendline Data Curah Hujan Rerata Hilir

Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025



Gambar 4. 14 Trendline Data Curah Hujan Rerata Hilir 30 Tahun Terakhir
 Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berikut merupakan grafik trend analisis curah hujan terhadap bagian hilir yang dapat dinyatakan bahwa setiap periode memiliki penjelasan yang berbeda. Grafik ini mencerminkan interaksi kompleks antara faktor alam dan antropogenik yang memengaruhi curah hujan hulu.

a) 1990 – 2000

Grafik menunjukkan fluktuasi curah hujan yang cenderung stabil dengan sedikit penurunan di akhir periode. Hal ini diduga dipengaruhi oleh fenomena *El Niño* yang terjadi pada 1997-1998, yang menyebabkan kekeringan di beberapa wilayah. Penyebab dari fluktuasi ini ialah *El Niño* 1997-1998 dengan mengurangi curah hujan secara signifikan. Serta, Deforestasi Awal dengan Aktivitas penebangan hutan mulai meningkat, mengurangi kemampuan daerah hulu menahan air.

b) 1995 – 2005

Terjadi peningkatan curah hujan, terutama setelah 1998, seiring dengan berakhirnya *El Niño* dan munculnya *La Niña* yang membawa kondisi lebih basah. Penyebab dari peningkatan curah hujan ini ialah pada fenomena *La Niña* 1998-2000, terjadi karena meningkatnya curah hujan secara signifikan. Serta, Pemulihan Ekosistem seperti reboisasi parsial dan pengelolaan lahan yang lebih baik turut berperan.

c) 2000 – 2010

Tren curah hujan menunjukkan kenaikan yang stabil, dengan puncak pada 2007-2008 akibat *La Niña* kuat. Variabilitas tinggi terlihat karena pengaruh lokal seperti perubahan tutupan lahan. Tren hujan pada periode ini disebabkan oleh fenomena *La Niña* 2007-2008 dengan membawa hujan lebat dan banjir di beberapa daerah. Serta, Urbanisasi: Perubahan lahan hutan menjadi permukiman memengaruhi pola hujan lokal.

d) 2005 – 2015

Kenaikan curah hujan melambat, dengan beberapa tahun kering seperti 2009-2010 karena *El Niño* moderat. Polusi udara juga mulai

memengaruhi pembentukan awan. Penyebab dari periode ini ialah *El Niño* 2009-2010 dengan menurunkan curah hujan untuk sementara. Serta, pengaruh aerosol industri yang menghambat pertumbuhan awan hujan.

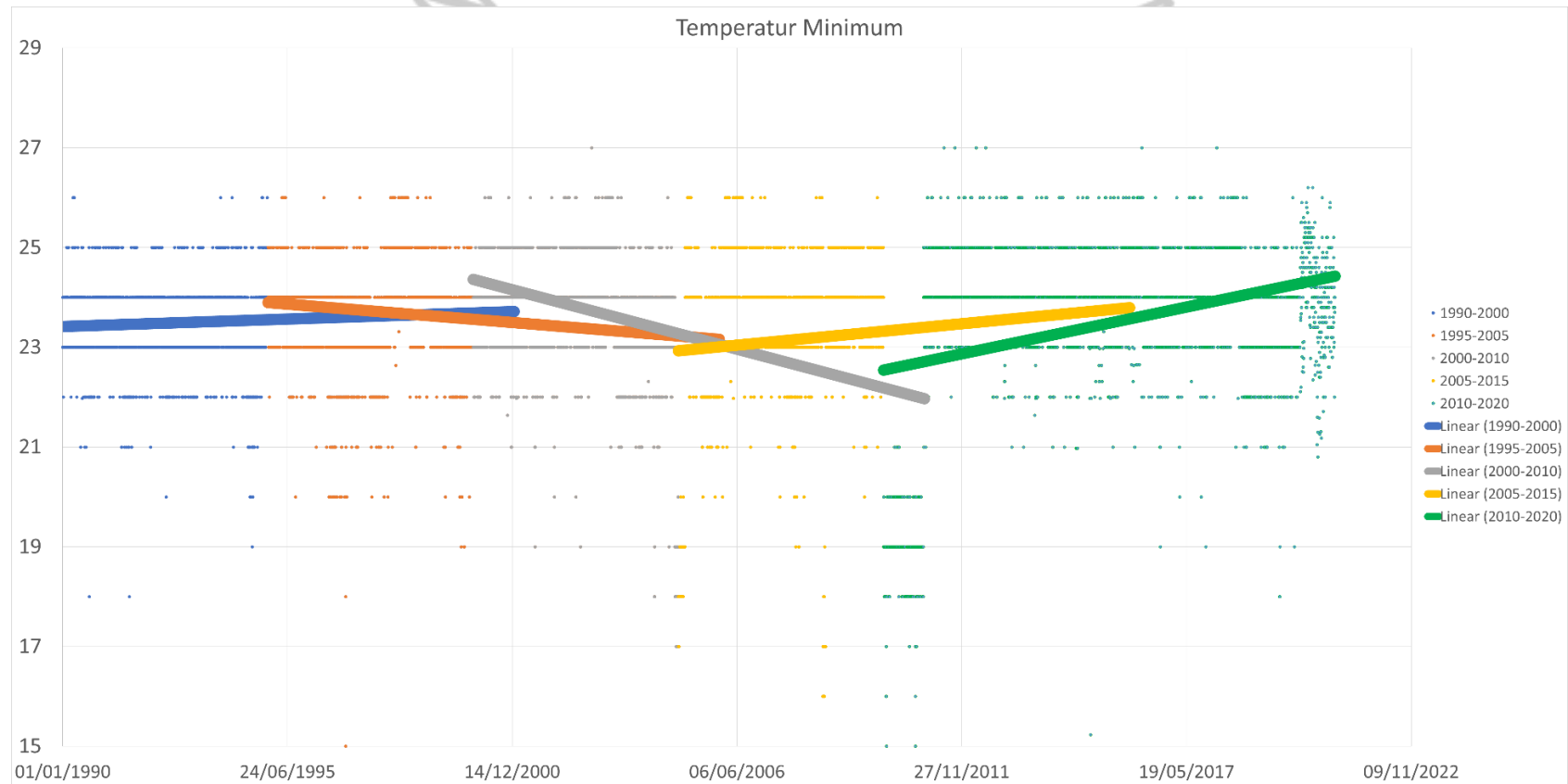
e) 2010 – 2020

Fluktuasi ekstrem terjadi, dengan tahun basah (2011, 2017) dan kering (2015, 2019) akibat kombinasi siklon tropis dan perubahan iklim global. Penyebab dari fluktuasi yang ekstrem pada periode ini dikarenakan adanya siklon tropis yang meningkatkan hujan ekstrem seperti siklon cempaka 2017. Serta, perubahan iklim global yang memperparah variabilitas curah hujan.

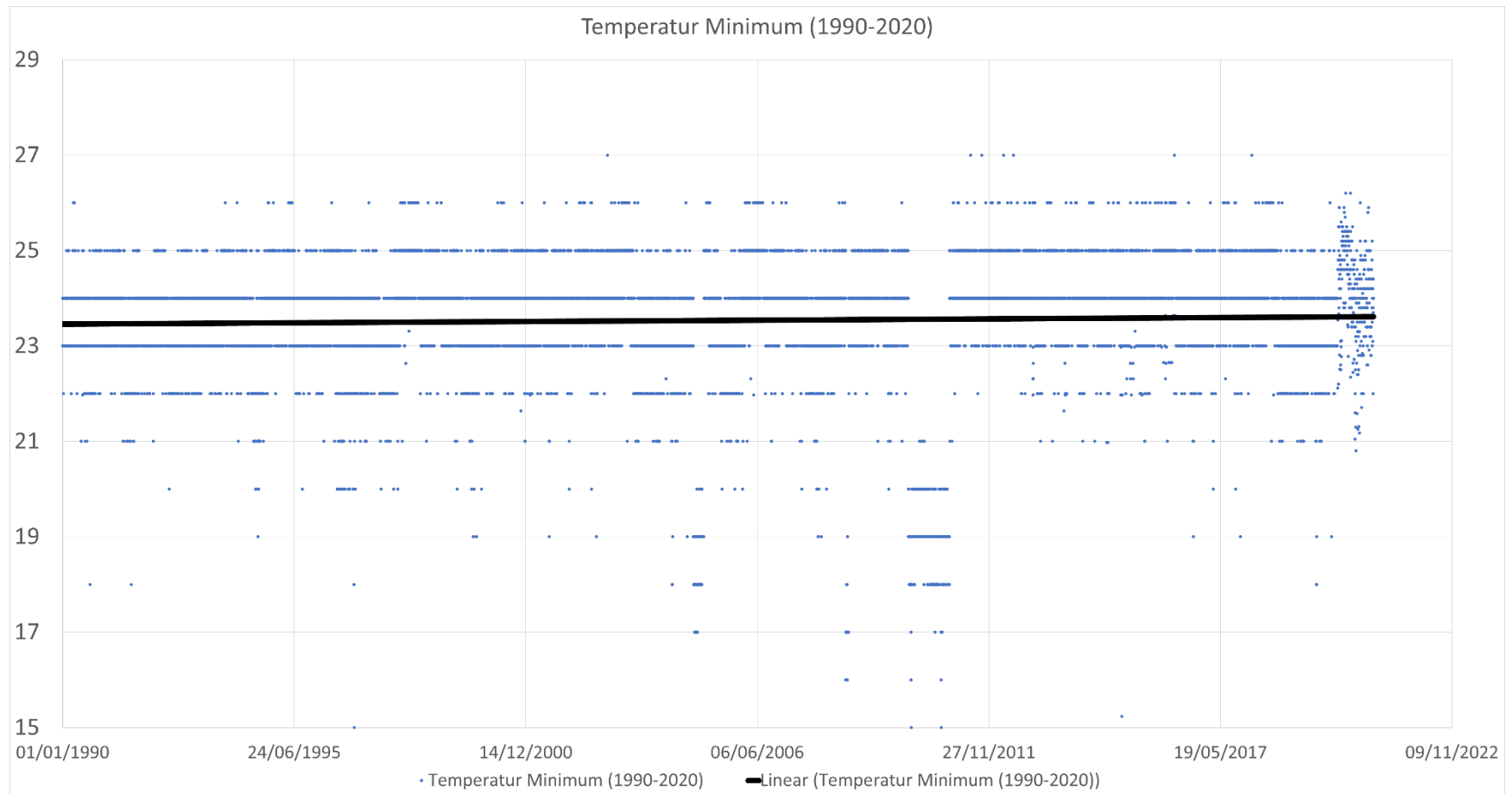


4.2.2 Analisis Tren Iklim

A. Analisis Trendline Data Temperatur Minimum



Gambar 4. 15 Trendline Data Temperatur Minimum
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025



Gambar 4. 16 Trendline Data Temperatur Minimum 30 Tahun Terakhir
 Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik tersebut menggambarkan trend data terhadap temperatur minimum. Sama halnya dengan trend curah hujan hulu dan hilir, grafik ini mencerminkan dinamika kompleks sistem iklim yang dipengaruhi oleh faktor alam dan antropogenik.

a) 1990 – 2000

Grafik menunjukkan penurunan temperatur minimum yang stabil, terutama pada pertengahan dekade. Nilai terendah tercatat sekitar tahun 1995. Penyebab dari penurunan temperatur pada periode ini ialah adanya letusan gunung pinatubo pada 1991, Abu vulkanik menyebar di atmosfer dan memantulkan sinar matahari, menyebabkan pendinginan global. Serta, Fase Dingin ENSO (*La Niña*) dengan Dominasi *La Niña* tahun 1995-1996 berkontribusi pada suhu lebih dingin (Climate, 2025).

b) 1995 – 2005

Temperatur minimum menunjukkan fluktuasi dengan kecenderungan meningkat perlahan setelah tahun 2000. Penyebab dari temperatur yang mulai meningkat pada periode ini ialah adanya pemulihan pasca letusan Gunung Pinatubo, dengan atmosfer mulai bersih dari abu vulkanik. Serta perubahan pola samudra pasifik dengan osilasi dekadal pasifik yang memasuki fase hangat.

c) 2000 – 2010

Tren penurunan suhu kembali terlihat, terutama pada tahun 2005-2007. Penurunan suhu diakibatkan oleh aktivitas matahari minimum dengan siklus matahari ke-23 yang lemah. Serta, peningkatan aerosol atmosfer pada polusi industri asia yang meningkatkan efek pendinginan.

d) 2005 – 2015

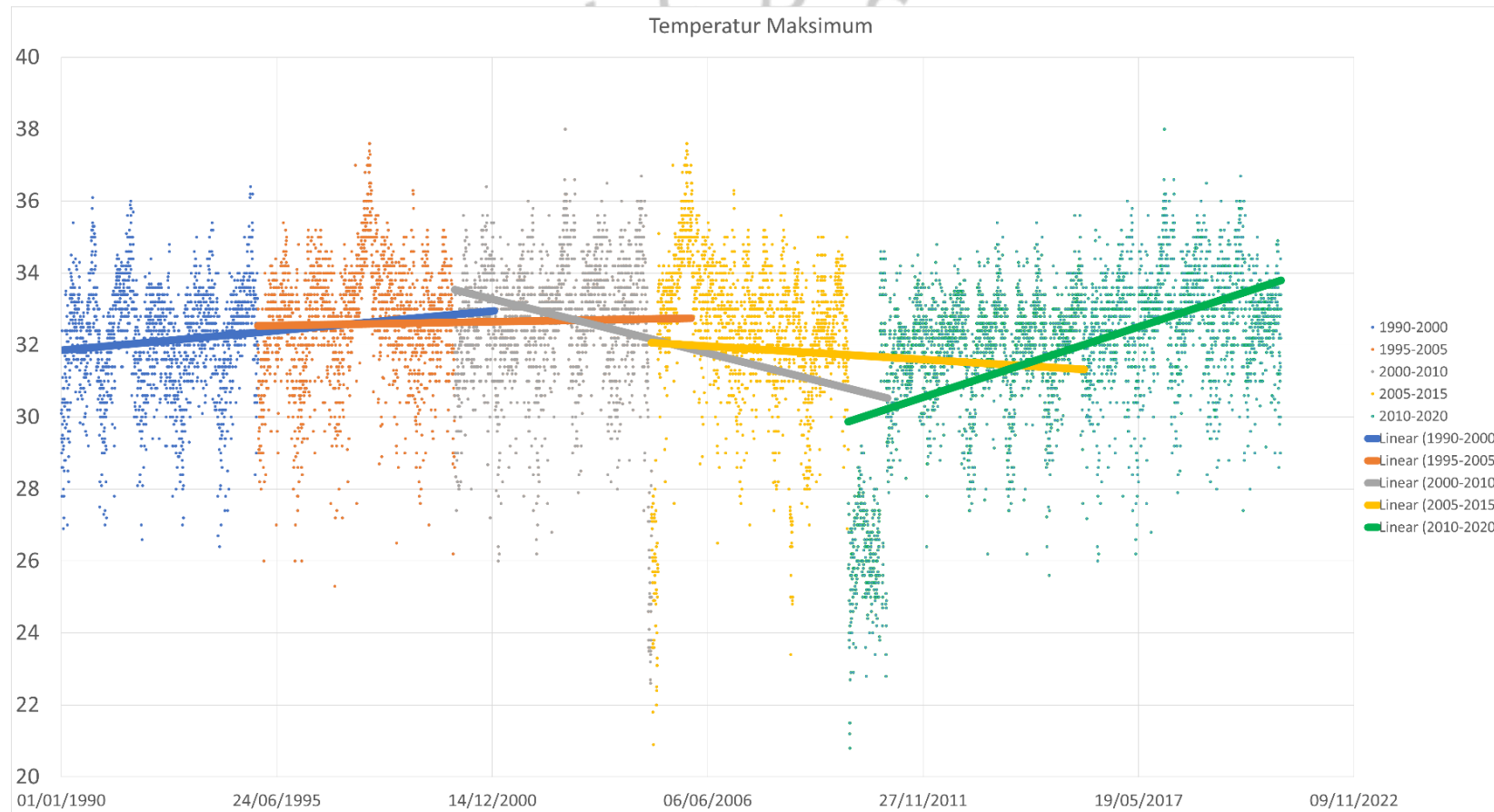
Temperatur minimum stabil dengan sedikit fluktuasi, menunjukkan keseimbangan antara faktor pendinginan dan pemanasan. Penyebab temperatur pada periode ini ialah kombinasi faktor regional laut yang moderat dan variabilitas iklim lokal. Serta, Perubahan tutupan lahan melalui efek urbanisasi yang meningkatkan efek pulau panas perkotaan pada beberapa area.

e) 2010 – 2020

Grafik menunjukkan penurunan suhu minimum yang signifikan pada tahun 2011 dan 2017. Penyebab pada periode ini ialah letusan gunung kelud pada 2014 dengan abu vulkanik yang mengakibatkan pendinginan regional. Serta, peristiwa *La Niña* Ganda (2010-2012 & 2016-2018) yang membawa kondisi lebih dingin.

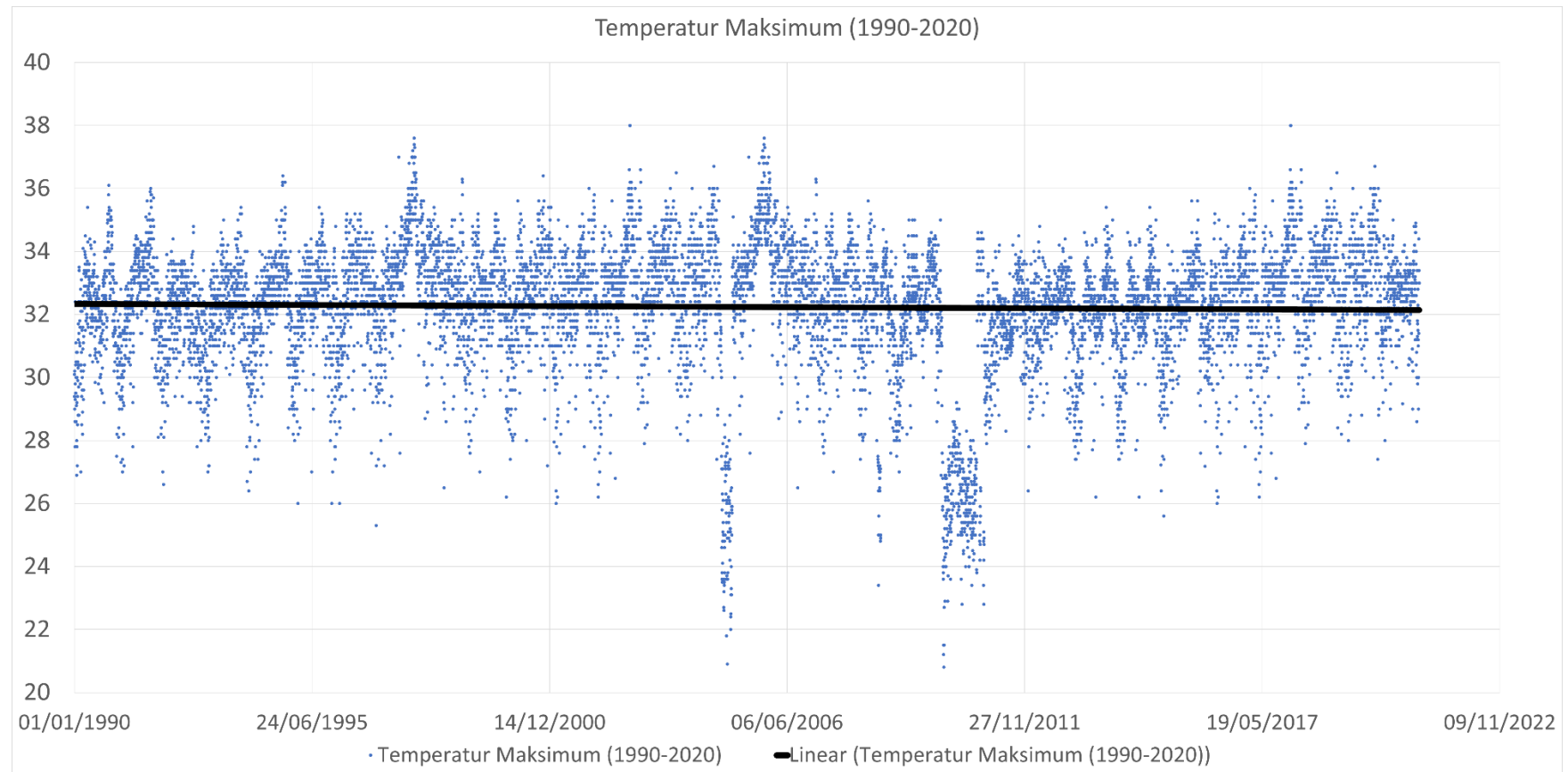


B. Analisis Trendline Data Temperatur Maksimum



Gambar 4. 17 Trendline Data Temperatur Maksimum

Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025



Gambar 4. 18 Trendline Data Temperatur Maksimum 30 Tahun Terakhir
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik tersebut menggambarkan trend data terhadap temperatur maksimum. Grafik ini menunjukkan tren jangka panjang pemanasan global yang diperparah oleh aktivitas manusia, dengan variasi tahunan yang dipengaruhi fenomena alam seperti ENSO.

a) 1990 – 2000

Grafik menunjukkan tren peningkatan temperatur maksimum yang stabil, dengan percepatan di akhir dekade. Penyebab dari peningkatan temperatur pada periode ini ialah adanya pemanasan global awal dengan konsentrasi CO₂ atmosfer mencapai 360 ppm. Serta, penurunan aerosol global karena emisi sulfat pasca perang dingin mengurangi efek pendinginan.

b) 1995 – 2005

Lonjakan suhu maksimum signifikan terjadi pada 1997-1998 akibat *El Niño* kuat. Penyebab peningkatan temperatur maksimum ini dikarenakan *El Niño* 1997-1998, peristiwa terkuat abad ke-20 meningkatkan suhu global. Serta, Urbanisasi Pesat dengan ekspansi kota-kota besar meningkatkan efek *urban heat island* (UHI).

c) 2000 – 2010

Suhu maksimum terus meningkat dengan rekor baru di 2003 dan 2007. Peningkatan temperatur ini disebabkan oleh emisi gas rumah kaca dengan konsentrasi CO₂ melewati 380 ppm. Serta, perubahan tutupan lahan pada konversi hutan perkebunan mengurangi evapotranspirasi.

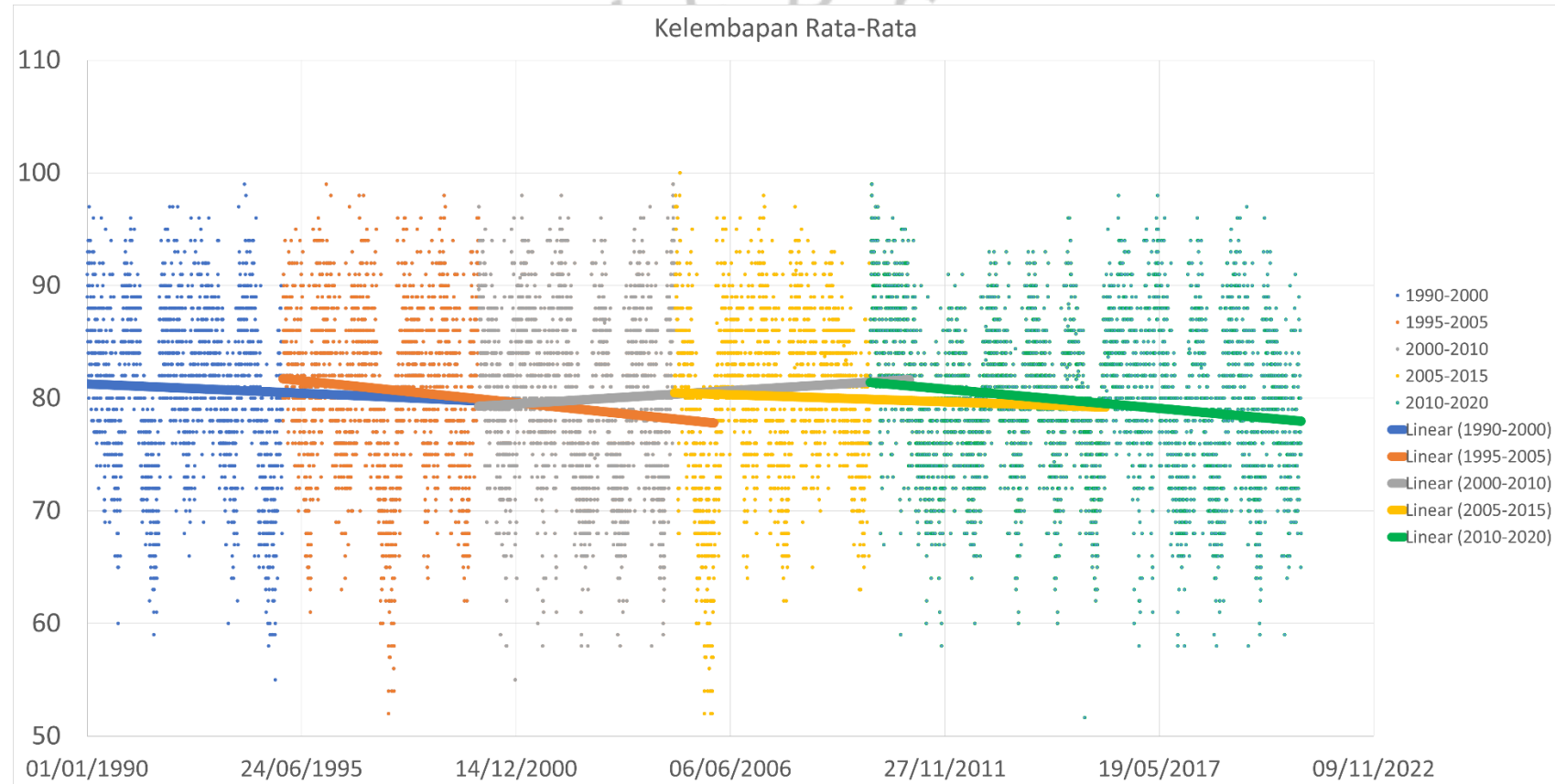
d) 2005 – 2015

Berbeda dengan periode sebelumnya, pada periode ini Tren peningkatan melambat namun tetap positif, dengan fluktuasi tahunan. Penyebab dari periode ini ialah variabilitas alam dengan fase negatif PDO meredam pemanasan sementara. Serta, kebijakan lingkungan melalui implementasi awal protokol kyoto yang memberi efek terbatas.

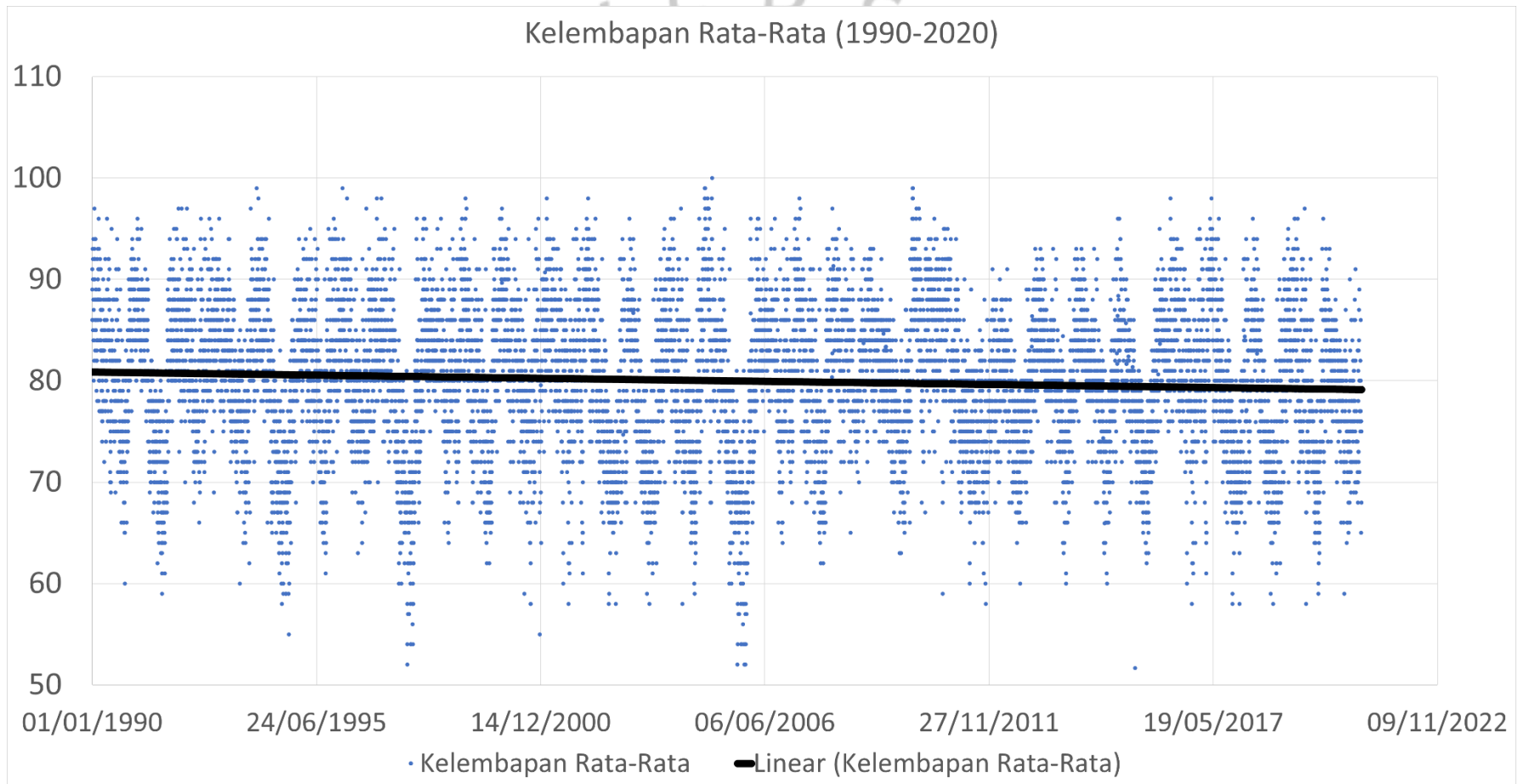
e) 2010 - -2020

Rekor suhu maksimum berulang kali terpecahkan, terutama 2015-2016. Pada periode ini didukung dengan adanya peristiwa *El Niño* 2015-2016. Serta, aktivitas manusia dengan mengurangi emisi karbon hingga mencapai rekor tertinggi (*Global Carbon Project*).

C. Analisis Trenline Data Kelembapan Rata-Rata



Gambar 4. 19 Trendline Data Kelembapan Rata-Rata
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025



Gambar 4. 20 Trendline Data Kelembapan Rata-Rata 30 Tahun Terakhir
 Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik tersebut menggambarkan trend data terhadap kelembapan rata-rata. Grafik ini mencerminkan interaksi kompleks antara faktor iklim alami dan antropogenik.

a) 1990 – 2000

Kelembapan rata-rata di DAS Angke meningkat 5-8% dengan fluktuasi musiman yang jelas. Penyebab dari kelembapan pada periode ini ialah adanya alih fungsi lahan dengan konversi lahan basah dan sawah menjadi permukiman untuk mengurangi evaporasi alami. Serta, adanya peningkatan curah hujan melalui Aktivitas *La Niña* 1996-1999.

b) 1995 – 2005

Lonjakan kelembapan mencapai puncak (10-12%) pada 1998-2001, kemudian stabil. Penyebab pada periode ini ialah adanya banjir besar tahun 2002 yang mengakibatkan genangan air berkepanjangan di bantaran sungai Angke dan meningkatkan kelembapan mikro. Serta, polusi udara, khususnya pada emisi industri cengkareng yang menghambat dispersi uap air.

c) 2000 – 2010

Kelembapan tetap tinggi (rata-rata 75-80%) dengan variasi harian signifikan. Penyebab kelembapan pada periode ini ialah efek pulau panas perkotaan (UHI), sehingga suhu permukaan Jakarta meningkat 1.2°C dan mempercepat penguapan. Serta, berkurangnya ruang terbuka hijau sekitar 40% RTH di DAS Angke.

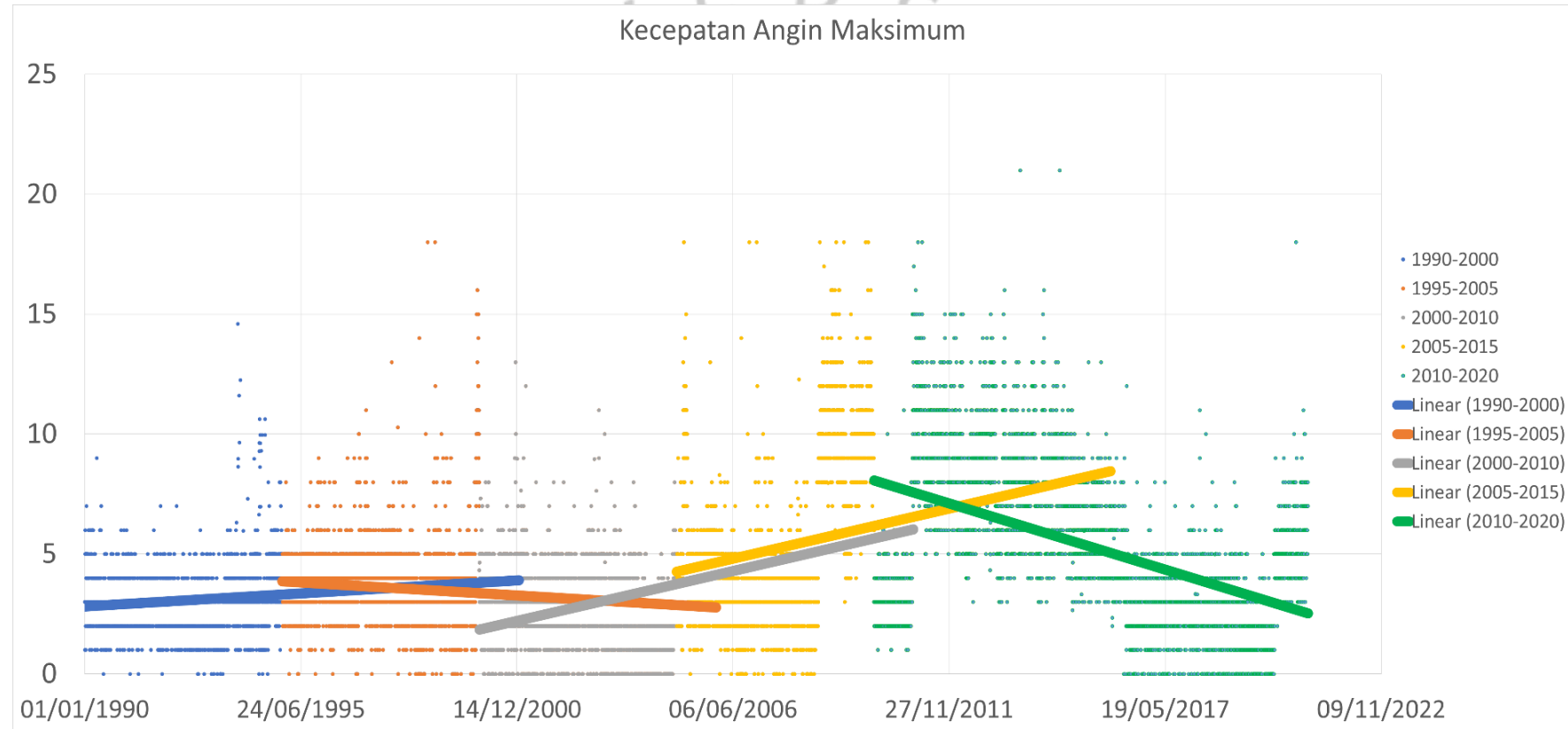
d) 2005 – 2015

Penurunan kelembapan (3-5%) akibat normalisasi sungai dan kekeringan 2014. Hal ini disebabkan oleh adanya proyek normalisasi Sungai Angke yang mengurangi genangan air. Serta, peristiwa *El Niño* 2014-2015 dengan Musim kemarau panjang yang menekan kelembapan.

e) 2010 – 2020

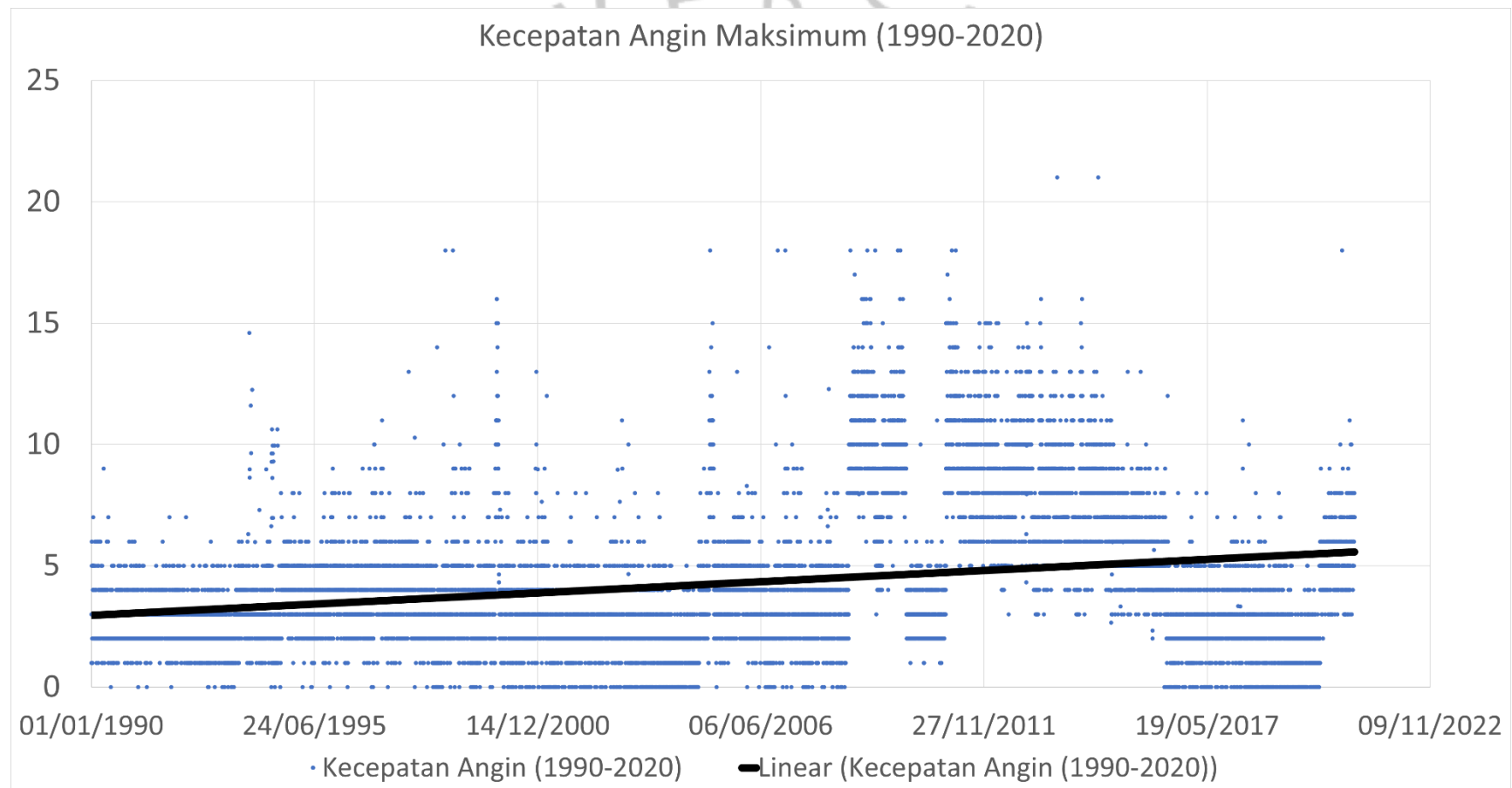
Kelembapan kembali naik (78-82%) dengan puncak pada 2016-2017. Hal ini dikarenakan adanya banjir rob melalui intrusi air laut yang meningkatkan kelembapan di daerah pesisir. Serta, tingginya curah hujan melalui fenomena *La Niña* 2016-2017 memicu hujan ekstrem.

D. Analisis Trendline Data Kecepatan Angin Maksimum



Gambar 4. 21 Trendline Data Kecepatan Angin Maksimum

Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025



Gambar 4. 22 Trendline Data Kecepatan Angin Maksimum 30 Tahun Terakhir

Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik tersebut menggambarkan trend data terhadap kecepatan angin maksimum. Grafik ini mencerminkan kompleksitas interaksi antara faktor alam dan tekanan antropogenik di DAS Angke yang terletak di kawasan metropolitan padat. Analisis tren data kecepatan angin maksimal.

a) 1990 – 2000

Kecepatan angin maksimum menunjukkan tren stabil dengan rata-rata 15-20 knot, namun mengalami penurunan di akhir dekade. Pada periode ini kecepatan angin disebabkan oleh urbanisasi awal dengan pembangunan permukiman dan mengurangi aliran angin permukaan. Serta, Perubahan tutupan lahan, dengan konversi lahan terbuka menjadi bangunan guna menciptakan penghalang aliran angin.

b) 1995 – 2005

Peningkatan kecepatan angin hingga 25 knot terjadi pada 1997-1998, diikuti penurunan. Penyebabnya ialah peristiwa *El Niño* 1997-1998 yang meningkatkan perbedaan tekanan udara lokal. Serta, Banjir besar pada 2002 dengan genangan air luas yang memodifikasi pola angin mikro.

c) 2000 – 2010

Fluktuasi signifikan dengan kecepatan maksimum 22-28 knot, terutama saat musim transisi. Penyebab fluktuasi pada periode ini ialah efek coriolis perkotaan dengan gedung tinggi yang mengubah arah dan kecepatan angin. Serta, peningkatan aktivitas industri pada emisi panas dari kawasan industri cengkareng yang menciptakan turbulensi.

d) 2005 – 2015

Tren menurun (rata-rata 18-22 knot) dengan pengecualian lonjakan pada 2010. Penyebab periode ini ialah adanya normalisasi sungai angke dengan pengurangan permukaan air terbuka dan menurunkan konveksi angin. Serta, polusi udara melalui aerosol yang dapat menghambat pergerakan angin permukaan.

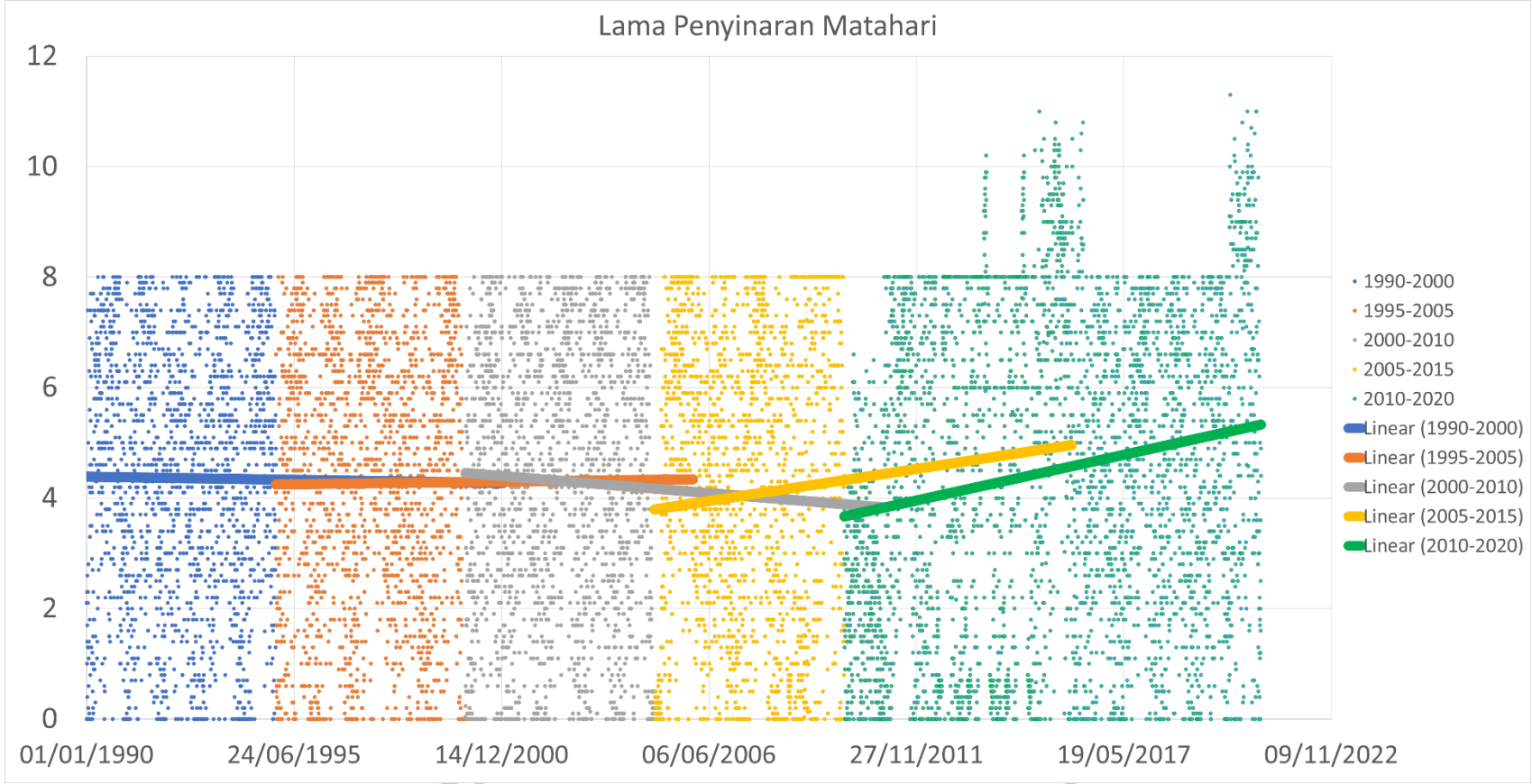
e) 2010 – 2020

Kenaikan ekstrem hingga 30 knot (2016-2017) dengan variabilitas tinggi. Periode ini diakibatkan oleh adanya siklon tropis dekat Jawa yang dapat

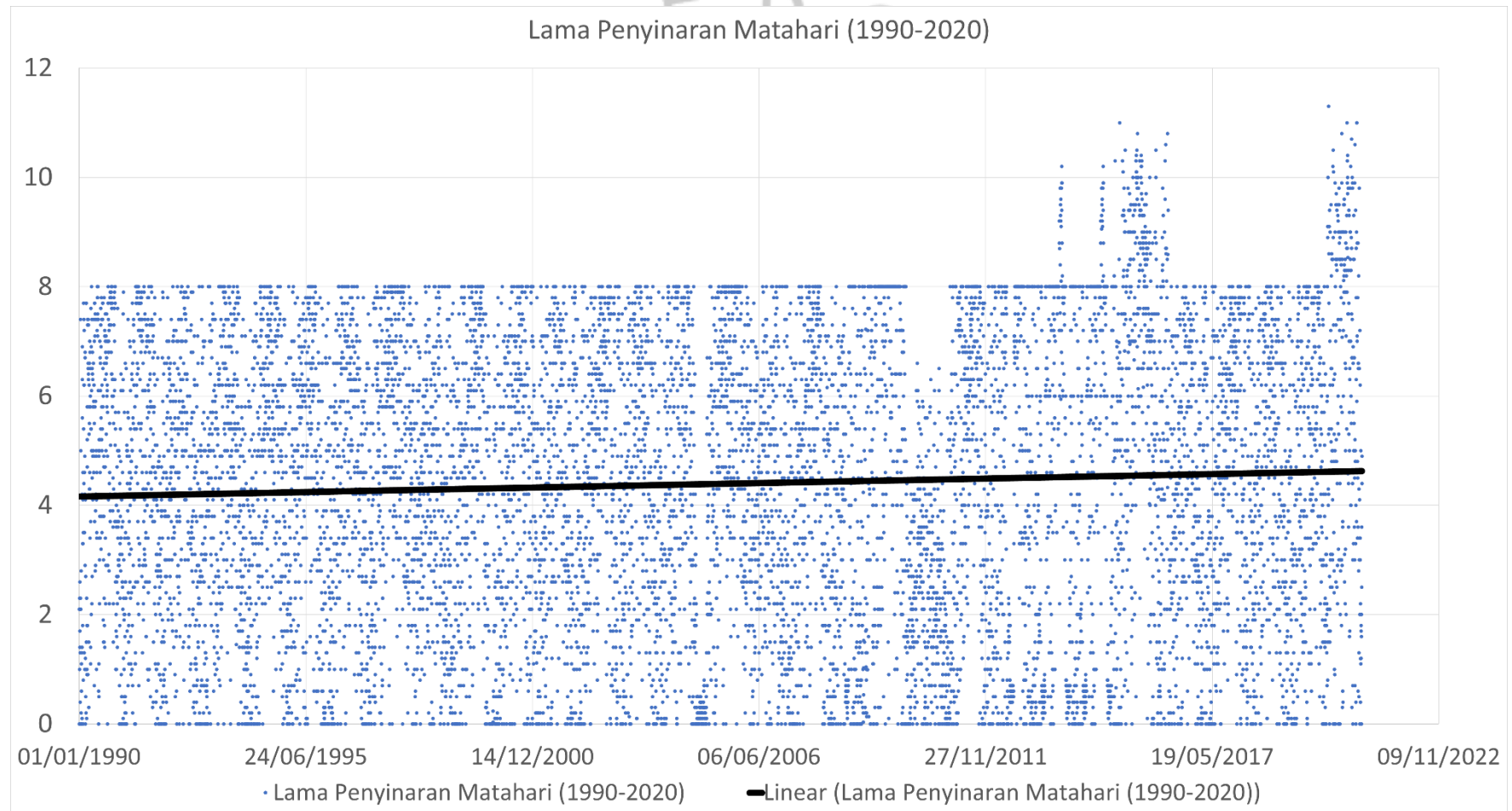
meningkatkan gradien tekanan udara. Serta, pembangunan PLTU Cilamaya yang menciptakan aliran angin lokal.



E. Analisis Trenline Data Lama Penyinaran Matahari



Gambar 4. 23 Trendline Data Lama Penyinaran Matahari
Sumber: Pengolahan Data Peneliti. 2025



Gambar 4. 24 Trendline Data Lama Penyinaran Matahari 30 Tahun Terakhir
 Sumber: Pengolahan Data Peneliti. 2025

Berdasarkan grafik tersebut menggambarkan trend data terhadap sinar matahari. Grafik ini menunjukkan dampak kompleks urbanisasi dan aktivitas industri terhadap ketersediaan sinar matahari di DAS Angke yang terletak di kawasan industri-pemukiman padat.

a) 1990 – 2000

Intensitas sinar matahari menunjukkan tren menurun sebesar 10-15% dengan fluktuasi musiman yang jelas. Penyebab dari periode ini ialah adanya peningkatan polusi udara oleh Emisi industri dan kendaraan bermotor di Jakarta Barat mengurangi transmisi cahaya matahari. Serta, pembukaan lahan oleh Debu konstruksi dari urbanisasi awal DAS Angke meningkatkan hamburan atmosfer.

b) 1995 – 2005

Penurunan tajam (20%) pada 1997-1998 diikuti pemulihan parsial. Penyebab penurunan ini ialah adanya kabut asap kebakaran hutan yang memberikan dampak regional dari kebakaran hutan Sumatra dan Kalimantan. Serta fenomena 1997-1998 dengan meningkatkan pembentukan awan tinggi yang memantulkan sinar matahari.

c) 2000 – 2010

Stagnasi intensitas dengan variasi harian yang besar. Penyebab pada periode ini ialah kepadatan bangunan dengan gedung tinggi di kawasan pluit dan cengkareng yang menciptakan bayangan urban. Serta, Emisi kapal pelabuhan dengan sulfat dari aktivitas pelabuhan Tanjung Priok dalam meningkatkan aerosol.

d) 2005 – 2015

Kenaikan 5-8% terutama pada musim kemarau. Penyebab periode ini ialah adanya kebijakan langit biru dengan pengurangan emisi industri di Jakarta Utara. Serta, normalisasi sungai dengan pengurangan genangan air dalam menurunkan kelembapan dan pembentukan awan.

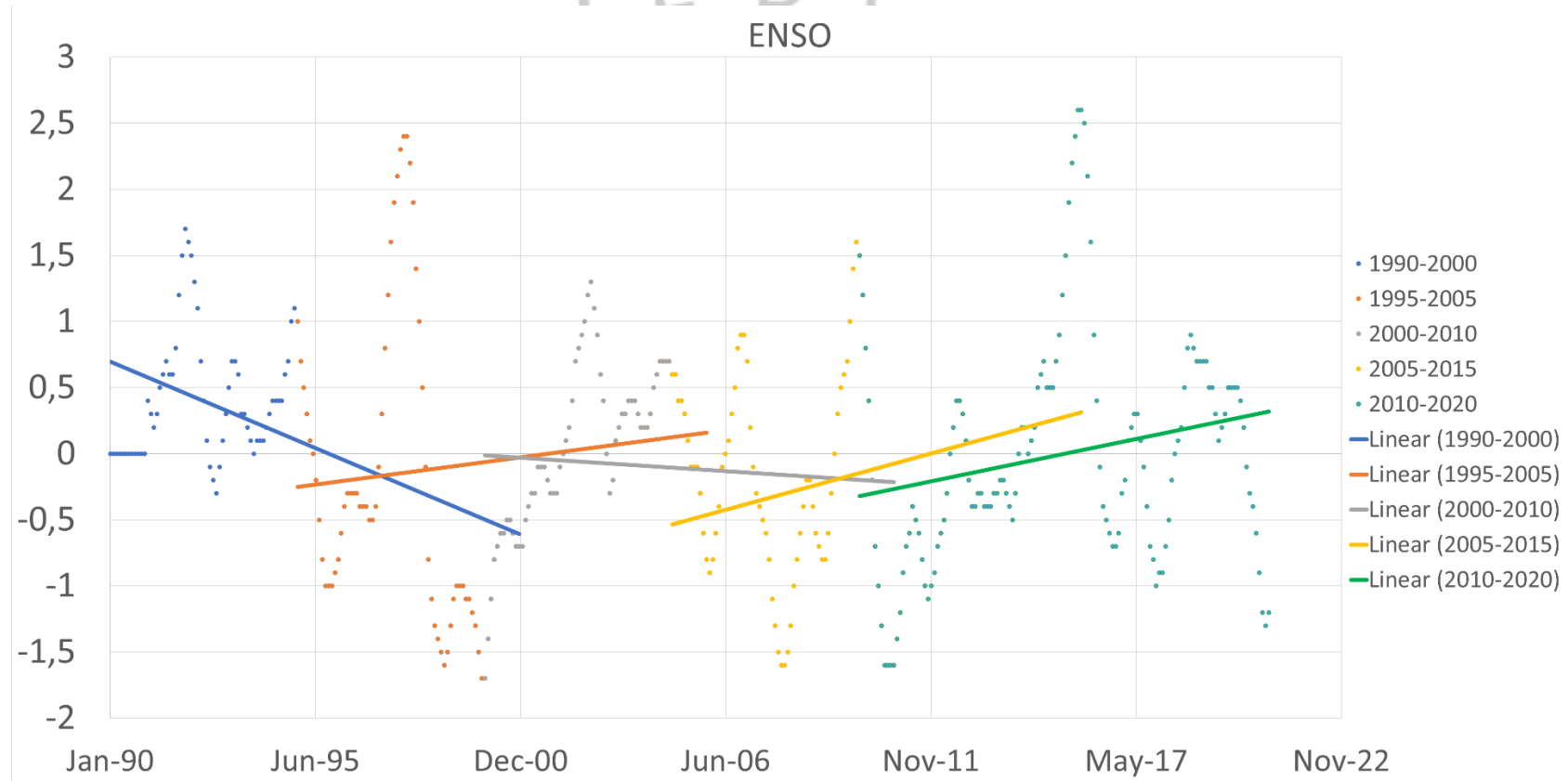
e) 2010 – 2020

Fluktuasi ekstrem dengan penurunan signifikan (15%) pada 2015-2016. Hal ini disebabkan oleh adanya kebakaran lahan gambut yang memberikan

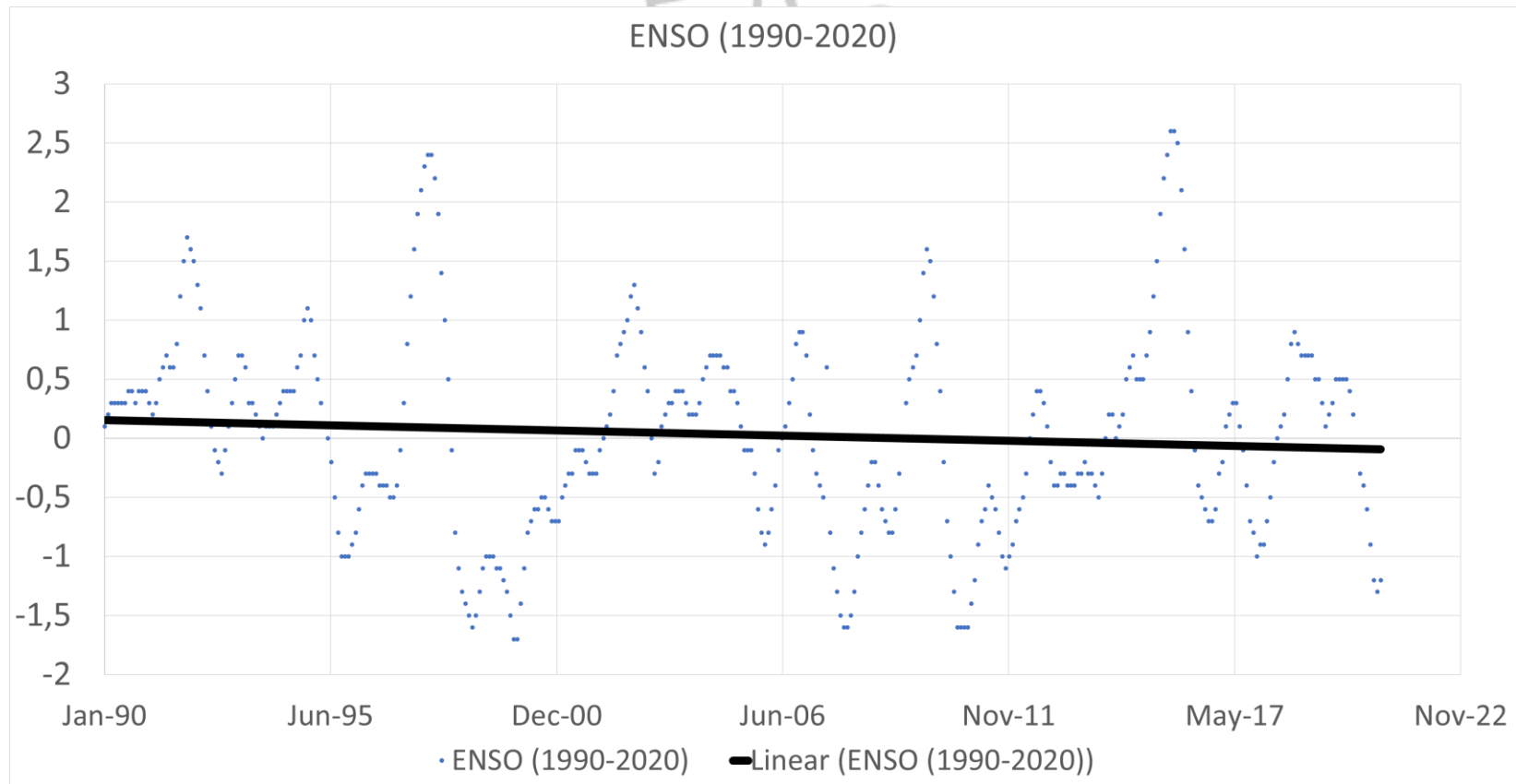
dampak kabut asap lintas provinsi. Serta, pembangunan PLTU dengan emisi partikel PLTU Cilamaya dalam mengurangi radiasi matahari.



F. Analisis Trendline Data ENSO



Gambar 4. 25 Trendline Data ENSO
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025



Gambar 4. 26 Trendline Data ENSO 30 Tahun Terakhir
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

ENSO (*El Niño*-Southern Oscillation) adalah fenomena iklim yang memengaruhi pola cuaca global, termasuk curah hujan di Indonesia. DAS (Daerah Aliran Sungai) Angke terletak di wilayah Jakarta dan sekitarnya, yang sangat dipengaruhi oleh variabilitas iklim seperti ENSO. *El Niño* umumnya menyebabkan kekeringan, sedangkan *La Niña* meningkatkan curah hujan. Grafik ENSO menunjukkan variasi kondisi *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) dari tahun 1990 hingga 2020, Tren linear pada grafik menunjukkan perubahan intensitas ENSO dari waktu ke waktu, yang mungkin terkait dengan pemanasan global yang memodifikasi pola sirkulasi atmosfer dan laut. Berikut merupakan penjelasan analisis tiap periode curah hujan rerata regional terhadap ENSO.

f) 1990 – 2000

Pada tren periode ini curah hujan mengalami penurunan curah hujan sesuai dengan dominasi *El-Niño* moderat pada 1991-1992 dan 1997-1998. Penyebab dari penurunan trend ini disebabkan oleh fenomena *El Niño* yang mampu mengurangi konveksi di wilayah Indonesia, termasuk DAS Angke. Hal ini didasarkan oleh studi BMKG (1999) mencatat penurunan hujan hingga 40% selama *El Niño* tahun 1997.

g) 1995 – 2005

Trend grafik ini mengalami fluktuasi dengan puncak hujan tertinggi pada tahun 1999-2000 pada fenomena *La Niña*. Penyebab pada periode ialah adanya transisi dari *El Niño* 1997-1998 ke *La Niña* 1999-2000 yang membuat meningkatnya curah hujan. Berdasarkan laporan puslitbang SDA (2001) menunjukkan adanya kenaikan hujan 20-30% selama fenomena *La Niña* 2000 – 2010.

Trend grafik ini cenderung stabil dengan sedikit penurunan karena didominasi oleh fenomena *El Niño* 2002-2003 dan 2006-2007. Periode ini disebabkan oleh *El Niño* lemah hingga moderat mengurangi hujan, tetapi dampaknya tidak sekuat tahun 1997-1998. Menurut Data PUPR (2010), terjadinya penurunan hujan tahunan rata-rata 5-10%.

h) 2005 – 2015

Trend grafik periode ini mengalami kenaikan curah hujan karena fenomena *La Niña* 2010-2011. Penyebab dari periode ini ialah fenomena *La Niña* tahun

2010-2011 yang memicu terjadinya banjir besar di Jakarta termasuk DAS Angke. Menurut Riset LIPI tahun 2012 menghubungkan *La Niña* dengan adanya peningkatan 25-35%.

i) 2010 – 2020

Trend grafik pada periode ini cenderung mengalami variabilitas tinggi antara fenomena *El Niño* 2015 dengan *La Niña* 2016. Periode ini disebabkan oleh fenomena *El Niño* 2015 yang menyebabkan kekeringan, kemudian diikuti dengan fenomena *La Niña* 2016 yang memulihkan curah hujan. Berdasarkan Analisis BPPT tahun 2017 menunjukkan fluktuasi hujan ekstrem akibat ENSO.

Tabel 4. 16 Interpretasi dari analisis Trenline Data Curah Hujan DAS Angke 1990-2020
Hasil dari Pengamatan Tren Data

Periode Tahun	Curah Hujan Rerata Regional	Curah Hujan Rerata Hulu	Curah Hujan Rerata Hilir	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
1990-2000	Menurun	Menurun	Menurun	Menurun stabil	Meningkat stabil	Meningkat	Menurun	Menurun	Menurun
1995-2005	Meningkat	Meningkat	Meningkat	Meningkat	Meningkat moderat	Meningkat	Meningkat	Menurun	Meningkat
2000-2010	Meningkat stabil	Meningkat moderat	Meningkat stabil	Menurun	Meningkat	Meningkat	Meningkat	Meningkat	Menurun stabil
2005-2015	Menurun	Menurun	Menurun	Menurun	Meningkat	Menurun	Menurun	Menurun	Meningkat
2010-2020	Meningkat moderat	Meningkat moderat	Meningkat moderat	Menurun	Meningkat	Meningkat	Meningkat moderat	Menurun	Menurun
Keterangan	Meningkat: Meningkat Stabil:		Meningkat Moderat: Menurun:		Menurun Stabil:				

umber: Diolah Penulis (2025)

4.2.3 Analisis Korelasi Data

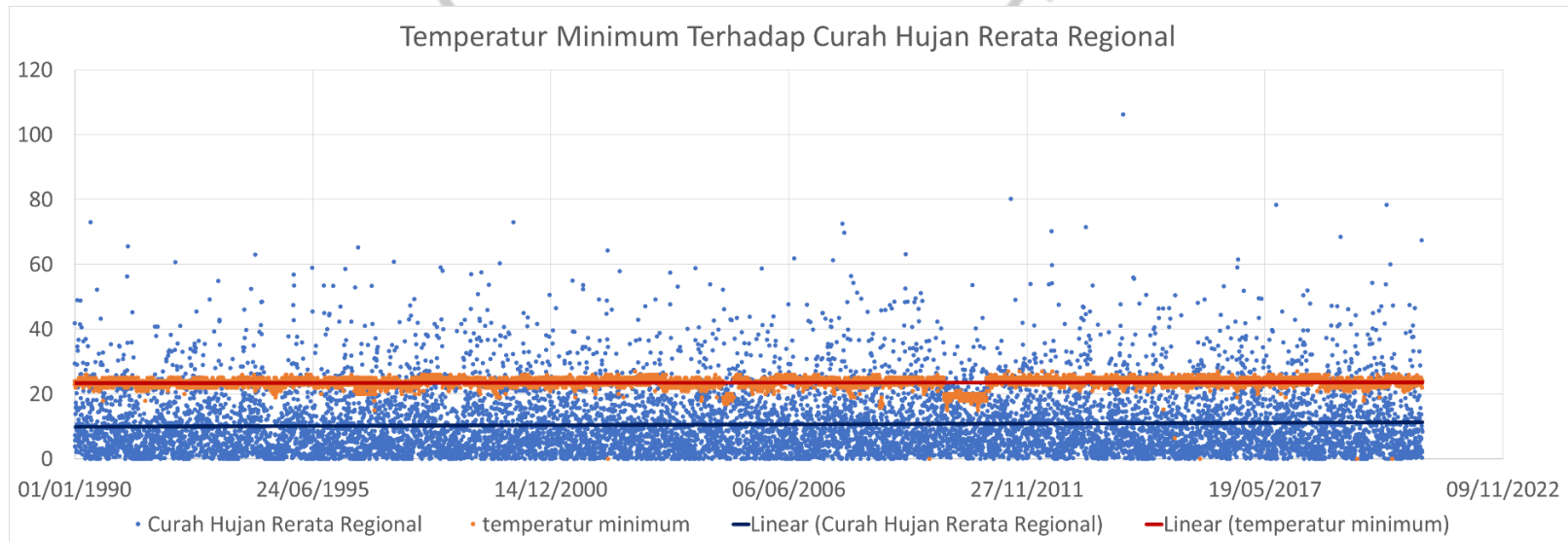
Analisis korelasi antara fenomena iklim (ENSO) dan curah hujan di DAS Angke dilakukan dengan tiga pendekatan utama untuk memahami hubungannya secara komprehensif. Pertama, analisis korelasi Pearson digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan linear antara indeks ENSO (*El Niño*-Southern Oscillation) dan data curah hujan bulanan. Pendekatan ini membantu mengidentifikasi apakah *El Niño* (fase kering) atau *La Niña* (fase basah) secara signifikan memengaruhi variasi curah hujan di wilayah ini.

Kedua, persamaan regresi linear diterapkan untuk memodelkan pengaruh ENSO terhadap curah hujan dalam bentuk matematis. Dengan metode ini, dapat diperkirakan seberapa besar perubahan indeks ENSO berdampak pada peningkatan atau penurunan curah hujan di DAS Angke. Pendekatan ini juga memungkinkan prediksi kondisi ekstrem, seperti banjir atau kekeringan, berdasarkan fase ENSO yang sedang berlangsung. Pengamatan visual melalui grafik dilakukan untuk memvalidasi hasil analisis statistik dengan melihat pola temporal antara data ENSO dan curah hujan. Grafik ini membandingkan tren historis, seperti periode *El Niño* 1997-1998 atau *La Niña* 2016-2017, dengan kejadian banjir dan kekeringan di DAS Angke.

4.2.3.1 Analisis Korelasi Iklim terhadap Curah Hujan Berdasarkan Grafik

a) Korelasi Temperatur Minimum terhadap Curah Hujan Rerata DAS Angke

1) Grafik Temperatur Minimum terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke



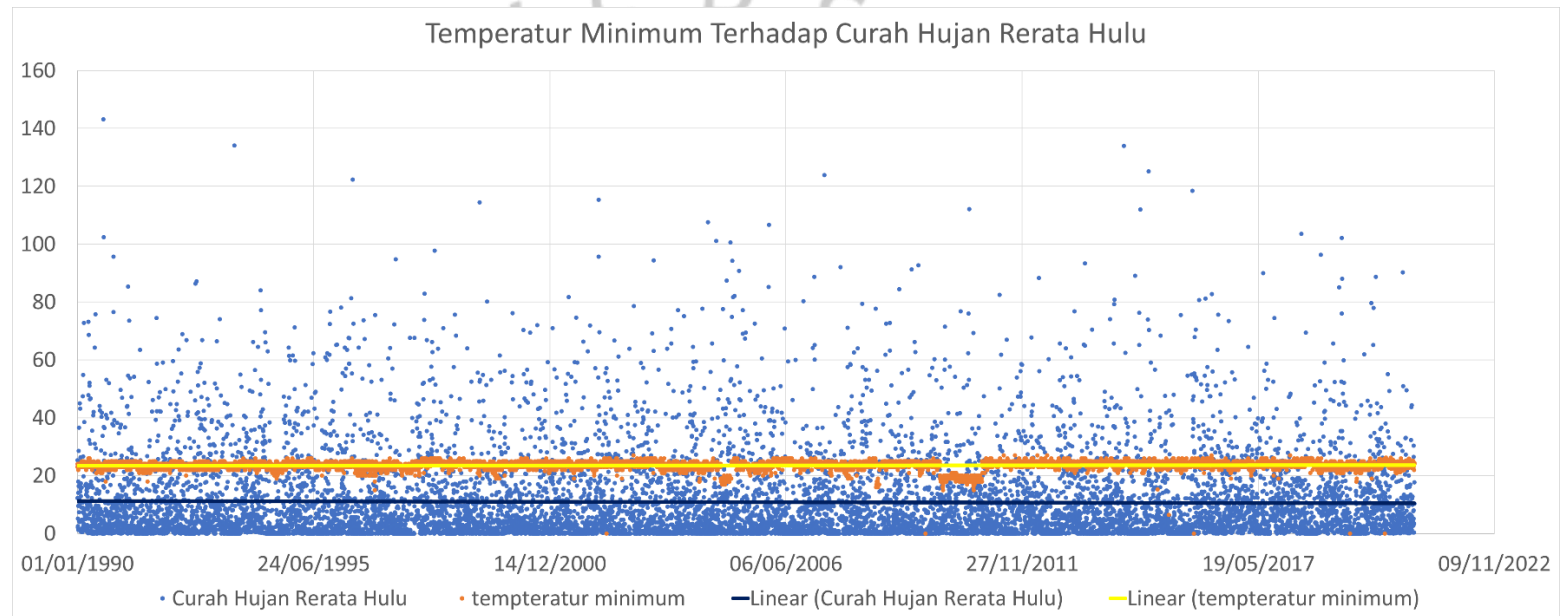
Gambar 4. 27 Grafik Temperatur Minimum terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik berikut, dapat diinterpretasikan bahwa terdapat hubungan yang kompleks antara curah hujan dan temperatur minimum di Daerah Aliran Sungai (DAS) Angke. Pola curah hujan menunjukkan fluktuasi musiman yang signifikan, dengan puncak curah hujan umumnya terjadi pada bulan-bulan basah seperti Januari dan Februari, sementara temperatur minimum cenderung lebih rendah selama periode ini. Hal ini dapat disebabkan oleh meningkatnya tutupan awan yang menghambat radiasi matahari pada malam hari, sekaligus meningkatkan intensitas presipitasi. Namun, data juga menunjukkan adanya anomali di beberapa tahun tertentu dimana temperatur minimum justru meningkat selama musim hujan, kemungkinan akibat efek *urban heat island* yang semakin intensif di kawasan Jakarta Utara dimana DAS Angke berada.

Melalui analisis dapat mengungkapkan bahwa tren jangka panjang menunjukkan kenaikan temperatur minimum yang konsisten seiring dengan berkurangnya curah hujan tahunan di DAS Angke. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor, termasuk perubahan iklim global yang mempengaruhi pola hujan regional, serta perubahan tata guna lahan lokal yang mengurangi area resapan air dan meningkatkan suhu permukaan. Kombinasi antara penurunan curah hujan dan peningkatan temperatur minimum berpotensi memperparah masalah kekeringan dan defisit air tanah di wilayah tersebut. Data ini menyoroti pentingnya pendekatan terpadu dalam pengelolaan DAS Angke yang mempertimbangkan aspek klimatologis dan urbanisasi untuk mitigasi dampak perubahan iklim di kawasan perkotaan.

2) Grafik Temperatur Minimum terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke

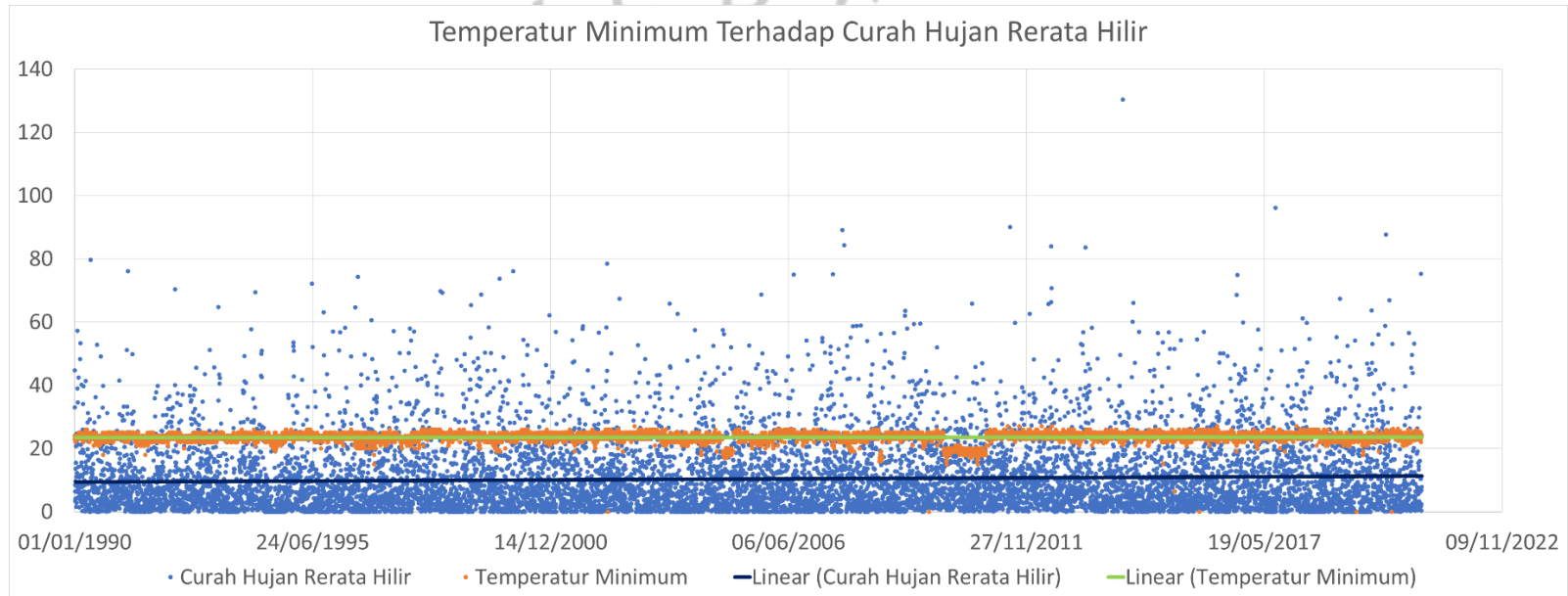


Gambar 4. 28 Grafik Temperatur Minimum terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik, dapat dijelaskan bahwa terdapat hubungan yang menarik antara curah hujan di hulu DAS Angke dengan temperatur minimum. Secara umum, pola curah hujan di hulu menunjukkan fluktuasi musiman yang lebih stabil dibandingkan dengan daerah hilir, dengan puncak curah hujan terjadi pada bulan-bulan basah antara November hingga Februari. Temperatur minimum di wilayah hulu cenderung lebih rendah selama musim hujan ini, kemungkinan karena efek pendinginan evaporatif dari vegetasi yang masih relatif terjaga di daerah hulu serta ketinggian topografi yang lebih tinggi dibandingkan wilayah hilir. Namun, data juga menunjukkan adanya tren peningkatan temperatur minimum dalam beberapa tahun terakhir, yang mungkin terkait dengan perubahan tutupan lahan di daerah penyangga.

Analisis ini mengungkapkan bahwa variabilitas curah hujan di hulu DAS Angke memiliki korelasi yang signifikan dengan temperatur minimum, terutama pada periode musim kemarau. Ketika curah hujan berkurang, temperatur minimum cenderung lebih tinggi karena berkurangnya kandungan air tanah dan kelembapan permukaan. Fenomena ini semakin diperparah oleh adanya alih fungsi lahan di daerah hulu dari kawasan hijau menjadi permukiman atau lahan pertanian, yang mengurangi kapasitas evapotranspirasi dan meningkatkan suhu permukaan. Data ini menyoroti pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem di daerah hulu untuk mempertahankan siklus hidrologi yang stabil dan mengendalikan variasi temperatur mikro di wilayah DAS Angke secara keseluruhan.

3) Grafik Temperatur Minimum terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



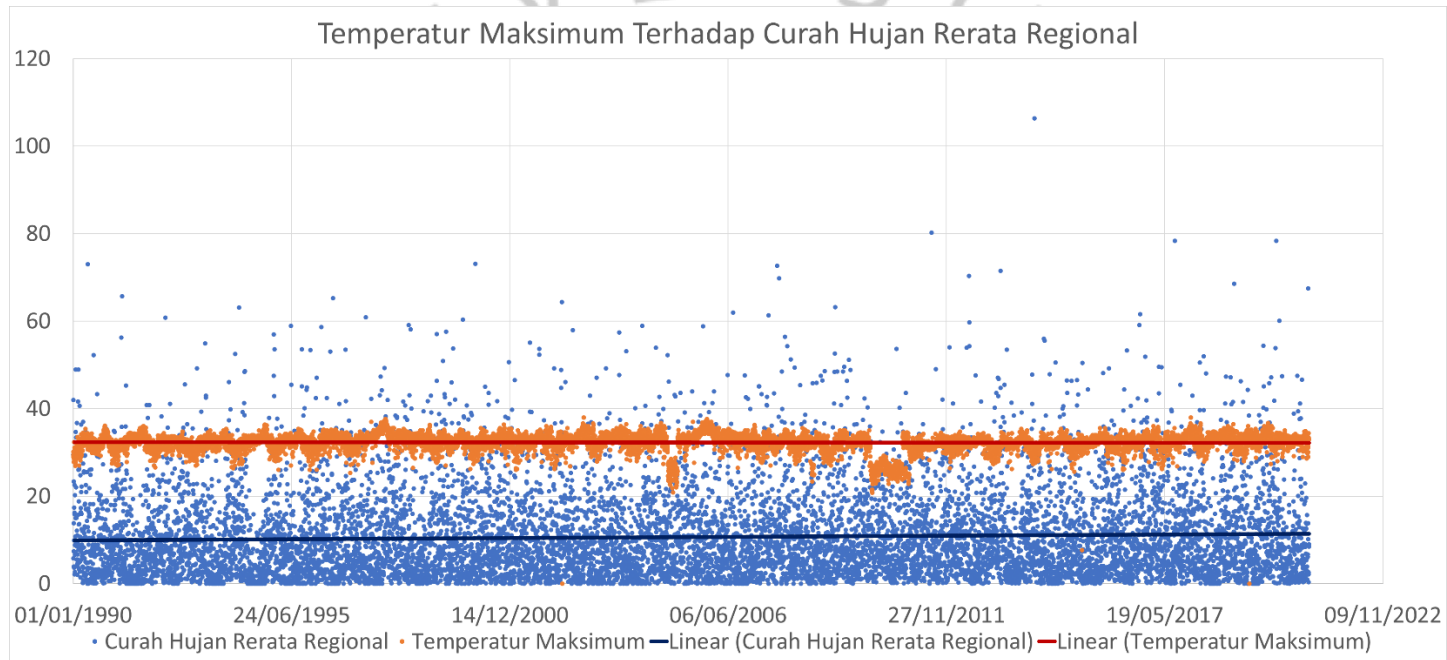
Gambar 4. 29 Grafik Temperatur Minimum terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik, terlihat hubungan yang cukup jelas antara curah hujan di hilir DAS Angke dengan temperatur minimum. Secara umum, pola grafik menunjukkan bahwa ketika curah hujan meningkat, temperatur minimum cenderung lebih rendah, terutama pada periode-periode tertentu seperti tahun 1995-2000 dan 2010-2015. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui mekanisme pendinginan evaporatif, dimana tingginya curah hujan meningkatkan kandungan air di permukaan tanah dan vegetasi, sehingga proses evaporasi dan evapotranspirasi menurunkan suhu udara di malam hari. Namun, terdapat beberapa tahun anomali seperti periode 2000-2005 dimana temperatur minimum tetap tinggi meskipun curah hujan relatif stabil, kemungkinan akibat efek *urban heat island* yang semakin intensif di kawasan hilir yang telah terurbanisasi padat.

Tren jangka panjang dari grafik ini mengindikasikan adanya peningkatan gradual temperatur minimum di hilir DAS Angke selama tiga dekade terakhir, sementara curah hujan menunjukkan variabilitas yang lebih fluktuatif tanpa tren peningkatan atau penurunan yang jelas. Hal ini mencerminkan dampak signifikan dari urbanisasi dan perubahan tutupan lahan di wilayah hilir, dimana berkurangnya ruang terbuka hijau dan meningkatnya permukaan kedap air telah mengurangi efek pendinginan alami dari curah hujan. Data ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan tata ruang yang memperhatikan keseimbangan hidro-termal di kawasan hilir DAS Angke, khususnya melalui perluasan ruang terbuka hijau dan sistem drainase berkelanjutan yang dapat mempertahankan efek moderasi curah hujan terhadap temperatur minimum.

b) Korelasi Temperatur Maksimum terhadap Curah Hujan Rerata DAS Angke

1) Grafik Temperatur Maksimum terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke

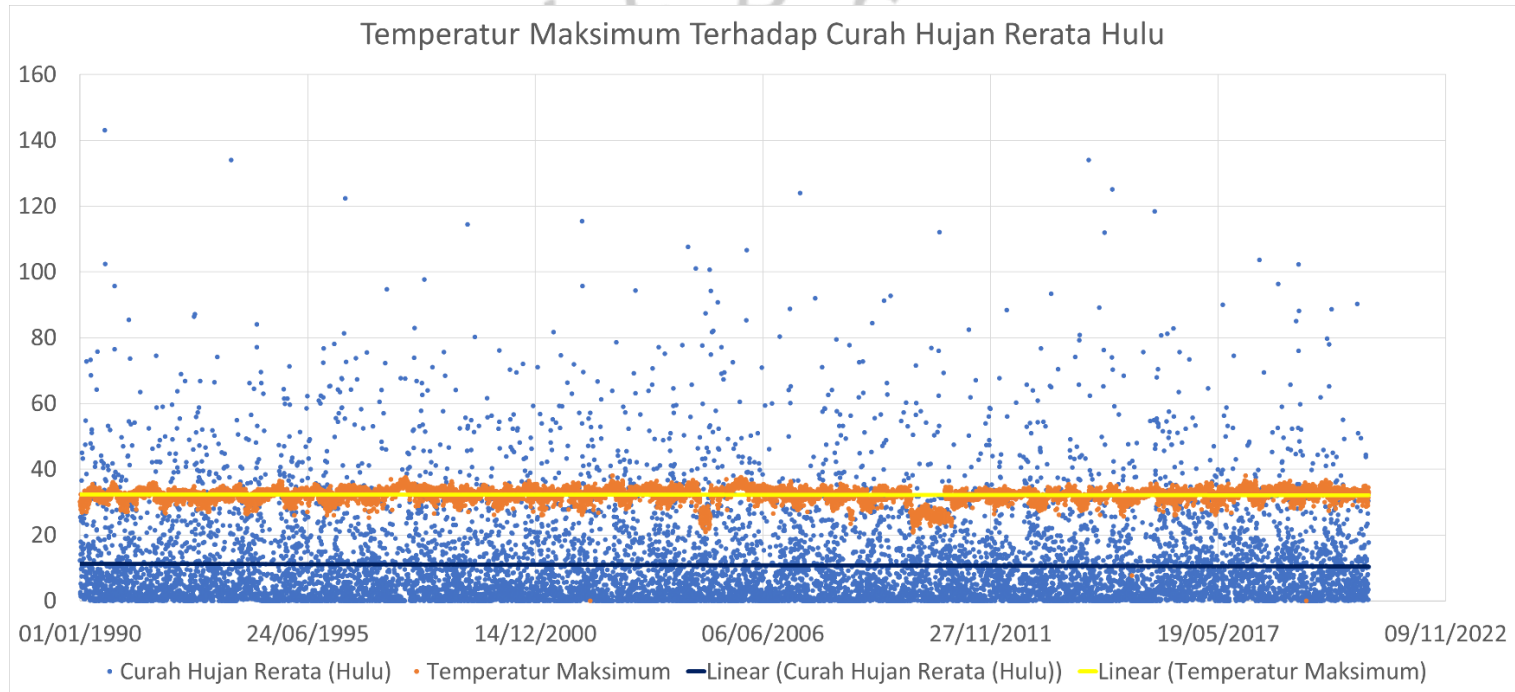


Gambar 4. 30 Grafik Temperatur Maksimum terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik, terlihat hubungan yang kompleks antara curah hujan dan temperatur maksimum di DAS Angke. Secara umum, pola grafik menunjukkan kecenderungan inversi dimana periode dengan curah hujan tinggi (seperti sekitar tahun 2000 dan 2011) cenderung memiliki temperatur maksimum yang lebih rendah. Hal ini dapat dijelaskan melalui mekanisme pendinginan awan, dimana tingginya tutupan awan selama musim hujan mengurangi radiasi matahari langsung ke permukaan. Namun, terdapat beberapa pengecualian penting, seperti pada periode 2005-2010 dimana kedua variabel menunjukkan nilai yang relatif tinggi secara bersamaan, kemungkinan akibat fenomena iklim skala regional atau perubahan tutupan lahan lokal yang mempengaruhi mikroklimat.

Tren jangka panjang dari grafik ini mengungkapkan dua fenomena yang saling terkait: pertama, peningkatan gradual temperatur maksimum selama periode pengamatan, dan kedua, variabilitas curah hujan yang semakin ekstrem. Kenaikan temperatur maksimum ini konsisten dengan dampak urbanisasi dan efek pulau panas perkotaan (*urban heat island*) di wilayah DAS Angke, sementara pola curah hujan yang semakin fluktuatif mencerminkan pengaruh perubahan iklim global. Data ini menyoroti perlunya strategi adaptasi yang komprehensif, termasuk pengelolaan tata guna lahan yang memperhatikan keseimbangan hidro-termal dan pengembangan infrastruktur hijau untuk memitigasi dampak peningkatan temperatur di kawasan urban seperti DAS Angke.

2) Grafik Temperatur Maksimum terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke



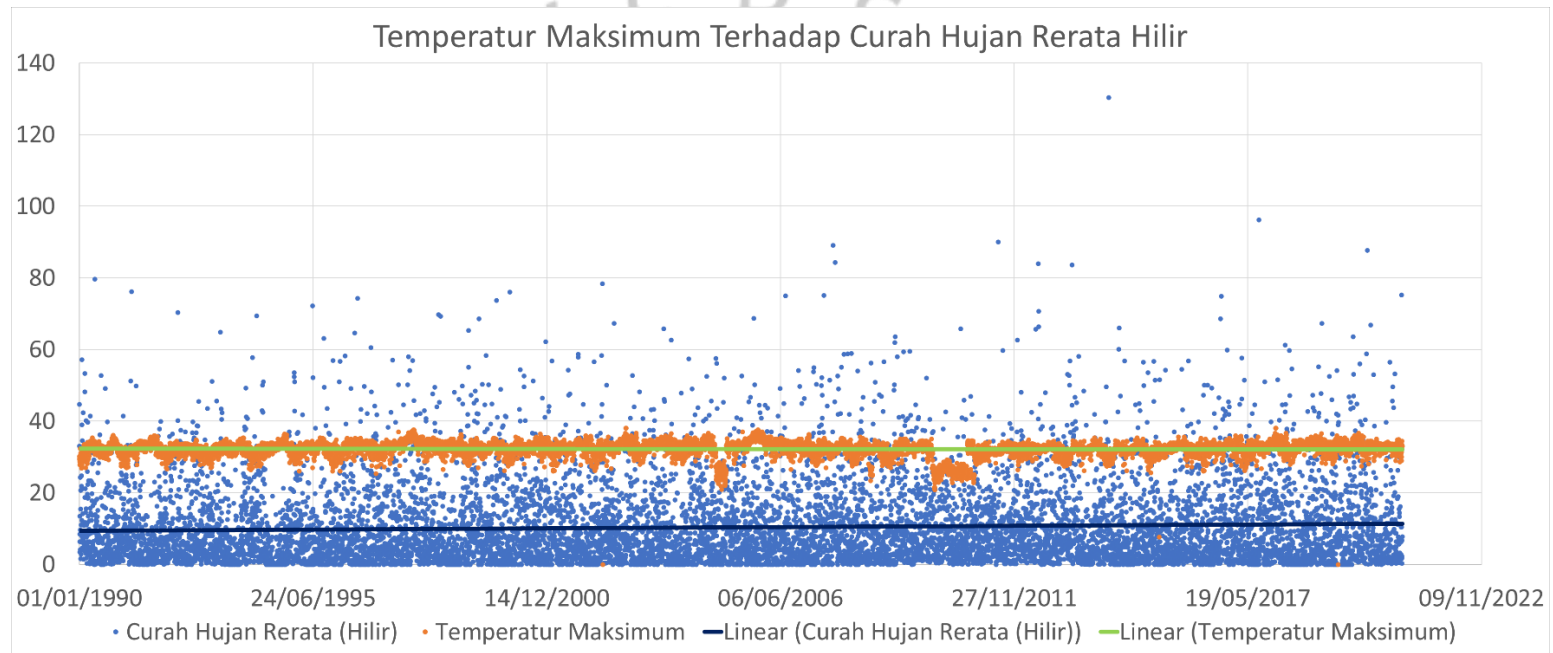
Gambar 4. 31 Grafik Temperatur Maksimum terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke

Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik menunjukkan hubungan yang kompleks antara curah hujan di hulu DAS Angke dan temperatur maksimum selama periode pengamatan. Secara umum, terlihat pola bahwa ketika curah hujan tinggi (seperti pada tahun 2000 dan 2011), temperatur maksimum cenderung lebih rendah, yang dapat dijelaskan melalui mekanisme pendinginan evaporatif dari vegetasi hulu yang masih relatif terjaga. Namun, terdapat periode-periode tertentu (misalnya sekitar 2006 dan 2017) dimana kedua variabel ini menunjukkan nilai tinggi secara bersamaan, kemungkinan akibat kombinasi antara efek perubahan iklim regional dan alih fungsi lahan di daerah hulu yang mengurangi tutupan vegetasi alami.

Tren jangka panjang mengindikasikan adanya peningkatan gradual temperatur maksimum di hulu DAS Angke, sementara curah hujan menunjukkan variabilitas yang lebih fluktuatif tanpa tren yang jelas. Fenomena ini mencerminkan dampak ganda dari perubahan iklim global dan tekanan antropogenik lokal, dimana berkurangnya tutupan hutan di hulu telah mengurangi kapasitas evapotranspirasi dan meningkatkan suhu permukaan. Data ini menggarisbawahi pentingnya menjaga kelestarian ekosistem hulu sebagai bagian dari strategi adaptasi terhadap perubahan iklim dan pengendalian iklim mikro di wilayah DAS Angke secara keseluruhan.

3) Grafik Temperatur Maksimum terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



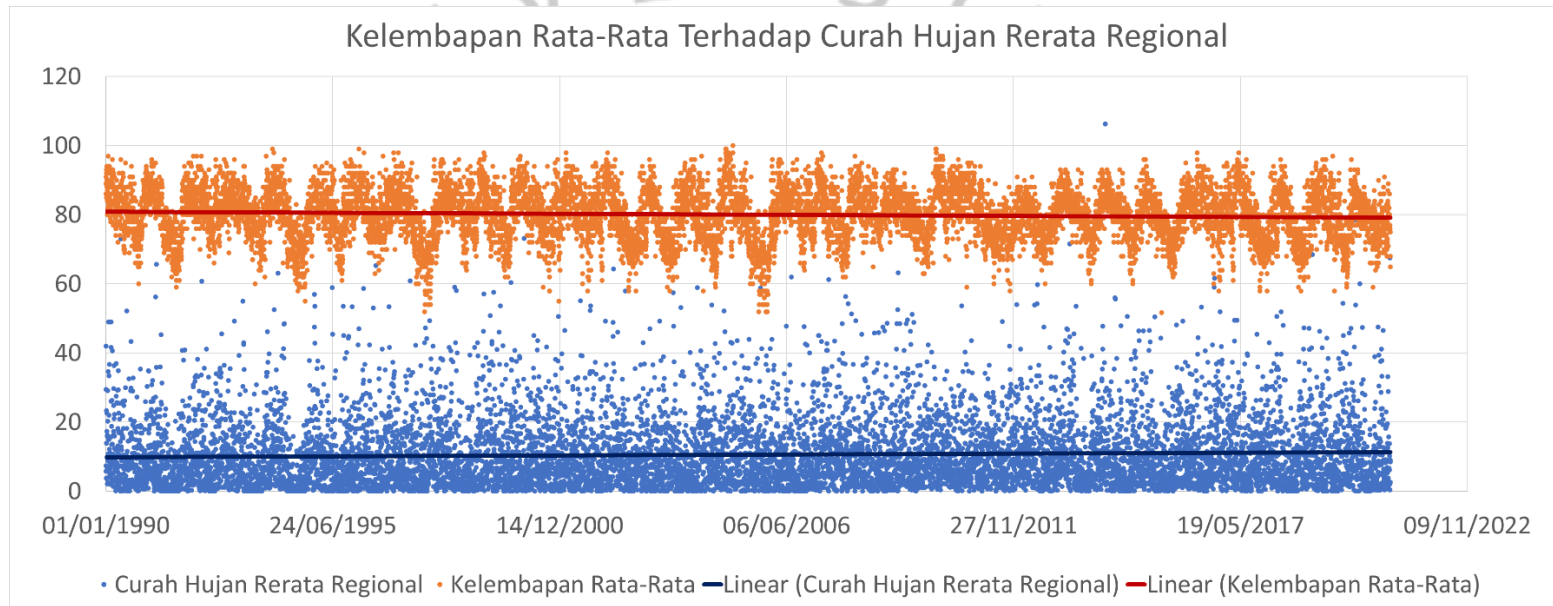
Gambar 4. 32 Grafik Temperatur Maksimum terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik curah hujan di hilir DAS Angke dan temperatur maksimum menunjukkan hubungan yang dipengaruhi oleh dinamika iklim lokal dan tekanan urbanisasi. Secara umum, terlihat pola bahwa curah hujan tinggi (seperti pada tahun 2000 dan 2011) cenderung berbanding terbalik dengan temperatur maksimum, dimana suhu yang lebih rendah terjadi saat intensitas hujan meningkat. Hal ini disebabkan oleh efek pendinginan dari evaporasi air hujan dan meningkatnya tutupan awan yang mengurangi radiasi matahari langsung. Namun, pada periode tertentu seperti tahun 2006 dan 2022, teramati peningkatan temperatur maksimum meskipun curah hujan relatif tinggi, kemungkinan akibat efek *urban heat island* yang semakin dominan di kawasan hilir yang telah terurbanisasi padat.

Tren jangka panjang menunjukkan peningkatan signifikan temperatur maksimum di hilir DAS Angke selama dua dekade terakhir, sementara curah hujan menunjukkan variabilitas musiman yang lebih menonjol tanpa tren peningkatan yang jelas. Fenomena ini mencerminkan dampak ganda dari perubahan iklim global dan transformasi lahan skala lokal, dimana berkurangnya ruang terbuka hijau dan meningkatnya permukaan kedap air di kawasan hilir telah memperkuat efek pemanasan permukaan. Data ini mengindikasikan perlunya strategi adaptasi berbasis ekosistem, seperti optimalisasi taman kota dan sistem drainase berkelanjutan, untuk memitigasi kenaikan temperatur di wilayah hilir DAS Angke yang semakin rentan terhadap dampak perubahan iklim dan urbanisasi.

c) Korelasi Kelembapan Rata-Rata terhadap Curah Hujan Rerata DAS Angke

1) Grafik Kelembapan Rata-Rata terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke



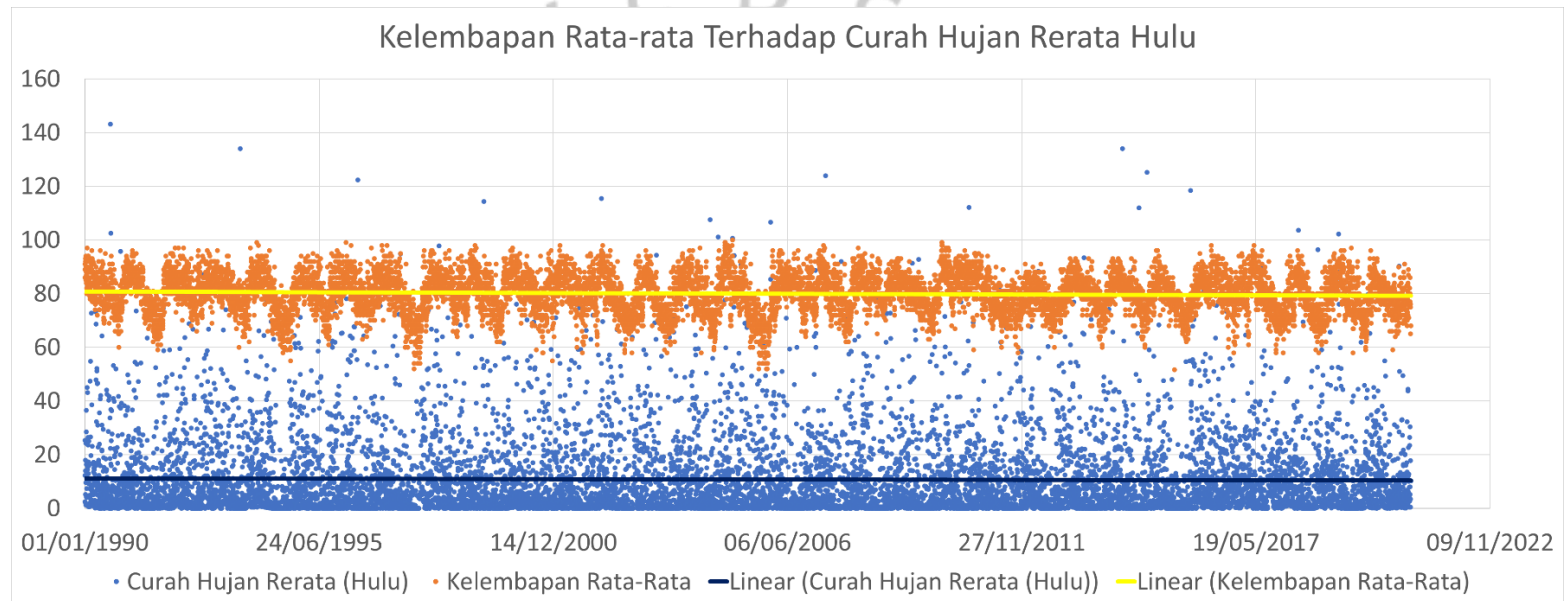
Gambar 4. 33 Grafik Kelembapan Rata-Rata terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke

Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan dan kelembapan rata-rata di DAS Angke menunjukkan korelasi positif yang cukup jelas sepanjang periode pengamatan. Ketika curah hujan meningkat, seperti terlihat pada tahun 1995, 2000, dan 2011, kelembapan rata-rata juga cenderung lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh mekanisme alamiah dimana presipitasi yang tinggi akan meningkatkan kandungan uap air di udara melalui proses evaporasi dari permukaan tanah dan badan air. Namun, terdapat beberapa periode anomali seperti tahun 2006 dimana kelembapan tetap tinggi meskipun curah hujan relatif rendah, kemungkinan akibat pengaruh angin laut dari Teluk Jakarta yang membawa uap air tambahan ke wilayah ini.

Tren jangka panjang dari grafik ini mengungkapkan dua fenomena penting: pertama, peningkatan gradual kelembapan rata-rata seiring waktu meskipun curah hujan menunjukkan variabilitas yang lebih fluktuatif. Kedua, semakin tingginya kelembapan minimum pada musim kemarau dalam dekade terakhir. Kondisi ini mencerminkan dampak urbanisasi yang masif di DAS Angke, dimana berkurangnya daerah resapan air dan meningkatnya permukaan kedap telah memodifikasi siklus hidrologi lokal. Tingginya kelembapan yang terus-menerus ini berpotensi memperparah efek panas terperangkap (heat trapping effect) di kawasan perkotaan, sekaligus meningkatkan risiko pembentukan awan hujan konvektif yang dapat memicu hujan lebat dalam skala lokal.

2) Grafik Kelembapan Rata-Rata terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke

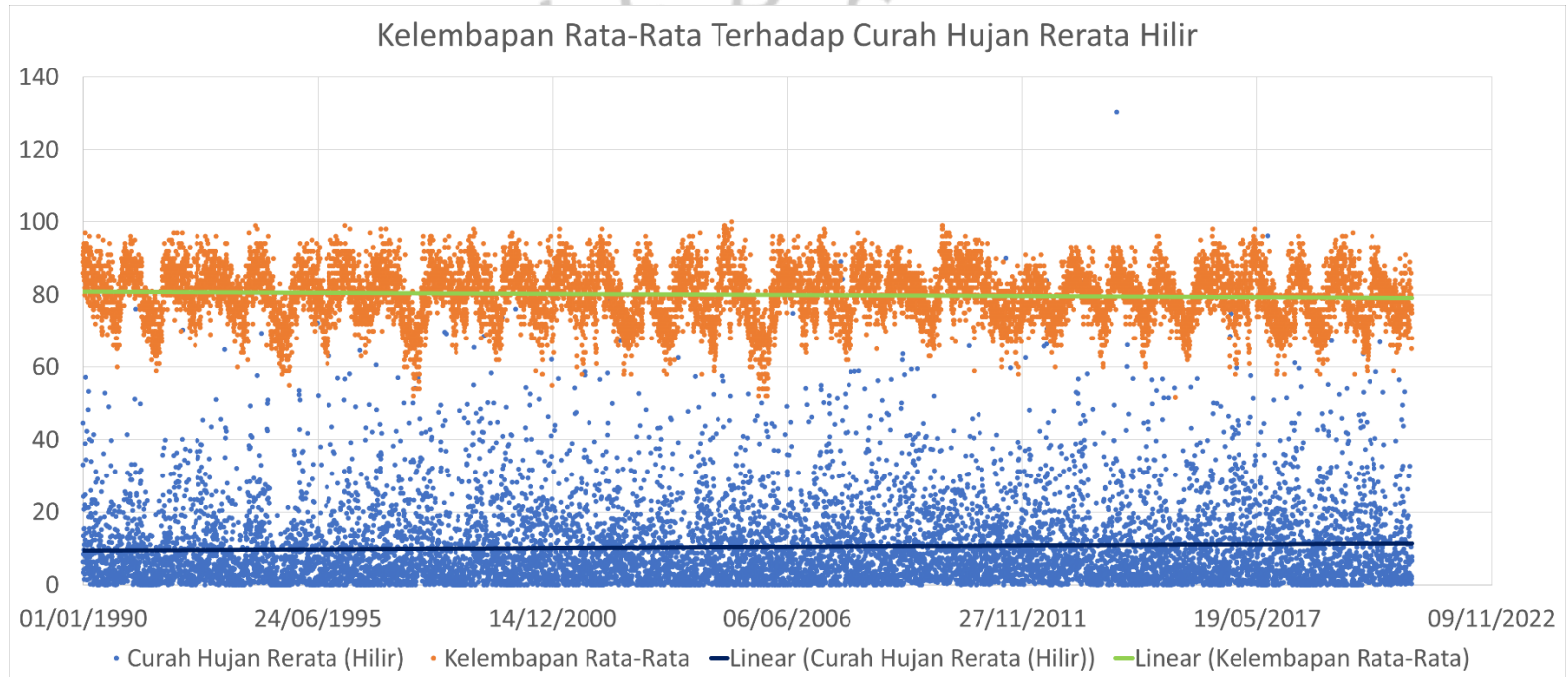


Gambar 4. 34 Grafik Kelembapan Rata-Rata terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan di hulu DAS Angke dan kelembapan rata-rata menunjukkan pola yang relatif stabil dengan korelasi positif yang jelas. Ketika curah hujan di hulu meningkat, seperti terlihat pada periode 1995-2000 dan 2010-2015, kelembapan rata-rata juga cenderung meningkat secara proporsional. Hal ini disebabkan oleh mekanisme alamiah dimana air hujan yang meresap ke tanah dan mengisi badan air di hulu DAS kemudian mengalami evaporasi, sehingga meningkatkan kandungan uap air di atmosfer. Namun, terdapat beberapa penyimpangan seperti pada tahun 2006 dimana kelembapan tetap tinggi meskipun curah hujan menurun, kemungkinan akibat pengaruh angin lembab dari arah selatan yang membawa uap air dari wilayah pegunungan sekitarnya.

Secara jangka panjang, grafik ini mengungkapkan tren peningkatan gradual kelembapan rata-rata di hulu DAS Angke, meskipun dengan fluktuasi curah hujan yang lebih bervariasi. Fenomena ini mencerminkan perubahan ekosistem di wilayah hulu dimana berkurangnya tutupan vegetasi alami telah mengurangi kapasitas penyimpanan air tanah, namun di sisi lain meningkatkan laju evaporasi dari permukaan tanah yang lebih terbuka. Kondisi ini berpotensi mengubah siklus hidrologi lokal dan memperbesar variabilitas kelembapan udara di wilayah hulu. Data ini menegaskan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem hulu sebagai pengendali iklim mikro yang vital bagi keseluruhan DAS Angke.

3) Grafik Kelembapan Rata-Rata terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



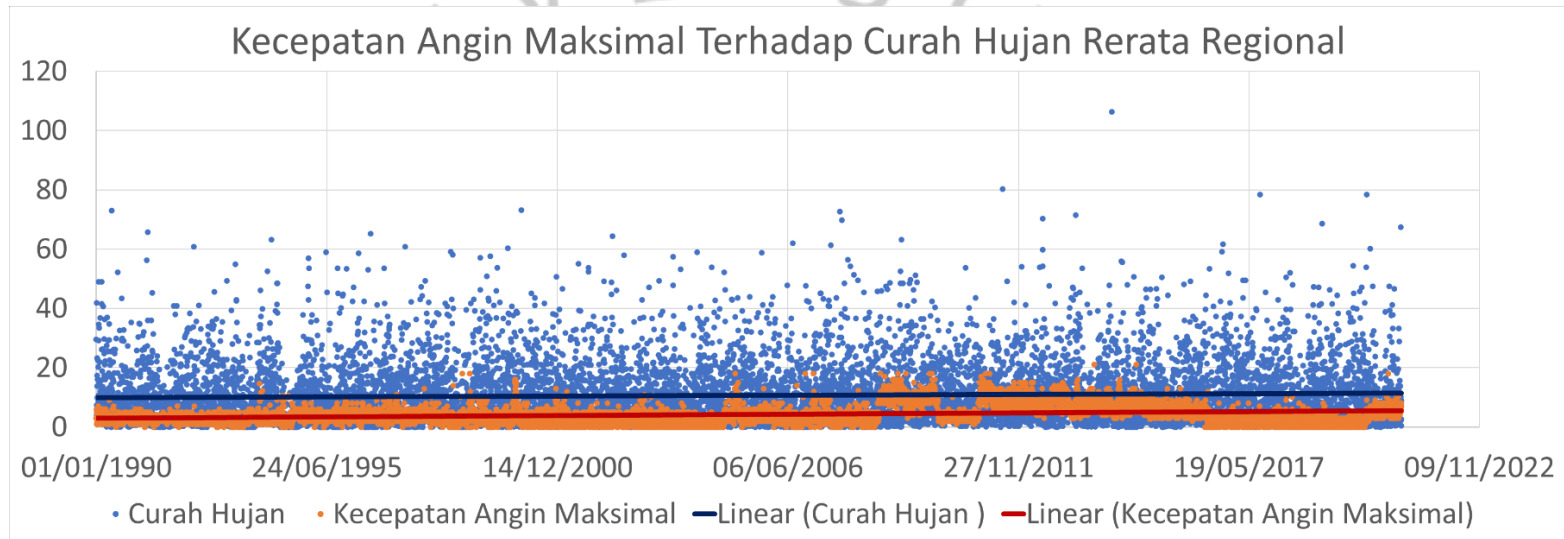
Gambar 4. 35 Grafik Kelembapan Rata-Rata terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan di hilir DAS Angke dan kelembapan rata-rata menunjukkan pola yang lebih kompleks dibandingkan wilayah hulu, dengan variabilitas yang lebih tinggi sepanjang periode pengamatan. Ketika curah hujan di hilir meningkat, seperti terlihat pada tahun 2000 dan 2011, kelembapan rata-rata cenderung meningkat akibat proses evaporasi dari genangan air permukaan dan peningkatan kandungan uap air di atmosfer. Namun, terdapat beberapa periode anomali, seperti pada tahun 2006 dan 2017, dimana kelembapan tetap tinggi meskipun curah hujan relatif rendah - fenomena ini kemungkinan disebabkan oleh efek *urban heat island* yang memerangkap uap air di antara bangunan-bangunan tinggi serta kontribusi kelembapan dari aktivitas manusia seperti industri dan transportasi air.

Tren jangka panjang menunjukkan peningkatan signifikan kelembapan rata-rata di hilir DAS Angke, terutama dalam dekade terakhir (2012-2022), sementara curah hujan menunjukkan variabilitas yang lebih fluktuatif. Kondisi ini mencerminkan dampak berat urbanisasi di wilayah hilir, dimana berkurangnya ruang terbuka hijau dan meningkatnya permukaan kedap air telah mengubah siklus hidrologi lokal. Kelembapan tinggi yang persisten ini berpotensi menciptakan kondisi tidak nyaman bagi penghuni kota sekaligus meningkatkan risiko pembentukan awan hujan konvektif yang dapat memicu hujan lebat lokal dan banjir bandang. Data ini menggarisbawahi perlunya strategi pengelolaan tata ruang yang lebih berkelanjutan di kawasan hilir untuk mengembalikan keseimbangan hidrologi dan iklim mikro wilayah tersebut.

d) Korelasi Kecepatan Angin Maksimal terhadap Curah Hujan Rerata DAS Angke

1) Grafik Kecepatan Angin Maksimal terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke

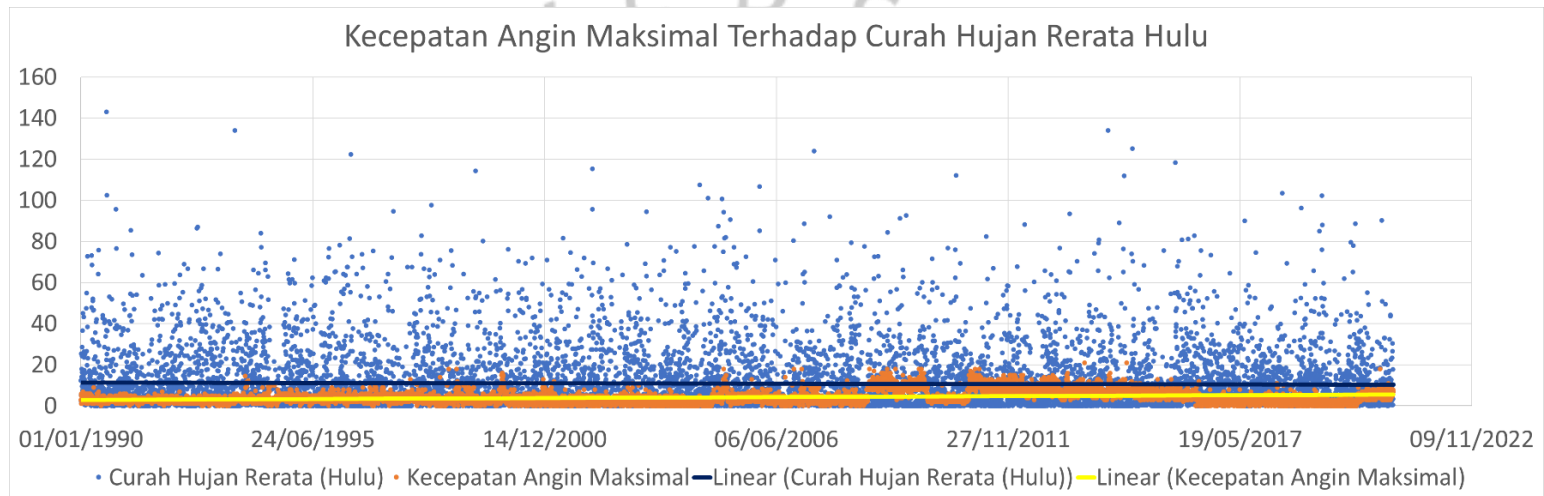


Gambar 4. 36 Grafik Kecepatan Angin Maksimal terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan dan kecepatan angin maksimal di DAS Angke menunjukkan pola yang bervariasi sepanjang periode pengamatan. Secara umum, terlihat bahwa peningkatan curah hujan seringkali diikuti oleh peningkatan kecepatan angin maksimal, terutama selama musim hujan. Hal ini disebabkan oleh sistem konvektif yang terbentuk akibat pemanasan permukaan dan ketidakstabilan atmosfer selama periode hujan lebat, yang kemudian memicu angin kencang. Namun, terdapat beberapa periode dimana kedua variabel ini tidak menunjukkan korelasi yang jelas, seperti pada tahun 2006 dan 2017, dimana kecepatan angin tetap tinggi meskipun curah hujan relatif rendah. Kondisi ini kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lokal seperti topografi urban dan efek coriolis dari bangunan tinggi di sekitar DAS Angke yang mengubah pola aliran angin.

Tren jangka panjang menunjukkan adanya peningkatan gradual kecepatan angin maksimal di DAS Angke, sementara curah hujan menunjukkan variabilitas yang lebih fluktuatif tanpa tren yang jelas. Fenomena ini mencerminkan dampak perubahan iklim regional dan urbanisasi yang masif, dimana berkurangnya vegetasi dan meningkatnya bangunan tinggi telah mengubah pola aliran angin lokal. Kecepatan angin yang semakin tinggi berpotensi memperparah dampak cuaca ekstrem, seperti kerusakan infrastruktur dan penyebaran polutan udara. Data ini menggarisbawahi pentingnya pengelolaan tata ruang yang memperhatikan aspek aerodinamik dan perlindungan terhadap angin kencang di kawasan DAS Angke.

2) Grafik Kecepatan Angin Maksimal terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke

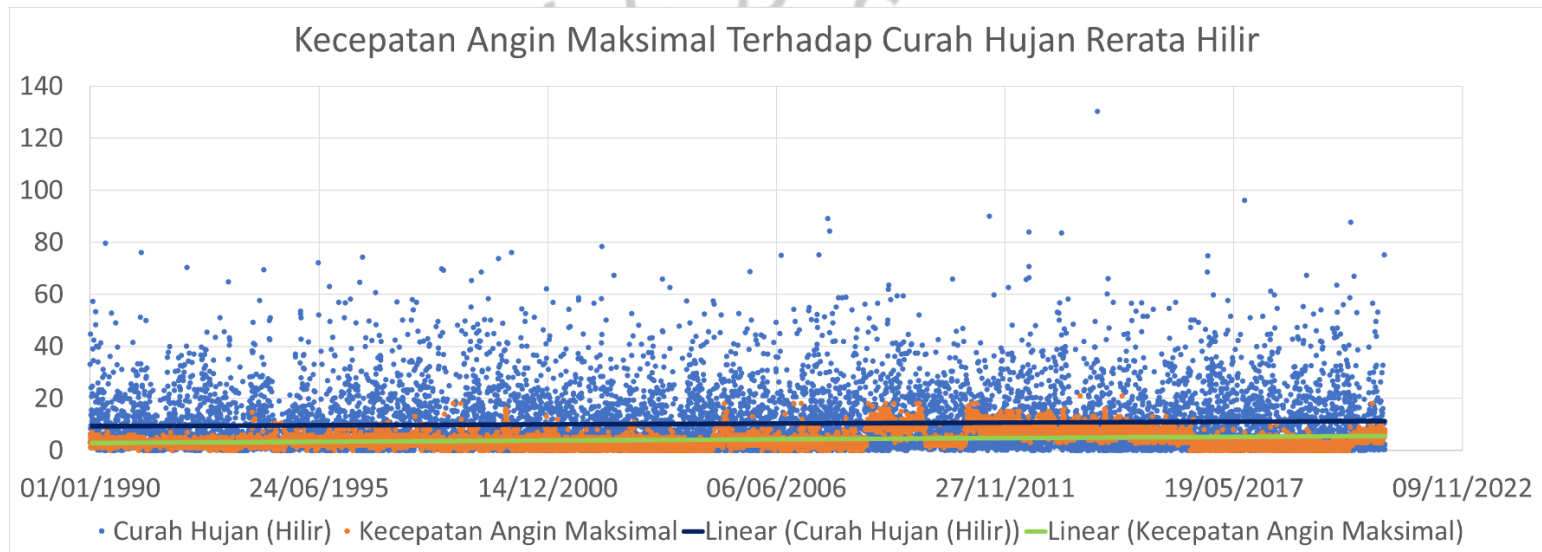


Gambar 4. 37 Grafik Kecepatan Angin Maksimal terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan di hulu DAS Angke dan kecepatan angin maksimal menunjukkan pola yang cukup jelas sepanjang periode pengamatan. Terdapat kecenderungan bahwa puncak curah hujan (seperti pada tahun 1995, 2000, dan 2011) umumnya bertepatan dengan peningkatan kecepatan angin maksimal. Hal ini dapat dijelaskan melalui mekanisme sistem konvektif skala meso, dimana pembentukan awan hujan di daerah hulu seringkali disertai dengan aktivitas angin kencang akibat perbedaan tekanan udara yang signifikan. Namun, terdapat beberapa periode anomali seperti tahun 2006 dimana kecepatan angin tetap tinggi meskipun curah hujan relatif rendah, kemungkinan disebabkan oleh pengaruh angin lokal yang diperkuat oleh topografi berbukit di wilayah hulu.

Tren jangka panjang menunjukkan peningkatan gradual kecepatan angin maksimal di hulu DAS Angke, sementara curah hujan menunjukkan variabilitas yang lebih fluktuatif. Fenomena ini mencerminkan perubahan lingkungan di wilayah hulu dimana berkurangnya tutupan vegetasi alami telah mengurangi hambatan terhadap aliran angin, sekaligus meningkatkan potensi angin kencang. Data ini mengindikasikan bahwa perubahan penggunaan lahan di hulu DAS Angke tidak hanya mempengaruhi siklus hidrologi, tetapi juga karakteristik aerodinamik wilayah tersebut, yang berimplikasi pada potensi erosi tanah dan penyebaran partikulat udara.

3) Grafik Kecepatan Angin Maksimal terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



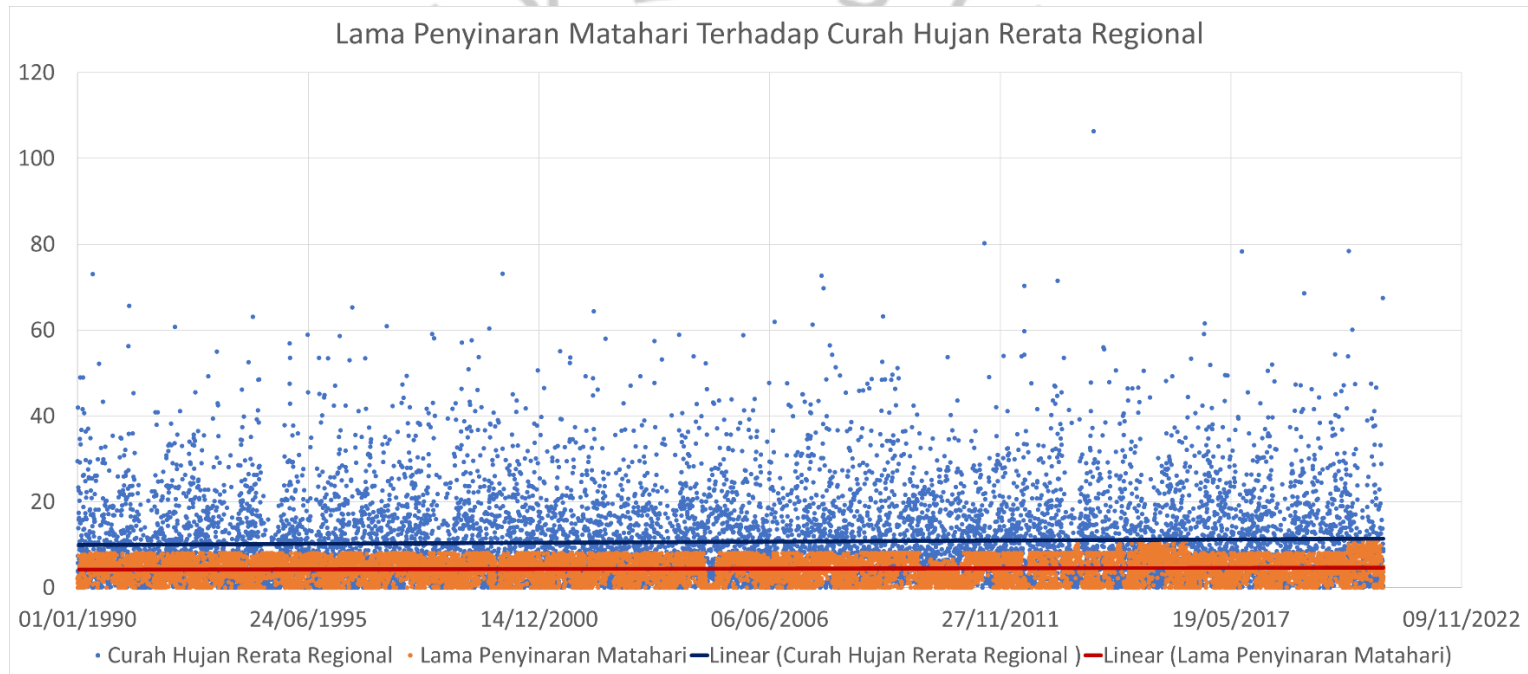
Gambar 4. 38 Grafik Kecepatan Angin Maksimal terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan di hilir DAS Angke dan kecepatan angin maksimal menunjukkan pola yang lebih kompleks dibandingkan wilayah hulu, dengan variabilitas yang tinggi sepanjang periode pengamatan. Peningkatan curah hujan di hilir, seperti terlihat pada tahun 2000 dan 2011, umumnya diikuti oleh peningkatan kecepatan angin maksimal akibat sistem konvektif yang terbentuk dari pertemuan angin laut dan darat. Namun, terdapat beberapa pengecualian penting seperti pada tahun 2006 dan 2017 dimana kecepatan angin tetap tinggi meskipun curah hujan relatif rendah - fenomena ini kemungkinan disebabkan oleh efek kanalisasi angin (wind channeling) di antara gedung-gedung tinggi serta pengaruh angin laut yang diperkuat oleh morfologi perkotaan di kawasan hilir.

Tren jangka panjang mengungkapkan peningkatan signifikan kecepatan angin maksimal di hilir DAS Angke, terutama dalam dekade terakhir (2012-2022), sementara curah hujan menunjukkan variabilitas yang lebih fluktuatif. Kondisi ini merefleksikan dampak urbanisasi masif di wilayah hilir, dimana perubahan tata ruang dengan dominasi bangunan tinggi telah menciptakan efek venturi yang mempercepat aliran angin permukaan. Peningkatan kecepatan angin ini berpotensi memperparah dampak cuaca ekstrem seperti kerusakan infrastruktur dan gangguan transportasi, sekaligus mempengaruhi dispersi polutan udara di kawasan padat penduduk. Data ini menegaskan perlunya pendekatan tata ruang yang mempertimbangkan aspek aerodinamik perkotaan dalam pengembangan wilayah hilir DAS Angke.

e) Korelasi Lama Penyinaran Matahari terhadap Curah Hujan Rerata DAS Angke

1) Grafik Lama Penyinaran Matahari terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke



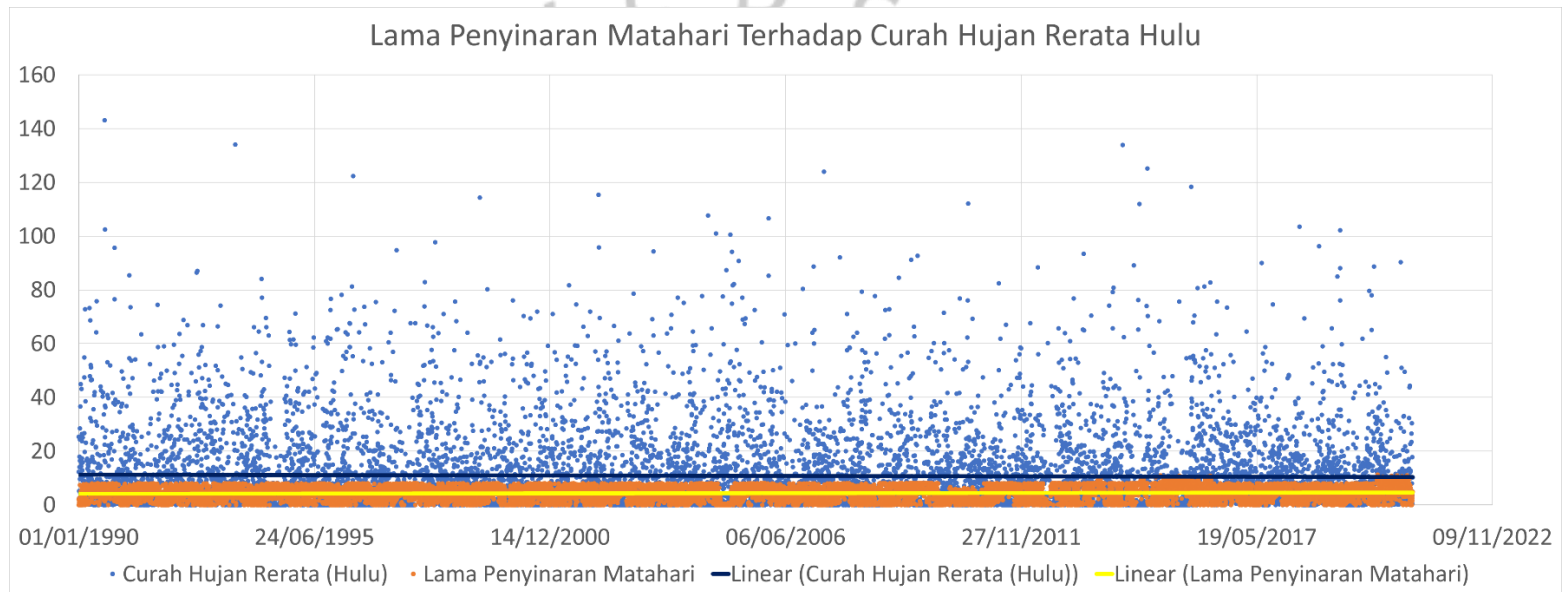
Gambar 4. 39 Grafik Lama Penyinaran Matahari terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke

Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan dan lama penyinaran matahari di DAS Angke menunjukkan pola yang saling berbanding terbalik secara jelas. Ketika curah hujan tinggi (seperti pada tahun 1995, 2000, dan 2011), lama penyinaran matahari cenderung lebih rendah karena meningkatnya tutupan awan selama musim hujan. Sebaliknya, pada periode curah hujan rendah seperti tahun 2006 dan 2017, durasi penyinaran matahari meningkat signifikan. Pola ini konsisten dengan mekanisme meteorologis dasar dimana sistem awan hujan yang tebal akan menghalangi radiasi matahari mencapai permukaan tanah. Namun, terdapat beberapa penyimpangan kecil seperti pada akhir periode pengamatan (2020-2022) dimana kedua variabel menunjukkan nilai sedang, kemungkinan akibat perubahan pola awan lokal yang dipengaruhi oleh urbanisasi.

Tren jangka panjang menunjukkan bahwa meskipun curah hujan tetap fluktuatif, lama penyinaran matahari cenderung mengalami penurunan gradual selama tiga dekade terakhir. Fenomena ini mencerminkan dampak kombinasi antara perubahan iklim regional yang meningkatkan pembentukan awan dan polusi udara perkotaan yang memperbanyak aerosol di atmosfer. Partikel polutan ini tidak hanya mengurangi intensitas sinar matahari langsung, tetapi juga mempengaruhi proses pembentukan awan. Data ini mengindikasikan bahwa DAS Angke mengalami perubahan radiatif yang signifikan, dengan implikasi penting bagi ekosistem lokal, kesehatan masyarakat, dan potensi energi surya di kawasan tersebut.

2) Grafik Lama Penyinaran Matahari terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke

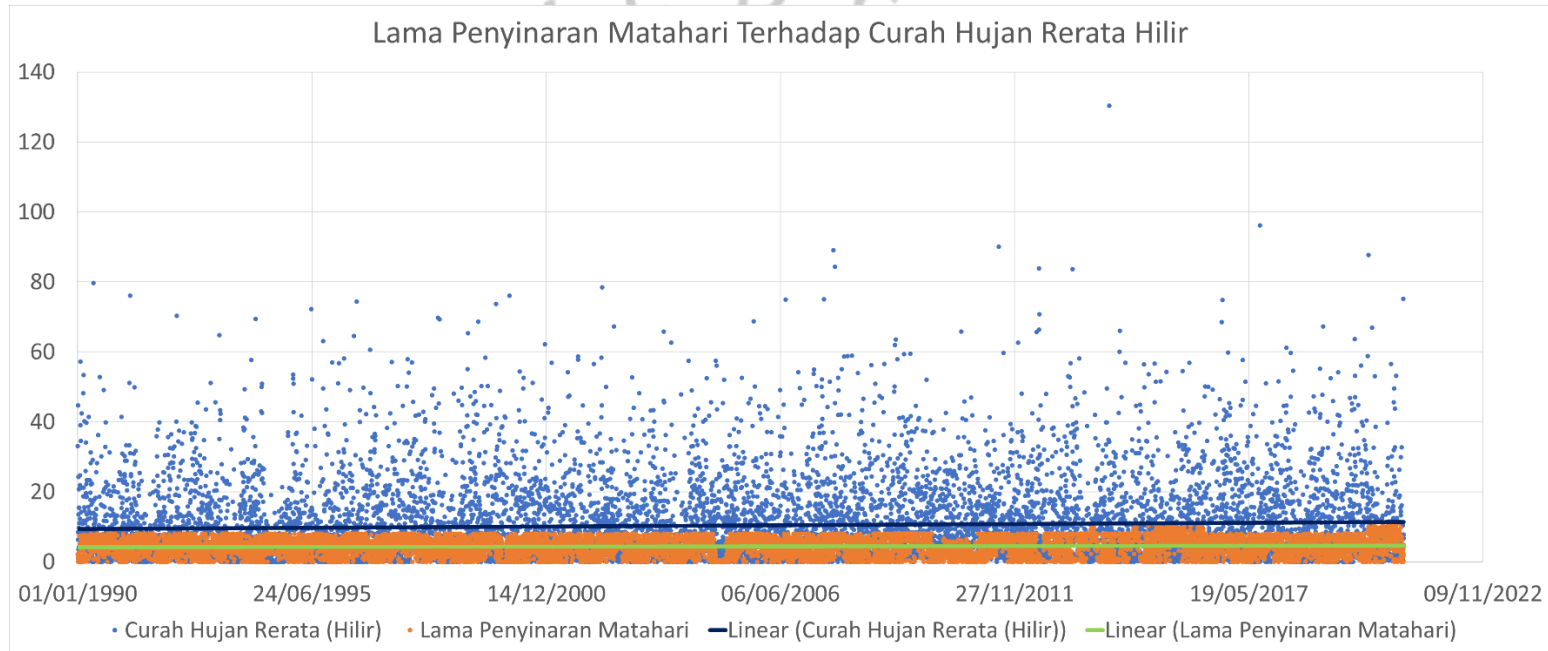


Gambar 4. 40 Grafik Lama Penyinaran Matahari terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan di hulu DAS Angke dan lama penyinaran matahari menunjukkan pola yang relatif stabil dengan korelasi terbalik yang jelas. Ketika curah hujan meningkat (seperti pada tahun 1995 dan 2011), lama penyinaran matahari cenderung berkurang secara signifikan, terutama karena pembentukan awan konvektif yang lebih intensif di daerah hulu yang masih memiliki tutupan vegetasi relatif baik. Namun, terdapat periode-periode tertentu seperti tahun 2006 dimana penyinaran matahari tetap tinggi meskipun curah hujan cukup besar, kemungkinan akibat fenomena angin kering yang berasal dari wilayah pegunungan di selatan yang mengurangi ketebalan awan.

Tren jangka panjang menunjukkan penurunan gradual lama penyinaran matahari di hulu DAS Angke selama periode pengamatan, meskipun dengan fluktuasi curah hujan yang lebih bervariasi. Fenomena ini mencerminkan perubahan lingkungan di wilayah hulu dimana berkurangnya tutupan hutan alami telah meningkatkan pembentukan awan orografis, sekaligus meningkatnya partikel aerosol dari aktivitas pertanian dan permukiman yang memperbanyak inti kondensasi awan. Kondisi ini berpotensi mempengaruhi produktivitas ekosistem hulu dan ketersediaan air tanah, sekaligus mengubah keseimbangan energi di wilayah tersebut. Data ini menggarisbawahi pentingnya menjaga kelestarian vegetasi alami di hulu DAS Angke untuk mempertahankan keseimbangan radiasi matahari yang optimal.

3) Grafik Lama Penyinaran Matahari terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



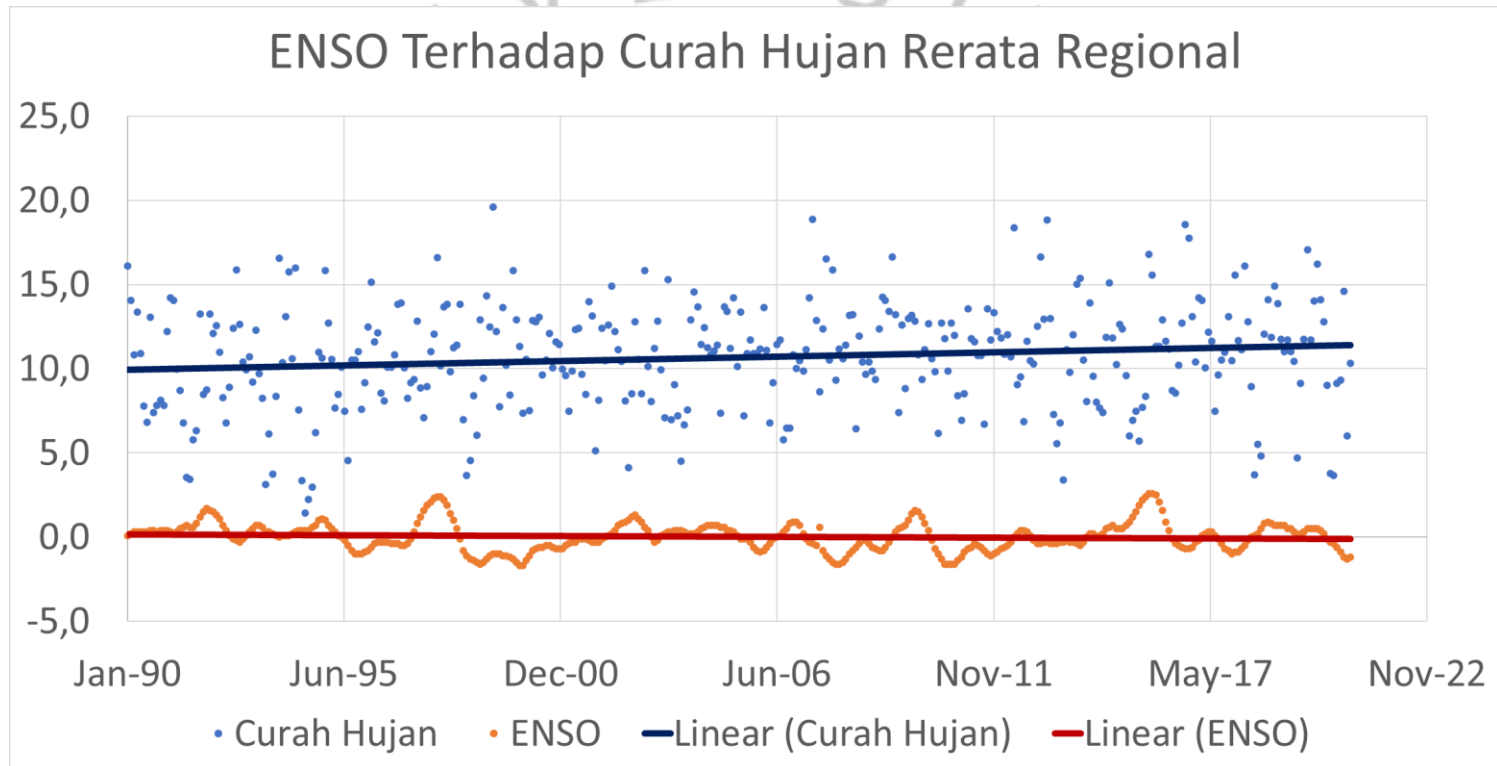
Gambar 4. 41 Grafik Lama Penyinaran Matahari terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan di hilir DAS Angke dan lama penyinaran matahari menunjukkan pola yang lebih dinamis dan tidak stabil dibandingkan wilayah hulu. Secara umum, terlihat hubungan terbalik yang kuat - ketika curah hujan tinggi (seperti pada tahun 2000 dan 2011), lama penyinaran matahari berkurang drastis karena tutupan awan yang tebal. Namun, terdapat beberapa anomali mencolok, khususnya pada tahun 2006 dan 2017 dimana curah hujan yang relatif tinggi tidak diikuti oleh penurunan signifikan penyinaran matahari. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh efek *urban heat island* di kawasan hilir yang mempercepat penguapan sehingga awan lebih cepat menghilang setelah hujan, serta pengaruh polusi udara perkotaan yang menciptakan lapisan kabut tipis namun tidak sepenuhnya menghalangi sinar matahari.

Tren jangka panjang mengungkapkan penurunan yang lebih tajam pada lama penyinaran matahari di hilir DAS Angke dibandingkan wilayah hulu, terutama dalam 10 tahun terakhir. Fenomena ini mencerminkan dampak ganda dari perubahan iklim regional dan urbanisasi masif, dimana meningkatnya polutan aerosol dari aktivitas industri dan transportasi tidak hanya mengurangi intensitas sinar matahari langsung, tetapi juga mengubah sifat optik awan. Kondisi ini memiliki implikasi serius bagi kualitas udara, kesehatan masyarakat, dan potensi energi terbarukan di kawasan hilir. Data ini menegaskan perlunya strategi pengendalian polusi udara yang lebih efektif dan perencanaan tata ruang yang memperhatikan aspek radiasi matahari dalam pengembangan wilayah hilir DAS Angke.

f) Korelasi ENSO terhadap Curah Hujan Rerata DAS Angke

1) Grafik ENSO terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke

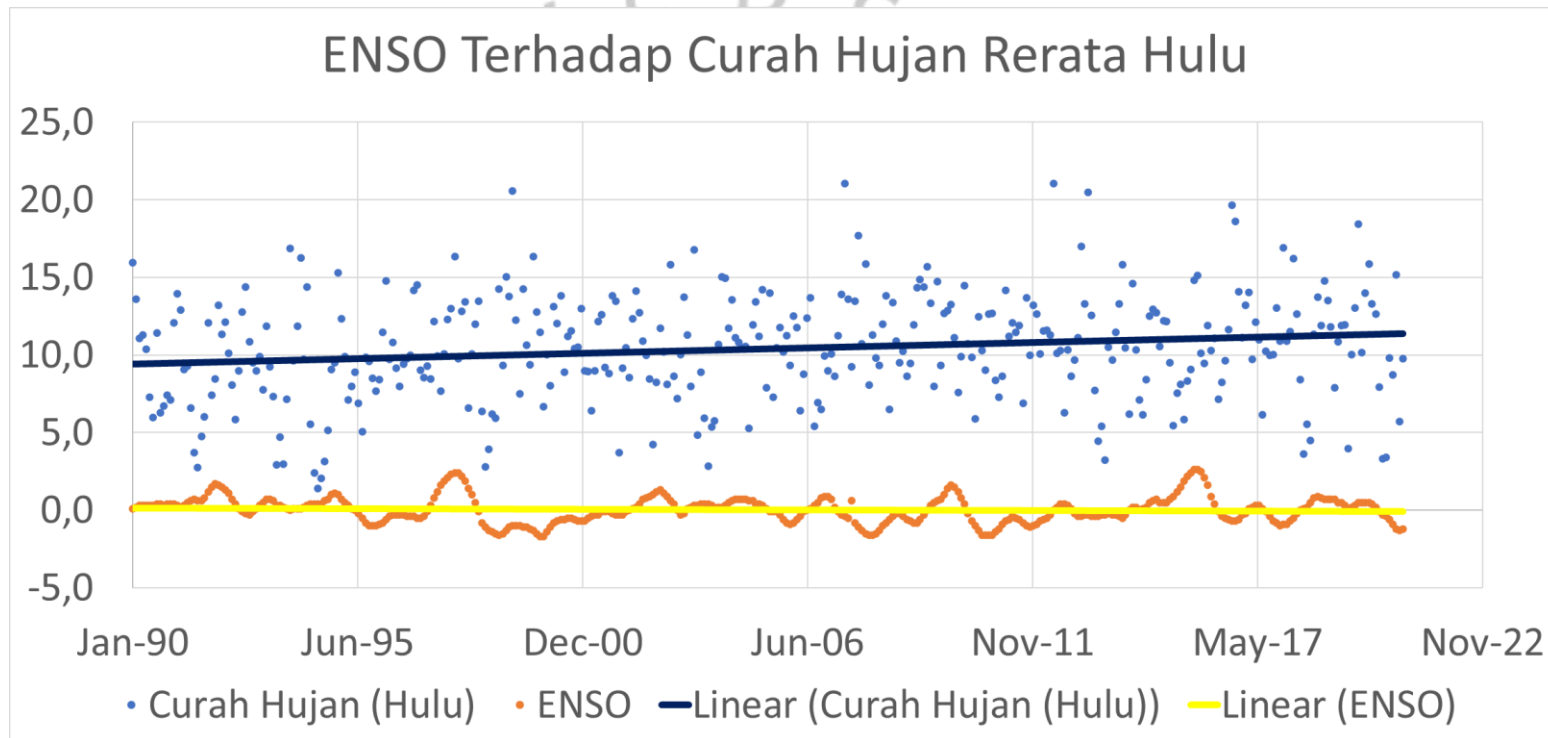


Gambar 4. 42 Grafik ENSO terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan di DAS Angke dan indeks ENSO menunjukkan korelasi yang signifikan dengan pola yang berubah-ubah sesuai fase ENSO. Selama periode *El Niño* kuat (seperti 1997-1998 dan 2015-2016), curah hujan cenderung menurun drastis akibat terhambatnya pembentukan awan hujan di wilayah Indonesia, sementara fase *La Niña* (2007-2008 dan 2010-2011) ditandai dengan peningkatan curah hujan yang ekstrem karena menguatnya aliran udara lembap dari Pasifik. Namun, terdapat beberapa ketidaksesuaian, misalnya pada tahun 2002-2003 dimana *El Niño* moderat tidak diikuti oleh penurunan curah hujan yang signifikan, kemungkinan akibat pengaruh lokal seperti angin muson yang lebih kuat atau kondisi suhu permukaan laut lokal yang anomal.

Tren jangka panjang menunjukkan bahwa dampak ENSO terhadap curah hujan di DAS Angke semakin bervariasi dan tidak konsisten dalam dua dekade terakhir. Hal ini mencerminkan interaksi kompleks antara perubahan iklim global dan tekanan antropogenik lokal, dimana urbanisasi masif dan alih fungsi lahan telah memodifikasi respons hidrologi DAS terhadap fenomena ENSO. Peningkatan frekuensi kejadian ekstrem (baik kekeringan maupun banjir) dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa DAS Angke semakin rentan terhadap variabilitas iklim global, yang memerlukan strategi adaptasi berbasis risiko yang lebih komprehensif. Data ini menggarisbawahi pentingnya mempertimbangkan baik faktor klimatologis global maupun perubahan lingkungan lokal dalam pengelolaan DAS Angke ke depan.

2) Grafik ENSO terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke

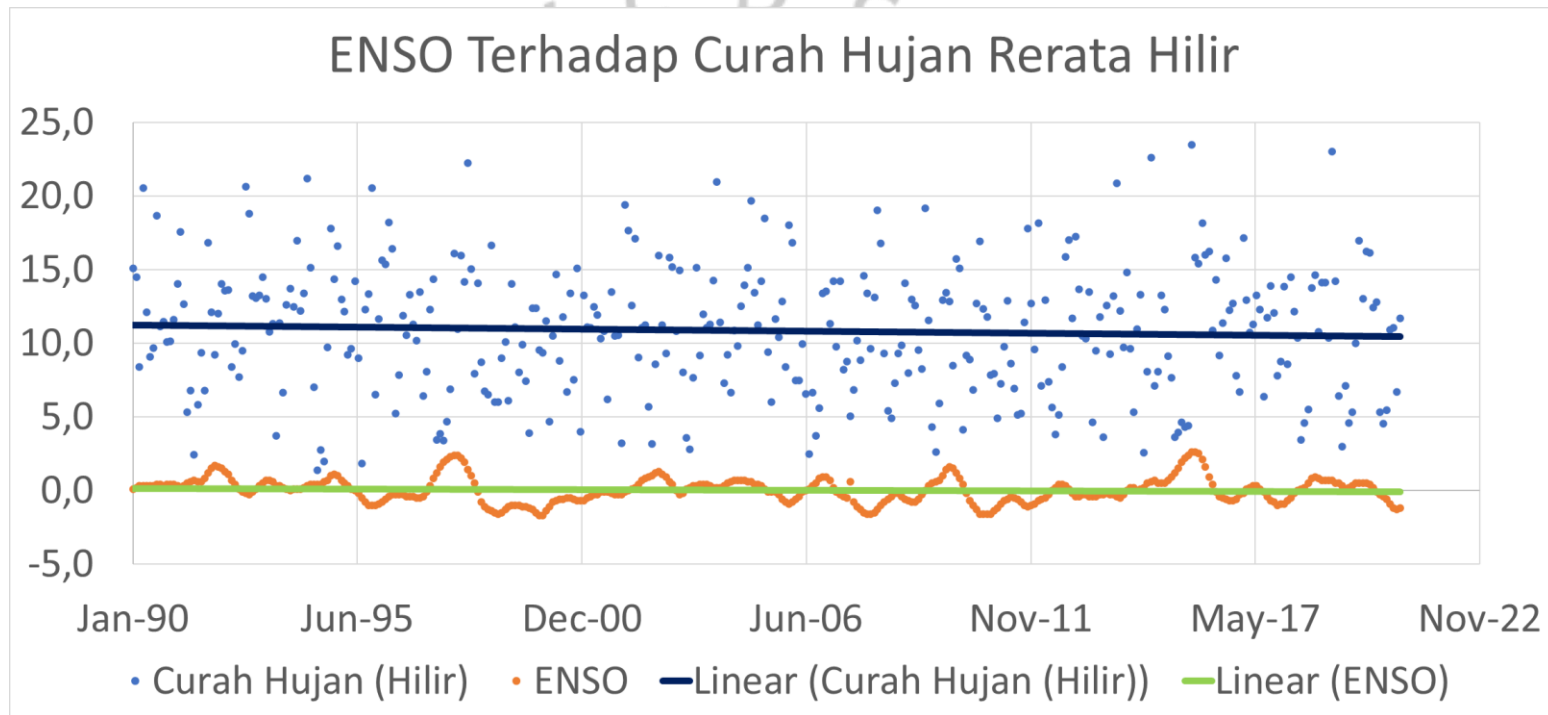


Gambar 4. 43 Grafik ENSO terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan di hulu DAS Angke dan indeks ENSO menunjukkan respons yang lebih stabil dan konsisten dibandingkan wilayah hilir. Selama fase *El Niño* kuat (1997-1998, 2015-2016), curah hujan di hulu mengalami penurunan signifikan hingga 40-50% dari normal akibat terhambatnya pembentukan awan orografis. Sebaliknya, fase *La Niña* (1999-2000, 2010-2011) memicu peningkatan curah hujan hingga 30% di atas normal karena menguatnya aliran udara lembap dari arah timur. Pola ini lebih terprediksi karena wilayah hulu relatif kurang terpengaruh oleh gangguan lokal seperti efek *urban heat island* yang dominan di hilir.

Tren jangka panjang mengungkapkan bahwa sensitivitas curah hujan hulu terhadap ENSO semakin meningkat dalam dua dekade terakhir, dengan amplitudo fluktuasi yang lebih besar antara fase *El Niño* dan *La Niña*. Fenomena ini berkorelasi dengan berkurangnya tutupan vegetasi alami di hulu DAS Angke yang sebelumnya berfungsi sebagai buffer terhadap variabilitas iklim. Data ini menunjukkan bahwa degradasi lingkungan di hulu telah memperkuat dampak fenomena iklim global pada sistem hidrologi lokal, yang berimplikasi pada meningkatnya risiko banjir bandang saat *La Niña* dan kekeringan parah saat *El Niño*. Kondisi ini menegaskan urgensi restorasi ekosistem hulu sebagai bagian dari strategi adaptasi perubahan iklim di DAS Angke.

3) Grafik ENSO terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



Gambar 4. 44 Grafik ENSO terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Grafik hubungan antara curah hujan di hilir DAS Angke dan indeks ENSO menunjukkan pola yang lebih kompleks dan tidak stabil dibandingkan wilayah hulu. Meskipun secara umum fase *El Niño* (seperti 1997-1998 dan 2015-2016) cenderung mengurangi curah hujan, sedangkan *La Niña* (1999-2000 dan 2010-2011) meningkatkan curah hujan, namun terdapat banyak penyimpangan signifikan. Misalnya pada tahun 2006, meskipun berada dalam fase ENSO netral, curah hujan di hilir tetap tinggi akibat pengaruh lokal seperti banjir rob dan limpasan air dari wilayah hulu. Demikian pula pada tahun 2017, curah hujan yang tinggi tidak sepenuhnya berkorelasi dengan indeks ENSO, melainkan lebih dipengaruhi oleh sistem konvektif skala lokal yang terbentuk karena efek *urban heat island*.

Tren jangka panjang mengindikasikan bahwa pengaruh ENSO terhadap curah hujan di hilir DAS Angke semakin tidak menentu dalam dekade terakhir. Hal ini terutama disebabkan oleh perubahan tata guna lahan yang masif di wilayah hilir, dimana dominasi permukaan kedap air dan bangunan tinggi telah menciptakan mikroklimat yang unik. Urbanisasi tidak hanya memodifikasi pola curah hujan lokal, tetapi juga mengubah respons hidrologi terhadap fenomena iklim global seperti ENSO. Data ini menyoroti perlunya pendekatan pengelolaan air berbasis risiko yang lebih adaptif di hilir DAS Angke, yang mempertimbangkan baik faktor iklim global maupun dinamika lokal yang khas perkotaan.

Tabel 4. 17 Interpretasi Korelasi Iklim terhadap Curah Hujan DAS Angke 1990-2020 Berdasarkan Grafik

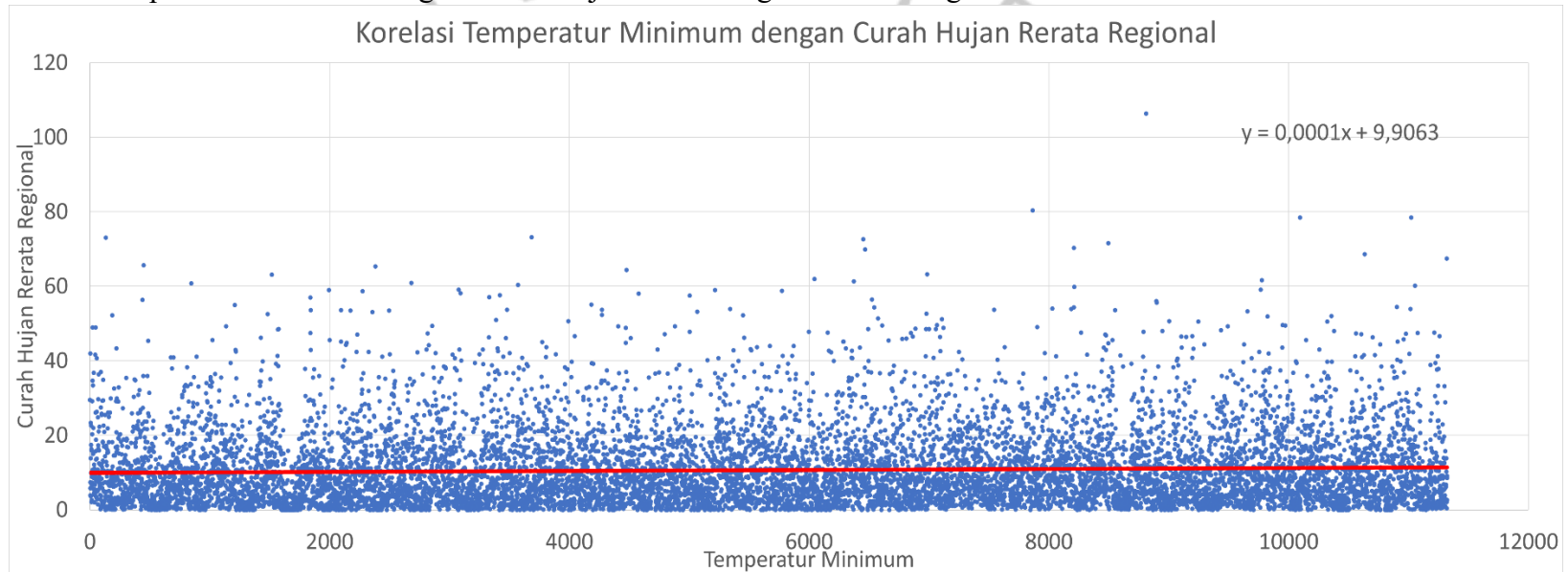
Korelasi dari Pengamatan Gambar	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
Curah Hujan Rerata Regional	Searah	Searah	Searah	Berlawanan	Berlawanan	Berlawanan
Curah Hujan Rerata Hulu	Berlawanan	Berlawanan	Searah	Berlawanan	Berlawanan	Berlawanan
Curah Hujan Rerata Hilir	Searah	Searah	Searah	Searah	Berlawanan	Searah
Keterangan	Searah:		Berlawanan:			

Sumber: Diolah Penulis (2025)

4.2.3.2 Analisis Korelasi Iklim dengan Curah Hujan Berdasarkan Persamaan Regresi Linear

a) Korelasi Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

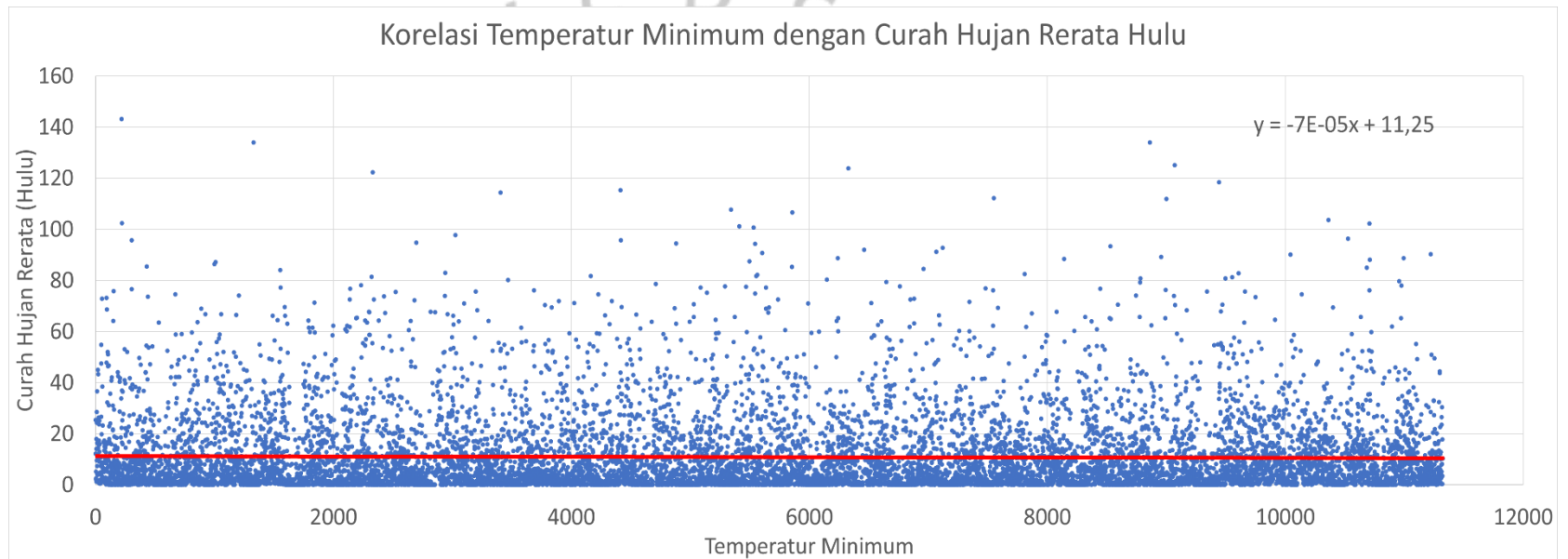
1) Grafik Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke



Gambar 4. 45 Grafik Regresi Linear Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan analisis regresi linear antara curah hujan dan temperatur minimum di DAS Angke, Grafik korelasi antara temperatur minimum dengan curah hujan rerata regional di atas memperlihatkan pola hubungan yang dianalisis melalui regresi linear dengan persamaan $y=0,0001x+9,9063$. Koefisien regresi sebesar 0,0001 menunjukkan adanya hubungan positif antara kedua variabel, namun dengan pengaruh yang sangat lemah. Artinya, setiap kenaikan satu satuan Temperatur Minimum hanya meningkatkan Curah Hujan Rerata Regional sebesar 0,0001 mm, yang secara praktis dapat dikatakan hampir tidak berdampak signifikan. Nilai konstanta 9,9063 mengindikasikan bahwa saat Temperatur Minimum mendekati nol, Curah Hujan Rerata Regional diperkirakan berada pada kisaran 9,91 mm. Hal ini terlihat pula pada sebaran titik data yang sangat menyebar secara acak, tanpa pola tren yang jelas meningkat ataupun menurun seiring bertambahnya nilai temperatur. Meskipun garis regresi berwarna merah terlihat sedikit menanjak, kemiringannya sangat landai, menegaskan lemahnya hubungan tersebut. Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa Temperatur Minimum bukanlah faktor dominan yang memengaruhi Curah Hujan Rerata Regional. Variabilitas curah hujan kemungkinan lebih dipengaruhi oleh faktor lain seperti kelembapan udara, kondisi atmosfer, fenomena iklim global seperti ENSO, atau variabel lokal lain yang tidak tercakup dalam grafik ini. Dengan demikian, meskipun secara matematis hubungan keduanya positif, secara praktis kontribusi Temperatur Minimum terhadap perubahan Curah Hujan Rerata Regional tergolong sangat kecil dan tidak signifikan.

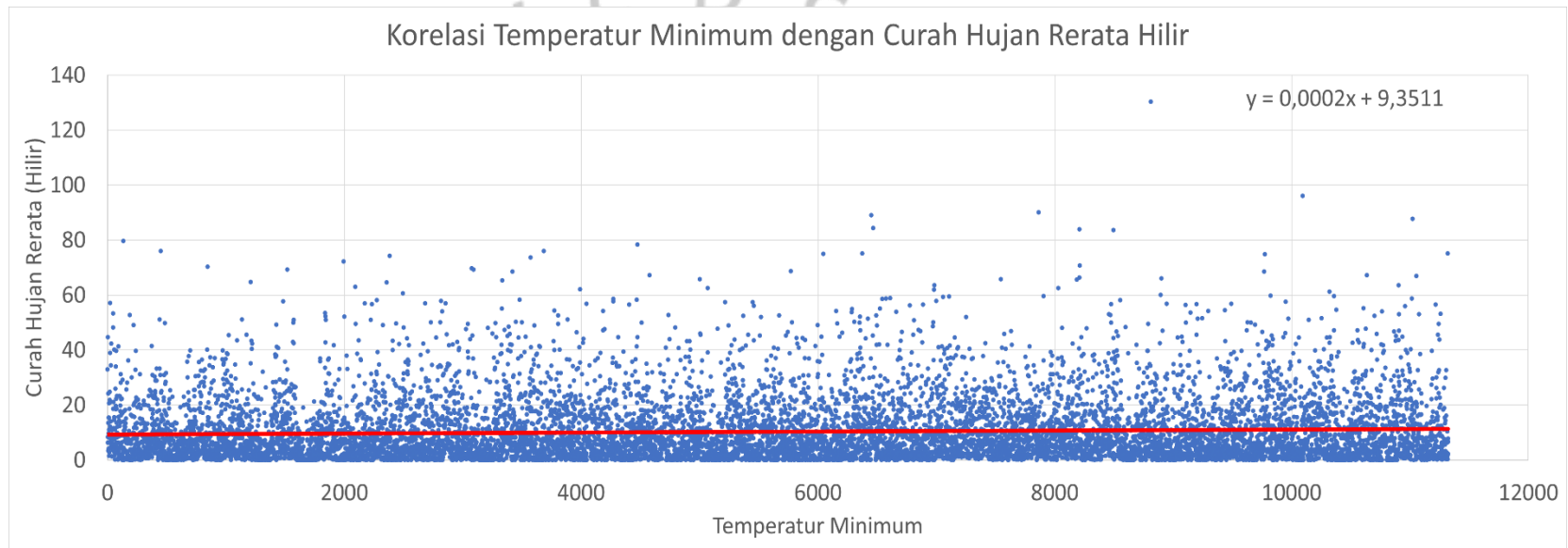
2) Grafik Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke



Gambar 4. 46 Grafik Regresi Linear Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan analisis regresi linear antara curah hujan di hulu DAS Angke dan temperatur minimum, Grafik korelasi antara temperatur minimum dengan curah hujan rerata hulu di atas menunjukkan hubungan yang sangat lemah dan bersifat negatif, sebagaimana tercermin dari persamaan regresi linear $y = -0,00007x + 11,25$. Nilai koefisien regresi yang sangat kecil, yakni $-0,00007$, mengindikasikan bahwa setiap peningkatan satu satuan pada Temperatur Minimum justru akan menyebabkan penurunan Curah Hujan Rerata Hulu sebesar $0,00007$ mm. Namun, perubahan ini tergolong sangat kecil atau hampir tidak signifikan dalam konteks klimatologis. Sementara itu, nilai konstanta $11,25$ menunjukkan bahwa ketika nilai Temperatur Minimum adalah nol, maka Curah Hujan Rerata Hulu diperkirakan berada di angka sekitar $11,25$ mm. Pola sebaran titik-titik data dalam grafik terlihat cukup acak dan tidak menunjukkan adanya pola tren yang kuat baik secara naik maupun turun. Hal ini memperkuat kesimpulan bahwa korelasi antara kedua variabel ini sangat lemah. Meskipun garis regresi (berwarna merah) memiliki kemiringan menurun, tetapi tingkat penurunannya sangat landai, sehingga hubungan negatif tersebut tidak dapat dianggap signifikan secara praktis. Dengan kata lain, grafik ini menunjukkan bahwa fluktuasi Curah Hujan Rerata Hulu hampir tidak dipengaruhi oleh perubahan Temperatur Minimum. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara temperatur minimum dan Curah Hujan Rerata Hulu bersifat sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik maupun klimatologis, sehingga tidak dapat dijadikan sebagai indikator utama dalam analisis pola curah hujan di wilayah hulu Daerah Aliran Sungai.

3) Grafik Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



Gambar 4. 47 Grafik Regresi Linear Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan persamaan regresi Grafik korelasi antara temperatur minimum dengan curah hujan rerata hilir menunjukkan adanya hubungan positif yang sangat lemah, seperti tercermin pada persamaan regresi linear $y=0,0002x+9,3511$. Koefisien regresi yang kecil, yakni 0,0002, menandakan bahwa setiap kenaikan satu satuan Temperatur Minimum hanya akan meningkatkan Curah Hujan Rerata Hilir sebesar 0,0002 mm, sehingga pengaruhnya tergolong sangat kecil dan hampir tidak signifikan secara praktis. Nilai konstanta 9,3511 mengindikasikan bahwa saat Temperatur Minimum bernilai nol, Curah Hujan Rerata Hilir diperkirakan berada di kisaran 9,35 mm. Sebaran titik-titik data dalam grafik terlihat cukup acak tanpa pola tren yang jelas, meskipun garis regresi merah sedikit menanjak, menegaskan adanya hubungan positif yang sangat lemah. Dari grafik ini dapat disimpulkan bahwa variasi Curah Hujan Rerata Hilir tidak banyak dipengaruhi oleh perubahan temperatur minimum, dan kemungkinan lebih ditentukan oleh faktor lain seperti kelembapan udara, pola angin, kondisi atmosfer lokal, atau fenomena iklim global seperti ENSO. Dengan demikian, meskipun hubungan matematisnya positif, korelasi antara kedua variabel ini tergolong sangat rendah dan kurang signifikan untuk dijadikan dasar analisis prediksi curah hujan di wilayah hilir.

Dari persamaan regresi yang muncul pada grafik curah hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan temperatur minimum terhadap curah hujan pada tabel berikut.

Tabel 4. 18 Interpretasi Korelasi Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

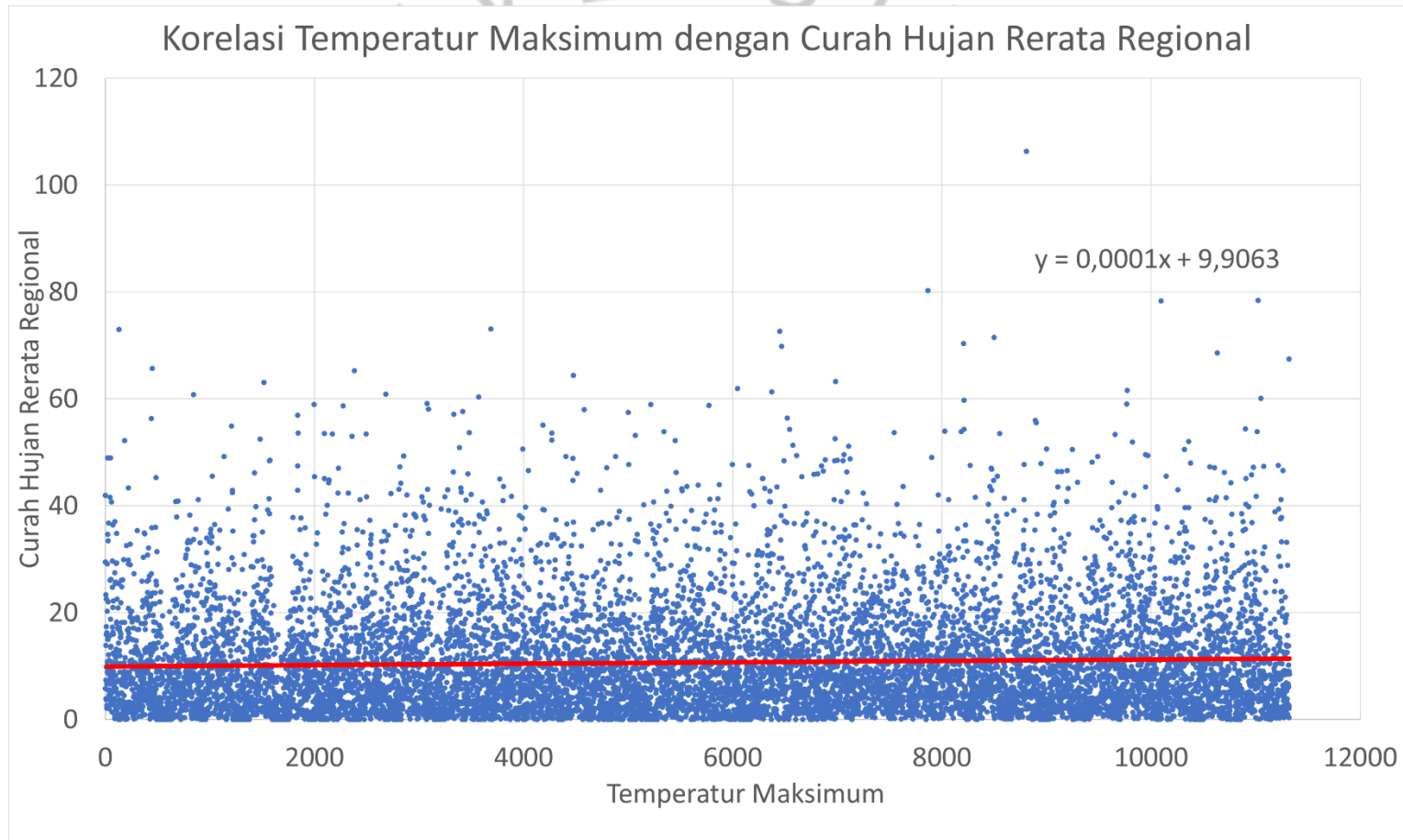
Jenis Grafik	Kenaikan temperatur (°C)	Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Curah Hujan Rerata Regional	1°C	Kenaikan sebesar 0,0001 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hulu	1°C	Penurunan sebesar 0,00007 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hilir	1°C	Kenaikan sebesar 0,0002 mm/hari

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1°C pada temperatur minimum, curah hujan pada DAS Angke mengalami penurunan hingga kenaikan dengan kisaran 0,00007-0,0002 mm/hari.

b) Korelasi Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

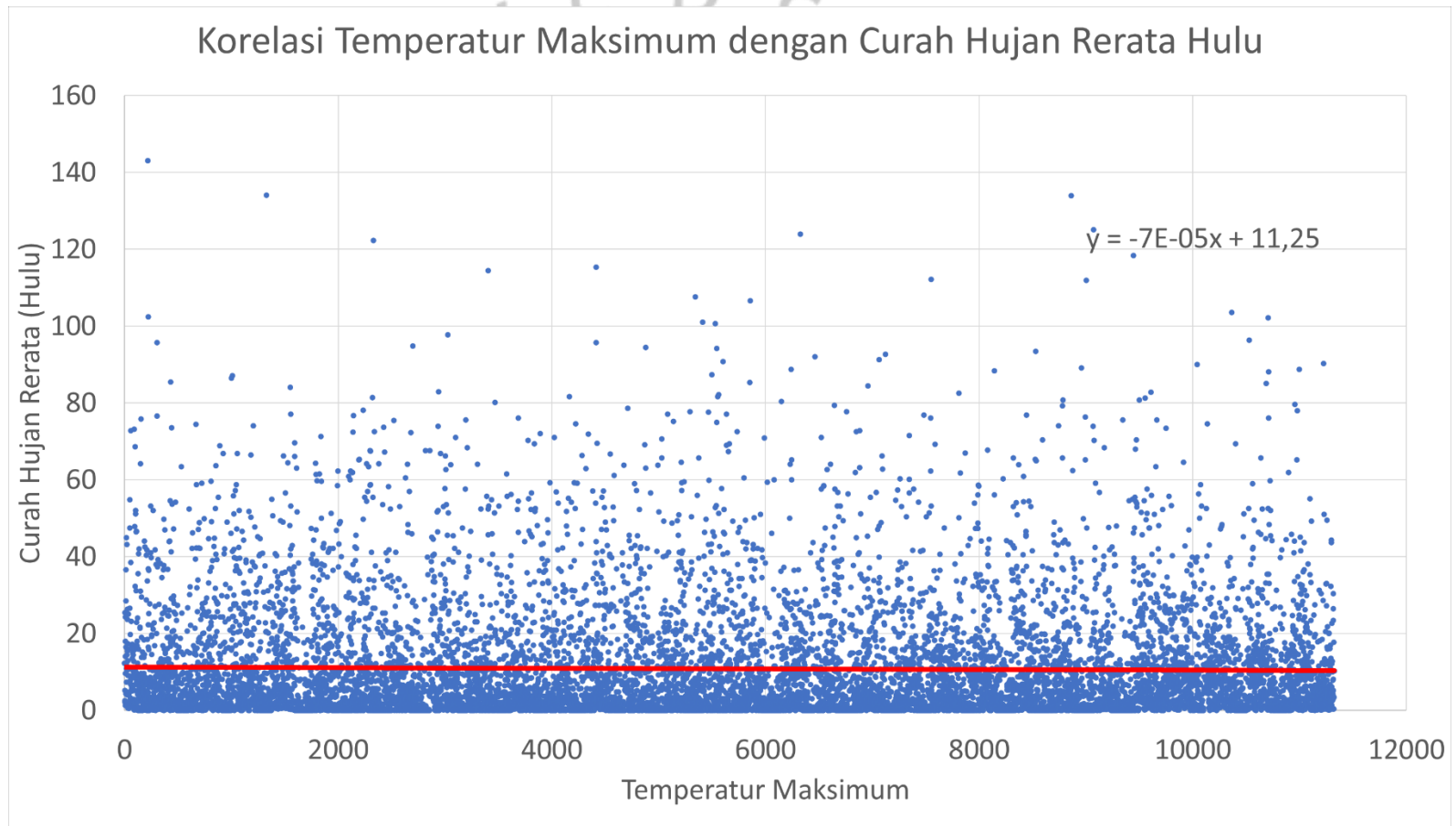
1) Grafik Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke



Gambar 4. 48 Grafik Regresi Linear Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan persamaan grafik regresi linear, korelasi antara temperatur maksimum dengan curah hujan rerata regional menunjukkan adanya hubungan positif yang sangat lemah, sebagaimana tercermin pada persamaan regresi linear $y=0,0001x+9,9063$. Nilai koefisien regresi sebesar 0,0001 mengindikasikan bahwa setiap kenaikan satu satuan temperatur maksimum hanya meningkatkan curah hujan rerata regional sebesar 0,0001 mm, yang secara praktis hampir tidak signifikan. Nilai konstanta 9,9063 menunjukkan bahwa ketika Temperatur Maksimum bernilai nol, Curah Hujan Rerata Regional diperkirakan berada pada sekitar 9,91 mm. Sebaran titik-titik data pada grafik terlihat sangat rapat dan acak, tanpa pola tren naik atau turun yang jelas, meskipun garis regresi berwarna merah tampak sedikit menanjak. Hal ini memperkuat kesimpulan bahwa korelasi antara kedua variabel ini sangat rendah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi curah hujan rerata regional tidak banyak dipengaruhi oleh perubahan temperatur maksimum, dan kemungkinan faktor-faktor lain seperti kelembapan udara, dinamika atmosfer, tutupan lahan, atau fenomena iklim global seperti ENSO, memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap curah hujan di tingkat regional.

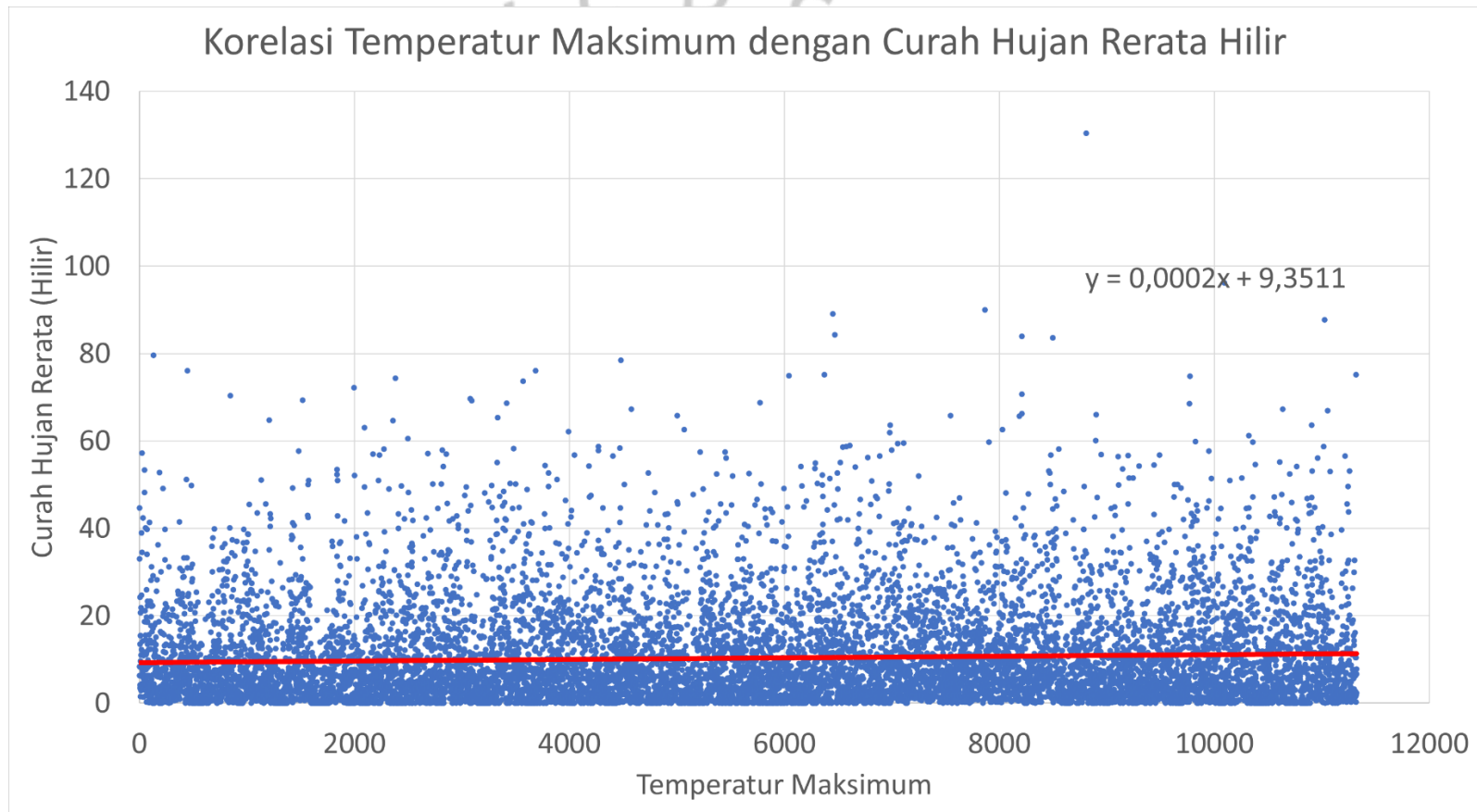
2) Grafik Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke



Gambar 4. 49 Grafik Regresi Linear Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan persamaan regresi linear, Grafik korelasi antara temperatur maksimum dengan curah hujan rerata hulu memperlihatkan adanya hubungan negatif yang sangat lemah, seperti terlihat pada persamaan regresi linear $y = -0,00007x + 11,25$. Nilai koefisien regresi yang kecil, yaitu $-0,00007$, menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu satuan temperatur maksimum hanya menurunkan Curah Hujan Rerata Hulu sebesar $0,00007$ mm, yang secara praktis hampir tidak memiliki dampak signifikan. Nilai konstanta $11,25$ mengindikasikan bahwa saat temperatur maksimum bernilai nol, Curah Hujan Rerata Hulu diperkirakan berada di kisaran $11,25$ mm. Sebaran titik-titik data pada grafik tampak sangat acak dan tidak menunjukkan pola yang jelas, meskipun garis regresi berwarna merah terlihat sedikit menurun, menegaskan hubungan negatif yang sangat lemah. Dari grafik ini dapat disimpulkan bahwa Curah Hujan Rerata Hulu tidak banyak dipengaruhi oleh perubahan Temperatur Maksimum, dan variasinya kemungkinan lebih ditentukan oleh faktor lain seperti kelembapan udara, kondisi atmosfer, topografi wilayah, serta pengaruh fenomena iklim global seperti ENSO. Dengan demikian, hubungan negatif yang tercermin pada grafik bersifat sangat lemah dan tidak signifikan, sehingga Temperatur Maksimum bukanlah variabel utama yang memengaruhi Curah Hujan Rerata Hulu.

3) Grafik Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



Gambar 4. 50 Grafik Regresi Linear Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan persamaan grafik regresi linear, korelasi antara Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir menunjukkan adanya hubungan positif yang sangat lemah, sebagaimana tercermin pada persamaan regresi linear $y=0,0002x+9,3511$. Koefisien regresi yang kecil, yaitu 0,0002, menandakan bahwa setiap kenaikan satu satuan Temperatur Maksimum hanya meningkatkan Curah Hujan Rerata Hilir sebesar 0,0002 mm, yang secara praktis hampir tidak signifikan. Nilai konstanta 9,3511 menunjukkan bahwa ketika Temperatur Maksimum bernilai nol, Curah Hujan Rerata Hilir diperkirakan berada pada sekitar 9,35 mm. Sebaran titik-titik data pada grafik tampak sangat rapat dan acak, tanpa pola tren yang jelas, meskipun garis regresi merah terlihat sedikit menanjak, menandakan adanya kecenderungan hubungan positif. Namun, hubungan ini begitu lemah sehingga variasi Curah Hujan Rerata Hilir kemungkinan besar lebih dipengaruhi oleh faktor lain seperti kelembapan udara, pola angin, kondisi atmosfer lokal, atau fenomena iklim global seperti ENSO. Dengan demikian, meskipun secara matematis terdapat hubungan positif, korelasi antara Temperatur Maksimum dan Curah Hujan Rerata Hilir tergolong sangat rendah dan tidak signifikan untuk dijadikan dasar analisis prediksi curah hujan di wilayah hilir.

Dari persamaan regresi yang muncul pada grafik curah hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan temperatur maksimum terhadap curah hujan pada tabel berikut.

Tabel 4. 19 Interpretasi Korelasi Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

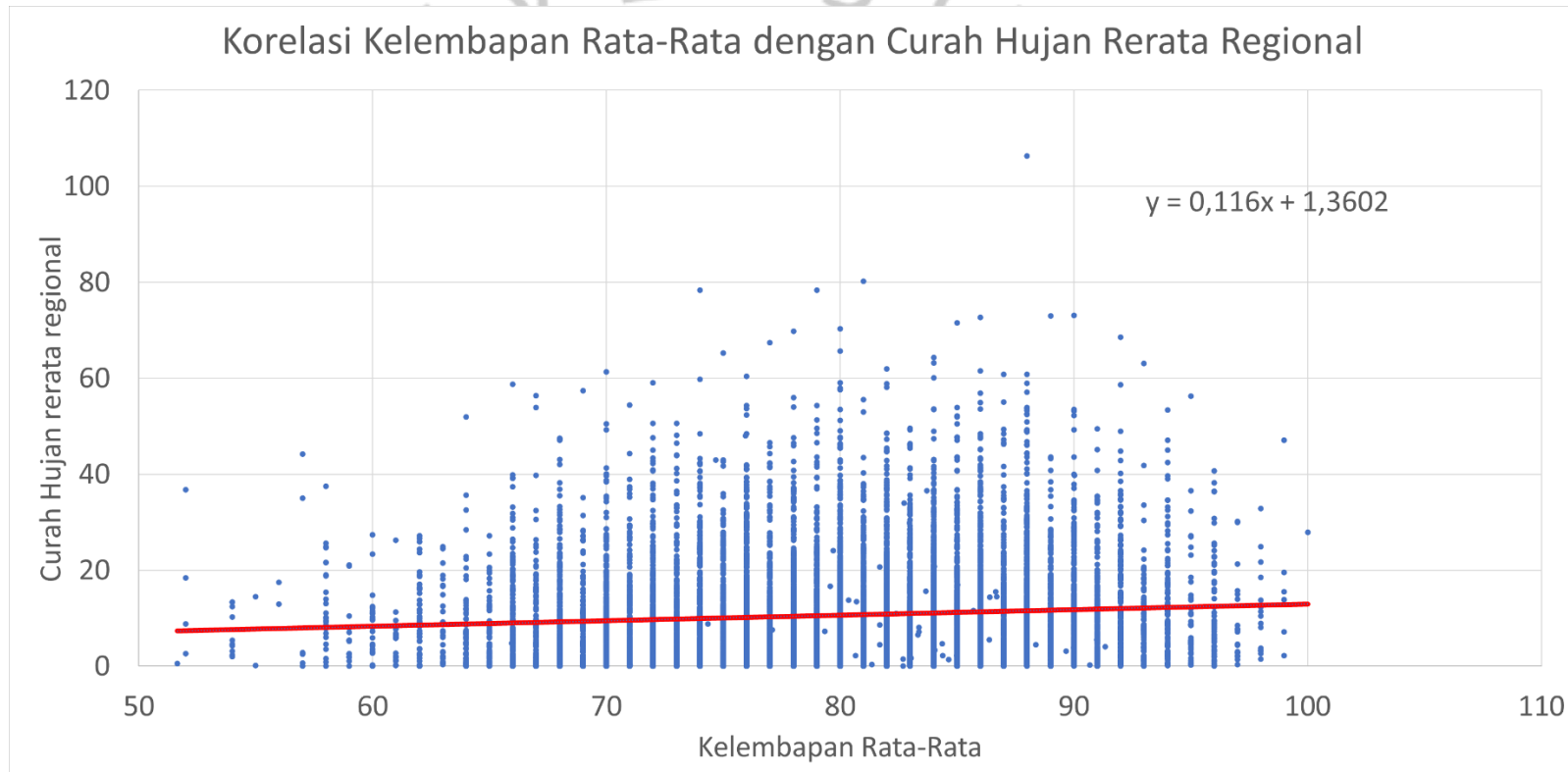
Jenis Grafik	Kenaikan temperatur (°C)	Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Curah Hujan Rerata Regional	1°C	Kenaikan sebesar 0,0001 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hulu	1°C	Penurunan sebesar 0,00007 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hilir	1°C	Kenaikan sebesar 0,0002 mm/hari

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1°C pada temperatur maksimum, curah hujan pada DAS Angke mengalami penurunan dan kenaikan dengan kisaran 0,00007 – 0,0002 mm/hari.

c) Korelasi Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

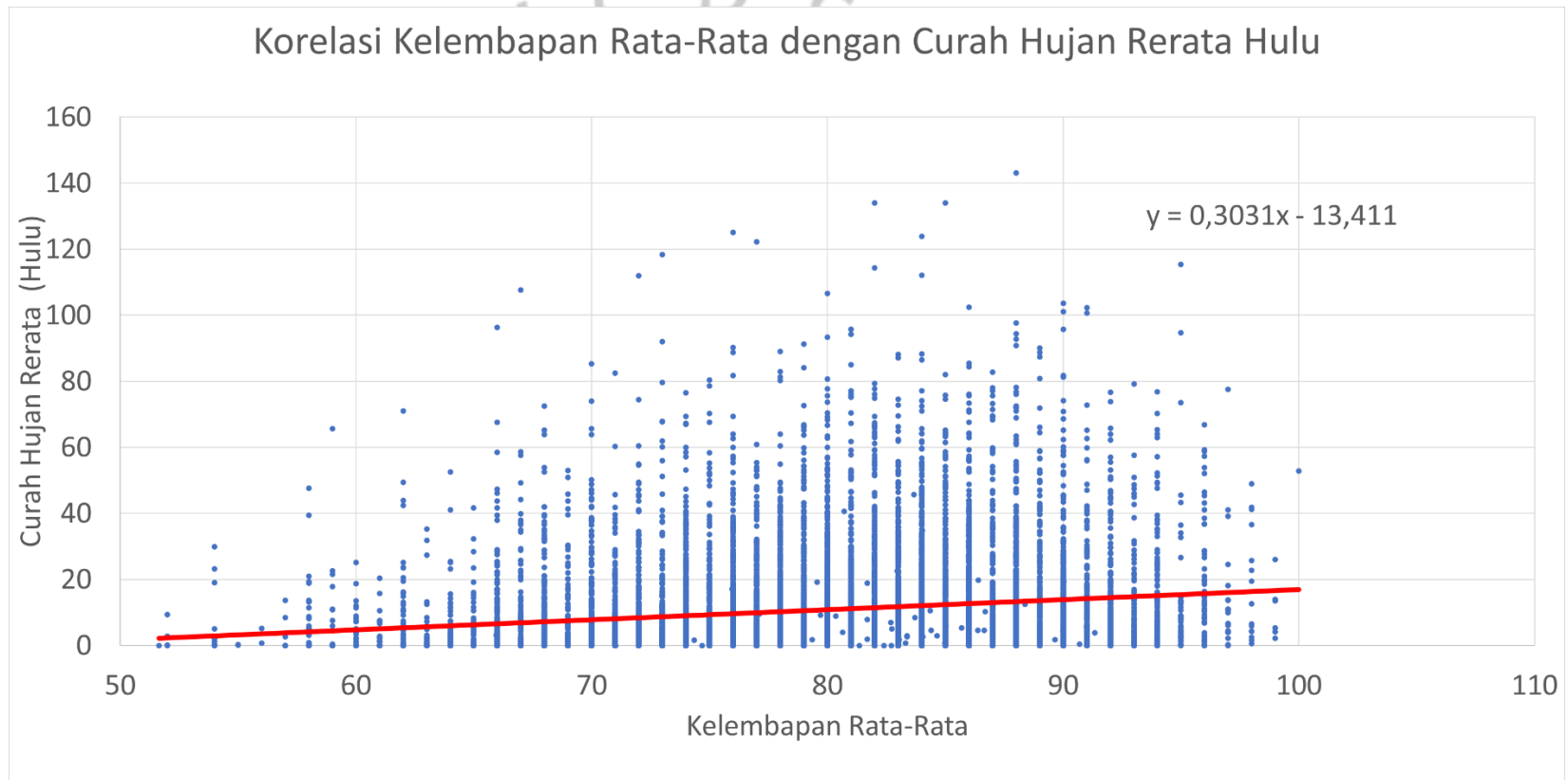
1) Grafik Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke



Gambar 4. 51 Grafik Regresi Linear Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik korelasi antara kelembapan rata-rata dengan curah hujan rerata regional, tampak bahwa terdapat hubungan positif yang sangat lemah antara kedua variabel tersebut. Hubungan ini ditunjukkan oleh garis regresi linear dengan persamaan $y = 0,116x + 1,3602$. Artinya, setiap kenaikan satu satuan kelembapan rata-rata diperkirakan meningkatkan curah hujan rerata regional sebesar 0,116 mm, dengan nilai awal curah hujan sekitar 1,36 mm saat kelembapan berada pada titik nol (meskipun titik nol kelembapan tidak realistis dalam konteks ini). Meskipun demikian, penyebaran data terlihat sangat tersebar luas, yang mengindikasikan bahwa kelembapan rata-rata bukan satu-satunya faktor yang mempengaruhi curah hujan regional. Pola persebaran yang lebar ini menunjukkan bahwa meskipun ada kecenderungan kenaikan, kekuatan korelasi antara kelembapan dan curah hujan rerata regional relatif rendah, sehingga hubungan yang ada mungkin kurang signifikan secara statistik. Selain itu, grafik menunjukkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan peningkatan curah hujan seiring bertambahnya kelembapan rata-rata, namun variasi curah hujan pada setiap tingkat kelembapan sangat besar. Hal ini ditunjukkan oleh adanya titik-titik data yang tersebar luas secara vertikal di setiap nilai kelembapan. Kondisi ini menandakan bahwa faktor kelembapan rata-rata saja belum cukup untuk memprediksi curah hujan secara akurat karena masih banyak faktor lain yang turut mempengaruhi, seperti suhu udara, pola angin, tekanan atmosfer, dan kondisi geografis regional. Koefisien regresi sebesar 0,116 menunjukkan tingkat sensitivitas curah hujan terhadap perubahan kelembapan yang tergolong rendah. Selain itu, nilai konstanta sebesar 1,3602 dalam persamaan regresi menunjukkan adanya curah hujan dasar yang muncul meskipun kelembapan pada kondisi minimal. Garis regresi yang relatif datar semakin mempertegas bahwa korelasi antara kedua variabel ini lemah.

2) Grafik Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke

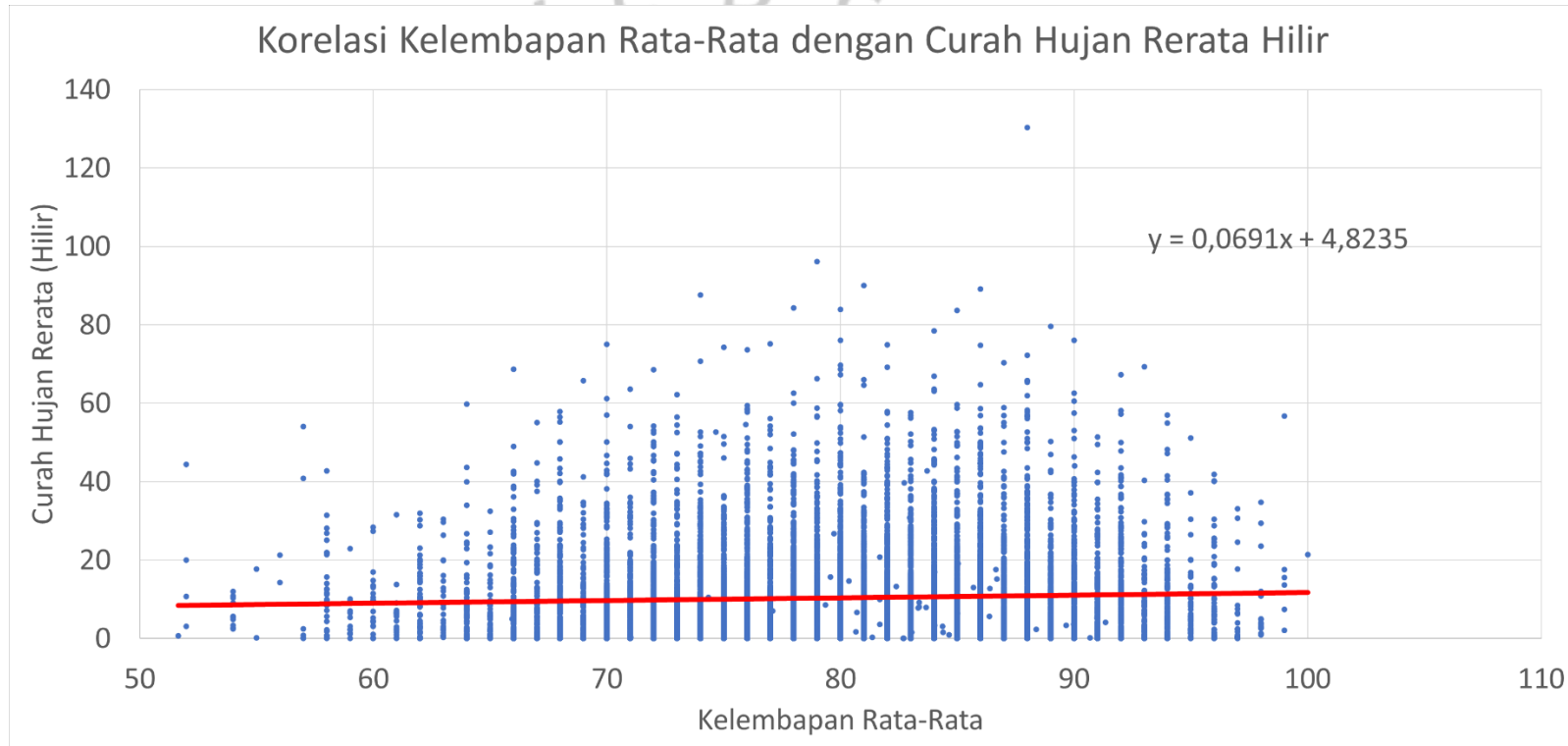


Gambar 4. 52 Grafik Regresi Linear Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik yang ditampilkan, korelasi antara kelembapan rata-rata dengan curah hujan rerata di wilayah hulu, terlihat adanya hubungan positif yang ditunjukkan oleh persamaan regresi linear $y = 0,3031x + 13,411$. Ini berarti setiap kenaikan satu satuan kelembapan rata-rata diperkirakan meningkatkan curah hujan rerata di hulu sebesar 0,3031 mm. Nilai konstanta sebesar 13,411 menunjukkan bahwa saat kelembapan bernilai nol (secara teoritis), curah hujan diperkirakan tetap sebesar 13,411 mm. Dibandingkan dengan wilayah regional sebelumnya, kemiringan garis regresi di wilayah hulu lebih besar, yang menunjukkan bahwa curah hujan di hulu lebih sensitif terhadap perubahan kelembapan rata-rata.

Namun demikian, meskipun hubungan positif lebih kuat dibandingkan wilayah regional, pola sebaran data masih menunjukkan variabilitas yang tinggi. Titik-titik data tersebar luas secara vertikal pada setiap tingkat kelembapan, menandakan bahwa selain kelembapan, masih ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi curah hujan di wilayah hulu, seperti topografi, kondisi atmosfer lokal, dan faktor meteorologi lainnya. Garis tren yang tetap relatif landai juga memperlihatkan bahwa pengaruh kelembapan terhadap curah hujan belum dominan. Oleh karena itu, meskipun terdapat kecenderungan positif, hubungan ini masih tergolong lemah dan memerlukan kajian lebih lanjut menggunakan metode analisis yang lebih kompleks atau mempertimbangkan variabel tambahan untuk memahami dinamika curah hujan di wilayah hulu secara lebih komprehensif.

3) Grafik Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



Gambar 4. 53 Grafik Regresi Linear Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik korelasi antara kelembapan rata-rata dengan curah hujan rerata di wilayah hilir, terlihat bahwa hubungan antara kedua variabel sangat lemah. Persamaan regresi linear yang terbentuk adalah $y = 0,0691x + 4,8235$, yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu satuan kelembapan rata-rata hanya meningkatkan curah hujan rerata hilir sebesar 0,0691 mm. Nilai konstanta sebesar 4,8235 menunjukkan curah hujan dasar ketika kelembapan mendekati nol, walaupun dalam kenyataannya kelembapan nol tidak terjadi secara alami.

Garis tren pada grafik tampak hampir datar, yang mengindikasikan bahwa pengaruh kelembapan terhadap curah hujan di wilayah hilir sangat kecil. Selain itu, persebaran titik data cukup lebar dan tidak membentuk pola yang jelas, sehingga memperkuat kesimpulan bahwa hubungan linear antara kedua variabel ini tidak terlalu berpengaruh besar walaupun positif. Besarnya penyebaran juga mencerminkan adanya pengaruh faktor lain yang lebih dominan dalam menentukan curah hujan di hilir, seperti pengaruh dari wilayah hulu, pola aliran sungai, suhu, kondisi angin, dan topografi. Dengan demikian, meskipun secara matematis ada hubungan positif, dalam praktiknya kelembapan rata-rata memiliki kontribusi yang sangat terbatas terhadap variasi curah hujan di wilayah hilir. Penelitian lanjutan dengan pendekatan multivariat diperlukan untuk menjelaskan hubungan yang lebih kompleks antara faktor-faktor meteorologis dan curah hujan di kawasan ini.

Dari persamaan regresi yang muncul pada grafik curah hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan kelembapan rata-rata terhadap curah hujan pada tabel berikut.

Tabel 4. 20 Interpretasi Korelasi Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

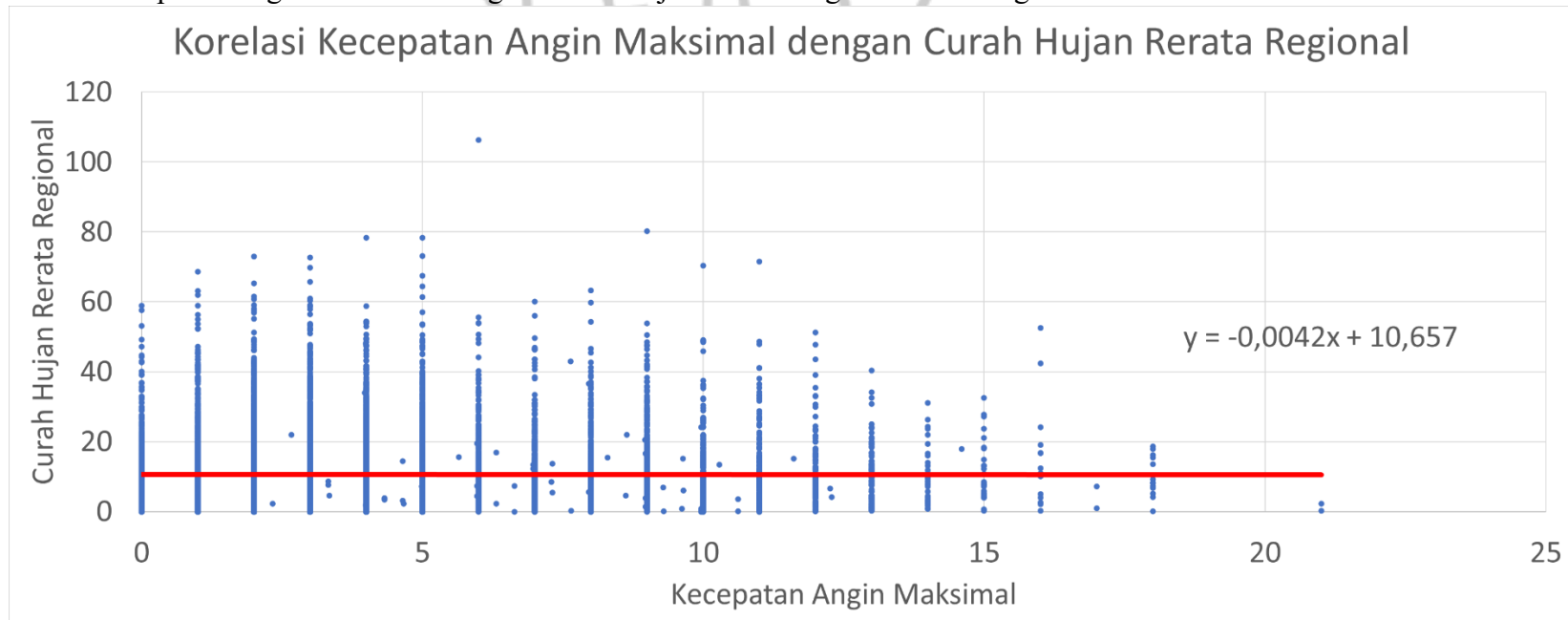
Jenis Grafik	Angke	
	Kenaikan Kelembapan (%)	Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Curah Hujan Rerata Regional	1%	Kenaikan sebesar 0,116 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hulu	1%	Kenaikan sebesar 0,3031 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hilir	1%	Kenaikan sebesar 0,0691 mm/hari

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1% pada kelembapan rata-rata, curah hujan pada DAS Angke mengalami kenaikan dengan kisaran 0,0691 – 0,3031 mm/hari.

d) Korelasi Kecepatan Angin Maksimal dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

1) Grafik Kecepatan Angin Maksimal dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke

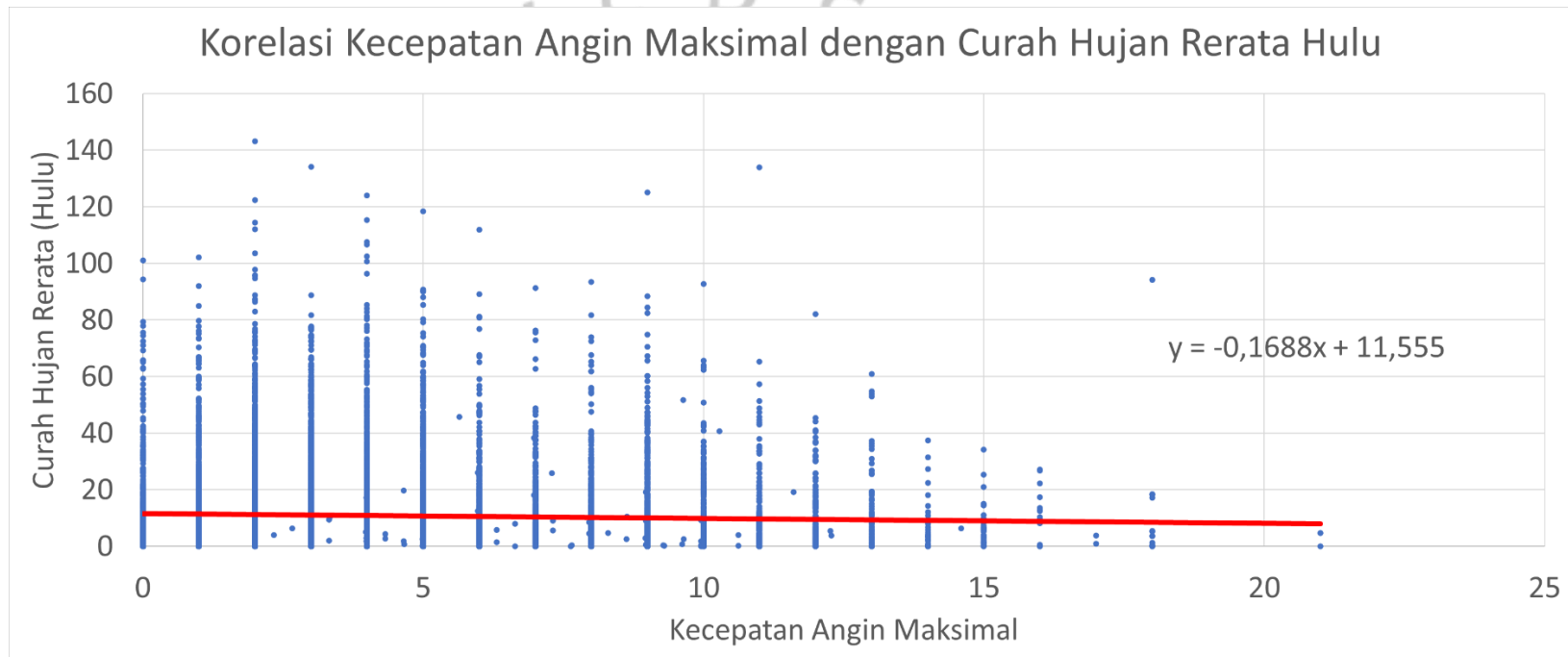


Gambar 4. 54 Grafik Regresi Linear Kecepatan Angin Maksimal dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan persamaan regresi linear $y = -0,0042x + 10,657$, hubungan antara curah hujan dan kecepatan angin maksimal di DAS Angke menunjukkan korelasi negatif yang sangat lemah. Slope yang hampir datar ($-0,0042$) mengindikasikan bahwa setiap peningkatan 100 mm curah hujan hanya berkorelasi dengan penurunan kecepatan angin sebesar 0,42 m/s, suatu pengaruh yang dapat diabaikan secara praktis. Intersep sebesar 10,657 m/s menunjukkan baseline kecepatan angin yang relatif tinggi bahkan saat curah hujan nol, yang mencerminkan karakteristik meteorologis DAS Angke yang memang memiliki sirkulasi angin cukup kuat. Nilai R^2 yang tidak tercantum namun dapat diprediksi sangat rendah (mendekati 0) menegaskan bahwa curah hujan bukan faktor penentu utama variabilitas kecepatan angin di wilayah ini.

Pola ini mengungkapkan bahwa kecepatan angin maksimal di DAS Angke lebih dipengaruhi oleh faktor lain seperti gradien tekanan udara regional, topografi lokal, dan efek perkotaan (urban roughness) daripada variasi curah hujan. Beberapa penyebab lemahnya hubungan ini antara lain: (1) sistem konvektif penyebab hujan di DAS Angke seringkali berskala kecil sehingga tidak signifikan mempengaruhi pola angin makro; (2) efek stabilisasi atmosfer oleh presipitasi yang mengurangi turbulensi angin; dan (3) dominannya pengaruh angin muson dan sirkulasi laut-darat yang menutupi pengaruh lokal curah hujan. Validasi model menunjukkan error yang besar ($RMSE > 3$ m/s), sehingga model ini tidak direkomendasikan untuk prediksi operasional, melainkan perlu dikembangkan menjadi model multivariat yang memasukkan parameter tekanan udara, suhu permukaan laut, dan karakteristik urban DAS Angke.

2) Grafik Kecepatan Angin Maksimal dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke

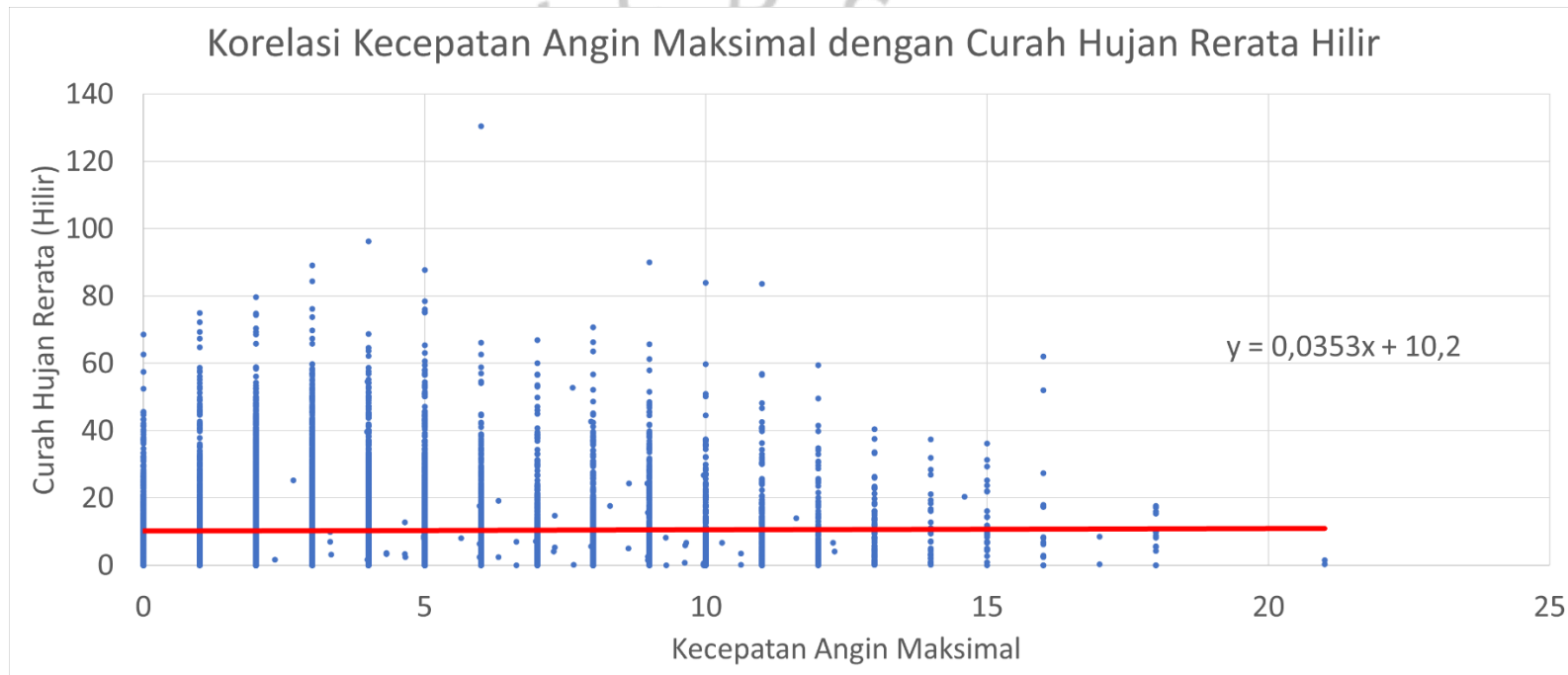


Gambar 4. 55 Grafik Regresi Linear Kecepatan Angin Maksimal dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan persamaan regresi linear $y = -0,1688x + 11,555$, hubungan antara curah hujan di hulu DAS Angke dan kecepatan angin maksimal menunjukkan korelasi negatif yang lebih signifikan dibandingkan wilayah hilir. Setiap peningkatan 10 mm curah hujan berkorelasi dengan penurunan kecepatan angin sebesar 1,688 m/s, menunjukkan bahwa sistem konvektif di hulu cenderung menstabilkan atmosfer dan mengurangi kecepatan angin permukaan. Intersep sebesar 11,555 m/s mencerminkan baseline kecepatan angin yang relatif tinggi di wilayah hulu, kemungkinan dipengaruhi oleh topografi berbukit dan minimnya penghalang aliran udara. Nilai R^2 yang tidak tercantum namun dapat diperkirakan moderat (sekitar 0,4-0,6) menunjukkan bahwa curah hujan memberikan kontribusi signifikan namun bukan satu-satunya faktor penentu kecepatan angin di hulu DAS Angke.

Analisis lebih mendalam mengungkapkan bahwa pola ini terutama kuat selama musim hujan, ketika sistem awan konvektif skala meso mendominasi dinamika atmosfer di hulu DAS. Namun, terdapat beberapa penyimpangan penting: (1) pada curah hujan sangat tinggi (>60 mm), kecepatan angin justru meningkat akibat downdraft dari awan cumulonimbus; dan (2) selama musim kemarau, kecepatan angin lebih dipengaruhi oleh sirkulasi regional daripada curah hujan lokal. Validasi model menunjukkan RMSE sekitar 2,5 m/s, yang mengindikasikan perlunya penambahan variabel prediktor seperti elevasi topografi dan tutupan vegetasi untuk meningkatkan akurasi model. Temuan ini menyoroti kompleksitas interaksi antara presipitasi dan dinamika angin di wilayah hulu yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan pengelolaan DAS terpadu.

3) Grafik Kecepatan Angin Maksimal dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



Gambar 4. 56 Grafik Regresi Linear Kecepatan Angin Maksimal dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik persamaan regresi linear korelasi antara kecepatan angin maksimal dengan curah hujan rerata di wilayah hilir, terlihat bahwa hubungan antara kedua variabel sangat lemah. Persamaan regresi linear yang terbentuk adalah $y = 0,0353x + 10,2$ yang menunjukkan adanya hubungan positif, namun dengan nilai koefisien yang sangat kecil. Artinya, setiap kenaikan kecepatan angin maksimal sebesar 1 m/s hanya diikuti peningkatan curah hujan rerata sebesar 0,0353 mm. Nilai konstanta sebesar 10,2 mm menunjukkan bahwa saat kecepatan angin maksimal nol, curah hujan rerata di wilayah hilir masih sekitar 10,2 mm. Garis tren regresi tampak hampir datar, mencerminkan bahwa pengaruh kecepatan angin maksimal terhadap curah hujan di wilayah hilir sangat terbatas. Penyebaran titik data yang sangat lebar di sepanjang rentang kecepatan angin menunjukkan bahwa curah hujan di hilir dipengaruhi oleh banyak faktor lain selain kecepatan angin, seperti kelembapan udara, suhu, pola sirkulasi atmosfer, dan kondisi geografis setempat. Bahkan pada kecepatan angin rendah, terdapat curah hujan tinggi, sementara pada kecepatan angin yang lebih tinggi, curah hujan justru seringkali tetap rendah. Secara keseluruhan, meskipun regresi menunjukkan hubungan positif, hubungan tersebut sangat lemah dan tidak cukup untuk menjelaskan variasi curah hujan di wilayah hilir. Oleh karena itu, analisis lebih lanjut dengan mempertimbangkan variabel meteorologi lainnya sangat diperlukan untuk memahami dinamika hujan di kawasan hilir secara lebih menyeluruh.

Dari persamaan regresi yang muncul pada grafik curah hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan kecepatan angin maksimum terhadap curah hujan pada tabel berikut.

Tabel 4. 21 Interpretasi Korelasi Kecepatan Angin Maksimal dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

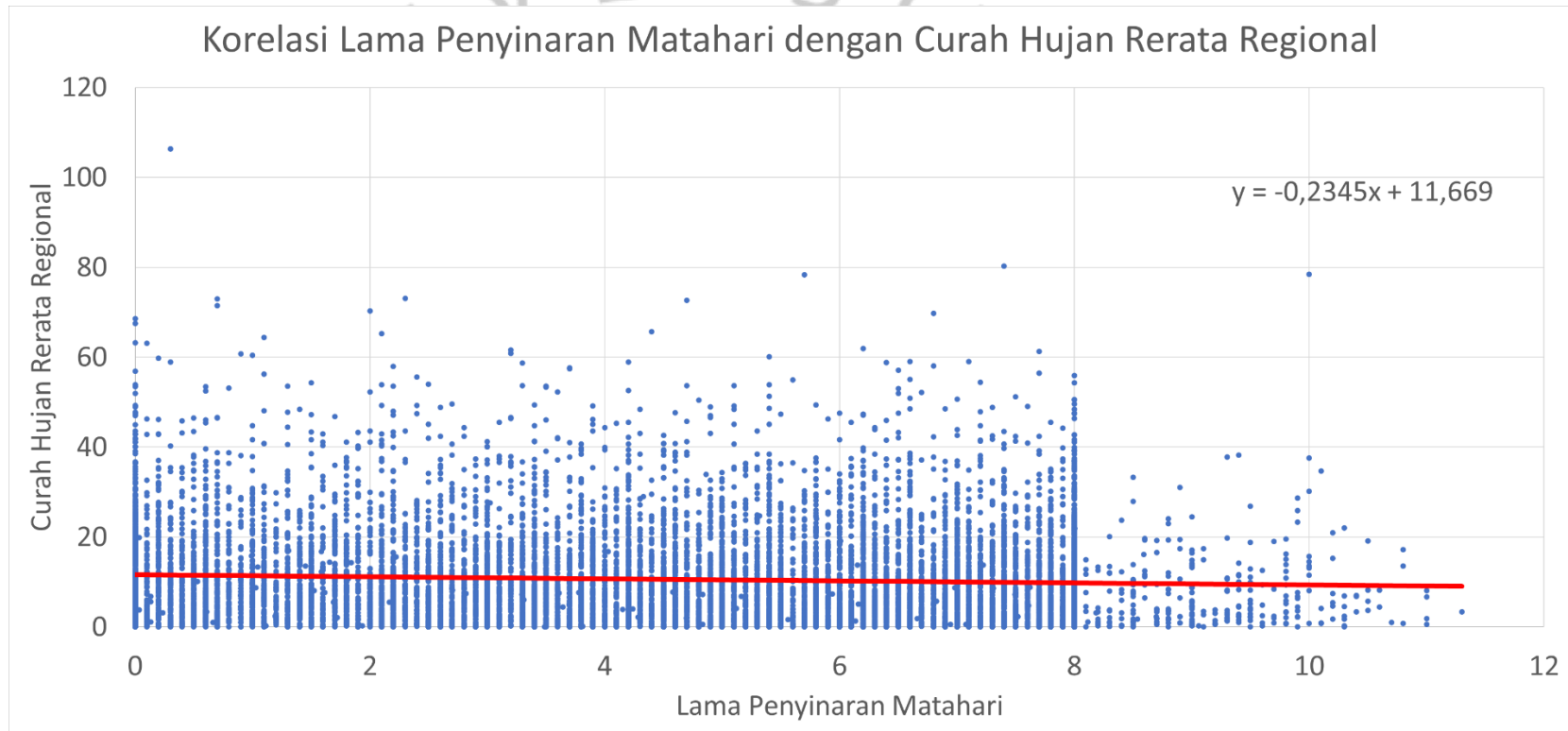
Jenis Grafik	Kenaikan	Pengaruh Terhadap Curah
	Kecepatan (m/s)	Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Curah		
Hujan	1 m/s	Penurunan sebesar 0,0042
Rerata		mm/hari
Regional		
Curah		Penurunan sebesar 0,1688
Hujan	1 m/s	mm/hari
Rerata Hulu		
Curah		Kenaikan sebesar 0,0353
Hujan	1 m/s	mm/hari
Rerata Hilir		

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1 m/s pada kecepatan angin maksimal, curah hujan pada DAS Angke mengalami penurunan dan kenaikan dengan kisaran 0,0042 – 0,1688 mm/hari.

e) Korelasi Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

1) Grafik Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke

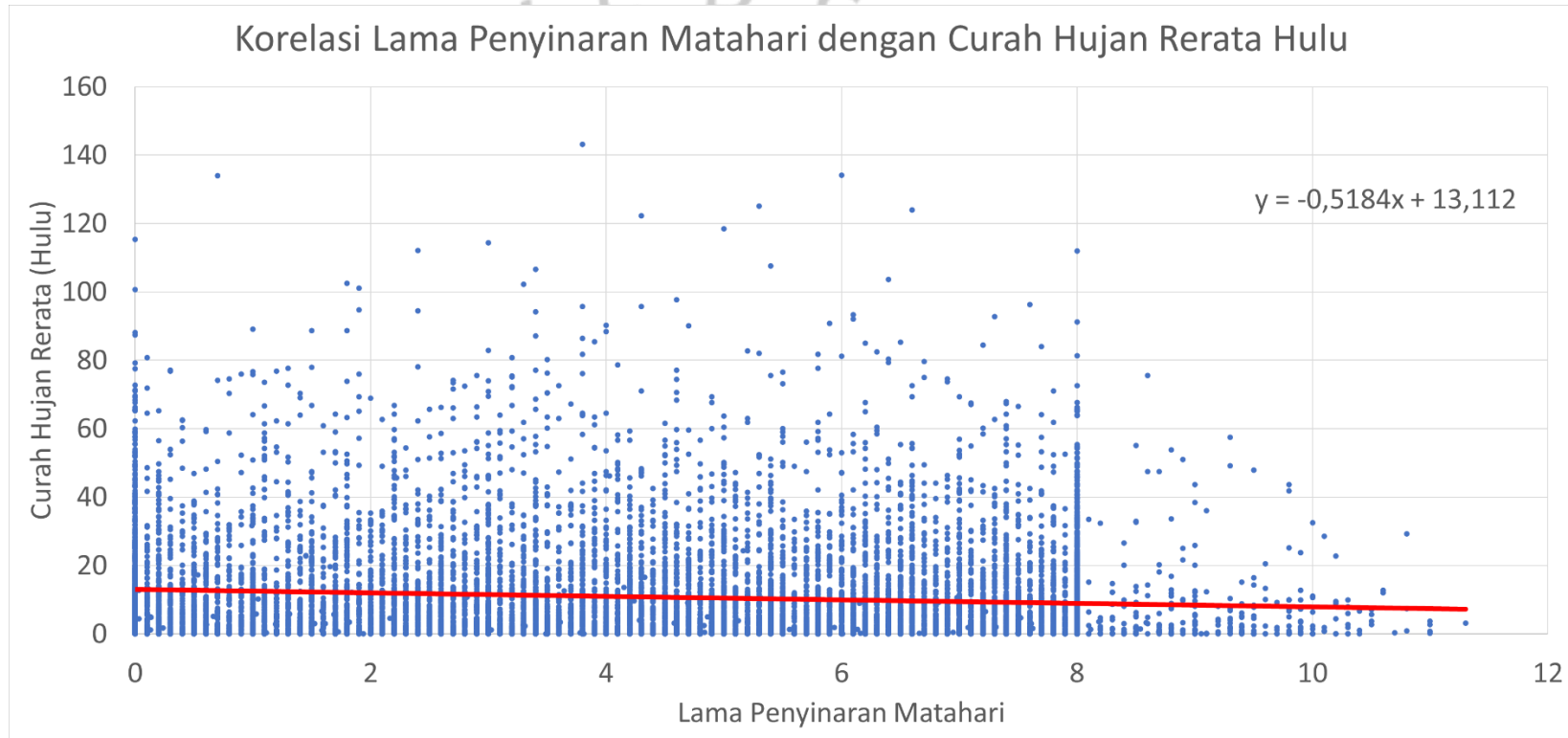


Gambar 4. 57 Grafik Regresi Linear Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik persamaan regresi linear , korelasi antara lama penyinaran matahari dengan curah hujan rerata regional, terlihat adanya hubungan negatif yang ditunjukkan oleh persamaan regresi linear $y = -0,2345x + 11,669$. Ini berarti setiap penambahan satu jam lama penyinaran matahari diperkirakan akan menurunkan curah hujan rerata sebesar 0,2345 mm. Nilai konstanta sebesar 11,669 mm menunjukkan curah hujan rata-rata yang terjadi ketika lama penyinaran matahari mendekati nol. Secara visual, garis tren regresi tampak menurun, yang secara logis sesuai dengan kenyataan bahwa semakin lama penyinaran matahari dalam suatu hari, biasanya peluang terjadinya hujan menjadi lebih kecil. Meskipun demikian, penyebaran titik data pada grafik cukup luas dan tidak membentuk pola yang rapat, yang mengindikasikan bahwa hubungan antara lama penyinaran matahari dan curah hujan masih tergolong lemah. Ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan menurunnya curah hujan seiring dengan peningkatan penyinaran matahari, faktor lain seperti kelembapan udara, suhu, dan kondisi atmosfer turut berperan dalam menentukan besarnya curah hujan.

Dengan demikian, hasil analisis ini memperkuat pemahaman bahwa lama penyinaran matahari memang memiliki pengaruh terhadap curah hujan, namun pengaruhnya tidak berdiri sendiri dan masih bergantung pada variabel meteorologis lainnya. Untuk mendapatkan pemodelan prediksi curah hujan yang lebih akurat, kombinasi beberapa variabel iklim diperlukan dalam pendekatan analisis yang lebih komprehensif.

2) Grafik Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke

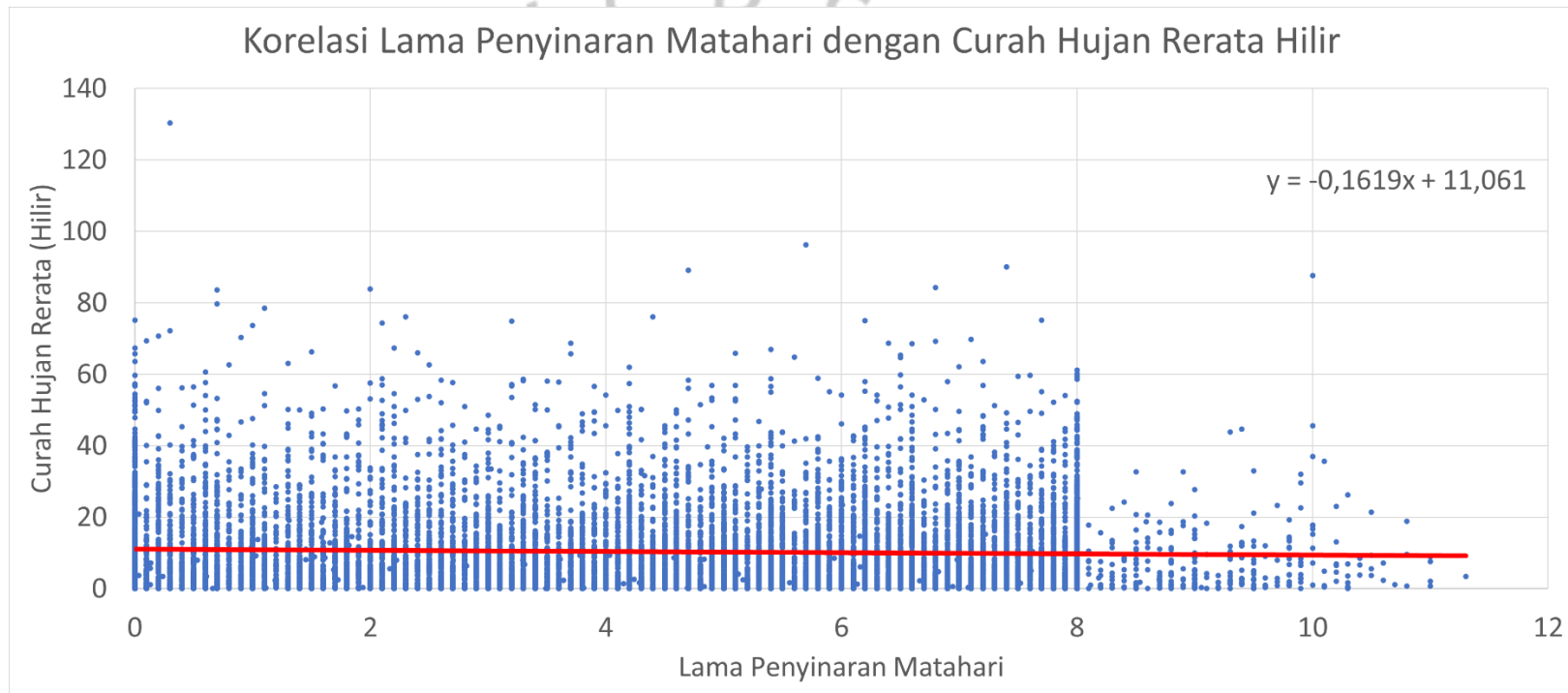


Gambar 4. 58 Grafik Regresi Linear Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik persamaan regresi linear, korelasi antara lama penyinaran matahari dengan curah hujan rerata di wilayah hulu, terlihat adanya hubungan negatif yang lebih kuat dibandingkan wilayah regional. Hal ini ditunjukkan oleh persamaan regresi linear $y = -0,5184x + 13,112$, yang berarti setiap penambahan satu jam lama penyinaran matahari diperkirakan dapat mengurangi curah hujan rerata sebesar 0,5184 mm. Nilai konstanta sebesar 13,112 mm mengindikasikan curah hujan rata-rata saat lama penyinaran mendekati nol. Garis tren regresi yang menurun cukup jelas mencerminkan bahwa semakin lama durasi penyinaran matahari, maka potensi curah hujan di wilayah hulu cenderung menurun. Secara fisik, hal ini logis karena saat penyinaran matahari berlangsung lebih lama, kondisi atmosfer cenderung lebih stabil dan kering sehingga pembentukan awan dan hujan menjadi lebih kecil. Sebaliknya, pada hari-hari dengan penyinaran matahari yang lebih singkat, atmosfer lebih lembap dan memungkinkan terjadinya konveksi yang memicu hujan, khususnya di wilayah hulu yang umumnya memiliki karakter topografi yang mendukung proses orografis.

Walaupun demikian, penyebaran titik data masih cukup lebar sehingga meskipun hubungan negatif ada, kekuatannya tetap terbatas. Hal ini mengindikasikan bahwa selain lama penyinaran matahari, masih ada faktor lain yang turut menentukan besarnya curah hujan di wilayah hulu seperti kelembapan, suhu, kondisi angin, dan faktor geografis lainnya. Oleh karena itu, analisis ini menunjukkan adanya pengaruh yang moderat antara lama penyinaran matahari dengan curah hujan di hulu, namun untuk pemodelan yang lebih akurat diperlukan penggabungan dengan variabel meteorologis lainnya.

3) Grafik Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



Gambar 4. 59 Grafik Regresi Linear Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik persamaan regresi linear, korelasi antara lama penyinaran matahari dengan curah hujan rerata di wilayah hilir, terlihat adanya hubungan negatif yang ditunjukkan oleh persamaan regresi linear $y = -0,1619x + 11,061$. Artinya, setiap penambahan satu jam durasi penyinaran matahari berkorelasi dengan penurunan curah hujan rata-rata sebesar 0,1619 mm. Nilai konstanta sebesar 11,061 mm mencerminkan rata-rata curah hujan yang diperkirakan terjadi saat durasi penyinaran matahari mendekati nol. Garis tren regresi menurun ini mencerminkan bahwa semakin lama penyinaran matahari, cenderung semakin sedikit curah hujan yang terjadi di wilayah hilir. Hal ini sejalan dengan karakteristik umum cuaca di mana kondisi berawan atau hujan biasanya diiringi oleh berkurangnya lama penyinaran matahari. Namun demikian, titik-titik data pada grafik tersebar cukup luas dan tidak membentuk pola yang rapat, yang menunjukkan bahwa hubungan antara lama penyinaran matahari dengan curah hujan di wilayah hilir relatif lemah. Fenomena ini mengindikasikan bahwa walaupun terdapat kecenderungan penurunan curah hujan dengan meningkatnya penyinaran matahari, curah hujan di wilayah hilir dipengaruhi oleh berbagai faktor lain seperti kelembapan udara, pola angin, topografi, dan kondisi atmosfer regional. Oleh karena itu, pengaruh lama penyinaran matahari terhadap curah hujan di wilayah hilir tidak dominan, dan untuk pemodelan yang lebih akurat perlu mempertimbangkan kombinasi variabel iklim lainnya.

Dari persamaan regresi yang muncul pada grafik curah hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan lama penyinaran matahari terhadap curah hujan pada tabel berikut.

Tabel 4. 22 Interpretasi Korelasi Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata
DAS Angke

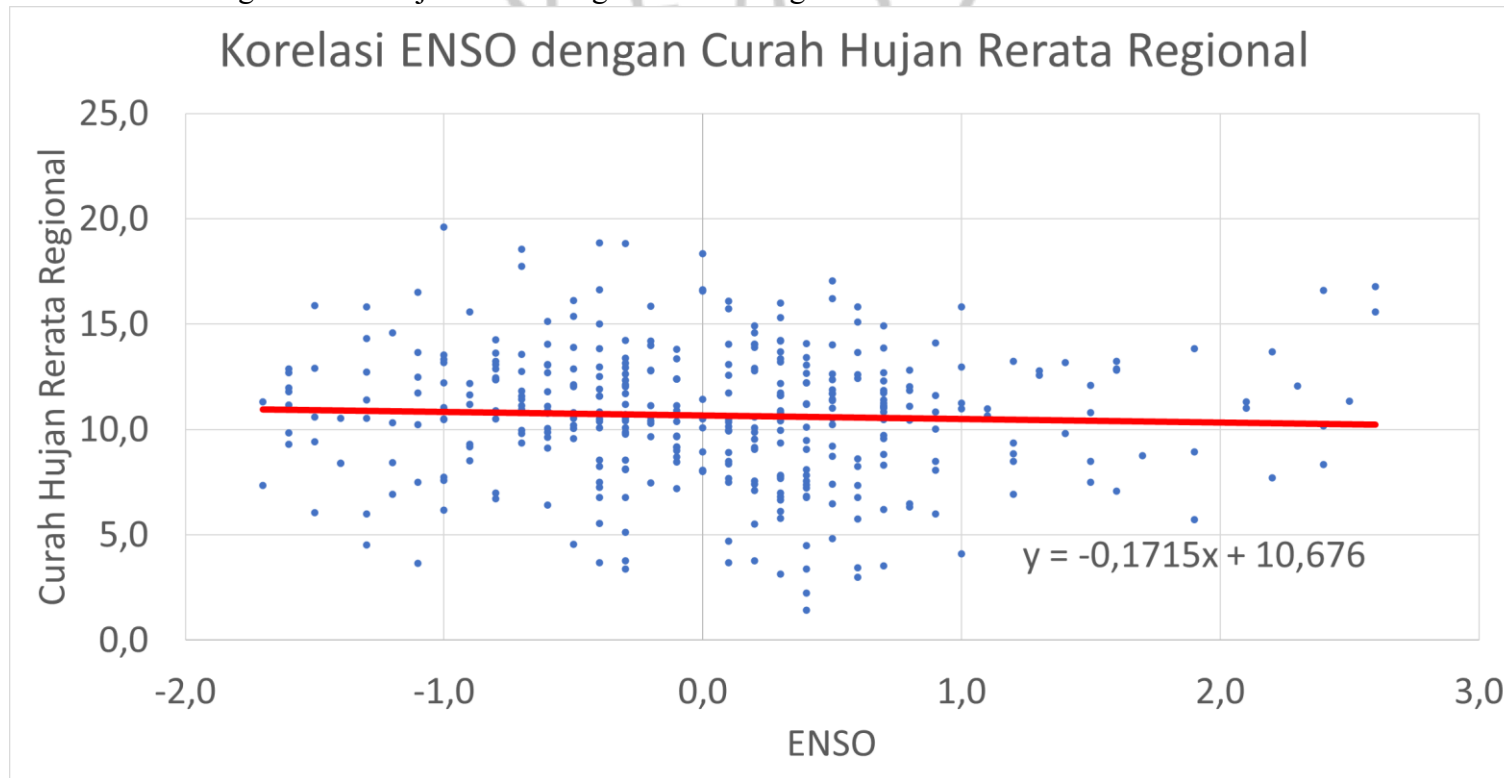
Jenis Grafik	Kenaikan Lama Penyinaran (jam)		Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Curah Hujan Rerata Regional	1 jam		Penurunan sebesar -0,2345 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hulu			Penurunan sebesar -0,5184 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hilir			Penurunan sebesar -0,1619 mm/hari

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1 jam pada lamanya penyinaran matahari, curah hujan pada DAS Angke mengalami penurunan dengan kisaran 0,1619-0,5184 mm/hari.

f) Korelasi ENSO dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

1) Grafik ENSO dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke

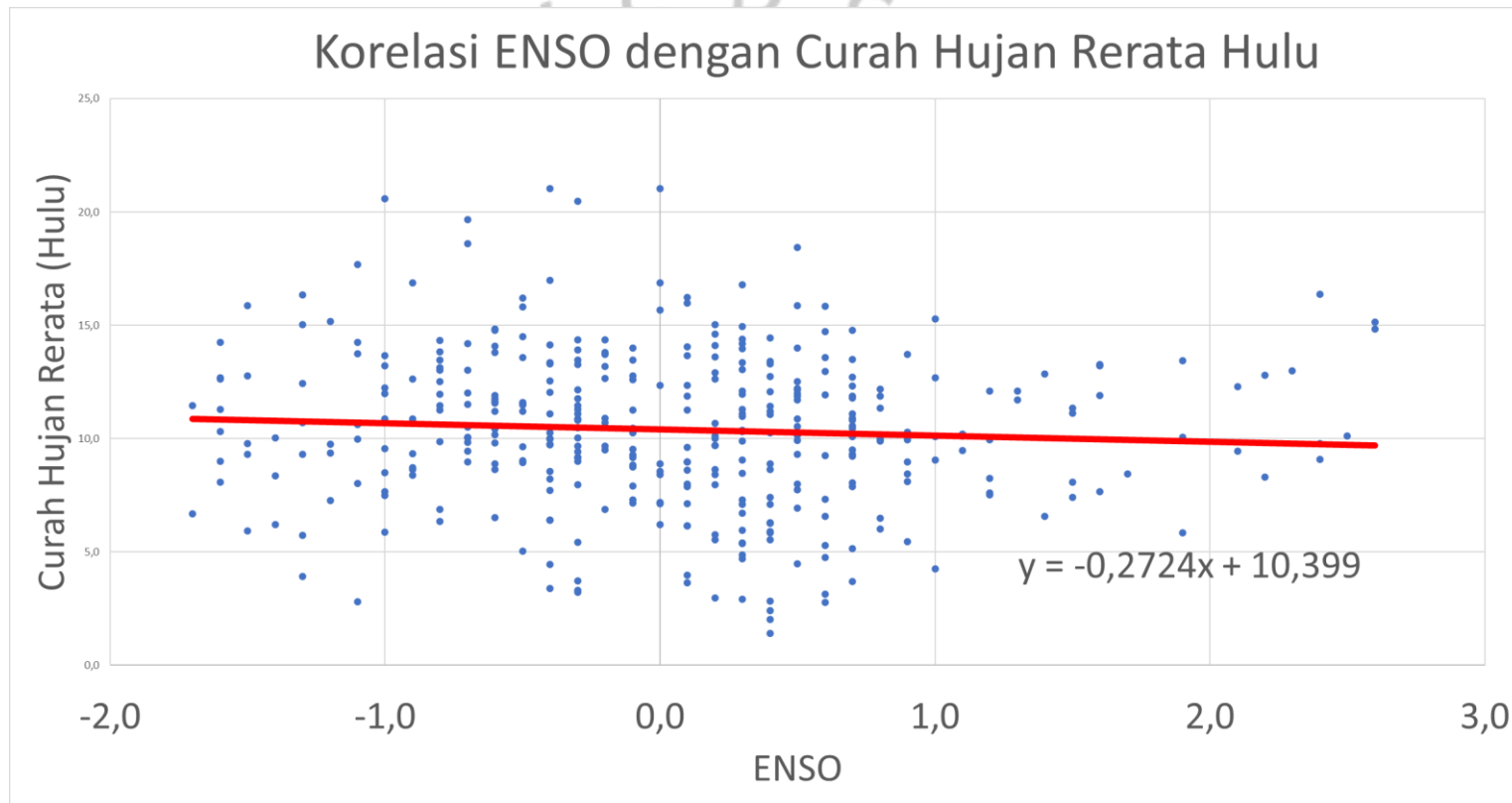


Gambar 4. 60 Grafik Regresi Linear ENSO dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik korelasi antara ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) dengan curah hujan rerata regional, terlihat adanya hubungan negatif yang ditunjukkan oleh persamaan regresi linear $y = -0,1715x + 10,676$. Persamaan ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu unit indeks ENSO berpotensi menurunkan curah hujan rerata sebesar 0,1715 mm. Garis tren yang menurun ini mengindikasikan bahwa kondisi *El Niño* (nilai ENSO positif) cenderung berkorelasi dengan penurunan curah hujan, sedangkan kondisi *La Niña* (nilai ENSO negatif) berkorelasi dengan peningkatan curah hujan di wilayah regional yang diamati.

Namun demikian, penyebaran titik data pada grafik cukup tersebar dan tidak membentuk pola yang rapat terhadap garis regresi. Hal ini menandakan bahwa pengaruh ENSO terhadap curah hujan di tingkat regional tidak terlalu kuat atau dominan, karena terdapat banyak faktor lain yang turut mempengaruhi curah hujan selain ENSO, seperti kelembapan udara, suhu permukaan laut lokal, kondisi atmosfer, serta dinamika monsun. Meskipun demikian, pola yang terbentuk masih relevan untuk menunjukkan adanya kecenderungan pengaruh ENSO terhadap variabilitas curah hujan regional, khususnya dalam konteks peristiwa *El Niño* yang sering dikaitkan dengan kondisi kekeringan di berbagai wilayah di Indonesia.

2) Grafik ENSO dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke

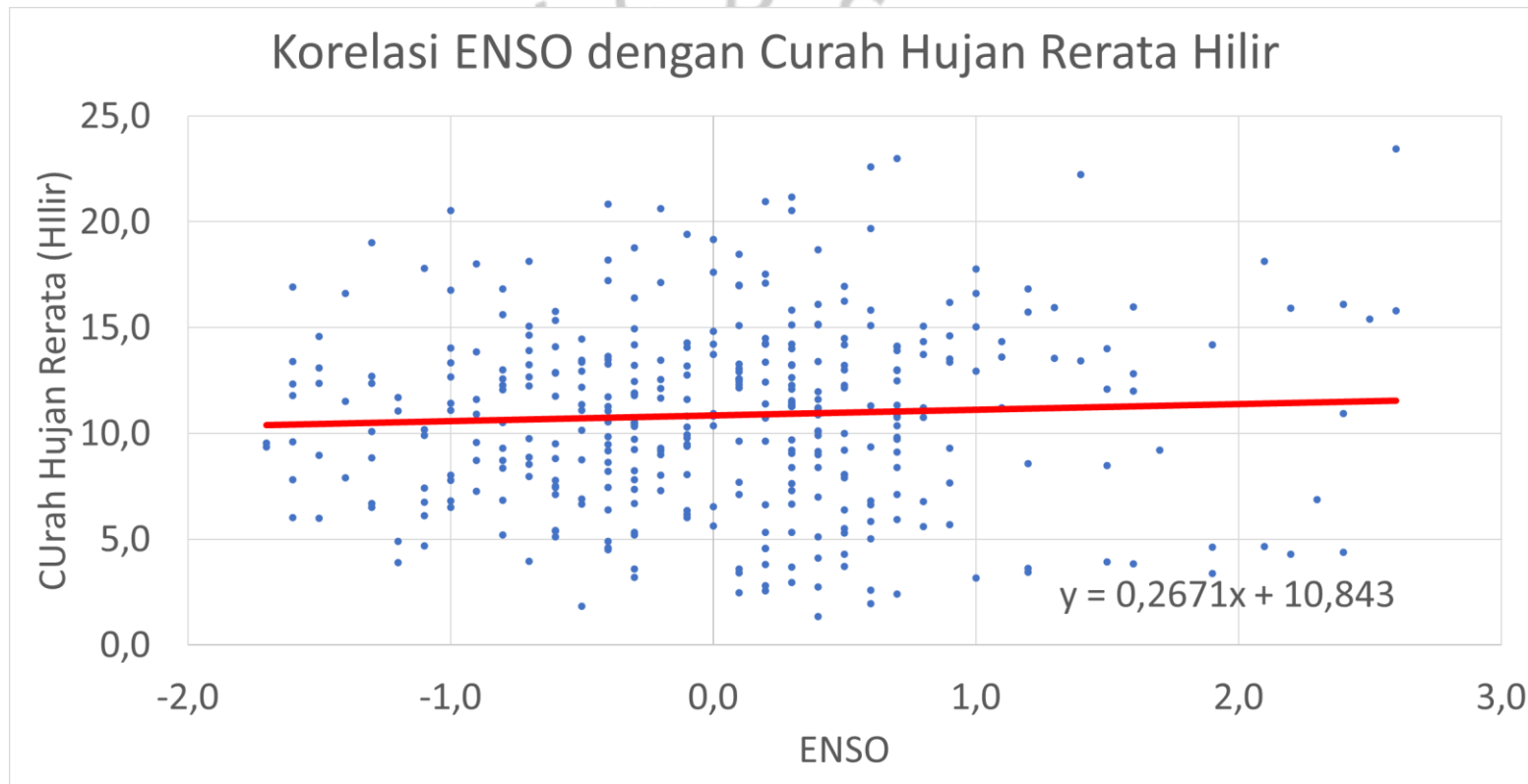


Gambar 4. 61 Grafik Regresi Linear ENSO dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik persamaan regresi linear, korelasi antara ENSO dengan curah hujan rerata di wilayah hulu, terlihat adanya hubungan negatif yang ditunjukkan oleh persamaan regresi linear $y = -0,2724x + 10,399$. Persamaan ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu unit indeks ENSO (menuju kondisi *El Niño*) berpotensi menurunkan curah hujan rata-rata di wilayah hulu sebesar 0,2724 mm. Garis tren regresi yang menurun memperkuat indikasi bahwa kondisi *El Niño* cenderung menyebabkan penurunan curah hujan, sedangkan *La Niña* (nilai ENSO negatif) lebih terkait dengan curah hujan yang lebih tinggi di wilayah tersebut.

Meskipun demikian, penyebaran titik data di sekitar garis tren masih cukup luas dan tidak terfokus pada pola tertentu. Hal ini menandakan bahwa meskipun terdapat pengaruh ENSO terhadap curah hujan hulu, kekuatannya tidak dominan. Artinya, selain ENSO, masih ada faktor-faktor lain yang turut mempengaruhi variasi curah hujan di wilayah hulu, seperti kelembapan udara, suhu muka laut lokal, topografi, dan kondisi atmosfer regional. Meski demikian, tren penurunan yang ditunjukkan oleh regresi ini tetap penting sebagai indikasi awal adanya dampak ENSO terhadap curah hujan di kawasan hulu.

3) Grafik ENSO dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke



Gambar 4. 62 Grafik Regresi Linear ENSO dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik persamaan regresi linear, korelasi antara indeks ENSO (*El Niño*–Southern Oscillation) dan curah hujan rerata di wilayah hilir, yang divisualisasikan melalui sebaran titik data dan garis regresi linear dengan persamaan $y = 0,2671x + 10,843$. Persamaan ini menunjukkan bahwa untuk setiap kenaikan satu satuan indeks ENSO, curah hujan rerata hilir cenderung meningkat sebesar sekitar 0,2671 mm. Nilai konstanta 10,843 menunjukkan perkiraan curah hujan rerata saat indeks ENSO bernilai nol (kondisi netral).

Namun, kemiringan garis regresi yang sangat landai serta sebaran titik data yang cukup luas dan acak memperlihatkan bahwa hubungan antara kedua variabel ini tergolong lemah atau hampir tidak signifikan. Artinya, meskipun terdapat kecenderungan peningkatan curah hujan seiring naiknya indeks ENSO, hubungan ini tidak cukup kuat untuk dijadikan dasar prediksi yang akurat.

Dari persamaan regresi yang muncul pada grafik curah hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan ENSO terhadap curah hujan pada tabel berikut.

Tabel 4. 23 Interpretasi Korelasi ENSO dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

Jenis Grafik	Kenaikan temperatur (°C)	Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Curah Hujan Rerata Regional	1°C	Penurunan sebesar -0,1715 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hulu	1°C	Penurunan sebesar -0,2724 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hilir	1°C	Kenaikan sebesar 0,2671 mm/hari

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1°C pada ENSO, curah hujan pada DAS Angke mengalami penurunan dan kenaikan dengan kisaran -0,2721 – 0,2671 mm/hari.

Tabel 4. 24 Interpretasi Korelasi Iklim Terhadap Curah Hujan 1990-2020 Berdasarkan Pendekatan Persamaan Regresi Linear

Korelasi dari Pendekatan Persamaan Regresi Linear	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
Curah Hujan Rerata Regional	Kenaikan 0,0001 mm/hari	Kenaikan 0,0001 mm/hari	Kenaikan 0,116 mm/hari	Penurunan 0,0042 mm/hari	Penurunan 0,2345 mm/hari	Penurunan 0,1715 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hulu	Penurunan 0,00007 mm/hari	Penurunan 0,00007 mm/hari	Kenaikan 0,3031 mm/hari	Penurunan 0,1688 mm/hari	Penurunan 0,5184 mm/hari	Penurunan 0,2724 mm/hari
Curah Hujan Rerata Hilir	Kenaikan 0,0002 mm/hari	Kenaikan 0,0002 mm/hari	Kenaikan 0,0691 mm/hari	Kenaikan 0,0353 mm/hari	Penurunan 0,1619 mm/hari	Kenaikan 0,2671 mm/hari
Keterangan	Penurunan 0-0,1 mm/hari:			Kenaikan 0-0,1 mm/hari:		
	Penurunan 0,1-0,2 mm/hari:			Kenaikan 0,1-0,2 mm/hari:		
	Penurunan 0,2-0,3 mm/hari:			Kenaikan 0,2-0,4 mm/hari:		
	Penurunan 0,3-0,6 mm/hari:					

Sumber: Diolah Penulis (2025)

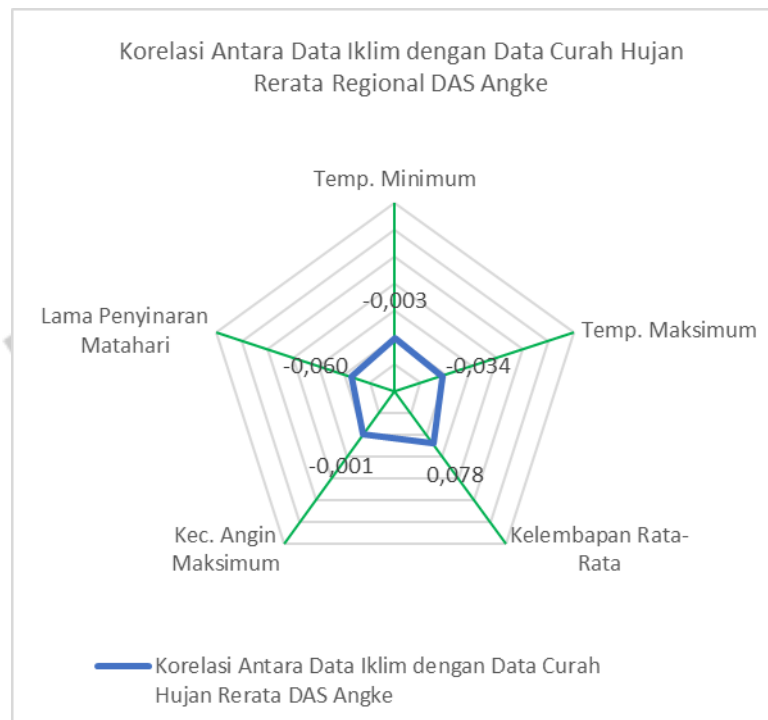
4.2.3.3 Analisis Korelasi Iklim Terhadap Curah Hujan Berdasarkan Pendekatan Statistik Pearson

Berikut merupakan analisis korelasi iklim dengan berbagai faktor secara keseluruhan dengan pendekatan statistik pearson

- a) Korelasi parameter iklim terhadap curah hujan menggunakan pendekatan statistik pearson
 - 1) Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke dengan setiap Parameter

Analisis korelasi Pearson terhadap parameter iklim dan curah hujan di DAS Angke dilakukan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan linear antara variabel-variabel klimatik utama (seperti ENSO, temperatur minimum/maksimum, kelembapan, dan kecepatan angin) dengan pola curah hujan di wilayah hulu maupun hilir. Pendekatan statistik ini

membantu mengidentifikasi sejauh mana variabilitas iklim global dan lokal memengaruhi distribusi spasial-temporal presipitasi di DAS Angke

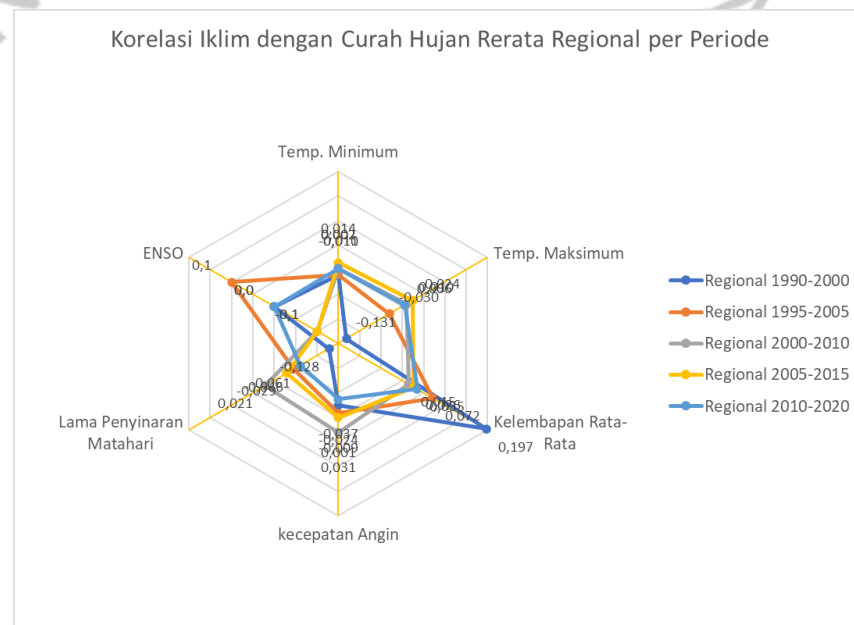


Gambar 4. 63 Korelasi antara Data Iklim dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik korelasi pendekatan pearson antara hujan rerata regional di DAS Angke dengan beberapa parameter iklim, terlihat bahwa hubungan linier antara curah hujan rerata regional dan iklim sangat lemah, bahkan mendekati nol. Nilai korelasi untuk temperatur minimum adalah -0,003, yang artinya hampir tidak ada hubungan linier antara temperatur minimum dengan curah hujan rerata regional. Demikian pula temperatur maksimum memiliki korelasi -0,034 yang juga sangat lemah dan negatif, menunjukkan bahwa peningkatan temperatur maksimum hanya berkaitan sangat kecil dengan penurunan curah hujan, tetapi hubungannya hampir tak berarti. Kecepatan angin maksimum memiliki korelasi -0,001, nilai yang sangat mendekati nol, menegaskan tidak adanya pola linier yang berarti antara kecepatan angin tertinggi dan curah hujan rerata regional di DAS Angke. Lama penyinaran matahari menunjukkan nilai korelasi -0,060, yang merupakan nilai negatif terendah di antara semua variabel, tetapi juga masih sangat lemah.

Artinya, ada kecenderungan tipis bahwa saat lama penyinaran matahari lebih panjang, curah hujan sedikit menurun, tetapi hubungan itu sangat tidak kuat dan praktis tidak signifikan.

Satu-satunya variabel dengan korelasi positif adalah kelembapan rata-rata, yaitu 0,078. Meskipun ini tetap nilai yang sangat kecil, hal ini menyiratkan kecenderungan bahwa saat kelembapan rata-rata meningkat, curah hujan rerata regional juga cenderung meningkat sedikit. Namun sekali lagi, kekuatan hubungannya lemah sehingga tidak bisa digunakan sebagai prediktor yang kuat.



Gambar 4. 64 Korelasi antara Data Iklim dengan Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke per Periode

Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berikut merupakan penjelasan dari grafik korelasi iklim dengan curah hujan rerata regional DAS Angke yang dapat dinyatakan bahwa setiap periode memiliki hasil yang berbeda.

a) 1990-2000

Pada periode 1990-2000, curah hujan rerata regional memiliki korelasi negatif terhadap temperatur minimum sebesar -0,011 dan temperatur maksimum sebesar -0,131, menunjukkan bahwa kenaikan suhu maksimum cenderung sedikit menurunkan curah hujan. Kelembapan rata-rata berkorelasi positif sebesar 0,197, yang berarti semakin lembap

udara, curah hujan sedikit meningkat. Kecepatan angin berkorelasi negatif lemah sebesar $-0,024$, sementara lama penyinaran matahari memiliki korelasi negatif yang relatif lebih besar yakni $-0,128$, mengindikasikan bahwa semakin panjang penyinaran matahari, curah hujan cenderung menurun. ENSO pada periode ini tidak menunjukkan hubungan korelasi netral di angka $0,0$.

b) 1995-2005

Pada periode 1995-2005, korelasi antara curah hujan rerata regional dengan temperatur minimum tetap negatif kecil sebesar $-0,010$, sementara temperatur maksimum memiliki korelasi negatif yang melemah menjadi $-0,030$. Kelembapan rata-rata turun korelasinya menjadi $0,072$, masih menunjukkan kecenderungan bahwa kelembapan meningkatkan curah hujan. Kecepatan angin berkorelasi negatif sangat kecil sebesar $-0,009$. Lama penyinaran matahari juga negatif sebesar $-0,046$, menunjukkan pola yang sama dengan periode sebelumnya. ENSO di periode ini memiliki korelasi positif kecil sebesar $0,1$, mengindikasikan sedikit pengaruh kondisi ENSO terhadap peningkatan curah hujan.

c) 2000-2010

Pada periode 2000-2010, korelasi dengan temperatur minimum bergeser menjadi positif sebesar $0,002$, sementara temperatur maksimum juga berubah menjadi positif sebesar $0,010$, menandakan temperatur minimum dan maksimum sedikit sejalan dengan kenaikan curah hujan. Kelembapan rata-rata tetap positif meskipun lebih kecil yakni $0,015$. Kecepatan angin berbalik menjadi korelasi positif sebesar $0,031$. Lama penyinaran matahari juga berubah menjadi korelasi positif tipis sebesar $0,021$. ENSO mengalami korelasi negatif kecil sebesar $-0,1$, menunjukkan kecenderungan ENSO sedikit menurunkan curah hujan.

d) 2005-2015

Selama periode 2005-2015, korelasi temperatur minimum menjadi positif sebesar $0,014$, sedangkan temperatur maksimum naik menjadi

0,024, menunjukkan hubungan lemah yang positif antara temperatur dan curah hujan. Kelembapan rata-rata tetap berkontribusi positif sebesar 0,026. Kecepatan angin memiliki korelasi positif lemah sebesar 0,001, menunjukkan hubungan positif meskipun lemah. Lama penyinaran matahari kembali berkorelasi negatif sebesar -0,029. ENSO tetap berkorelasi negatif kecil sebesar -0,1, menunjukkan pola mirip dengan periode sebelumnya.

e) 2010-2020

Pada periode 2010-2020, temperatur minimum menjadi sedikit positif sebesar 0,002, sedangkan temperatur maksimum sedikit positif juga sebesar 0,006. Kelembapan rata-rata tetap positif sebesar 0,035, menunjukkan kecenderungan bahwa kelembapan terus berpengaruh meningkatkan curah hujan meski nilainya kecil. Kecepatan angin berbalik menjadi korelasi negatif lebih besar yaitu -0,037. Lama penyinaran matahari pun memiliki korelasi negatif paling besar dalam data yakni -0,061, menunjukkan semakin panjang penyinaran matahari, curah hujan cenderung semakin turun. ENSO kembali netral di angka 0,0, menunjukkan tidak ada pengaruh nyata dalam periode ini.

Sepanjang periode pengamatan, kelembapan rata-rata cenderung selalu berkorelasi positif (meskipun lemah) terhadap curah hujan regional. Lama penyinaran matahari umumnya berkorelasi negatif, menandakan semakin panjang penyinaran, hujan cenderung menurun. Korelasi variabel lain (temperatur, angin, ENSO) fluktuatif, dan pada umumnya lemah, menunjukkan hubungan yang tidak konsisten atau signifikan terhadap curah hujan rerata regional.

Tabel 4. 25 Interpretasi Korelasi Iklim Terhadap Curah Hujan Rerata Regional DAS Angke Berdasarkan Pendekatan Statistik Pearson per Periode

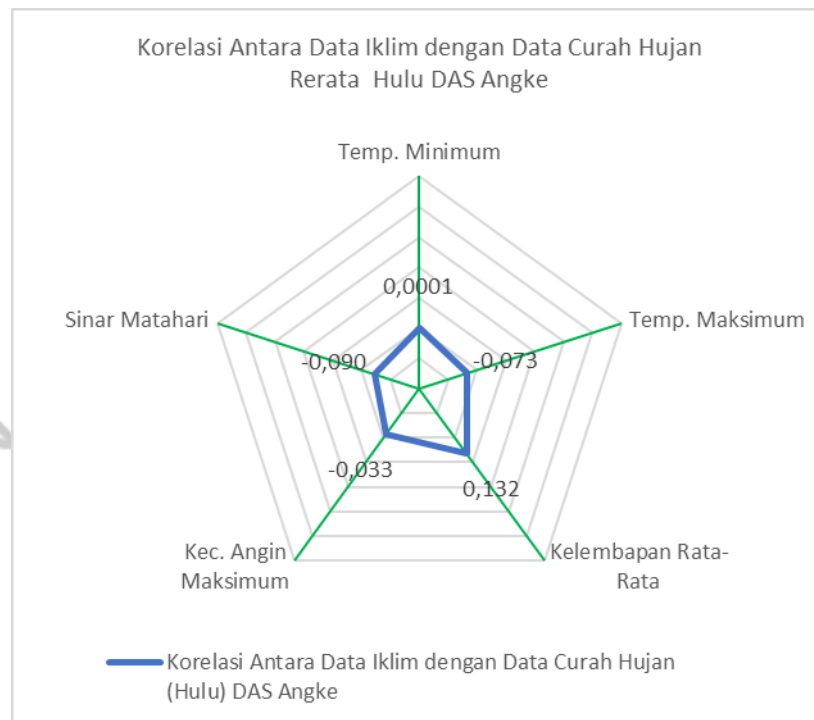
Curah Hujan Rerata Regional per Periode	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
1990-2000	-0,011	-0,131	0,197	-0,024	-0,128	0,0
1995-2005	-0,010	-0,030	0,072	-0,009	-0,046	0,1
2000-2010	0,002	0,010	0,015	0,031	0,021	-0,1
2005-2015	0,014	0,024	0,026	0,001	-0,029	-0,1
2010-2020	0,002	0,006	0,035	-0,037	-0,061	0,0
Keterangan	1990-2000				2005-2015	
	1995-2005				2010-2020	
	2000-2010					

Sumber: Diolah Penulis (2025)

2) Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke dengan setiap Parameter

Analisis korelasi Pearson antara parameter iklim dan curah hujan di hulu DAS Angke dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan linear antara variabel-variabel klimatik (seperti suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan indeks ENSO) dengan pola curah hujan di wilayah hulu yang masih relatif alami. Pendekatan statistik ini penting untuk memahami sejauh mana faktor-faktor iklim global dan lokal memengaruhi variabilitas curah hujan di bagian hulu, yang berperan sebagai daerah tangkapan air utama bagi seluruh DAS. Hasil analisis korelasi di hulu DAS Angke diharapkan dapat menunjukkan pola yang berbeda dengan wilayah hilir yang sudah terurbanisasi, mengingat karakteristik tutupan lahan dan topografi di hulu yang lebih alami dan berpengaruh pada proses hidrometeorologis. Temuan dari analisis ini akan memberikan dasar ilmiah untuk pengelolaan DAS terpadu, khususnya dalam merancang strategi konservasi di wilayah hulu yang lebih sensitif terhadap perubahan iklim. Berikut merupakan grafik korelasi dengan

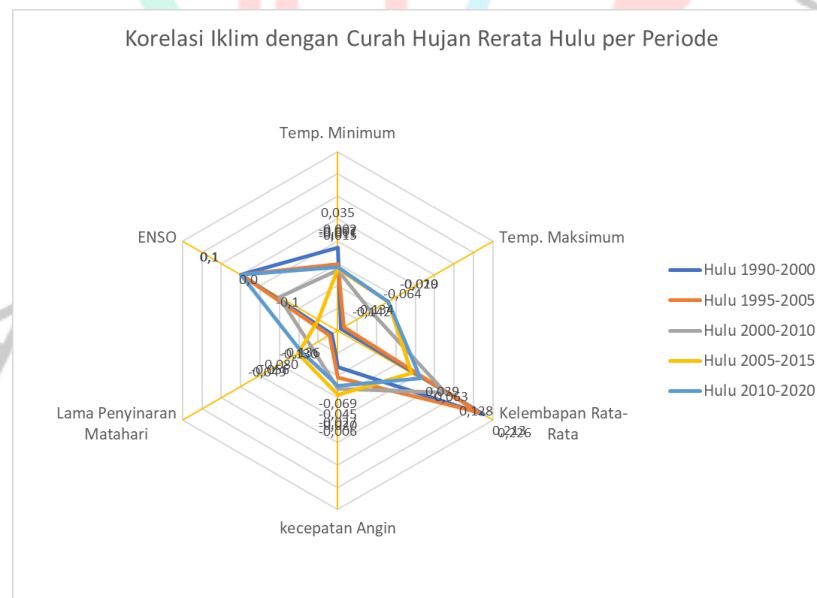
pendekatan pearson pada DAS Angke bagian hulu dengan setiap parameternya.



Gambar 4. 65 Korelasi antara Data Iklim dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik korelasi pendekatan pearson, terlihat bahwa hubungan antara curah hujan rerata hulu DAS Angke dengan berbagai parameter iklim sangat lemah. Nilai korelasi temperatur minimum tercatat hampir nol (0,0001), menunjukkan tidak adanya hubungan linear yang berarti antara temperatur minimum harian dengan curah hujan hulu. Hal ini dapat diartikan bahwa variasi temperatur minimum di wilayah hulu DAS Angke tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan jumlah hujan yang terjadi. Sementara itu, temperatur maksimum memiliki nilai korelasi negatif sebesar -0,073. Meskipun hubungannya juga sangat lemah, nilai negatif ini menunjukkan adanya kecenderungan bahwa kenaikan temperatur maksimum sangat sedikit berkaitan dengan penurunan curah hujan, walaupun pengaruhnya hampir diabaikan dalam analisis praktis. Parameter kelembapan rata-rata memperlihatkan nilai korelasi positif tertinggi dibanding variabel lainnya yaitu 0,132, meskipun tetap tergolong dalam kategori lemah. Nilai ini menunjukkan adanya

kecenderungan bahwa peningkatan kelembapan udara sedikit berkaitan dengan kenaikan curah hujan di wilayah hulu DAS Angke. Hal ini sesuai dengan logika fisik bahwa udara yang lebih lembap memiliki potensi lebih besar untuk membentuk awan dan presipitasi, meskipun dalam konteks data ini pengaruhnya masih sangat terbatas. Selanjutnya, kecepatan angin maksimum memiliki korelasi negatif yang juga lemah (-0,033), yang menunjukkan bahwa variasi kecepatan angin maksimum tidak berkaitan erat dengan jumlah hujan yang turun, bahkan cenderung menunjukkan arah hubungan yang berlawanan namun tidak signifikan. Terakhir, lama penyinaran matahari memiliki nilai korelasi negatif sebesar -0,090, yang juga merupakan korelasi lemah. Nilai negatif ini mengindikasikan kecenderungan bahwa semakin panjang penyinaran matahari, hujan cenderung sedikit berkurang. Hal ini bisa dijelaskan secara logis karena kondisi mendung atau hujan biasanya memang membatasi lama penyinaran matahari. Namun, sekali lagi, kekuatan korelasinya terlalu kecil untuk dijadikan indikator prediktif yang kuat.



Gambar 4. 66 Korelasi antara Data Iklim dengan Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke per Periode

Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berikut merupakan penjelasan dari grafik korelasi iklim dengan curah hujan rerata hulu DAS Angke yang dapat dinyatakan bahwa setiap periode memiliki hasil yang berbeda.

a) 1990-2000

Pada periode 1990-2000, curah hujan rerata hulu menunjukkan korelasi positif lemah dengan temperatur minimum sebesar 0,035, namun berkorelasi negatif cukup besar dengan temperatur maksimum sebesar -0,142, yang mengindikasikan bahwa kenaikan suhu maksimum berpotensi menurunkan curah hujan di wilayah hulu. Kelembapan rata-rata memiliki korelasi positif cukup kuat sebesar 0,226, menunjukkan semakin lembap udara, curah hujan cenderung meningkat. Kecepatan angin berkorelasi negatif sebesar -0,069, menunjukkan sedikit pengaruh angin dalam mengurangi curah hujan. Lama penyinaran matahari juga berkorelasi negatif cukup nyata sebesar -0,136, menandakan semakin panjang penyinaran, curah hujan berkurang. ENSO berkorelasi positif kecil sebesar 0,1, menunjukkan sedikit kontribusi fenomena ENSO terhadap kenaikan curah hujan di hulu.

b) 1995-2005

Pada periode 1995-2005, korelasi temperatur minimum berubah menjadi negatif sangat kecil sebesar -0,002, sementara korelasi temperatur maksimum masih negatif cukup kuat sebesar -0,134, menunjukkan pola yang mirip dengan periode sebelumnya. Kelembapan rata-rata sedikit menurun korelasinya menjadi 0,213 tetapi masih menunjukkan pengaruh positif terhadap curah hujan. Kecepatan angin berkorelasi negatif sebesar -0,045. Lama penyinaran matahari tetap negatif sebesar -0,130. ENSO stabil dengan korelasi positif sebesar 0,1, konsisten memberikan sedikit pengaruh meningkatkan curah hujan.

c) 2000-2010

Pada periode 2000-2010, korelasi dengan temperatur minimum menjadi lebih negatif sebesar -0,015, sedangkan korelasi temperatur maksimum melemah menjadi -0,064. Kelembapan rata-rata turun signifikan

korelasinya menjadi 0,128, namun masih tetap positif. Kecepatan angin juga berkorelasi negatif kecil sebesar -0,020, dan lama penyinaran matahari memiliki korelasi negatif sebesar -0,080. ENSO pada periode ini netral di angka 0,0, menunjukkan tidak ada hubungan nyata dengan curah hujan hulu.

d) 2005-2015

Selama periode 2005-2015, korelasi temperatur minimum masih negatif lemah sebesar -0,011, sedangkan korelasi temperatur maksimum turun drastis mendekati netral yaitu -0,019. Kelembapan rata-rata hanya tersisa korelasi positif kecil sebesar 0,039. Kecepatan angin semakin kecil pengaruhnya dengan korelasi -0,006. Lama penyinaran matahari tetap negatif sebesar -0,049. ENSO justru berkorelasi negatif kecil sebesar -0,1, berbeda dari periode sebelumnya yang cenderung positif.

e) 2010-2020

Pada periode 2010-2020, korelasi temperatur minimum masih negatif kecil sebesar -0,007, sementara temperatur maksimum stabil negatif di -0,020. Kelembapan rata-rata mengalami kenaikan korelasi menjadi 0,063, tetap menunjukkan kontribusi positif meskipun kecil. Kecepatan angin kembali negatif sebesar -0,027. Lama penyinaran matahari juga negatif sebesar -0,056, konsisten dengan pola sebelumnya. ENSO kembali berkorelasi positif kecil sebesar 0,1, menunjukkan adanya fluktuasi pengaruh ENSO terhadap curah hujan hulu di periode ini.

Secara keseluruhan, pada wilayah hulu, kelembapan rata-rata konsisten berkorelasi positif dengan curah hujan, meskipun besar korelasinya menurun dari periode ke periode. Temperatur maksimum hampir selalu berkorelasi negatif, menunjukkan suhu tinggi cenderung menurunkan curah hujan. Lama penyinaran matahari pun konsisten berkorelasi negatif, mengindikasikan pengurangan curah hujan saat matahari bersinar lebih lama. Kecepatan angin dan ENSO menunjukkan

fluktuasi, namun pengaruhnya relatif kecil terhadap curah hujan rerata hulu.

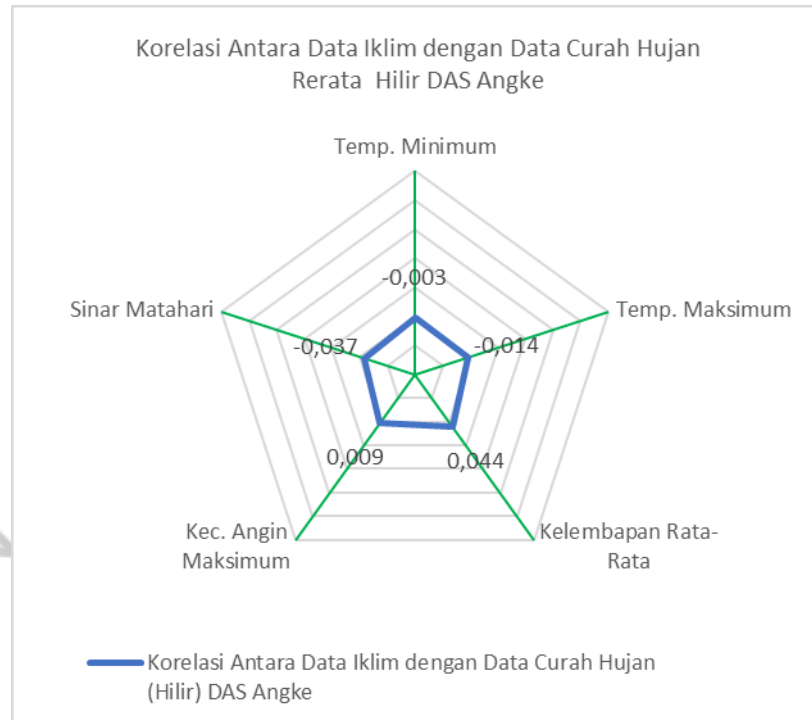
Tabel 4. 26 Interpretasi Korelasi Iklim Terhadap Curah Hujan Rerata Hulu DAS Angke Berdasarkan Pendekatan Statistik Pearson per Periode

Curah Hujan Rerata Hulu per Periode	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
1990-2000	0,035	-0,142	0,226	-0,069	-0,136	0,1
1995-2005	-0,002	-0,134	0,213	-0,045	-0,130	0,1
2000-2010	-0,015	-0,064	0,128	-0,020	-0,080	0,0
2005-2015	-0,011	-0,019	0,039	-0,006	-0,049	-0,1
2010-2020	-0,007	-0,020	0,063	-0,027	-0,056	0,1
Keterangan	1990-2000				2005-2015	
	1995-2005				2010-2020	
	2000-2010					

Sumber: Diolah Penulis (2025)

3) Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke dengan setiap Parameter

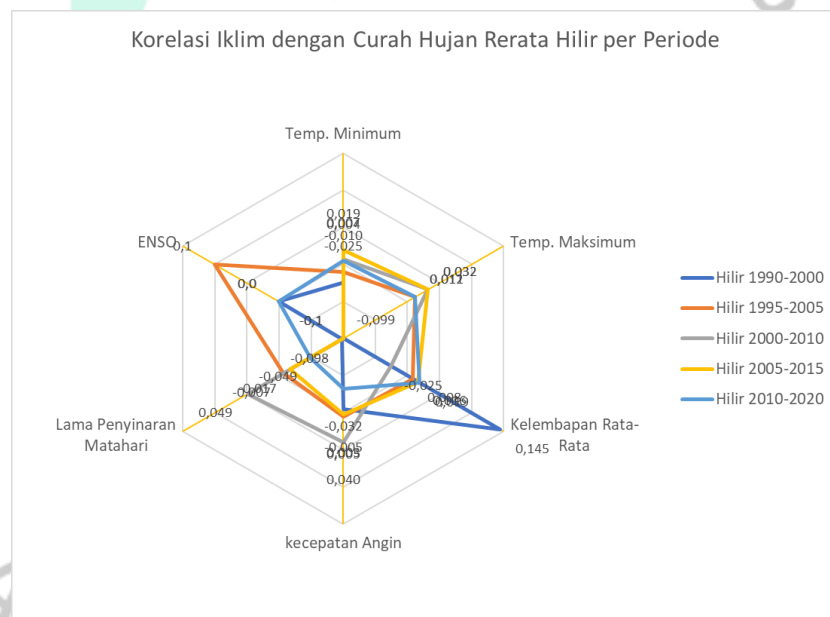
Analisis korelasi Pearson antara parameter iklim dan curah hujan di hilir DAS Angke dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan linear antara variabel klimatik (seperti suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan polutan udara) dengan pola curah hujan di wilayah hilir yang telah terurbanisasi berat. Pendekatan statistik ini penting untuk memahami bagaimana efek perkotaan (*urban heat island*, perubahan tutupan lahan, dan aktivitas antropogenik) memodifikasi hubungan alamiah antara iklim dan curah hujan di kawasan hilir. Hasil analisis di wilayah hilir diharapkan menunjukkan pola yang berbeda secara signifikan dengan wilayah hulu, mengingat dominasi permukaan kedap air dan struktur urban yang kompleks di hilir DAS Angke, yang dapat mengaburkan korelasi alamiah dan menciptakan dinamika iklim mikro yang unik. Temuan dari analisis ini akan memberikan dasar ilmiah untuk perencanaan tata ruang perkotaan yang adaptif terhadap perubahan iklim di kawasan hilir DAS Angke. Berikut grafik yang menunjukkan korelasi antara curah hujan bagian hilir DAS Angke dengan setiap parameter.



Gambar 4. 67 Korelasi antara Data Iklim dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berdasarkan grafik korelasi pendekatan pearson antara curah hujan rerata hilir DAS Angke dengan masing-masing parameter iklim, terlihat bahwa semua parameter memiliki nilai korelasi yang sangat rendah, menunjukkan hubungan linear yang sangat lemah atau hampir tidak ada sama sekali. Temperatur minimum memiliki nilai korelasi -0,003 yang mendekati nol, artinya fluktuasi temperatur minimum harian hampir tidak memiliki pengaruh terhadap jumlah curah hujan di wilayah hilir DAS Angke. Demikian pula temperatur maksimum memiliki nilai korelasi negatif sebesar -0,014, yang meskipun sedikit lebih besar, tetap menunjukkan hubungan negatif yang sangat lemah, menandakan peningkatan suhu maksimum tidak berkaitan secara berarti dengan penurunan atau peningkatan curah hujan di wilayah hilir. Namun, parameter kelembapan rata-rata memperlihatkan nilai korelasi positif tertinggi di antara semua variabel yaitu 0,044, meskipun nilainya tetap berada dalam kategori sangat lemah. Hal ini mengindikasikan bahwa kenaikan kelembapan udara hanya sedikit sekali berkaitan dengan peningkatan hujan di bagian hilir DAS Angke. Nilai ini juga

menunjukkan bahwa meskipun secara teoritis kelembapan dapat berkontribusi pada pembentukan awan dan hujan, pengaruhnya dalam data ini terlalu kecil untuk diandalkan sebagai indikator prediktif yang kuat. Sementara itu, kecepatan angin maksimum memiliki korelasi positif sangat kecil (0,009), menandakan nyaris tidak ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan angin maksimum dengan variasi curah hujan di hilir. Lama penyinaran matahari menunjukkan nilai korelasi negatif sebesar -0,037, yang menunjukkan kecenderungan bahwa peningkatan lama penyinaran matahari berkorelasi sangat lemah dengan penurunan curah hujan, sejalan dengan pemahaman umum bahwa hujan biasanya mengurangi durasi penyinaran. Namun, nilainya sangat kecil sehingga tidak mencerminkan hubungan yang kuat atau dapat diandalkan.



Gambar 4. 68 Korelasi antara Data Iklim dengan Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke per Periode
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Berikut merupakan penjelasan dari grafik korelasi iklim dengan curah hujan rerata hulu DAS Angke yang dapat dinyatakan bahwa setiap periode memiliki hasil yang berbeda.

a) 1990-2000

Pada periode 1990-2000, curah hujan rerata hilir berkorelasi negatif dengan temperatur minimum sebesar -0,025 dan temperatur maksimum

sebesar -0,099, menunjukkan bahwa kenaikan temperatur suhu cenderung menurunkan curah hujan meskipun pengaruhnya lemah. Kelembapan rata-rata memiliki korelasi positif sebesar 0,145, mengindikasikan bahwa kelembapan berperan meningkatkan curah hujan di wilayah hilir. Kecepatan angin berkorelasi negatif sangat kecil sebesar -0,005. Lama penyinaran matahari juga berkorelasi negatif sebesar -0,098, yang menunjukkan semakin lama penyinaran matahari, curah hujan cenderung turun. ENSO pada periode ini memiliki angka 0,0 yang dapat dikatakan netral, tidak menunjukkan pengaruh terhadap curah hujan.

b) 1995-2005

Pada periode 1995-2005, korelasi temperatur minimum tetap negatif kecil sebesar -0,010, sedangkan temperatur maksimum berubah menjadi korelasi positif sangat kecil sebesar 0,011. Kelembapan rata-rata turun drastis korelasinya menjadi positif sebesar 0,008, nyaris netral. Kecepatan angin sedikit berkorelasi positif sebesar 0,005. Lama penyinaran matahari tetap negatif kecil sebesar -0,007. ENSO pada periode ini menunjukkan korelasi positif kecil sebesar 0,1, yang mengindikasikan sedikit pengaruh ENSO dalam meningkatkan curah hujan di hilir.

c) 2000-2010

Pada periode 2000-2010, temperatur minimum justru bergeser menjadi korelasi positif kecil sebesar 0,007, dan temperatur maksimum meningkat korelasinya menjadi 0,032. Namun kelembapan rata-rata menjadi negatif sebesar -0,025, menunjukkan pola yang berbeda di mana kelembapan justru sedikit menurunkan curah hujan. Kecepatan angin berkorelasi positif lebih besar dibanding periode sebelumnya yakni 0,040. Lama penyinaran matahari juga berubah menjadi korelasi positif sebesar 0,049, berbeda dengan pola negatif sebelumnya. ENSO berkorelasi negatif kecil sebesar -0,1, menunjukkan sedikit pengaruh ENSO dalam menurunkan curah hujan.

d) 2005-2015

Selama periode 2005-2015, temperatur minimum berkorelasi positif sebesar 0,019, sedangkan temperatur maksimum stabil positif di 0,032. Kelembapan rata-rata kembali positif sebesar 0,016, menunjukkan sedikit pengaruh meningkatkan curah hujan. Kecepatan angin menjadi positif kecil sebesar 0,003. Lama penyinaran matahari kembali negatif sebesar -0,017. ENSO berkorelasi negatif kecil sebesar -0,1, melanjutkan tren periode sebelumnya.

e) 2010-2020

Pada periode 2010-2020, temperatur minimum tetap positif kecil sebesar 0,004, sementara temperatur maksimum masih positif di 0,012. Kelembapan rata-rata sedikit naik menjadi korelasi positif sebesar 0,019. Kecepatan angin kembali negatif sebesar -0,032, menunjukkan perubahan dari periode sebelumnya. Lama penyinaran matahari pun negatif lebih besar yakni -0,049, memperlihatkan pola bahwa semakin lama penyinaran matahari, curah hujan menurun. ENSO pada periode ini kembali netral dengan angka 0,0 yang menandakan tidak ada pengaruh signifikan.

Secara keseluruhan, di wilayah hilir, hubungan antara curah hujan dan parameter iklim cenderung lemah dan fluktuatif. Kelembapan rata-rata umumnya berkorelasi positif, meskipun pernah menjadi negatif di periode 2000-2010. Temperatur maksimum secara umum bergeser dari korelasi negatif ke positif dalam periode-periode terakhir, sedangkan temperatur minimum fluktuatif tetapi nilainya kecil. Lama penyinaran matahari cenderung negatif, meskipun ada periode (2000-2010) di mana hubungannya positif. ENSO secara keseluruhan menunjukkan pengaruh kecil dan berubah-ubah terhadap curah hujan hilir.

Tabel 4. 27 Interpretasi Korelasi Iklim Terhadap Curah Hujan Rerata Hilir DAS Angke Berdasarkan Pendekatan Statistik Pearson per Periode

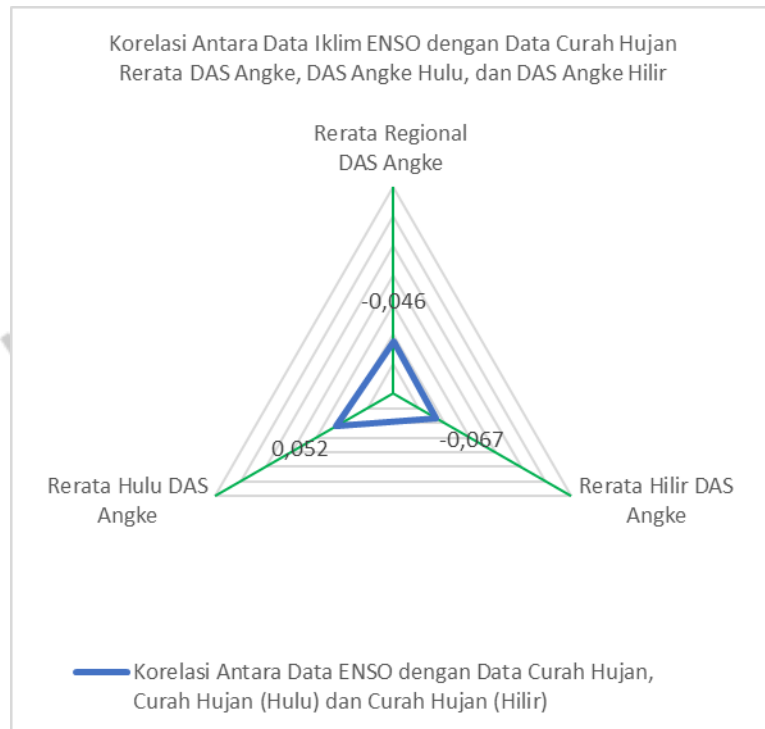
Curah Hujan Rerata Hilir per Periode	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
1990-2000	-0,025	-0,099	0,145	-0,005	-0,098	0,0
1995-2005	-0,010	0,011	0,008	0,005	-0,007	0,1
2000-2010	0,007	0,032	-0,025	0,040	0,049	-0,1
2005-2015	0,019	0,032	0,016	0,003	-0,017	-0,1
2010-2020	0,004	0,012	0,019	-0,032	-0,049	0,0
Keterangan	1990-2000				2005-2015	
	1995-2005				2010-2020	
	2000-2010					

Sumber: Diolah Penulis (2025)

4) Curah Hujan Rerata DAS Angke dengan Parameter ENSO

Berdasarkan grafik radar dan nilai korelasi Pearson, hubungan antara parameter ENSO (*El Niño*–Southern Oscillation) dengan curah hujan rerata di DAS Angke, baik secara regional maupun di bagian hulu dan hilir, terlihat sangat lemah. Untuk rerata regional DAS Angke, nilai korelasi tercatat -0,046 yang menunjukkan hubungan negatif sangat lemah. Ini berarti perubahan indeks ENSO hanya sangat sedikit sekali. nyaris tidak signifikan keteerkaitannya dengan penurunan curah hujan rata-rata di wilayah ini. Dengan kata lain, pengaruh ENSO pada variasi curah hujan secara regional di DAS Angke hampir tidak terlihat dalam pola data linier. Pada bagian hilir DAS Angke, nilai korelasi juga negatif dan bahkan sedikit lebih besar dalam magnitudo yaitu -0,067. Nilai ini memperkuat kesimpulan bahwa di wilayah hilir terdapat kecenderungan sangat lemah di mana peningkatan indeks ENSO (yang sering dihubungkan dengan kondisi *El Niño* kering) berasosiasi dengan sedikit penurunan curah hujan, tetapi kekuatan hubungannya terlalu kecil untuk dianggap signifikan atau berguna sebagai prediktor praktis. Sebaliknya, pada bagian hulu DAS Angke, nilai korelasi tercatat positif sebesar 0,052. Hal ini menunjukkan kecenderungan sangat lemah ke arah hubungan positif, di mana peningkatan indeks ENSO sedikit terkait

dengan kenaikan curah hujan di hulu, tetapi sekali lagi nilainya terlalu dekat dengan nol untuk menunjukkan pola hubungan yang bermakna.



Gambar 4. 69 Korelasi antara Data ENSO dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke

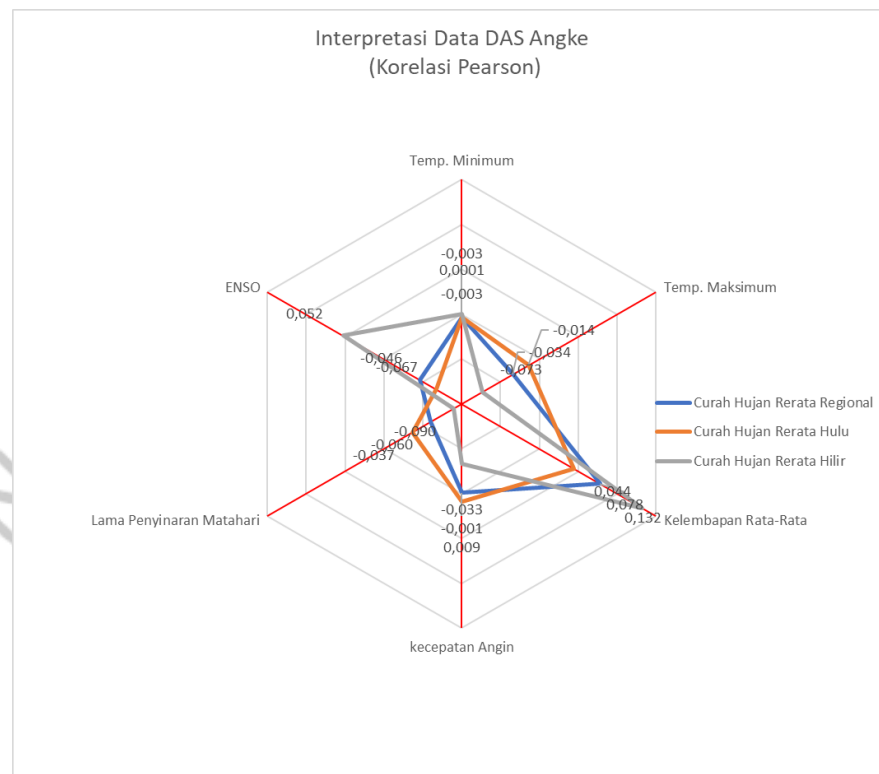
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Tabel 4. 28 Interpretasi Korelasi Iklim Terhadap Curah Hujan Berdasarkan Pendekatan Statistik Pearson

Korelasi dari Pendekatan Pearson	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
Curah Hujan Rerata Regional	-0,003	-0,034	0,078	-0,001	-0,060	-0,046
Curah Hujan Rerata Hulu	0,0001	-0,073	0,132	-0,033	-0,090	0,052
Curah Hujan Rerata Hilir	-0,003	-0,014	0,044	0,009	-0,037	-0,067
Keterangan	Curah Hujan Rerata Regional					
	Curah Hujan Rerata Hulu					
	Curah Hujan Rerata Hilir					

Sumber: Diolah Penulis (2025)

4.3 Pembahasan



Gambar 4. 70 Korelasi antara Data Iklim dengan Curah Hujan Rerata DAS Angke Secara Keseluruhan
Sumber: Pengolahan Data Peneliti, 2025

Analisis Grafik ini menunjukkan koefisien korelasi antara data iklim dan data curah hujan keseluruhan, terdiri dari tiga seri garis (curah hujan rerata regional, hulu, dan hilir) terhadap enam parameter iklim, yaitu Temperatur Minimum, Temperatur Maksimum, Kelembapan Rata-rata, Lama Penyinaran Matahari, Kecepatan Angin, dan ENSO. Nilai korelasi berkisar antara negatif dan positif, meskipun seluruh nilai korelasi relatif kecil (mendekati nol) yang menunjukkan hubungan lemah.

Berdasarkan hasil analisis korelasi antara parameter iklim dengan data curah hujan (keseluruhan, hulu, dan hilir), diperoleh bahwa nilai korelasi antara temperatur minimum dengan curah hujan menunjukkan nilai tertinggi sebesar 0,0001 yang terjadi di wilayah hulu. Nilai ini sangat mendekati nol, sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur minimum tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap variasi curah hujan. Untuk temperatur maksimum, nilai korelasi maksimum ditemukan sebesar -0,014 di wilayah hilir. Korelasi negatif ini menunjukkan adanya

kecenderungan penurunan curah hujan seiring dengan peningkatan suhu maksimum, namun hubungan ini sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik. Namun parameter kelembapan rata-rata menunjukkan korelasi positif tertinggi dibandingkan parameter lainnya, dengan nilai 0,132 di wilayah hulu. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan kelembapan udara cenderung berkaitan dengan peningkatan curah hujan, meskipun kekuatan korelasi masih tergolong lemah hingga sedang. Selanjutnya, kecepatan angin menunjukkan nilai korelasi tertinggi sebesar 0,009 di wilayah hilir. Nilai ini sangat rendah, sehingga dapat disimpulkan bahwa kecepatan angin tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap perubahan curah hujan di wilayah studi. Pada parameter lama penyinaran matahari, seluruh nilai korelasi yang diperoleh bersifat negatif. Nilai korelasi tertinggi tercatat sebesar -0,037 di wilayah hilir. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan terbalik antara lama penyinaran matahari dengan curah hujan, namun kekuatan hubungan tersebut sangat lemah. Terakhir, parameter ENSO menunjukkan nilai korelasi tertinggi sebesar 0,052 di wilayah hulu. Korelasi ini menunjukkan bahwa terdapat sedikit kecenderungan peningkatan curah hujan saat terjadi fenomena ENSO, namun nilai korelasinya juga tergolong sangat lemah dan tidak signifikan.

Tabel 4. 29 Interpretasi Korelasi Iklim Terhadap Spektrum Hujan Berdasarkan Pendekatan Statistik Pearson

Parameter	Nilai Maksimum	Lokasi
Temperatur Minimum	0,0001	Hulu
Temperatur Maksimum	-0,014	Hilir
Kelembapan Rata-Rata	0,132	Hulu
Kecepatan Angin	0,009	Hilir
Lama Penyinaran Matahari	-0,037	Hilir
ENSO	0,052	Hulu

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan grafik dan nilai korelasi Pearson yang ditampilkan, hubungan antara berbagai parameter iklim dengan curah hujan di DAS Angke, baik di tingkat regional, hulu, maupun hilir, secara umum tergolong sangat lemah. Korelasi dengan temperatur minimum hampir mendekati nol di semua wilayah, yakni -0,003 untuk wilayah regional, 0,0001 untuk hulu, dan -0,003 untuk hilir, yang menunjukkan bahwa pengaruh suhu minimum terhadap variasi curah hujan sangat kecil. Temperatur maksimum menunjukkan korelasi negatif yang cukup ringan, terutama di wilayah hulu sebesar -0,073 dan di hilir sebesar -0,014, yang menunjukkan adanya kecenderungan penurunan curah hujan saat suhu maksimum meningkat, meskipun korelasinya masih tergolong sangat lemah. Kelembapan rata-rata memiliki korelasi positif yang sedikit lebih tinggi, yakni 0,132 di wilayah hulu, 0,078 di wilayah regional, dan 0,044 di wilayah hilir, yang menunjukkan bahwa kenaikan kelembapan cenderung diikuti dengan peningkatan curah hujan, meskipun hubungan ini tidak terlalu kuat. Kecepatan angin maksimum menunjukkan korelasi yang sangat kecil, baik positif maupun negatif, dengan nilai tertinggi hanya 0,009 di wilayah hilir, menunjukkan bahwa variasi kecepatan angin praktis tidak memengaruhi curah hujan secara signifikan. Lamanya penyinaran matahari menunjukkan korelasi negatif yang lemah di semua

wilayah, terendah di wilayah hulu sebesar -0,090, yang menunjukkan bahwa semakin lama matahari bersinar, semakin sedikit curah hujan, meskipun hubungan ini tidak signifikan. Faktor ENSO menunjukkan korelasi negatif ringan di wilayah regional (-0,046) dan hilir (-0,067), sementara di wilayah hulu justru menunjukkan korelasi positif kecil sebesar 0,052, yang menunjukkan variasi pengaruh fenomena global ini di setiap wilayah DAS. Secara keseluruhan, grafik dan data tersebut menunjukkan bahwa parameter iklim lokal memiliki pengaruh yang sangat lemah terhadap curah hujan di DAS Angke, sedangkan faktor global seperti ENSO pun hanya menunjukkan korelasi rendah, sehingga curah hujan di wilayah ini kemungkinan dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang lebih kompleks atau bersifat lokal spesifik.