

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

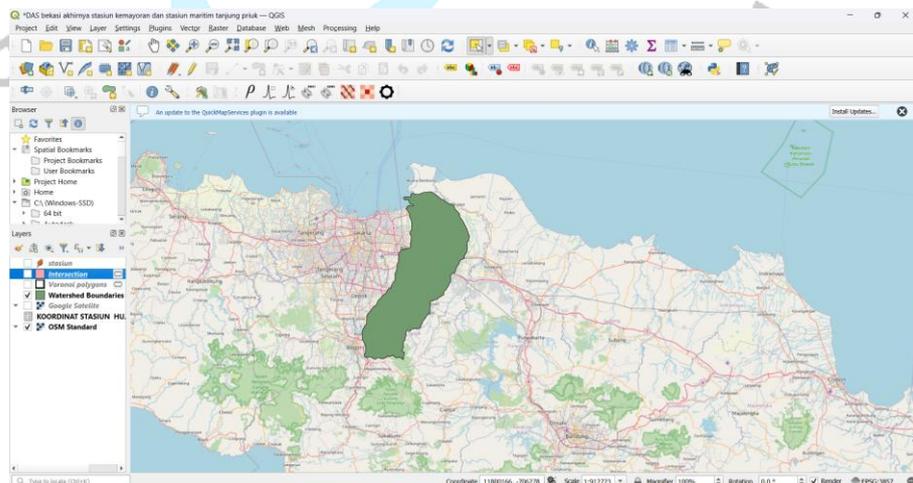
4.1 Pengolahan Data

Pengolahan data dibagi menjadi beberapa tahap yaitu menentukan daerah aliran sungai Kali Bekasi menggunakan aplikasi Qgis. Selanjutnya adalah mengidentifikasi kelengkapan data dari setiap aspek yang dianalisis dari jangka waktu yang ditentukan, yang pada penelitian ini jangka waktunya adalah 30 tahun dimulai dari 1991-2020. Lalu setelahnya mengvalidasi sebaran data yang didapatkan dengan menggunakan pendekatan Smirnov-Kolmogorov.

4.1.1 Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS) Menggunakan Aplikasi QGIS

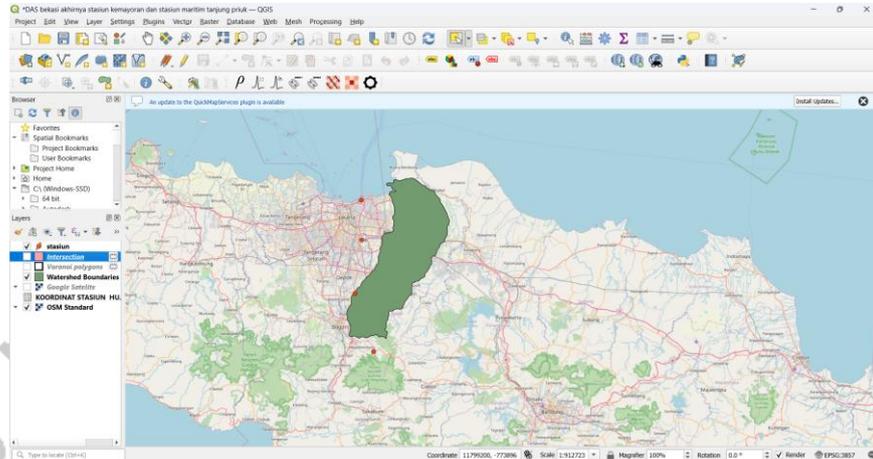
Dalam penelitian ini, identifikasi Daerah Aliran Sungai (DAS) dilakukan menggunakan perangkat lunak *Quantum Geographic Information System (QGIS)* Versi 3.40.3. Proses penentuan bentuk DAS dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

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



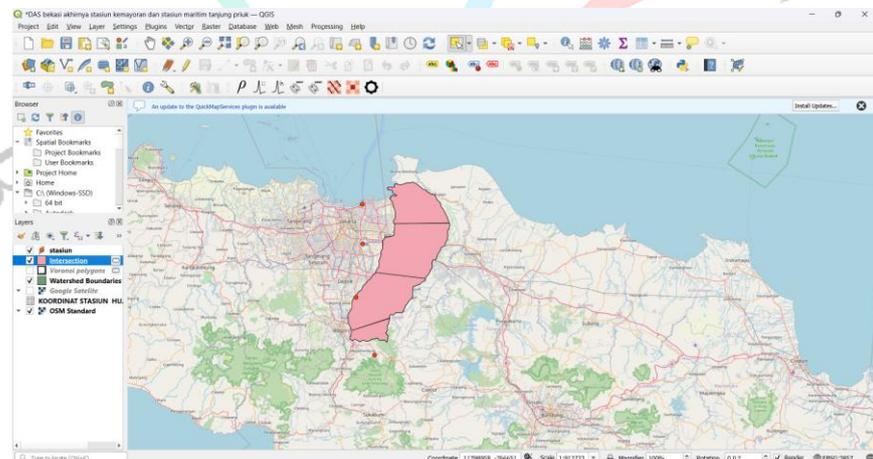
Gambar 4.1 Menggabungkan DAS yang Berhubungan dengan Alur Sungai (Diolah Penulis, 2025)

- b. Menentukan stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS Kali Bekasi yaitu Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok, Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma, Stasiun Cibinong, dan yang terakhir Stasiun Meteorologi Citeko.

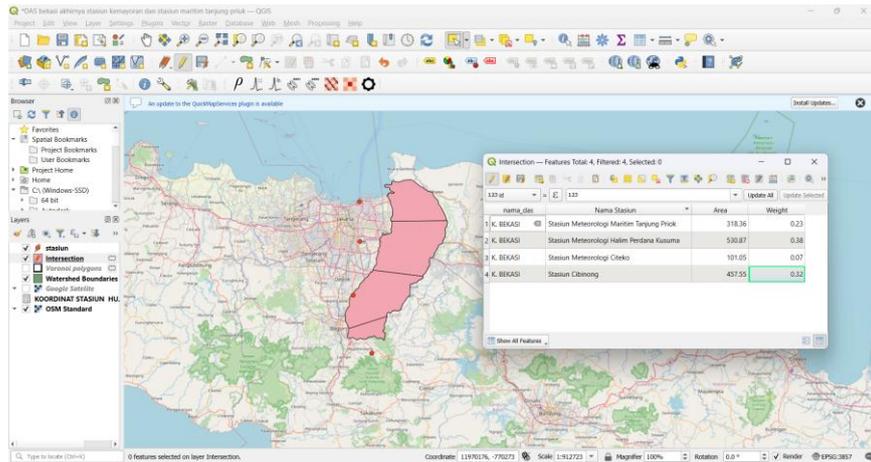


Gambar 4.2 Stasiun Hujan yang Berpengaruh Terhadap DAS (Diolah Penulis, 2025)

- c. Membuat *Polygon Voronoi* guna mengetahui luas Daerah Aliran Sungai serta menghitung persentase pengaruh dari tiap stasiun hujan.



Gambar 4.3 Polygon Voronoi Stasiun Hujan (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.4 Hasil Luas DAS dan Persentase Luas (Diolah Penulis, 2025)

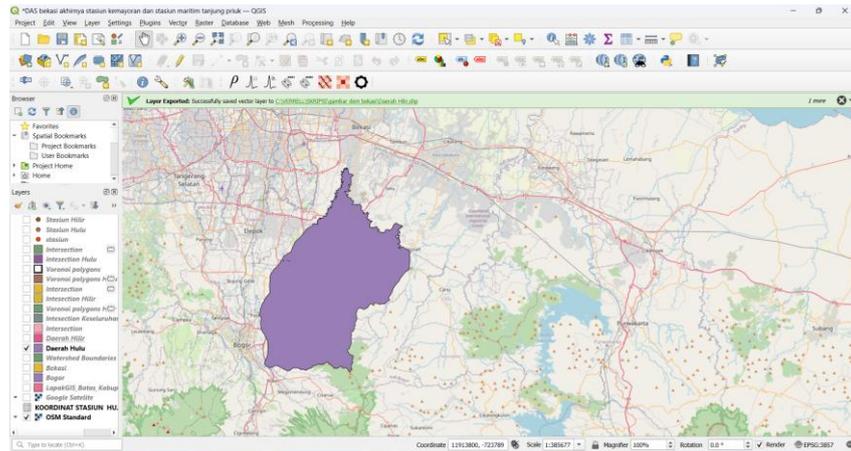
Dari proses yang telah dilakukan, didapatkan Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Bekasi dengan hasil total luas DAS yang didapat adalah 1407,83 km². *Polygon* yang terbagi secara terpisah memiliki tingkat pengaruh masing-masing, yang dihitung berdasarkan proporsi luas poligon terhadap keseluruhan luas DAS, seperti yang disajikan pada **Tabel 4.1** berikut:

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Setiap Stasiun

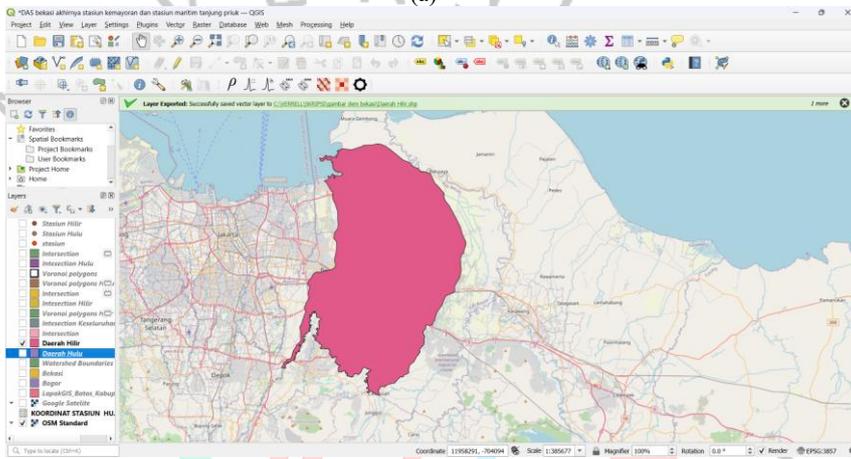
Nama Stasiun Hujan	Luas Pengaruh (km ²)	Rasio Pengaruh Stasiun Hujan
Sta. Meteorologi Maritim Tanjung Priok	318,36	318,36 / 1407,83 = 0,23
Sta. Meteorologi Halim Perdana Kusuma	530,87	530,87 / 1407,83 = 0,38
Sta. Cibinong	457,55	457,55 / 1407,83 = 0,32
Sta. Meteorologi Citeko	101,05	101,05 / 1407,83 = 0,07
Σ	1407,83	1,00

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Hal yang sama juga dilakukan dengan memisahkan DAS Kali Bekasi menjadi dua bagian yaitu daerah hulu dan hilir untuk menganalisis curah hujan Orografis dan curah hujan Konvergen.

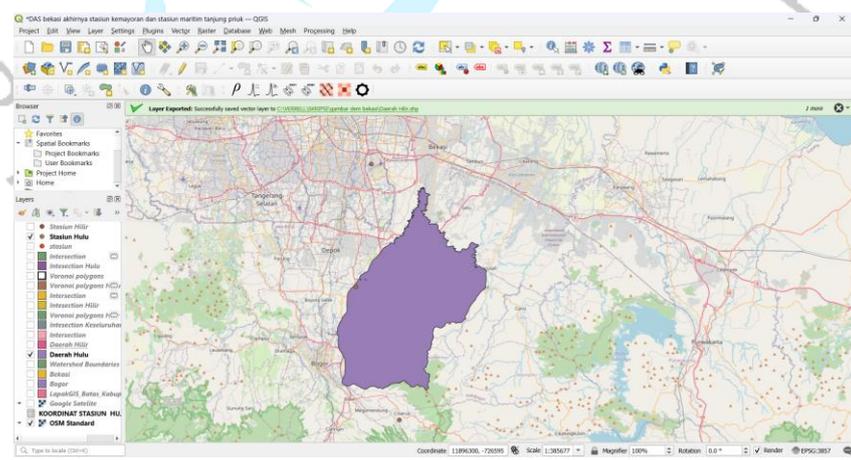


(a)

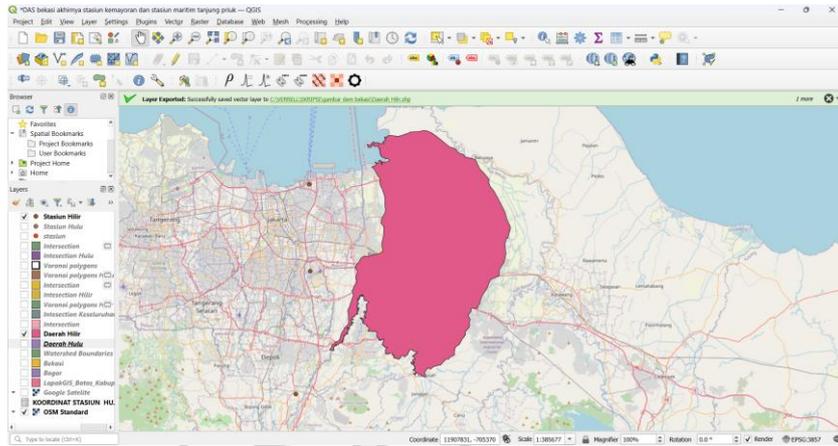


(b)

Gambar 4.5 Menggabungkan DAS yang Berhubungan dengan Alur Sungai (a) Hulu (b) Hilir (Diolah Penulis, 2025)

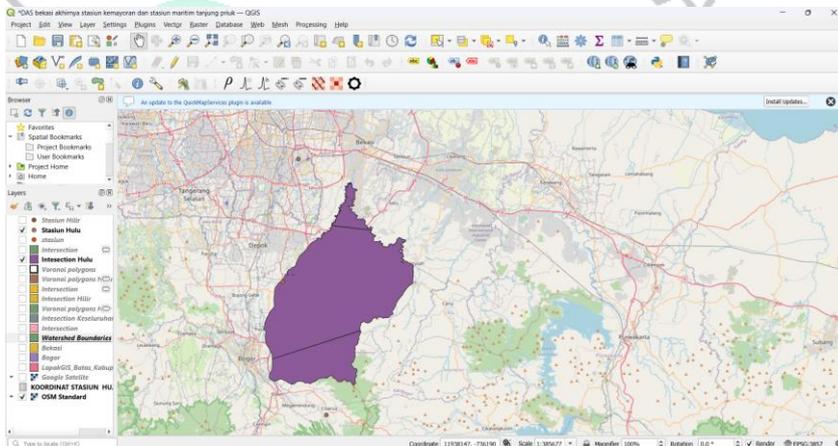


(a)

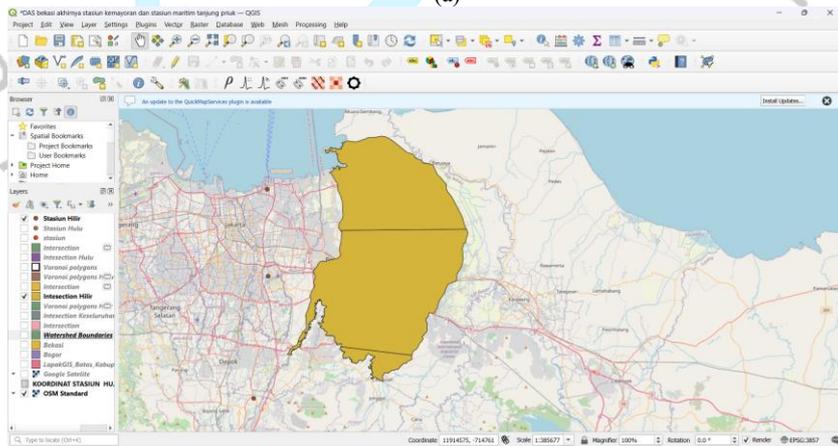


(b)

Gambar 4.6 Stasiun Hujan (a) Hulu (b) hilir yang Berpengaruh Terhadap DAS Kali Bekasi (Diolah Penulis, 2025)

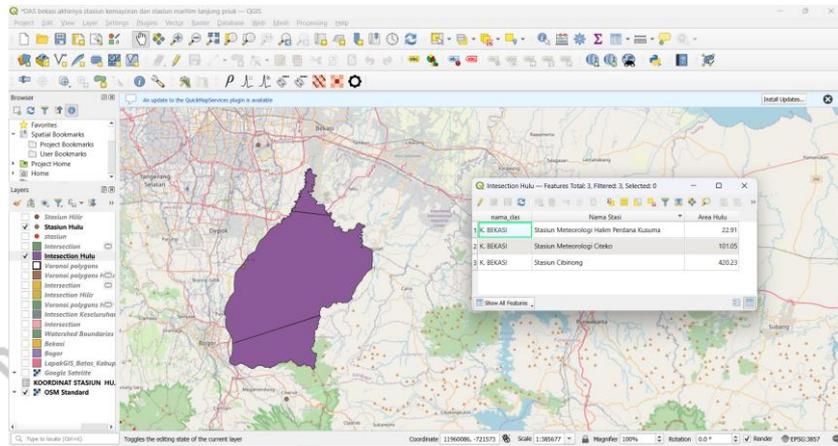


(a)

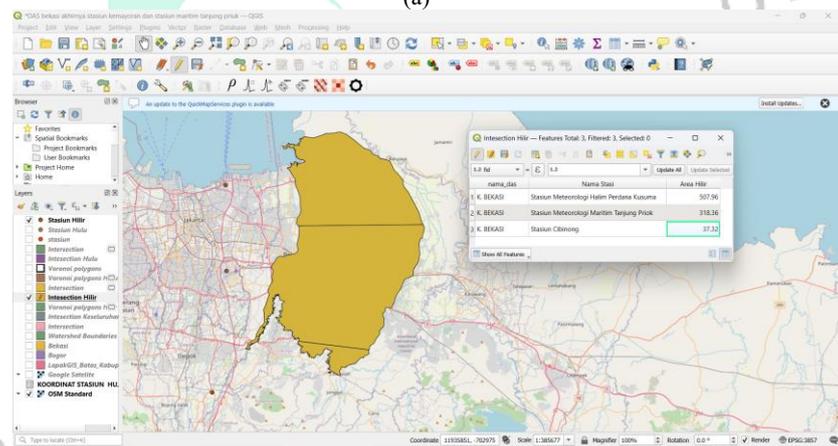


(b)

Gambar 4.7 Polygon Voronoi (a) Hulu (b) Hilir Stasiun Hujan (Diolah Penulis, 2025)



(a)



(b)

Gambar 4.8 Hasil Luas DAS dan Persentase Luas Das Kali Bekasi (a) Hulu (b) Hilir (Diolah Penulis, 2025)

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

Tabel 4.2 Data Curah Hujan Setiap Stasiun (Hulu)

Nama Stasiun Hujan	Luas Pengaruh (km ²)	Rasio Pengaruh Stasiun Hujan
Sta. Meteorologi Halim Perdana Kusuma	22,91	$22,91 / 544,19 = 0,04$
Sta. Cibinong	420,23	$420,23 / 544,19 = 0,77$
Sta. Meteorologi Citeko	101,05	$101,05 / 544,19 = 0,19$
Σ	544,19	1,00

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Tabel 4.3 Data Curah Hujan Setiap Stasiun (Hilir)

Nama Stasiun Hujan	Luas Pengaruh (km ²)	Rasio Pengaruh Stasiun Hujan
Sta. Meteorologi Maritim Tanjung Priok	318,36	318,36 / 863.64 = 0,37
Sta. Meteorologi Halim Perdana Kusuma	507,96	507,96 / 863.64 = 0,59
Sta. Cibinong	37,32	37.32 / 863.64 = 0,04
Σ	863,64	1,00

Sumber: Diolah Penulis (2025)

4.1.2 Data Curah Hujan

Data curah hujan dibutuhkan untuk nantinya digunakan untuk dianalisis lebih lanjut dengan parameter - parameter lainnya. Terdapat 4 data stasiun hujan yang digunakan, Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok, Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma, Stasiun Meteorologi Cibinong, dan yang terakhir Stasiun Meteorologi Citeko yang dapat dilihat pada tabel dibawah. Data setiap stasiun yang digunakan berdasarkan pencatatan dari 30 tahun terakhir yaitu 1991 – 2020 yang diambil dari website resmi Badan Meteorologi dan Klimatologi Nasional (BMKG), kelengkapan data dari keempat stasiun adalah sebagai berikut.

Tabel 4.4 Ketersediaan Data Hujan 1991-2020

No	Tahun	Data Data Hujan Tahunan			
		Sta. Meteorologi Tanjung Priok	Sta. Meteorologi Halim Perdana Kusuma	Sta. Cibinong	Sta. Meteorologi Citeko
1.	1991	✓	✓	✓	✓
2.	1992	✓	✓	✓	✓
3.	1993	✓	✓	✓	✓
4.	1994	✓	✓	✓	✓
5.	1995	✓	✓	✓	✓
6.	1996	✓	✓	✓	✓
7.	1997	✓	✓	✓	✓
8.	1998	✓	✓	✓	✓
9.	1999	✓	✓	✓	✓
10.	2000	✓	✓	✓	✓
11.	2001	✓	✓	✓	✓
12.	2002	✓	✓	✓	✓
13.	2003	✓	✓	✓	✓
14.	2004	✓	✓	✓	✓
15.	2005	✓	✓	✓	✓
16.	2006	✓	✓	✓	✓

17	2007	✓	✓	✓	✓
18	2008	✓	✓	✓	✓
19	2009	✓	✓	✓	✓
20	2010	✓	✓	✓	✓
21	2011	✓	✓	✓	✓
22	2012	✓	✓	✓	✓
23	2013	✓	✓	✓	✓
24	2014	✓	✓	✓	✓
25	2015	✓	✓	✓	✓
25	2016	✓	✓	✓	✓
27	2017	✓	✓	✓	✓
28	2018	✓	✓	✓	✓
29	2019	✓	✓	✓	✓
30	2020	✓	✓	✓	✓

Sumber: BMKG (2025)

4.1.3 Data Iklim

Data Iklim dibagi menjadi 2 bagian yang terdiri dari data iklim yang diambil dari Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma pada website resmi Badan Meteorologi dan Klimatologi Nasional (BMKG) 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 indeks ENSO yang diambil dari website origin.cpc.ncep.noaa.gov.

1. Data Iklim

Berikut Ketersediaan data iklim pada Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma selama 30 tahun terakhir.

Tabel 4.5 Ketersediaan Data Iklim 1991-2020

No	Tahun	Data Iklim Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma				
		Temp. Minimum	Temp. Maksimum	Kel. Rata-Rata	Kec. Angin Maksimum	Lama Penyinaran Matahari
1.	1991	✓	✓	✓	✓	✓
2.	1992	✓	✓	✓	✓	✓
3.	1993	✓	✓	✓	✓	✓
4.	1994	✓	✓	✓	✓	✓
5	1995	✓	✓	✓	✓	✓
6	1996	✓	✓	✓	✓	✓
7	1997	✓	✓	✓	✓	✓
8	1998	✓	✓	✓	✓	✓
9	1999	✓	✓	✓	✓	✓
10	2000	✓	✓	✓	✓	✓
11	2001	✓	✓	✓	✓	✓
12	2002	✓	✓	✓	✓	✓

No	Tahun	Data Iklim Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma				
		Temp. Minimum	Temp. Maksimum	Kel. Rata-Rata	Kec. Angin Maksimum	Lama Penyinaran Matahari
13	2003	✓	✓	✓	✓	✓
14	2004	✓	✓	✓	✓	✓
15	2005	✓	✓	✓	✓	✓
16	2006	✓	✓	✓	✓	✓
17	2007	✓	✓	✓	✓	✓
18	2008	✓	✓	✓	✓	✓
19	2009	✓	✓	✓	✓	✓
20	2010	✓	✓	✓	✓	✓
21	2011	✓	✓	✓	✓	✓
22	2012	✓	✓	✓	✓	✓
23	2013	✓	✓	✓	✓	✓
24	2014	✓	✓	✓	✓	✓
25	2015	✓	✓	✓	✓	✓
25	2016	✓	✓	✓	✓	✓
27	2017	✓	✓	✓	✓	✓
28	2018	✓	✓	✓	✓	✓
29	2019	✓	✓	✓	✓	✓
30	2020	✓	✓	✓	✓	✓

Sumber: BMKG (2025)

2. Data ENSO

Berikut Ketersediaan data ENSO selama 30 tahun terakhir.

Tabel 4.6 Ketersediaan Data ENSO 1991-2020

No	Tahun	Data ENSO
1.	1991	✓
2.	1992	✓
3.	1993	✓
4.	1994	✓
5	1995	✓
6	1996	✓
7	1997	✓
8	1998	✓
9	1999	✓
10	2000	✓
11	2001	✓
12	2002	✓
13	2003	✓
14	2004	✓
15	2005	✓
16	2006	✓
17	2007	✓
18	2008	✓
19	2009	✓

20	2010	✓
21	2011	✓
22	2012	✓
23	2013	✓
24	2014	✓
25	2015	✓
25	2016	✓
27	2017	✓
28	2018	✓
29	2019	✓
30	2020	✓

Sumber: NOAA (2025)

4.1.4 Validasi Data

Validasi data menggunakan uji Smirnov-Kolmogorov. Pengujian dilakukan terhadap 8 kelompok data yaitu pada data curah hujan, data iklim yang terdiri dari data arah angin maksimum; data kecepatan angin maksimum; data kelembapan rata-rata; data lama penyinaran matahari; data temperatur maksimum; data temperatur minimum, dan data ENSO.

Pengujian Smirnov-Kolmogorov uji ini adalah menentukan selisih maksimum antara distribusi kumulatif hasil observasi dan distribusi teoritis ($D_{maksimum}$), kemudian nilai tersebut dibandingkan dengan D_{kritis} . Untuk jumlah data lebih dari 50, nilai D_{kritis} yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$D_{kritis} (0,05) = 1,36/\sqrt{n} \quad (3.1)$$

Keterangan

N = Jumlah data

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

1. Validasi Data Curah Hujan

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data curah hujan. Syarat yang harus dipenuhi adalah nilai $D_{maksimum}$ harus lebih kecil daripada nilai D_{kritis} . Tabel di bawah ini menyajikan hasil perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov untuk memperoleh nilai $D_{maksimum}$ pada data curah hujan rerata di DAS Kali Bekasi.

Tabel 4.7 Uji *Smirnov-Kolmogorov* Data Curah Hujan Rerata Das Kali Bekasi

$R(x)$ Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
144,37	1	1	0,00009	0,99991	0,00009	0,99991	0,0000002
135,73	1	2	0,00018	0,99982	0,00018	0,99982	0,0000003
110,27	1	3	0,00027	0,99973	0,00027	0,99973	0,0000005
101,86	1	4	0,00036	0,99964	0,00036	0,99964	0,0000007
95,94	1	5	0,00046	0,99954	0,00046	0,99954	0,0000008
92,61	1	6	0,00055	0,99945	0,00055	0,99945	0,0000010
91,60	1	7	0,00064	0,99936	0,00064	0,99936	0,0000012
85,95	1	8	0,00073	0,99927	0,00073	0,99927	0,0000013
.....
0	1	10.958	0,99991	-0,00009	1,00009	-0,00009	0,00018252
$D_{maksimum}$							0,00018
D_{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Hasil dari uji *Smirnov-Kolmogorov* menunjukkan nilai yang diperoleh $D_{maksimum}$ sebesar 0,00018 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 Kali Bekasi pada bagian Hulu dan Hilir untuk mendapatkan hasil uji terhadap data hujan rerata pada bagian hulu dan hasil uji terhadap data hujan rerata bagian hilir. Hasil nya bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.8 Uji *Smirnov-Kolmogorov* Data Curah Hujan Rerata Das Kali Bekasi (Bagian Hulu)

$R(x)$ Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
120,18	1	1	0,00009	0,99991	0,00009	0,99991	0,0000002
116,13	1	2	0,00018	0,99982	0,00018	0,99982	0,0000003
115,70	1	3	0,00027	0,99973	0,00027	0,99973	0,0000005
113,41	1	4	0,00036	0,99964	0,00036	0,99964	0,0000007
103,84	1	5	0,00046	0,99954	0,00046	0,99954	0,0000008
101,66	1	6	0,00055	0,99945	0,00055	0,99945	0,0000010
100,80	1	7	0,00064	0,99936	0,00064	0,99936	0,0000012
98,35	1	8	0,00073	0,99927	0,00073	0,99927	0,0000013
.....
0	1	10.958	0,99991	-0,00009	1,00009	-0,00009	0,00018252
$D_{maksimum}$							0,00018
D_{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Tabel 4.9 Uji *Smirnov-Kolmogorov* Data Curah Hujan Rerata Das Kali Bekasi (Bagian Hilir)

$R(x)$ Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
196,47	1	1	0,00009	0,99991	0,00009	0,99991	0,00000002
173,14	1	2	0,00018	0,99982	0,00018	0,99982	0,00000003
164,81	1	3	0,00027	0,99973	0,00027	0,99973	0,00000005
126,98	1	4	0,00036	0,99964	0,00036	0,99964	0,00000007
121,30	1	5	0,00046	0,99954	0,00046	0,99954	0,00000008
120,11	1	6	0,00055	0,99945	0,00055	0,99945	0,00000010
117,82	1	7	0,00064	0,99936	0,00064	0,99936	0,00000012
116,64	1	8	0,00073	0,99927	0,00073	0,99927	0,00000013
.....
0	1	10.958	0,99991	-0,00009	1,00009	-0,00009	0,00018252
$D_{maksimum}$							0,00018
D_{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis (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.

2. Validasi Data Temperatur Minimum

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data temperatur minimum. Syarat yang harus dipenuhi adalah nilai $D_{maksimum}$ harus lebih kecil daripada nilai D_{kritis} . Tabel di bawah ini menyajikan hasil perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov untuk memperoleh nilai $D_{maksimum}$ pada data temperatur minimum.

Tabel 4.10 Uji *Smirnov-Kolmogorov* Data Temperatur Minimum

Temp. Minimum (x) Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x <) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
28,9	1	1	9,12E-05	0,99991	0,00009	0,99991	0,000000017
27	1	2	0,00018	0,99982	0,00018	0,99982	0,000000033
27	1	3	0,00027	0,99973	0,00027	0,99973	0,000000050
27	1	4	0,00036	0,99964	0,00036	0,99963	0,000000067
27	1	5	0,00045	0,99954	0,00046	0,99954	0,000000083
27	1	6	0,00054	0,99945	0,00055	0,99945	0,000000100
27	1	7	0,00063	0,99936	0,00064	0,99936	0,000000117
27	1	8	0,00072	0,99927	0,00073	0,99927	0,000000133
.....
16	1	10.958	0,99990	9,1E-05	1,00009	-0,00009	0,000182515
$D_{maksimum}$							0,00018
D_{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov menunjukkan nilai yang diperoleh D_{maksimum} sebesar 0,00018 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.

3. Validasi Data Temperatur Maksimum

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data temperatur maksimum. Syarat yang harus dipenuhi adalah nilai D_{maksimum} harus lebih kecil daripada nilai D_{kritis} . Tabel di bawah ini menyajikan hasil perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov untuk memperoleh nilai D_{maksimum} pada data temperatar maksimum.

Tabel 4.11 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	9,12E-05	0,99991	0,00009	0,99991	0,000000017
37	1	2	0,00018	0,99982	0,00018	0,99982	0,000000033
37	1	3	0,00027	0,99973	0,00027	0,99973	0,000000050
37	1	4	0,00036	0,99964	0,00036	0,99963	0,000000067
37	1	5	0,00045	0,99954	0,00046	0,99954	0,000000083
37	1	6	0,00054	0,99945	0,00055	0,99945	0,000000100
37	1	7	0,00063	0,99936	0,00064	0,99936	0,000000117
37	1	8	0,00072	0,99927	0,00073	0,99927	0,000000133
.....
20	1	10.958	0,99990	9,1E-05	1,00009	-0,00009	0,000182515
D_{maksimum}							0,00018
D_{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov menunjukkan nilai yang diperoleh D_{maksimum} sebesar 0,00018 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. Validasi Data Kelembapan Rata-Rata

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data kelembapan rata-rata. Syarat yang harus dipenuhi adalah nilai D_{maksimum} harus lebih kecil daripada nilai D_{kritis} . Tabel di bawah ini

menyajikan hasil perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov untuk memperoleh nilai D_{maksimum} pada data kelembapan rata-rata.

Tabel 4.12 Uji *Smirnov-Kolmogorov* Data Kelembapan Rata-Rata

Kel. Rata-Rata(x) Maksimal-Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x<) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
100	1	1	9,12E-05	0,99991	0,00009	0,99991	0,000000017
99	1	2	0,00018	0,99982	0,00018	0,99982	0,000000033
99	1	3	0,00027	0,99973	0,00027	0,99973	0,000000050
98	1	4	0,00036	0,99964	0,00036	0,99963	0,000000067
98	1	5	0,00045	0,99954	0,00046	0,99954	0,000000083
98	1	6	0,00054	0,99945	0,00055	0,99945	0,000000100
97	1	7	0,00063	0,99936	0,00064	0,99936	0,000000117
97	1	8	0,00072	0,99927	0,00073	0,99927	0,000000133
.....
46	1	10,958	0,99990	9,1E-05	1,00009	-0,00009	0,000182515
D_{maksimum}							0,00018
D_{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov menunjukkan nilai yang diperoleh D_{maksimum} sebesar 0,00018 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.

5. Validasi Data Kecepatan Angin Maksimum

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data Kecepatan angin maksimum. Syarat yang harus dipenuhi adalah nilai D_{maksimum} harus lebih kecil daripada nilai D_{kritis} . Tabel di bawah ini menyajikan hasil perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov untuk memperoleh nilai D_{maksimum} pada data kecepatan angin maksimum.

Tabel 4.13 Uji *Smirnov-Kolmogorov* Data Kecepatan Angin Maksimum

Kec. Angin Maks(x) Maksimal-Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x<) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
23,3	1	1	9,12E-05	0,99991	0,00009	0,99991	0,000000017
23,1	1	2	0,00018	0,99982	0,00018	0,99982	0,000000033
23	1	3	0,00027	0,99973	0,00027	0,99973	0,000000050
22,9	1	4	0,00036	0,99964	0,00036	0,99963	0,000000067
22,9	1	5	0,00045	0,99954	0,00046	0,99954	0,000000083
22,9	1	6	0,00054	0,99945	0,00055	0,99945	0,000000100
22,9	1	7	0,00063	0,99936	0,00064	0,99936	0,000000117
22,8	1	8	0,00072	0,99927	0,00073	0,99927	0,000000133
.....

Kec. Angin Maks(x) Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x<) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
0	1	10.958	0,99990	9,1E-05	1,00009	-0,00009	0,000182515
D _{maksimum}							0,00018
D _{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov menunjukkan nilai yang diperoleh $D_{maksimum}$ sebesar 0,00018 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.

6. Validasi Data Lama Penyinaran Matahari

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data lama penyinaran matahari. Syarat yang harus dipenuhi adalah nilai $D_{maksimum}$ harus lebih kecil daripada nilai D_{kritis} . Tabel di bawah ini menyajikan hasil perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov untuk memperoleh nilai $D_{maksimum}$ pada lama penyinaran matahari.

Tabel 4.14 Uji *Smirnov-Kolmogorov* Data Lama Penyinaran Matahari

Lama Penyinaran Matahari (x) Maksimal- Minimum	F	m	$P = \frac{m}{n+1}$	$P(x<) = 1 - P$	$P' = \frac{m}{n-1}$	$P'(x) = 1 - P'$	$D = [P' - P]$
11,9	1	1	9,12E-05	0,99991	0,00009	0,99991	0,000000017
11,8	1	2	0,00018	0,99982	0,00018	0,99982	0,000000033
11,7	1	3	0,00027	0,99973	0,00027	0,99973	0,000000050
11,6	1	4	0,00036	0,99964	0,00036	0,99963	0,000000067
11,5	1	5	0,00045	0,99954	0,00046	0,99954	0,000000083
11,3	1	6	0,00054	0,99945	0,00055	0,99945	0,000000100
11,2	1	7	0,00063	0,99936	0,00064	0,99936	0,000000117
11,2	1	8	0,00072	0,99927	0,00073	0,99927	0,000000133
.....
0	1	10.958	0,99990	9,1E-05	1,00009	-0,00009	0,000182515
D _{maksimum}							0,00018
D _{kritis}							0,013

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov menunjukkan nilai yang diperoleh $D_{maksimum}$ sebesar 0,00018 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.

7. Validasi Data ENSO

Berikut adalah hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov pada data Indeks ENSO. Syarat yang harus dipenuhi adalah nilai D_{maksimum} harus lebih kecil daripada nilai D_{kritis} . Tabel di bawah ini menyajikan hasil perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov untuk memperoleh nilai D_{maksimum} pada data indeks ENSO.

Tabel 4.15 Uji *Smirnov-Kolmogorov* Data Indeks ENSO

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 $
2,6	1	1	0,00277	0,99723	0,00279	0,99721	0,000015
2,6	1	2	0,00554	0,99446	0,00557	0,99443	0,000030
2,5	1	3	0,00831	0,99169	0,00836	0,99164	0,000046
2,4	1	4	0,01108	0,98892	0,01114	0,98886	0,000061
2,4	1	5	0,01385	0,98615	0,01393	0,98607	0,000077
2,4	1	6	0,01662	0,98338	0,01671	0,98329	0,000092
2,3	1	7	0,019391	0,980609	0,01950	0,98050	0,000108
2,2	1	8	0,022161	0,977839	0,02228	0,97772	0,000123
.....
-1,7	1	360	0,99723	0,0277	1,00279	-0,00279	0,000556
D_{maksimum}							0,000556
D_{kritis}							0,0717

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Hasil dari uji Smirnov-Kolmogorov menunjukkan nilai yang diperoleh D_{maksimum} sebesar 0,000556 yang lebih kecil dari nilai D_{kritis} yaitu sebesar 0,0717. Hasil tersebut membuktikan bahwa data yang dikumpulkan telah memenuhi persyaratan pada uji Smirnov-kolmogorov.

4.2 Analisis Data

Analisis data curah hujan dan iklim dilakukan melalui dua pendekatan utama. Pendekatan yang pertama dilakukan dengan mengamati perilaku tren data untuk mengetahui pola perubahan data dari waktu ke waktu. Kedua, Dilakukan analisis korelasi untuk melihat hubungan antar variabel. Hasil dari setiap analisis kemudian dibahas untuk dapat membantu dalam pembuatan kesimpulan.

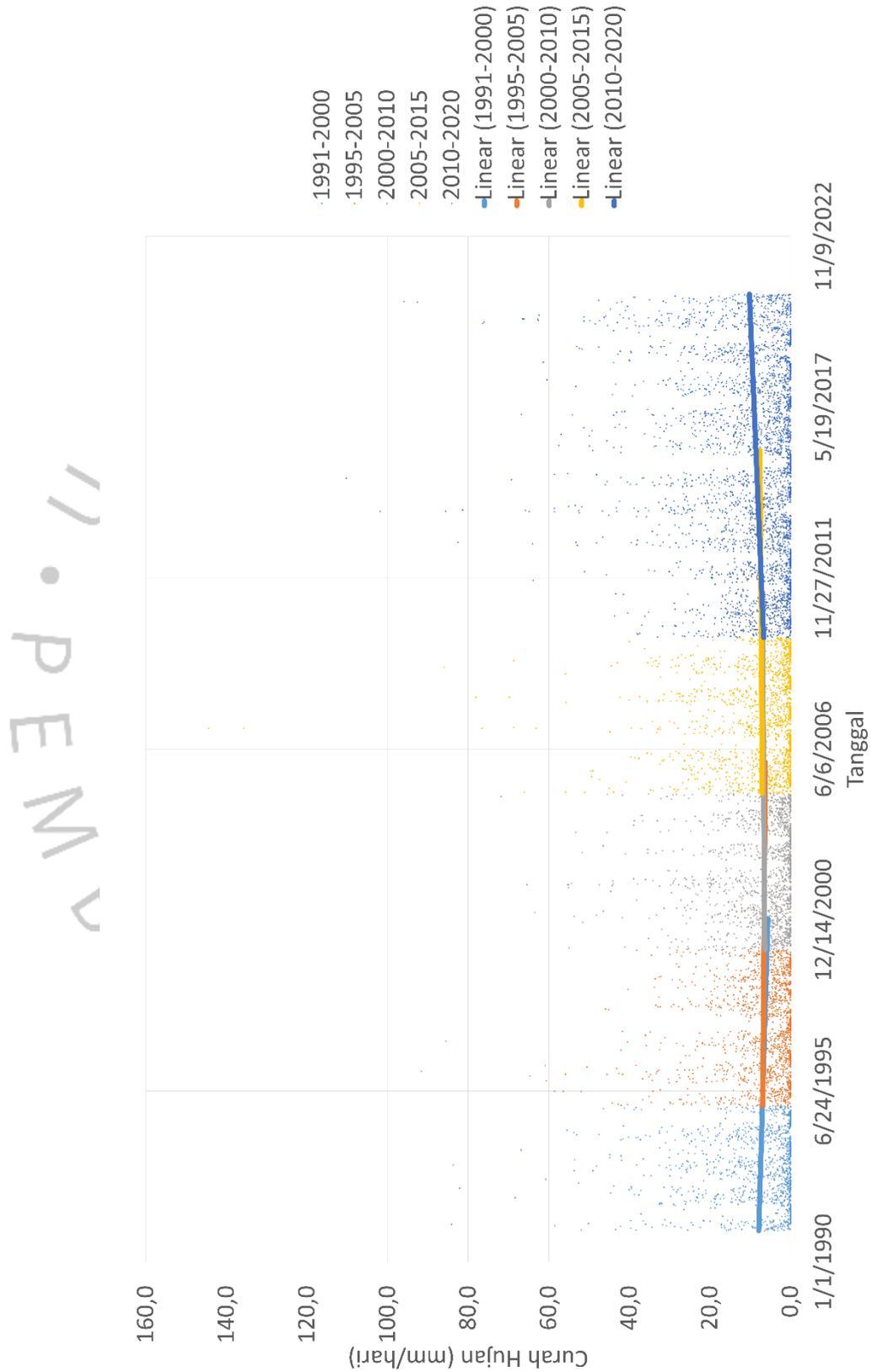
4.2.1 Analisis Tren Data Hujan dan Iklim

Analisis tren data dilakukan pada setiap parameter data yang mau di analisis yaitu pada data iklim dan juga data curah hujan, analisis dilakukan dengan melihat *trendline* dari grafik curah hujan dan grafik dari parameter-parameter iklim. Analisis tren data ini menggunakan pendekatan visual terhadap grafik dan juga melihat keterkaitan antar grafik.

1. Analisis Tren Data Curah Hujan

Berikut merupakan tren curah hujan pada DAS Kali Bekasi untuk periode 1991 - 2020. Analisis tren dilakukan dengan melihat *trendline* curah hujan per 10 tahun selama 30 tahun, dari *trendline* ini juga dilakukan pergeseran dilakukan per 5 tahun dari 1991 - 2020. Analisis tren data curah hujan juga dibedakan menjadi 3 untuk melihat perbedaan pola curah hujan rerata Das Kali Bekasi secara keseluruhan, pada daerah hulu, dan pada daerah hilir.

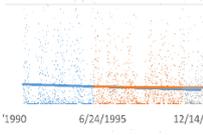
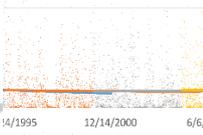
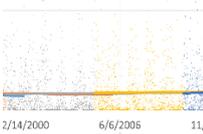
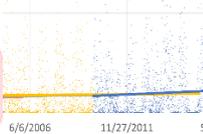
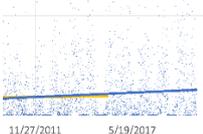
a. Hujan Rerata Regional DAS Kali Bekasi (1991-2020)



Gambar 4.9 Grafik Curah Hujan Rerata Regional Das Kali Bekasi Per 10 Tahun pada Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren curah hujan rerata DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.16 Penjelasan Tren Data Curah Hujan Rerata Regional Das Kali Bekasi Periode 1991-2020

No.	Periode	Penjelasan	Gambar
1.	1991-2000	Tren hujan terlihat menurun namun tidak signifikan	
2.	1995-2005	Tren hujan masih terlihat menurun	
3.	2000-2010	Tren Hujan terlihat stabil dengan kecenderungan meningkat	
4.	2005-2015	Tren hujan masih stabil dengan kecenderungan meningkat	
5.	2010-2020	Tren hujan meningkat	

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan grafik tren curah hujan rerata regional pada DAS Kali Bekasi selama 30 tahun pada periode 1991-2020, terlihat dinamika curah hujan yang cenderung mengalami peningkatan. Analisis juga dilakukan berdasarkan rentang waktu 10 tahunan dengan pergeseran setiap 5 tahun. Hasil analisis menunjukkan pola tren yang beragam, dengan penjelasan lebih detail sebagai berikut:

1) 1991-2000

Pada periode ini, terlihat adanya penurunan curah hujan di awal periode. Penurunan ini sejalan dengan terjadinya fenomena El Nino kuat pada tahun 1991–1992 dan 1997–1998, yang dikenal luas menyebabkan kondisi kering ekstrem di berbagai wilayah

Indonesia. Akibatnya, curah hujan selama dekade ini mengalami penurunan, terutama pada musim kemarau.

2) 1995-2005

Pada periode ini, tren curah hujan kembali menunjukkan penurunan setelah mencapai titik rendah pada pertengahan 1990-an. Hal ini bisa kembali dipicu dengan adanya fenomena El Nino pada tahun 1997-1998 dan 2003-2005.

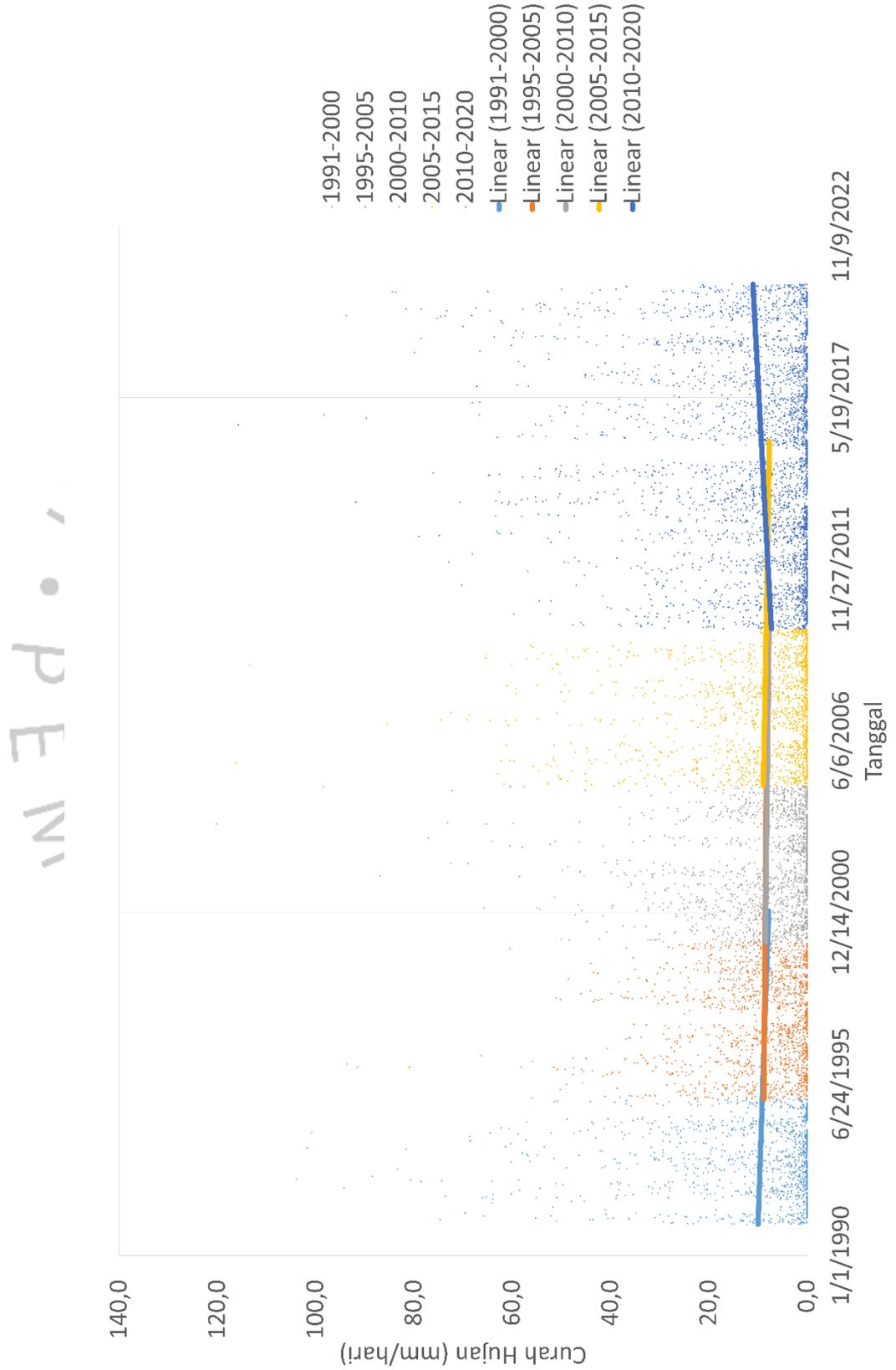
3) 2000-2010

Pada periode ini, tren hujan relatif stabil. Hal ini bisa disebabkan fenomena El Nino dan La Nina moderat yang terjadi sehingga mengakibatkan kejadian musim hujan dan kemarau yang stabil.

4) 2005-2020

Pada periode ini, tren hujan menunjukkan kecenderungan stabil dan meningkat terutama pada periode 2010-2020. Hal ini bisa disebabkan oleh indikasi bahwa faktor-faktor lokal seperti peningkatan konvektivitas atmosfer akibat suhu tinggi dan tingginya kelembapan mulai mendominasi, terutama di kawasan hilir DAS Kali Bekasi yang telah mengalami transformasi tata guna lahan secara signifikan. Selain itu, fenomena La Nina yang cenderung lebih sering terjadi pada periode ini juga turut memberikan kontribusi terhadap tingginya curah hujan.

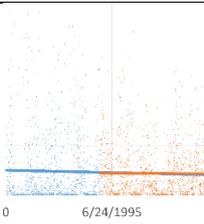
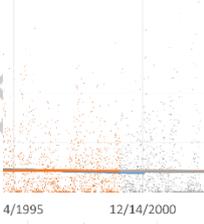
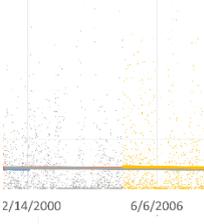
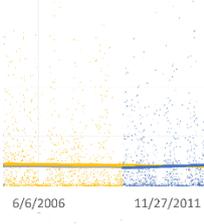
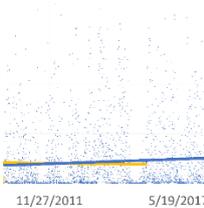
b. Hujan Rerata (Hulu) DAS Kali Bekasi (1991-2020)



Gambar 4.10 Grafik Curah Hujan Rerata Hulu Das Kali Bekasi Per 10 Tahun pada Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren curah hujan rerata (Hulu) DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.17 Penjelasan Tren Data Curah Hujan Rerata (Hulu) DAS Kali Bekasi Periode 1991-2020

No.	Periode	Penjelasan	Gambar
1.	1991-2000	Tren hujan terlihat menurun namun tidak signifikan	
2.	1995-2005	Tren hujan masih terlihat menurun dengan penurunan yang menurun	
3.	2000-2010	Tren Hujan terlihat stabil	
4.	2005-2015	Tren hujan kembali menunjukkan penurunan	
5.	2010-2020	Tren hujan meningkat drastis	

Sumber: Diolah Penulis (2025)

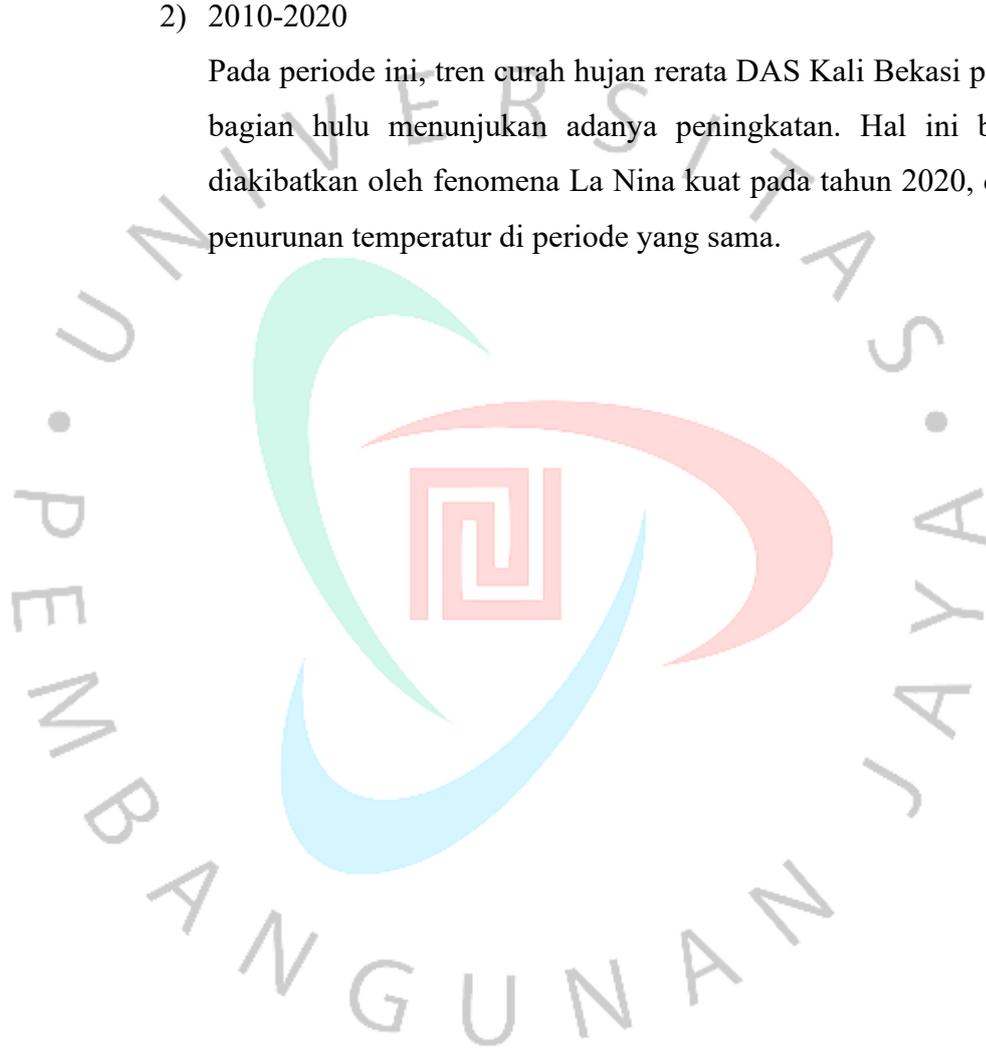
Berdasarkan grafik tren curah hujan rerata hulu pada DAS Kali Bekasi selama 30 tahun pada periode 1991-2020. Terlihat dinamika curah hujan yang hampir serupa dengan curah hujan rerata regional pada DAS Kali Bekasi. Namun, terdapat perbedaan pada periode 2005-2020, dengan penjelasan lebih detail sebagai berikut:

1) 2005-2015

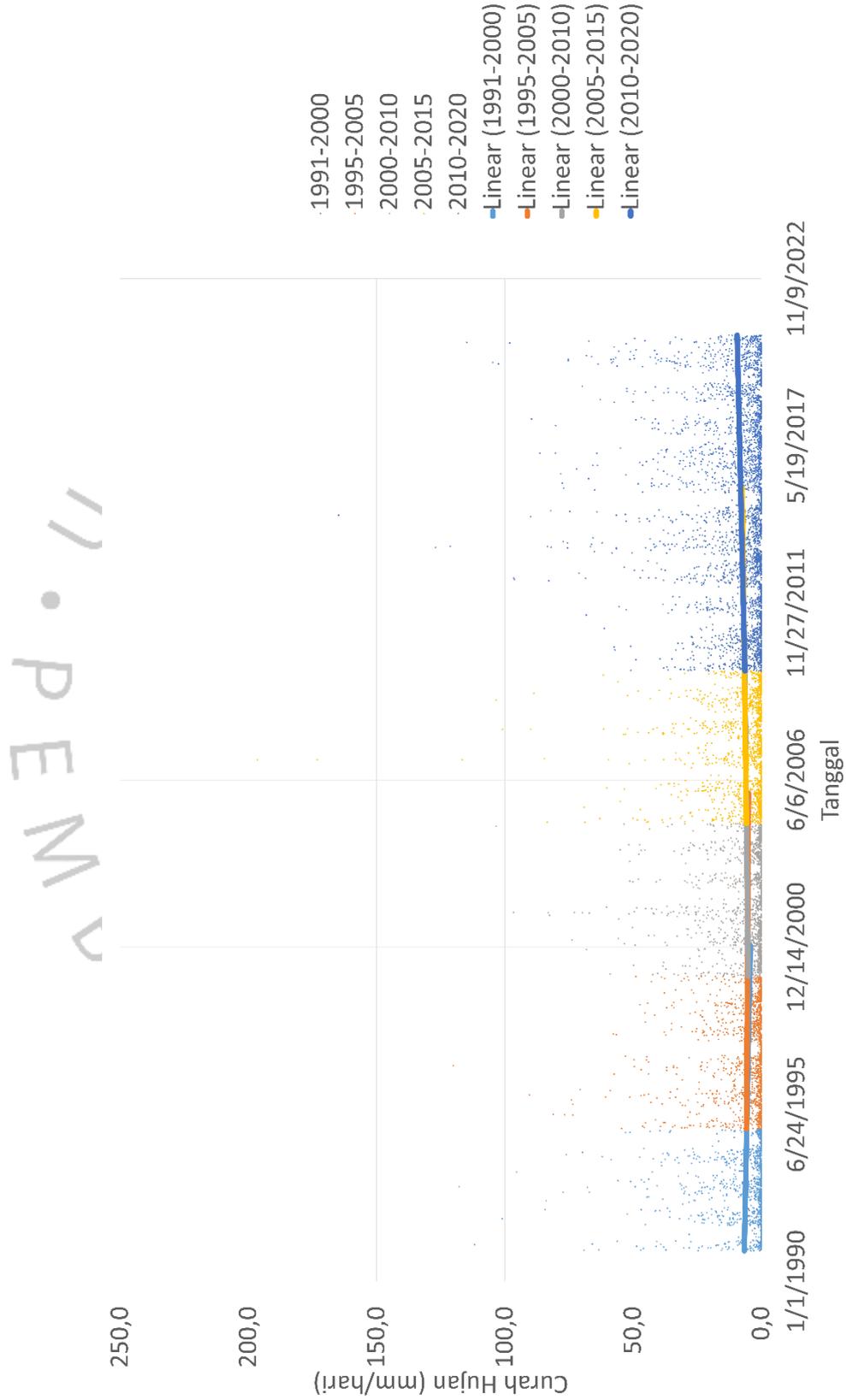
Pada periode ini, terlihat adanya penurunan tren curah hujan pada DAS Kali Bekasi bagian hulu yang selaras dengan terjadinya curah hujan dengan intensitas rendah pada akhir periode ini. Hal ini bisa terjadi karena adanya fenomena El Nino kuat pada periode 2014-2015.

2) 2010-2020

Pada periode ini, tren curah hujan rerata DAS Kali Bekasi pada bagian hulu menunjukkan adanya peningkatan. Hal ini bisa diakibatkan oleh fenomena La Nina kuat pada tahun 2020, dan penurunan temperatur di periode yang sama.



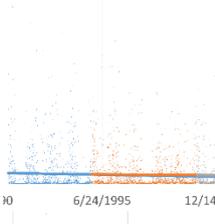
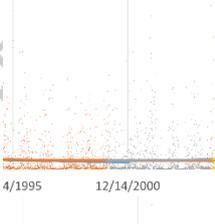
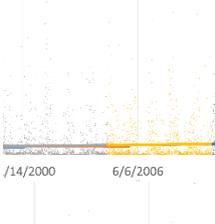
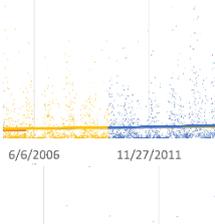
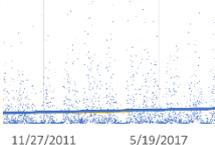
c. Hujan Rerata (Hilir) DAS Kali Bekasi (1991-2020)



Gambar 4.11 Grafik Curah Hujan Rerata Hilir Das Kali Bekasi Per 10 tahun pada Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren curah hujan merata (Hilir) DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.18 Penjelasan Tren Data Curah Hujan Rerata (Hilir) DAS Kali Bekasi Periode 1991-2020

No.	Periode	Penjelasan	Gambar
1.	1991-2000	Tren hujan terlihat menurun namun tidak signifikan	
2.	1995-2005	Tren hujan masih terlihat menurun dengan penurunan yang menurun	
3.	2000-2010	Tren Hujan terlihat stabil dengan kecenderungan meningkat	
4.	2005-2015	Tren hujan kembali meningkat	
5.	2010-2020	Tren hujan meningkat	

Sumber: Diolah Penulis (2025)

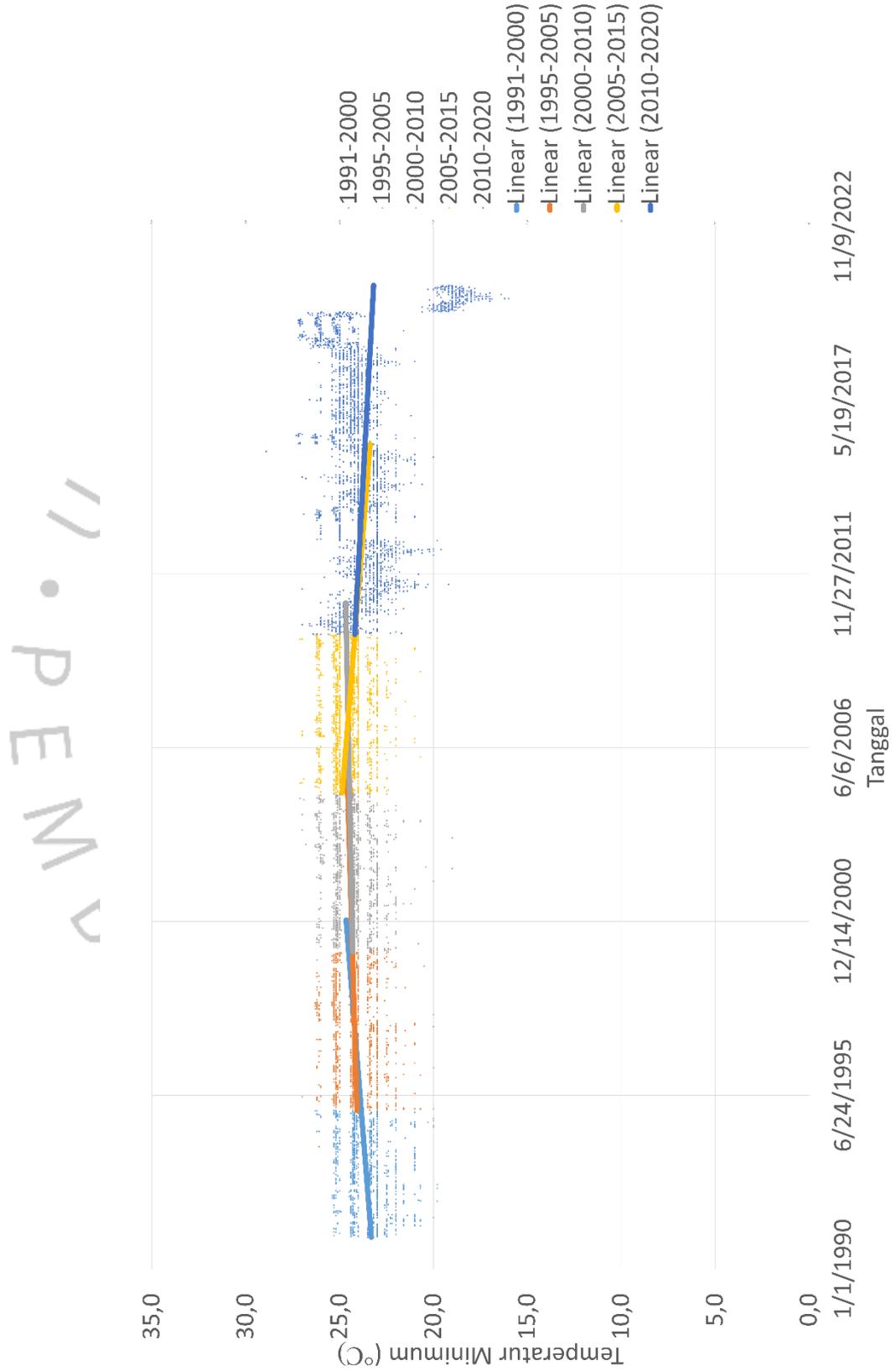
Berdasarkan grafik tren curah hujan merata hilir pada DAS Kali Bekasi selama 30 tahun pada periode 1991-2020. Terlihat dinamika curah hujan yang hampir serupa dengan curah hujan merata regional pada DAS Kali Bekasi. Hal ini dapat terjadi karena luas daerah aliran sungai bagian hilir pada Kali Bekasi memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan luas daerah aliran sungai Kali

bekasi bagian hulu, sehingga mengakibatkan pola tren yang lebih serupa antara curah hujan rerata regional DAS Kali Bekasi dengan curah hujan rerata bagian hilir dibandingkan dengan curah hujan rerata bagian hulu.

2. Analisis Tren Data Iklim

Berikut merupakan tren data iklim pada DAS Kali Bekasi untuk periode 1991 - 2020. Analisis tren dilakukan dengan mengamati *trendline* data iklim setiap 10 tahun selama periode 30 tahun. Selain itu, analisis ini juga disertai dengan pergeseran periode analisis setiap 5 tahun, dimulai dari tahun 1991 hingga 2020. Analisis tren data iklim ini dilakukan pada 5 parameter yang telah ditentukan pada batasan masalah sebelumnya yaitu temperatur minimum, temperatur maksimum, kelembapan rata-rata, kecepatan angin maksimum, dan lama penyinaran matahari.

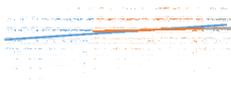
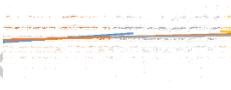
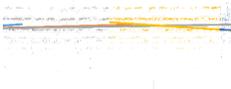
a. Analisis Tren Data Temperatur Minimum (1991-2020)



Gambar 4.12 Grafik Temperatur Minimum Per 10 Tahun pada Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren Temperatur Minimum DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.19 Penjelasan Tren Data Temperatur Minimum DAS Kali Bekasi Periode 1991-2020

No.	Periode	Penjelasan	Gambar
1.	1991-2000	Tren data menunjukkan kenaikan/meningkat	
2.	1995-2005	Tren data masih menunjukkan peningkatan namun dengan peningkatan yang menurun	
3.	2000-2010	Tren data masih menunjukkan peningkatan.	
4.	2005-2015	Tren data menunjukkan penurunan yang cukup drastis	
5.	2010-2020	Tren data menunjukkan penurunan yang diakibatkan adanya penurunan temperatur pada tahun 2020.	

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan grafik temperatur minimum selama 30 tahun pada periode 1991-2020, terlihat dinamika temperatur yang cenderung mengalami peningkatan, walau terjadi penurunan drastis pada periode 2020. Analisis juga dilakukan berdasarkan rentang waktu 10 tahunan dengan pergeseran setiap 5 tahun. Hasil analisis menunjukkan pola tren yang beragam, dengan penjelasan lebih detail sebagai berikut:

1) 1991-2005

Pada periode ini, terlihat tren yang menunjukkan adanya kecenderungan stabil dengan sedikit peningkatan pada temperatur minimum. Hal ini dapat disebabkan oleh

keseimbangan yang masih terjaga antara ruang terbuka dengan pembangunan pada wilayah ini.

2) 1995-2005

Pada periode ini, tren temperatur kembali menunjukkan peningkatan secara bertahap. Hal ini bisa disebabkan dengan adanya pembangunan yang terus terjadi pada wilayah DAS Kali Bekasi

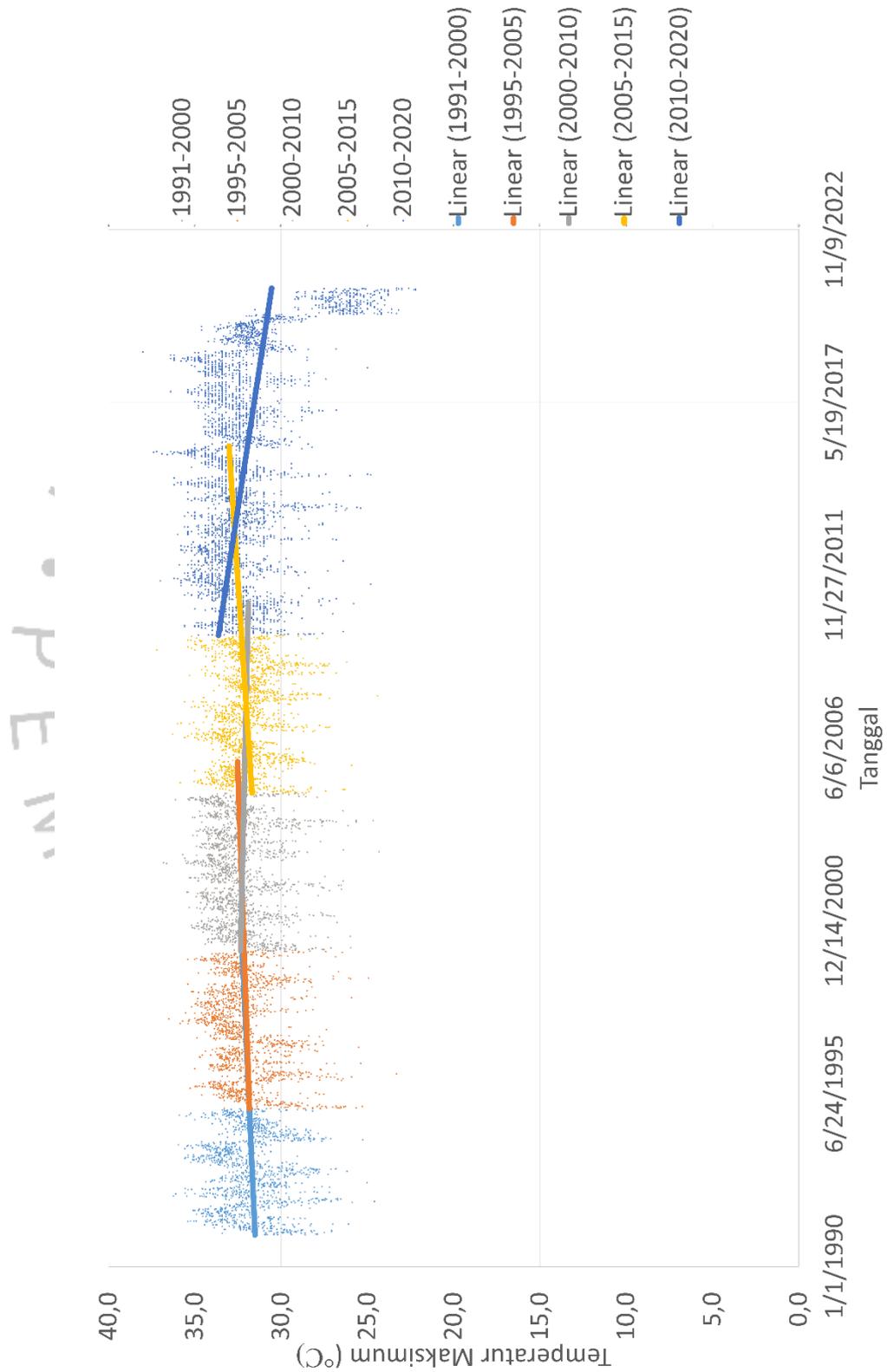
3) 2000-2010

Pada periode ini, walau terlihat fluktuasi temperatur minimum yang beragam. Tren temperatur menunjukkan penurunan yang bisa disebabkan oleh variabilitas iklim global yang mengakibatkan penurunan suhu di malam hari.

4) 2005-2020

Pada periode ini, temperatur menunjukkan penurunan drastis pada tahun 2020. Hal ini disebabkan oleh fenomena La Nina kuat yang terjadi pada akhir tahun 2020 yang mengakibatkan suhu muka laut dan temperatur menjadi lebih rendah (BPBD, 2020). Fenomena ini menyebabkan walaupun secara global temperatur mengalami peningkatan. Tren tetap menunjukkan penurunan akibat temperatur yang turun drastis pada tahun 2020.

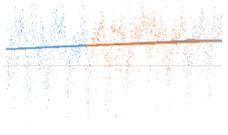
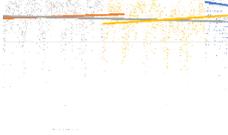
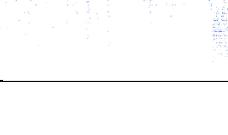
b. Analisis Tren Data Temperatur Maksimum (1991-2020)



Gambar 4.13 Grafik Temperatur Maksimum Per 10 Tahun pada Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren temperatur maksimum DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.20 Penjelasan Tren Data Temperatur Maksimum DAS Kali Bekasi Periode 1991-2020

No.	Periode	Penjelasan	Gambar
1.	1991-2000	Tren data menunjukkan kenaikan /meningkat	
2.	1995-2005	Tren data masih meningkat sama seperti sebelumnya	
3.	2000-2010	Tren data menunjukkan penurunan	
4.	2005-2015	Tren data kembali naik/meningkat	
5.	2010-2020	Tren data menunjukkan penurunan/menurun drastis, terutama di tahun 2019-2020	

Sumber: Diolah Sendiri (2025)

Berdasarkan grafik temperatur maksimum selama 30 tahun pada periode 1991-2020, terlihat dinamika temperatur yang tidak jauh berbeda dengan tren temperatur minimum. Namun, ada ada sedikit perbedaan yang terjadi pada periode 2000-2020, dengan penjelasan lebih detail sebagai berikut:

1) 2000-2010

Pada periode ini, terlihat tren yang menunjukkan penurunan temperatur, hal ini bisa disebabkan oleh adanya peningkatan kelembapan udara dan frekuensi hujan.

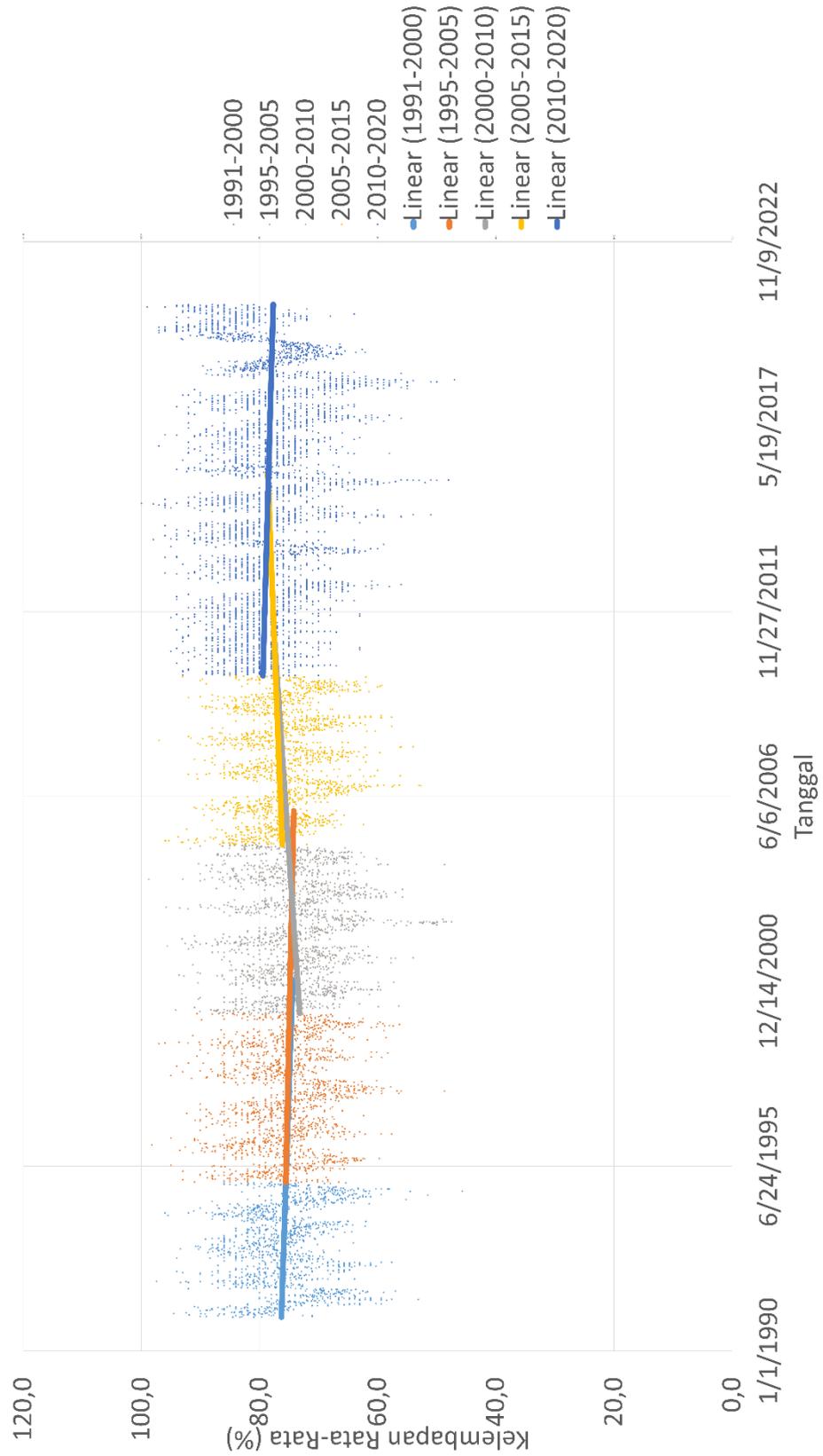
2) 2005-2015

Pada periode ini, tren temperatur menunjukkan adanya peningkatan. Hal ini dapat disebabkan oleh mulai masifnya pembangunan pada daerah Bekasi terkhusus wilayah perkotaan yang menyebabkan meningkatnya efek *Urban Heat Island* (UHI) dan membuat temperatur mengalami peningkatan.

3) 2005-2020

Pada periode ini, seperti yang terjadi pada tren temperatur minimum. Terjadi fenomena La Nina kuat yang terjadi pada akhir tahun 2020 yang mengakibatkan suhu muka laut dan temperatur menjadi lebih rendah (BPBD, 2020). Fenomena ini menyebabkan walaupun secara global temperatur mengalami peningkatan. Tren tetap menunjukkan penurunan akibat temperatur yang turun drastis pada tahun 2020.

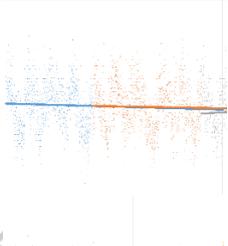
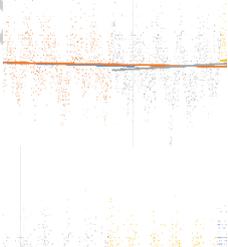
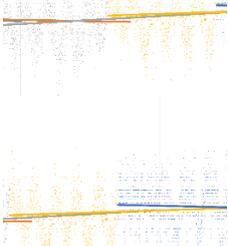
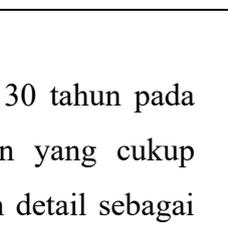
c. Analisis Tren Data Kelembapan Rata-Rata (1991-2020)



Gambar 4.14 Grafik Kelembapan Rata-Rata Per 5 Tahun pada Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren kelembapan rata - rata DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.21 Penjelasan Tren Data Kelembapan Rata-Rata DAS Kali Bekasi Periode 1991-2020

No.	Periode	Penjelasan	Gambar
1.	1991-2000	Tren data menunjukkan penurunan/menurun	
2.	1995-2005	Tren data masih menurun sama seperti sebelumnya	
3.	2000-2010	Tren data menunjukkan kenaikan/meningkat	
4.	2005-2015	Tren data menunjukkan peningkatan namun dengan peningkatan yang menurun	
5.	2010-2020	Tren data menunjukkan penurunan. Namun jika dilihat pada grafik ada peningkatan kelembapan dibanding periode-periode sebelumnya	

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan grafik kelembapan rata-rata selama 30 tahun pada periode 1991-2020, terlihat dinamika kelembapan yang cukup fluktuatif pada periode ini, dengan penjelasan lebih detail sebagai berikut:

1) 1991-2005

Pada periode ini, terlihat tren yang menunjukkan penurunan kelembapan yang disebabkan adanya fenomena El Nino yang terjadi di periode yang sama.

2) 2000-2010

Pada periode ini, tren kelembapan mengalami peningkatan. Hal ini selaras dengan meningkatnya curah hujan regional pada periode yang sama dan adanya fenomena La Nina moderat di Indonesia.

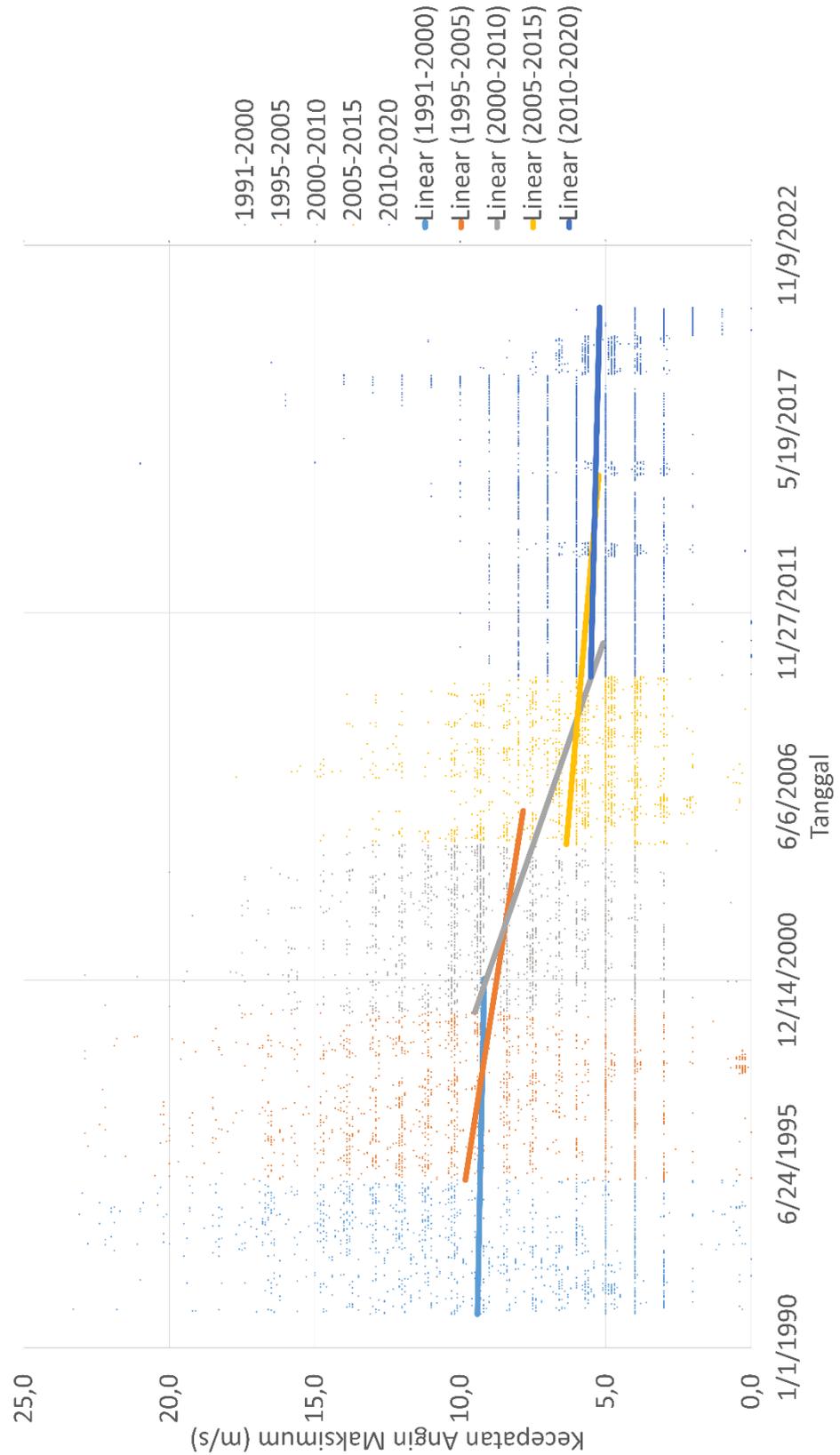
3) 2005-2015

Pada periode ini, tren kelembapan kembali mengalami peningkatan yang mencerminkan masih adanya pengaruh atmosfer basah dari periode sebelumnya. Namun, dengan adanya fenomena El Nino moderat pada periode yang sama mengakibatkan terjadinya peningkatan kelembapan yang menurun.

4) 2010-2020

Pada periode ini, walaupun kelembapan menunjukkan variasi kelembapan yang lebih tinggi dibanding periode periode sebelumnya, namun secara tren kelembapan terlihat menurun. Hal ini menunjukkan fluktuasi yang tidak lagi konsisten dan lebih dinamis atau rentan terhadap variabilitas iklim global.

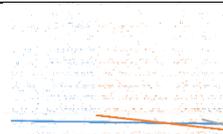
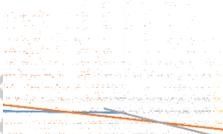
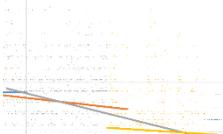
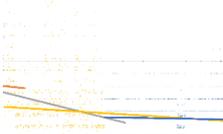
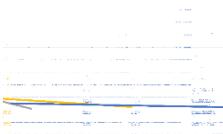
d. Analisis Tren Data Kecepatan Angin Maksimal (1991-2020)



Gambar 4.15 Grafik Kecepatan Angin Maksimum Per 5 Tahun pada Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren kecepatan angin DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.22 Penjelasan Tren Data Kecepatan Angin Maksimal DAS Kali Bekasi Periode 1991-2020

No.	Periode	Penjelasan	Gambar
1.	1991-2000	Tren data terlihat stabil dengan kecenderungan menurun	
2.	1995-2005	Tren data menurun	
3.	2000-2010	Tren data menunjukkan penurunan yang lebih drastis	
4.	2005-2015	Tren data masih menurun namun tidak drastis seperti sebelumnya	
5.	2010-2020	Tren data menunjukkan penurunan namun dengan tingkat penurunan yang menurun	

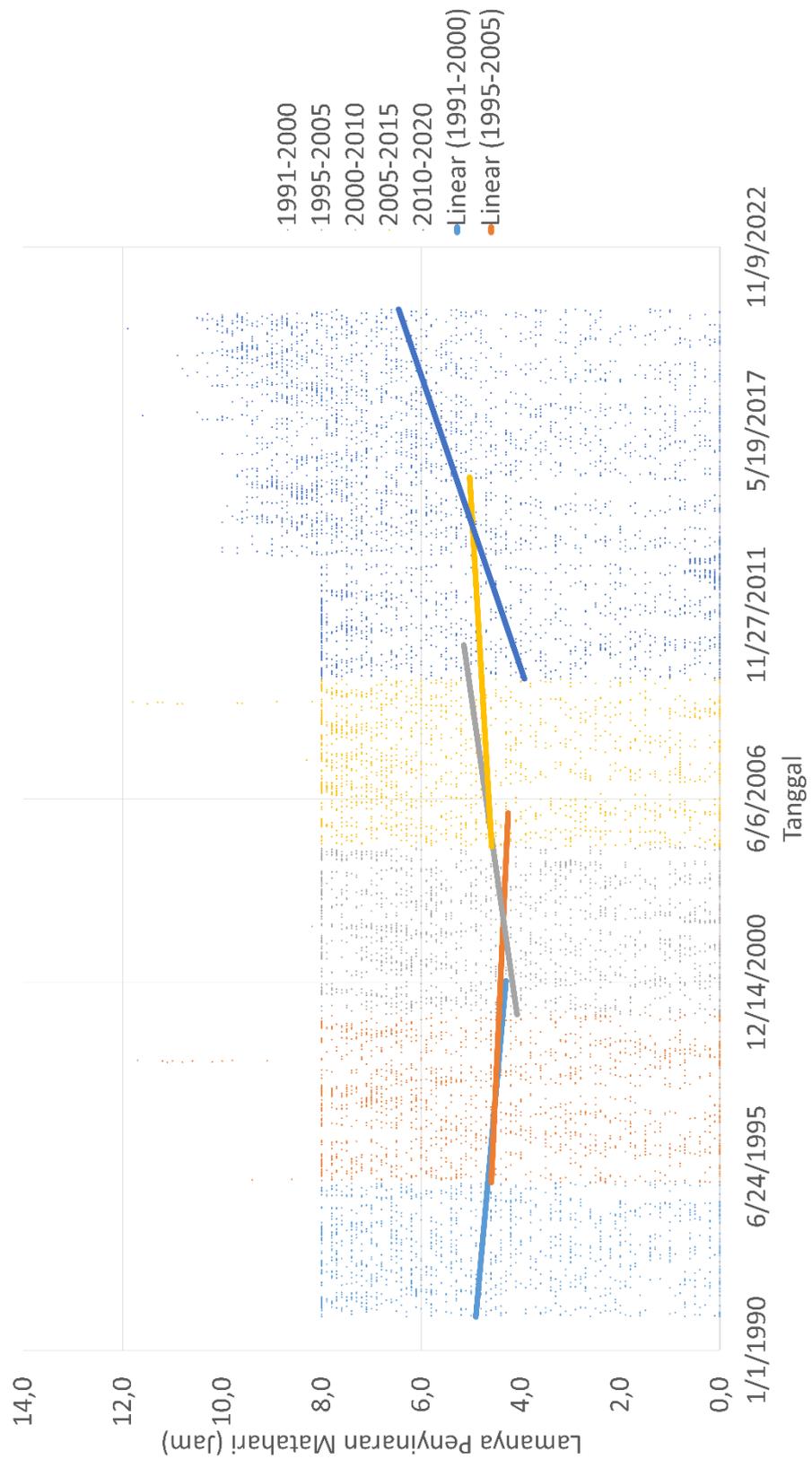
Sumber: Diolah Penulis (2025)

Tren yang ditunjukkan pada kecepatan angin maksimum adalah terus menurun dari tahun 1991-2020, hal ini menunjukkan bahwa kecepatan angin kianlah menurun tiap tahunnya.

Penurunan kecepatan angin maksimum ini dapat disebabkan oleh meningkatnya pembangunan dan urbanisasi yang disertai dengan peningkatan polusi di wilayah bekasi. Salah satu berita yang mendukung hal ini adalah laporan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada Tempo.co yang menyebut adanya konsentrasi polusi rata-rata di wilayah Bekasi pada periode januari sampai agustus 2020 yang melampaui kota Depok, Bandung dan Jakarta pada periode yang sama (Tempo, 2020).



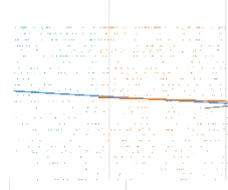
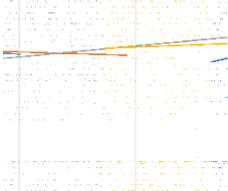
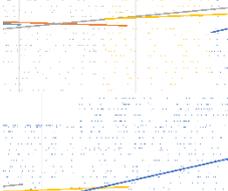
e. Analisis Tren Data Lama Penyinaran Matahari (1991-2020)



Gambar 4.16 Grafik Lamanya Penyinaran Matahari Per 5 Tahun pada Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren lamanya penyinaran matahari DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.23 Penjelasan Tren Data Lama Penyinaran Matahari DAS Kali Bekasi Periode 1991-2020

No.	Periode	Penjelasan	Gambar
1.	1991-2000	Tren data menunjukkan penurunan.	
2.	1995-2005	Tren data masih menunjukkan penurunan namun dengan tingkat penurunan yang lebih menurun	
3.	2000-2010	Tren data menunjukkan peningkatan yang drastis	
4.	2005-2015	Tren data menunjukkan peningkatan namun dengan peningkatan yang menurun	
5.	2010-2020	Tren data kembali menunjukkan peningkatan yang drastis	

Sumber: Diolah Penulis (2020)

Berdasarkan grafik lamanya penyinaran matahari selama 30 tahun pada periode 1991-2020, terlihat dinamika intensitas sinar matahari yang sebenarnya cukup stabil pada periode ini. Namun terdapat peningkatan yang cukup beragam pada periode 2010-2020, dengan penjelasan lebih detail sebagai berikut:

1) 1991-2005

Pada periode ini, terlihat tren yang menunjukkan penurunan intensitas sinar matahari. Hal ini bisa disebabkan dari mulai meningkatnya aktivitas kendaraan dan pertumbuhan kawasan

industri pada periode ini yang menyebabkan adanya hambatan terhadap transmisi radiasi matahari ke permukaan.

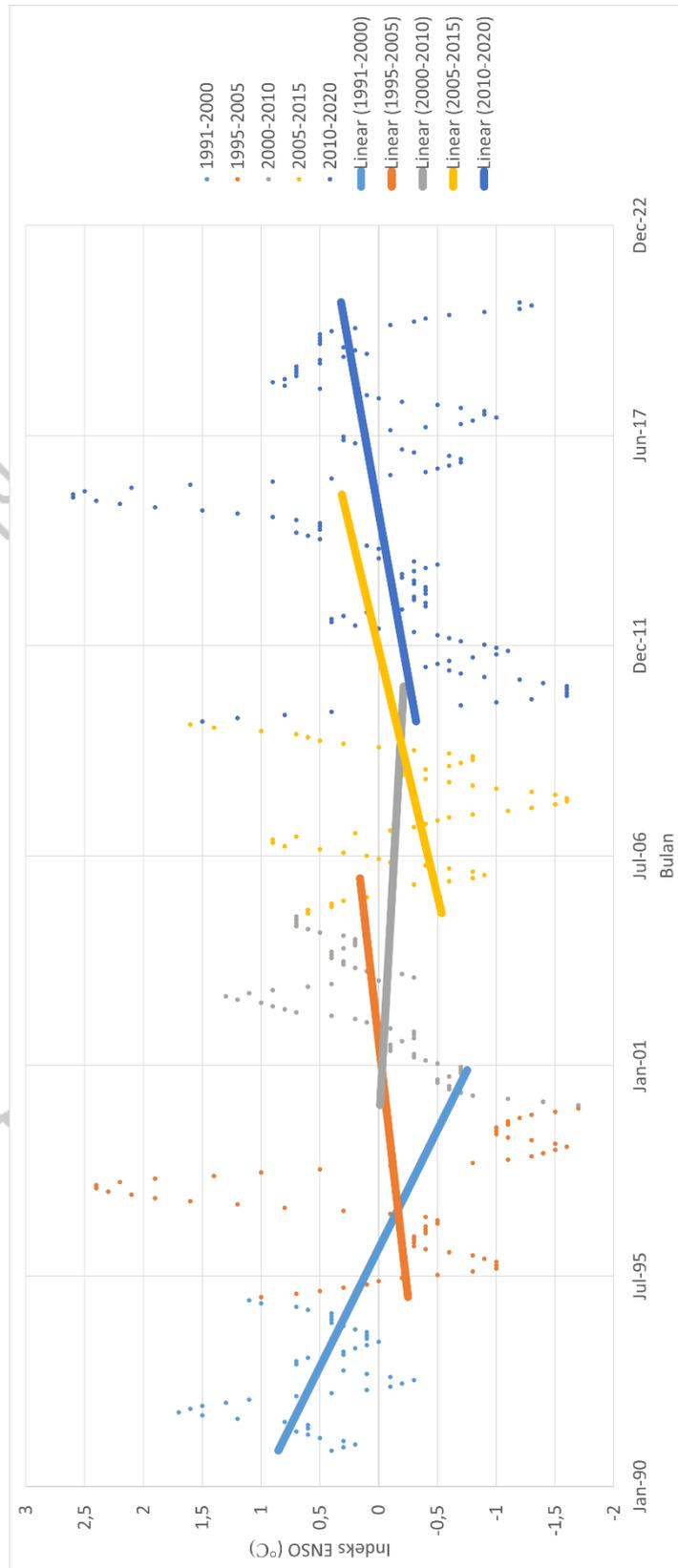
2) 2000-2015

Pada periode ini, tren menunjukkan adanya kenaikan intensitas sinar matahari yang cukup drastis. Jika hal ini dihubungkan dengan tren kecepatan angin maksimum periode yang sama, dapat dikatakan bahwa peningkatan intensitas sinar matahari ini secara tidak langsung dengan menurunnya kecepatan angin.

3) 2010-2020

Pada periode ini tren lamanya penyinaran matahari menunjukkan peningkatan drastis, yang menunjukkan adanya peningkatan intensitas sinar matahari pada periode ini. Hal ini dapat dikaitkan dengan meningkatnya temperatur global yang mengakibatkan kondisi atmosfer yang lebih kering dan juga efek dari meningkatnya fenomena *Urban Heat Island* (UHI).

f. Analisis Tren Data ENSO (1991-2020)



Gambar 4.17 Grafik Indeks ENSO Per 5 Tahun pada Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren indeks ENSO DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.24 Penjelasan Tren Data Indeks ENSO Periode 1991-2020

No.	Periode	Penjelasan	Gambar
1.	1991-2000	Tren data menunjukkan penurunan drastis	
2.	1995-2005	Tren data menunjukkan peningkatan	
3.	2000-2010	Tren data kembali menunjukkan penurunan namun dengan penurunan yang menurun atau tidak sedrastis sebelumnya	
4.	2005-2015	Tren data kembali menunjukkan peningkatan	
5.	2010-2020	Tren data menunjukkan peningkatan namun dengan peningkatan yang menurun	

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Analisis tren data indeks ENSO dilakukan berdasarkan data bulanan yang sesuai dengan format standar penyajian indeks ENSO oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Berdasarkan grafik tren indeks ENSO periode 1991-2020, terlihat

dinamika yang beragam dengan penjelasan lebih detail sebagai berikut:

1) 1991-2000

Pada periode ini, tren menunjukkan penurunan indeks ENSO dengan mengarah pada fenomena La Nina pada akhir periode ini. Namun, sempat terjadi El Nino kuat pada tahun 1991-1992 dan 1997-1998 yang menyebabkan penurunan curah hujan rerata pada periode ini.

2) 1995-2005

Pada periode ini, tren menunjukkan peningkatan indeks ENSO yang menyatakan fenomena El Nino lebih kuat dibandingkan dengan fenomena La Nina pada periode ini. Hal ini menyebabkan penurunan curah hujan yang kembali terjadi pada periode ini.

3) 2000-2010

Pada periode ini, tren menunjukkan penurunan kembali pada indeks ENSO dengan adanya fenomena El Nino moderat dan La Nina moderat pada periode ini. Hal ini menyebabkan hujan rerata yang relatif stabil pada periode ini.

4) 2005-2015

Pada periode ini, tren menunjukkan adanya peningkatan indeks ENSO. Hal ini juga didukung dengan curah hujan rerata pada daerah hulu yang mengalami kecenderungan menurun pada periode ini.

5) 2010-2020

Pada periode ini, tren menunjukkan peningkatan indeks ENSO yang juga didominasi oleh musim basah, dan fenomena La Nina kuat pada tahun 2020. Hal ini selaras dengan adanya peningkatan curah hujan rerata baik secara regional, maupun pada bagian hulu atau hilir pada Das Kali Bekasi.

Tabel 4.25 Interpretasi dari Analisis Tren Data Curah Hujan dan Tren Data Iklim dan ENSO periode 1991-2020

Periode Tahun	Hasil dari Pengamatan Tren Data				
	Curah Hujan Rerata	Curah Hujan Rerata (Hulu)	Curah Hujan Rerata (Hilir)	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum
1991-2000	Menurun	Menurun	Menurun	Meningkat	Meningkat
1995-2005	Menurun	Menurun	Menurun	Meningkat	Meningkat
2000-2010	Stabil	Stabil	Stabil	Meningkat	Menurun
2005-2015	Stabil	Menurun	Meningkat	Menurun Drastis	Meningkat
2010-2020	Meningkat	Meningkat Drastis	Meningkat	Menurun	Menurun Drastis
Keterangan	Menurun Drastis		:		
	Menurun		:		
	Stabil		:		
	Meningkat		:		
	Meningkat Drastis		:		
Periode Tahun	Hasil dari Pengamatan Tren Data				
	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO	
1991-2000	Menurun	Stabil	Menurun	Menurun Drastis	
1995-2005	Menurun	Menurun	Menurun	Meningkat	
2000-2010	Meningkat	Menurun drastis	Meningkat Drastis	Menurun	
2005-2015	Meningkat	Menurun	Meningkat	Meningkat Drastis	
2010-2020	Menurun	Menurun	Meningkat Drastis	Meningkat	
Keterangan	Menurun Drastis		:		
	Menurun		:		
	Stabil		:		
	Meningkat		:		
	Meningkat Drastis		:		

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan hasil analisis tren selama 30 tahun pada periode 1991-2020, terlihat bahwa curah hujan mengalami kecenderungan meningkat. Jika dibandingkan, curah hujan di wilayah hulu DAS Kali Bekasi cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah hilirnya. Perbedaan ini masuk akal jika melihat karakteristik topografi hulu dan hilir DAS Kali Bekasi. Wilayah hulu yang berada di dataran tinggi cenderung mendukung terjadinya hujan orografis, sedangkan wilayah hilir yang relatif datar lebih memungkinkan terjadinya hujan konvergen. Namun, meskipun ada perbedaan dalam besarnya, pola tren curah hujan di kedua wilayah tersebut secara umum menunjukkan kemiripan dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Penyinaran matahari sendiri menunjukkan tren yang meningkat secara perlahan namun stabil. Pola ini tampak berlawanan dengan tren curah hujan dan kelembapan, di mana saat intensitas matahari meningkat, kelembapan dan curah hujan cenderung menurun. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan negatif antara lamanya penyinaran matahari dengan kedua parameter tersebut. Jika melihat keseluruhan tren, dapat diasumsikan bahwa sedang terjadi indikasi perubahan iklim ke arah kondisi musim yang lebih basah dengan temperatur yang juga semakin meningkat.

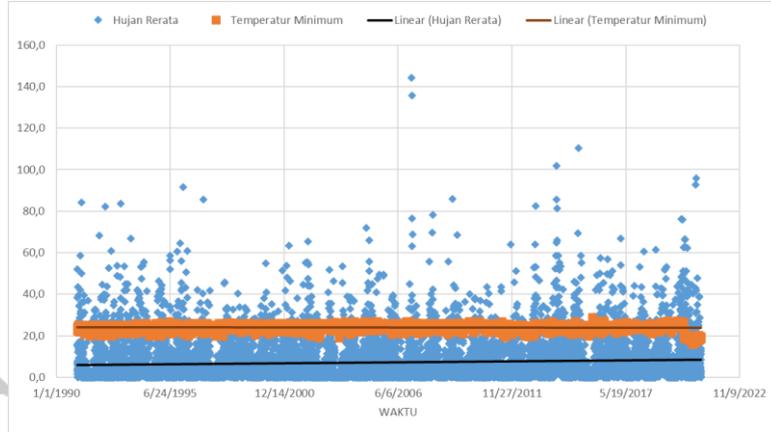
Dari analisis tren data yang dilakukan, terlihat parameter-parameter iklim seperti suhu, radiasi matahari, dan kecepatan angin cenderung saling berhubungan secara positif. Namun jika dikaitkan dengan curah hujan dan kelembapan, arah hubungannya justru berlawanan. Artinya, saat suhu, sinar matahari, dan angin meningkat, curah hujan dan kelembapan cenderung menurun, dan sebaliknya.

3. Analisis Hubungan antar Tren Data

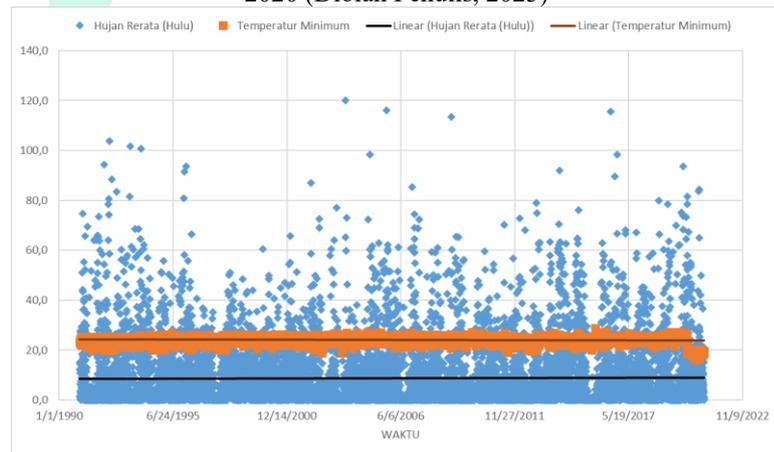
Analisis dilakukan dengan membandingkan data curah hujan selama 30 tahun pada periode 1991-2020 dengan masing-masing

parameter iklim. Melalui *trendline* yang terbentuk, memiliki arah kecenderungan yang sama (searah) atau berlawanan.

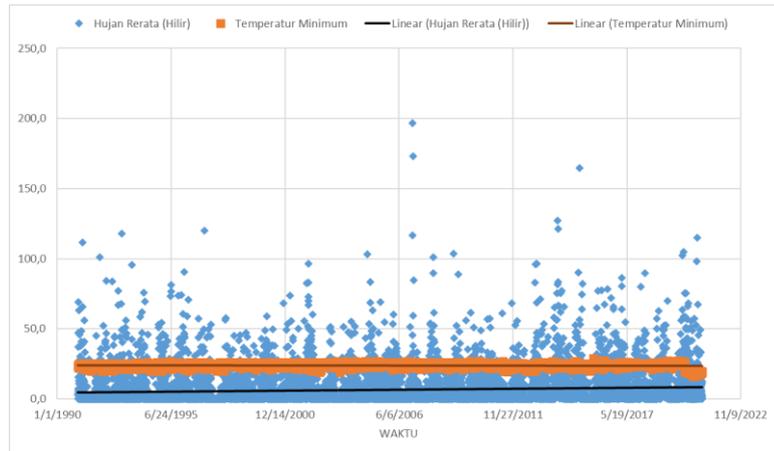
a. Hubungan Temperatur Minimum terhadap Curah Hujan Berdasarkan Pengamatan Grafik (1991-2020)



Gambar 4.18 Grafik Hubungan Tren Data antara Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



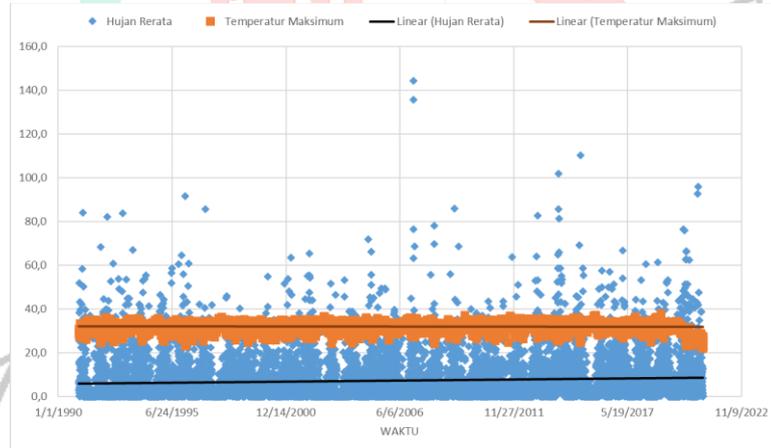
Gambar 4.19 Grafik Hubungan Tren Data antara Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



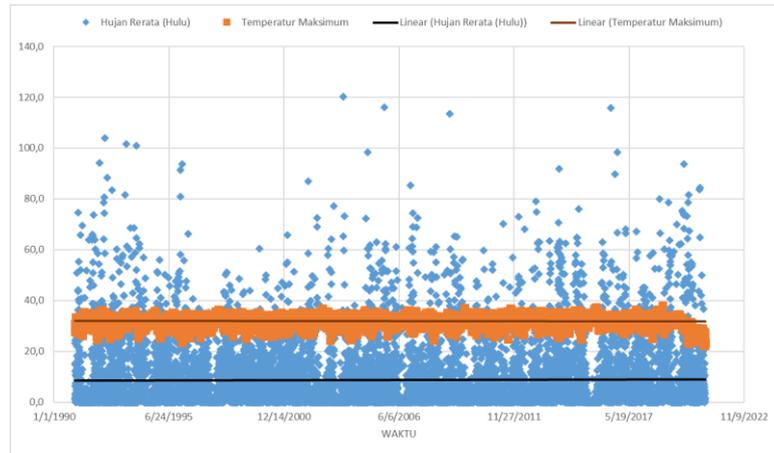
Gambar 4.20 Grafik Hubungan Tren Data antara Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan pengamatan grafik hubungan antara curah hujan rerata dengan temperatur minimum. Terlihat suatu hubungan tren yang berlawanan arah yang memiliki arti adanya hubungan terbalik antara curah hujan dengan temperatur minimum.

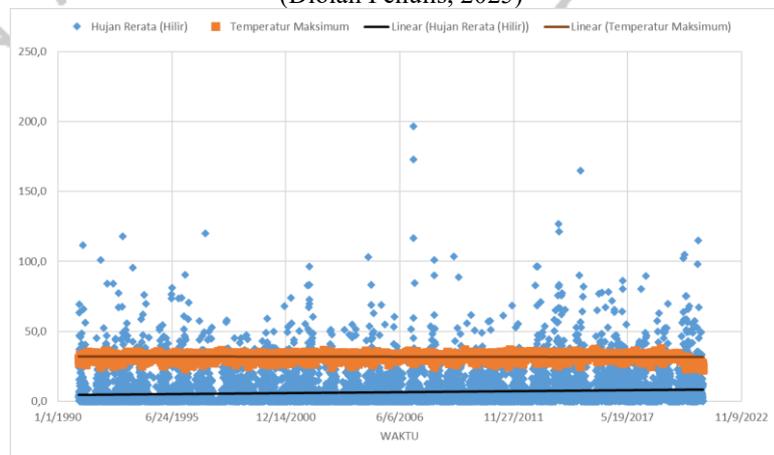
b. Korelasi Temperatur Maksimum terhadap Curah Hujan Berdasarkan Pengamatan Grafik (1991-2020)



Gambar 4.21 Grafik Hubungan Tren Data antara Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



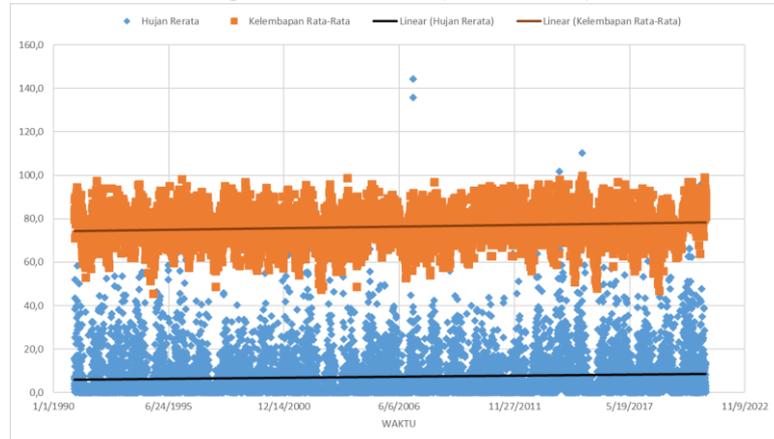
Gambar 4.22 Grafik Hubungan Tren Data antara Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.23 Grafik Hubungan Tren Data antara Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Dari pengamatan grafik hubungan temperatur maksimum terhadap curah hujan rerata, hulu dan hilir di DAS Kali Bekasi, dapat dilihat bahwa trendline yang tercipta saling berlawanan arah. Artinya, ketika tren curah hujan terlihat menurun maka tren temperatur terlihat meningkat, dan juga sebaliknya.

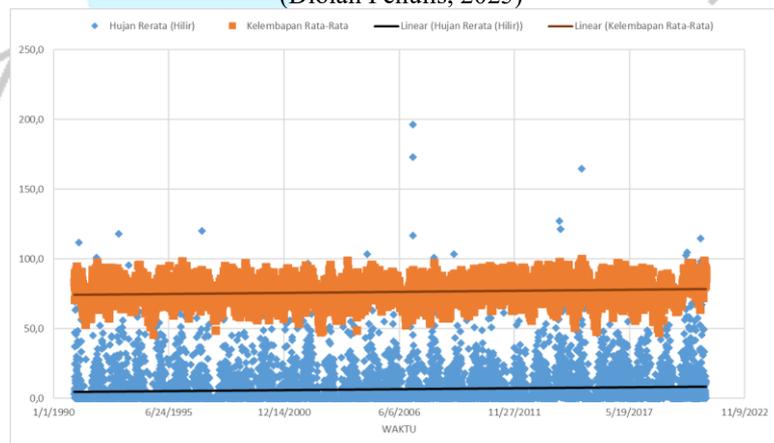
c. Korelasi Kelembapan Rata-Rata terhadap Curah Hujan Berdasarkan Pengamatan Grafik (1991-2020)



Gambar 4.24 Grafik Hubungan Tren Data antara Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



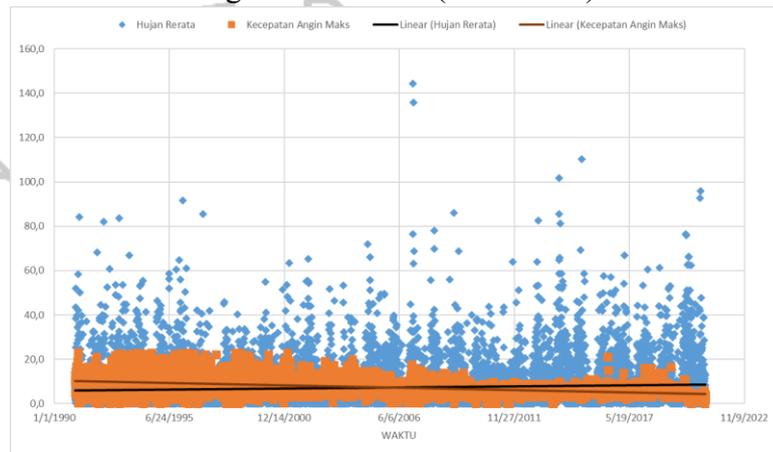
Gambar 4.25 Grafik Hubungan Tren Data antara Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



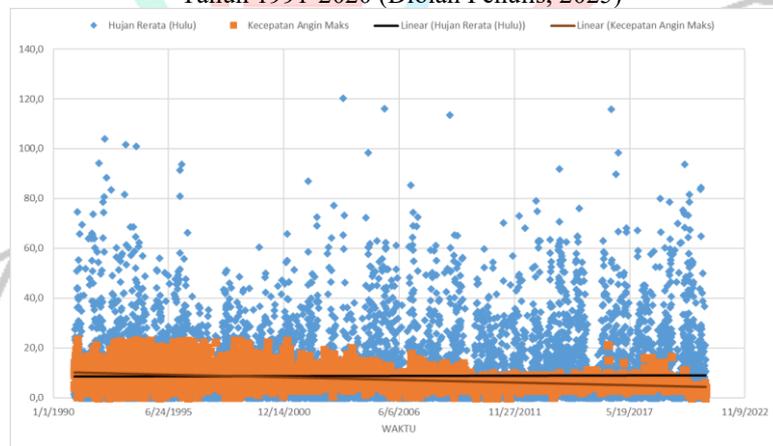
Gambar 4.26 Grafik Hubungan Tren Data antara Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Dari pengamatan grafik hubungan kelembapan rata-rata terhadap curah hujan rerata, hulu dan hilir di DAS Kali Bekasi, dapat dilihat bahwa trendline yang tercipta adalah searah atau tidak berlawanan arah. Artinya, ketika tren curah hujan terlihat menurun maka tren kelembapan rata-rata juga terlihat menurun, dan juga sebaliknya.

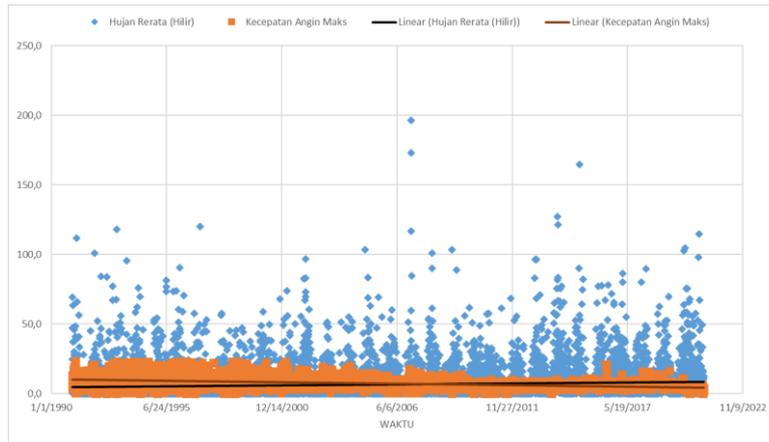
d. Korelasi Kecepatan Angin Maksimal terhadap Curah Hujan Berdasarkan Pengamatan Grafik (1991-2020)



Gambar 4.27 Grafik Hubungan Tren Data antara Kecepatan Angin Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



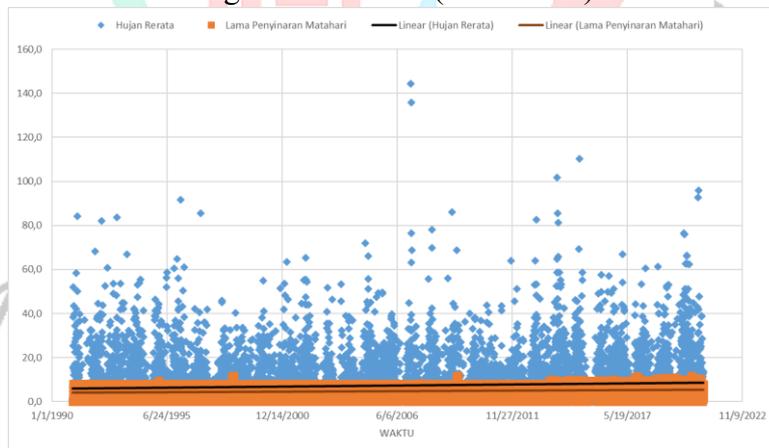
Gambar 4.28 Grafik Hubungan Tren Data antara Kecepatan Angin Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



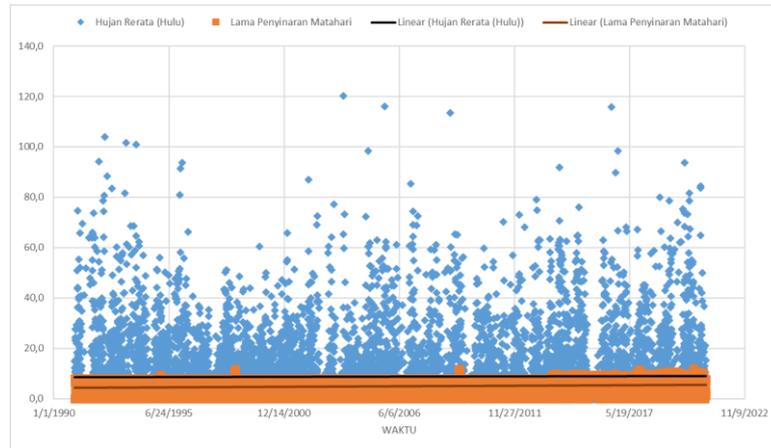
Gambar 4.29 Grafik Hubungan Tren Data antara Kecepatan Angin Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Dari pengamatan grafik hubungan kecepatan angin maksimum terhadap curah hujan rerata, hulu dan hilir di DAS Kali Bekasi, dapat dilihat bahwa trendline yang tercipta saling berlawanan arah. Artinya, ketika tren curah hujan terlihat menurun maka tren kecepatan angin maksimum terlihat meningkat, dan juga sebaliknya.

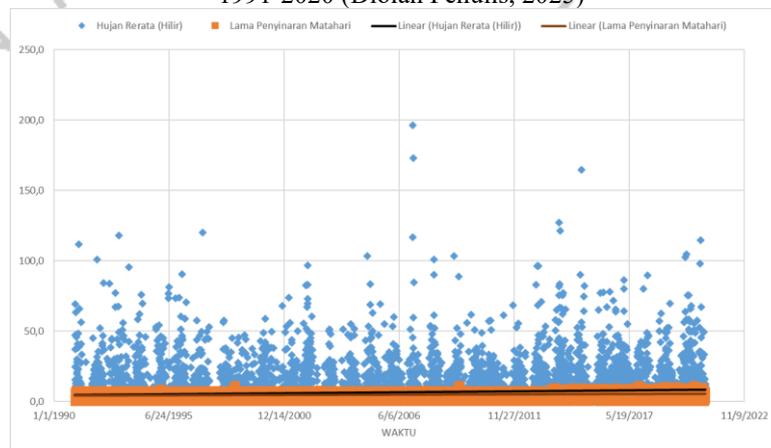
e. Korelasi Lamanya Penyinaran Matahari terhadap Curah Hujan Berdasarkan Pengamatan Grafik (1991-2020)



Gambar 4.30 Grafik Hubungan Tren Data antara Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



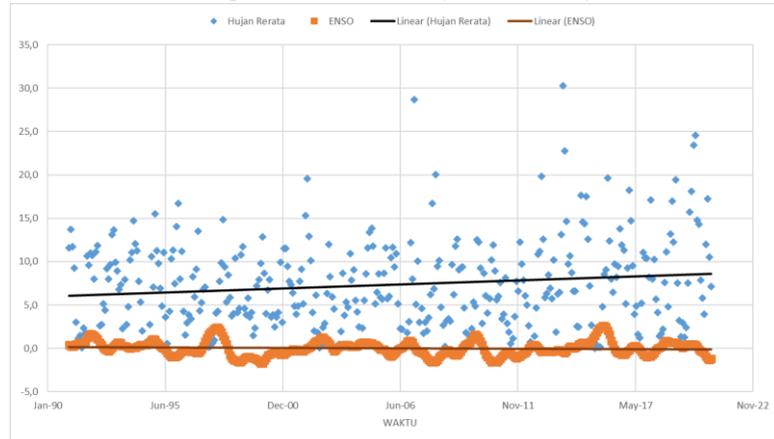
Gambar 4.31 Grafik Hubungan Tren Data antara Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



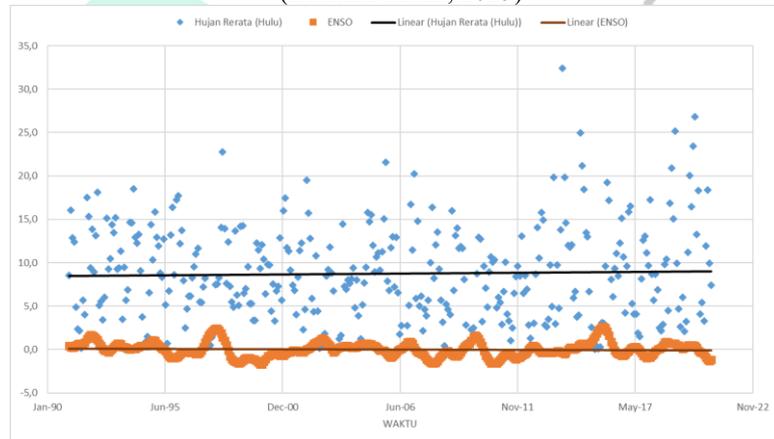
Gambar 4.32 Grafik Hubungan Tren Data antara Lama Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Dari pengamatan grafik hubungan lamanya penyinaran matahari terhadap curah hujan rerata, hulu dan hilir di DAS Kali Bekasi, dapat dilihat bahwa trendline yang tercipta saling berlawanan arah. Artinya, ketika tren curah hujan terlihat menurun maka tren penyinaran matahari terlihat meningkat, dan juga sebaliknya.

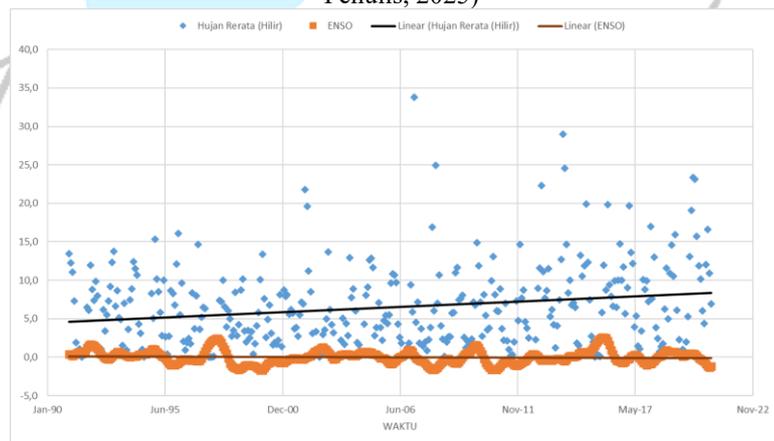
f. Korelasi ENSO terhadap Curah Hujan Menggunakan Berdasarkan Pengamatan Grafik (1991-2020)



Gambar 4.33 Grafik Hubungan Tren Data antara Indeks ENSO dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.34 Grafik Hubungan Tren Data antara Indeks ENSO dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.35 Grafik Hubungan Tren Data antara Indeks ENSO dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Dari pengamatan grafik hubungan indeks ENSO terhadap curah hujan merata, hulu dan hilir di DAS Kali Bekasi, dapat dilihat bahwa trendline yang tercipta saling berlawanan arah. Artinya, ketika tren curah hujan terlihat menurun maka tren ENSO terlihat meningkat, dan juga sebaliknya.

Tabel 4.26 Interpretasi dari Analisis Hubungan antara Tren Data Curah Hujan dan Tren Data Iklim dan ENSO periode 1991-2020

Hubungan Antar Tren Data	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
Hujan Rerata Regional	Berlawanan	Berlawanan	Searah	Berlawanan	Berlawanan	Berlawanan
Hujan Rerata Hulu	Berlawanan	Berlawanan	Searah	Berlawanan	Berlawanan	Berlawanan
Hujan Rerata Hilir	Berlawanan	Berlawanan	Searah	Berlawanan	Berlawanan	Berlawanan

Sumber: Diolah Sendiri (2025)

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap grafik tren parameter iklim, diketahui bahwa hanya kelembapan udara rata-rata yang menunjukkan pola perubahan yang searah dengan tren curah hujan. Hal ini terlihat dari kemiringan garis tren pada grafik kelembapan yang mengikuti arah kenaikan atau penurunan curah hujan dalam periode yang diamati. Sementara itu, parameter iklim lainnya seperti temperatur maksimum, temperatur minimum, kecepatan angin maksimum, dan lamanya penyinaran matahari cenderung menunjukkan pola yang berlawanan arah dengan tren curah hujan.

Fenomena ini mengindikasikan bahwa kelembapan udara memiliki hubungan positif dengan curah hujan, di mana peningkatan kelembapan cenderung diikuti oleh peningkatan curah hujan. Sebaliknya, parameter lain seperti suhu atau penyinaran matahari memiliki hubungan negatif, misalnya peningkatan suhu atau intensitas penyinaran cenderung dapat menyebabkan penurunan curah hujan.

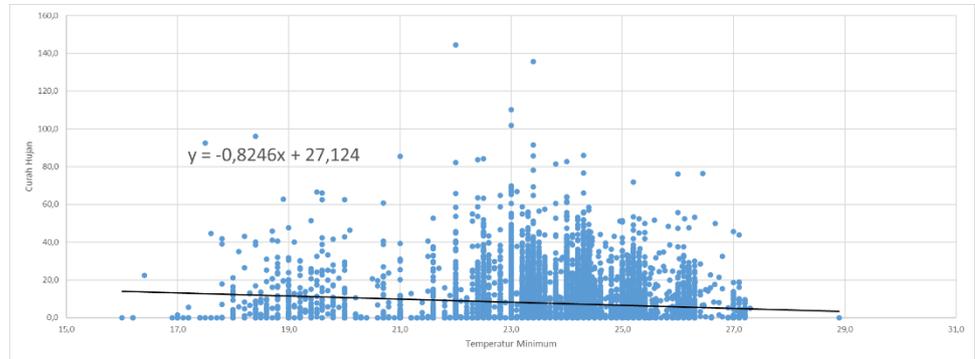
4.2.2 Analisis Korelasi Data

Analisis Korelasi antara Iklim dan ENSO terhadap Curah Hujan dilakukan dengan dua pendekatan. Yaitu dengan pendekatan Pearson, dan pendekatan Persamaan Regresi Linear. Kedua pendekatan statistik ini digunakan untuk memperoleh interpretasi yang dapat mendukung proses penarikan kesimpulan. Adapun penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut.

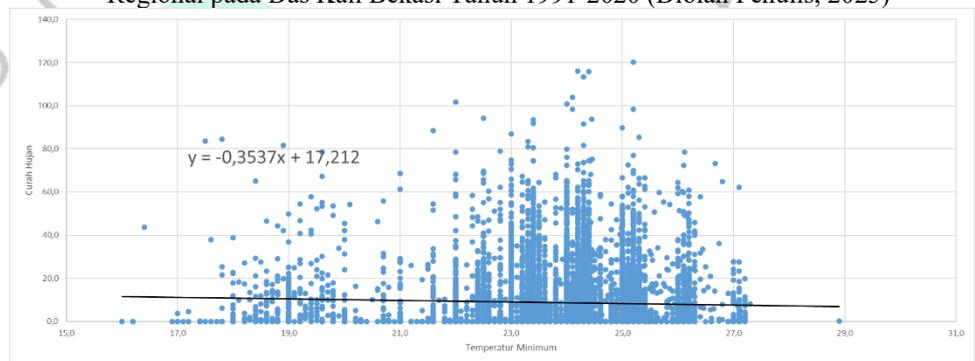
1. Analisis Korelasi Iklim dan ENSO Terhadap Curah Hujan Menggunakan Persamaan Regresi Linear

Pendekatan selanjutnya yang dicoba diterapkan adalah pendekatan statistik persamaan regresi linear untuk melihat bagaimana pengaruh yang diberikan dari masing parameter terhadap Curah Hujan pada DAS Kali Bekasi. Analisis ini dilakukan dengan melihat pengaruh nilai "x" terhadap "y" dalam suatu persamaan aljabar, nilai "x" adalah parameter iklim atau data ENSO yang didapat dan "y" adalah Curah hujan rerata pada DAS Kali Bekasi baik secara menyeluruh atau pada bagian hulu dan juga hilir.

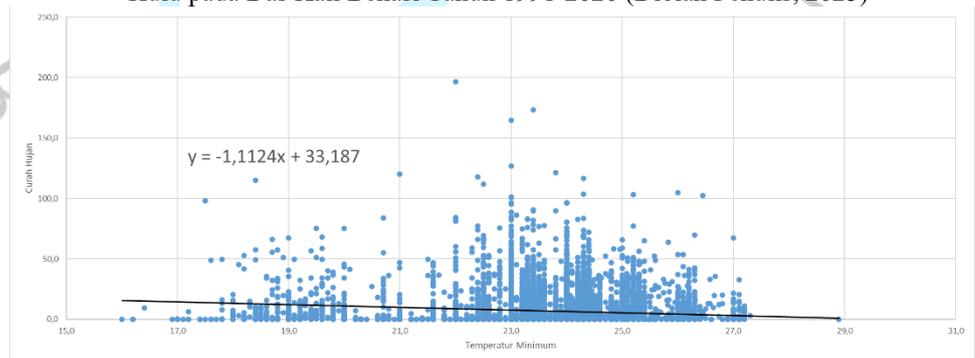
- a. Korelasi Temperatur Minimum terhadap Curah Hujan Menggunakan Pendekatan Statistik Persamaan Regresi Linear (1991-2020)



Gambar 4.36 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.37 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.38 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut:

Tabel 4.27 Persamaan Regresi Linear dari Temperatur Minimum dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi

Parameter	Persamaan Regresi
Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata Regional	$y = -0,8246x + 27,124$
Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata (Hulu)	$y = -0,3537x + 17,212$
Temperatur Minimum dengan Curah Hujan Rerata (Hilir)	$y = -1,1124x + 33,187$

Sumber: Diolah Penulis (2025)

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

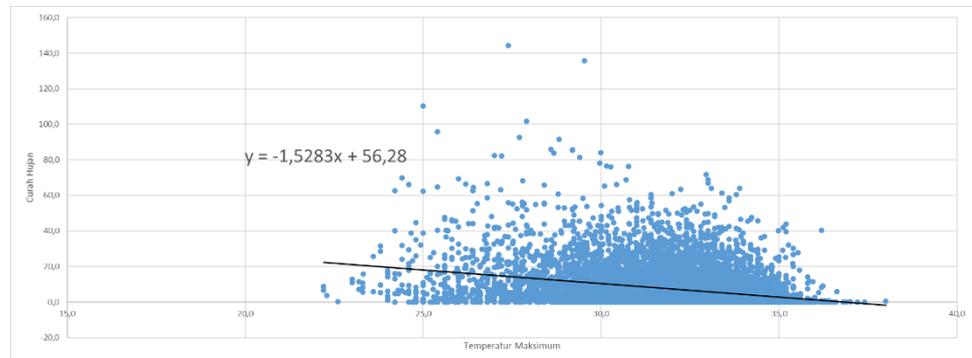
Tabel 4.28 Penjelasan Korelasi antara Temperatur Minimum dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi Menggunakan Persamaan Regresi Linear

Jenis Grafik	Kenaikan temperatur (°C)	Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Hujan Rerata	1°C	Penurunan sebesar 0,8246 mm/hari
Hujan Rerata (Hulu)	1°C	Penurunan sebesar 0,3537 mm/hari
Hujan Rerata (Hilir)	1°C	Penurunan sebesar 1,1124 mm/hari

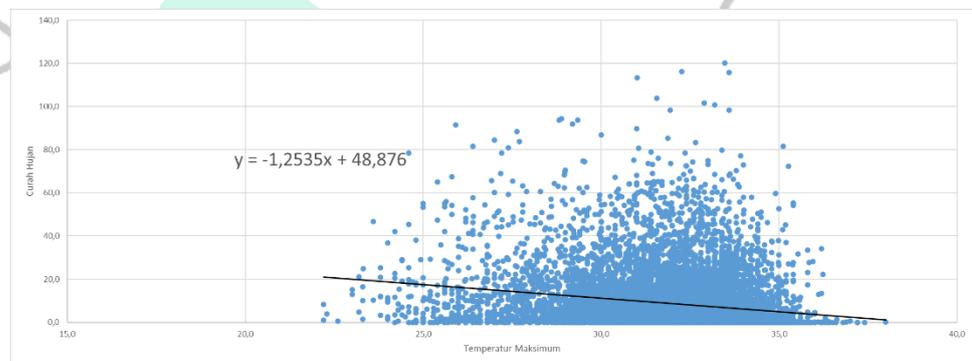
Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan hubungan antara temperatur minimum dengan curah hujan pada DAS Kali Bekasi dengan menggunakan pendekatan persamaan regresi linear. Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1°C pada temperatur minimum, curah hujan pada DAS Kali Bekasi mengalami penurunan dengan kisaran 0,7-1 mm/hari.

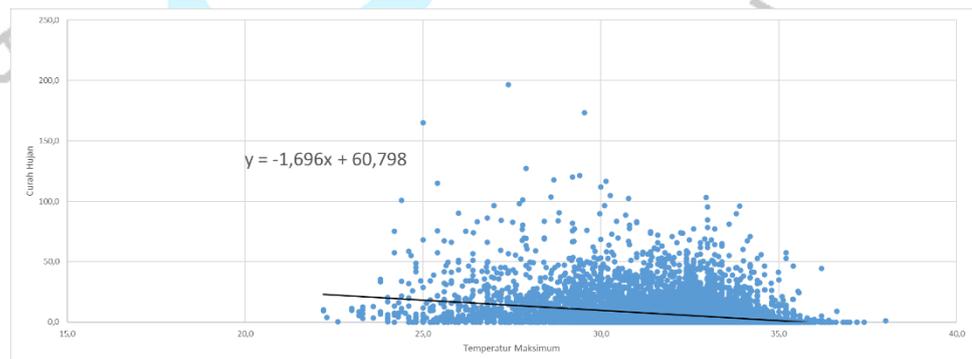
b. Korelasi Temperatur Maksimum terhadap Curah Hujan Menggunakan Pendekatan Statistik Persamaan Regresi Linear (1991-2020)



Gambar 4.39 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.40 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.41 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut:

Tabel 4.29 Persamaan Regresi Linear dari Temperatur Maksimum dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi

Parameter	Persamaan Regresi
Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata	$y = -1,5283x + 56,28$
Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata (Hulu)	$y = -1,2535x + 48,876$
Temperatur Maksimum dengan Curah Hujan Rerata (Hilir)	$y = -1,696x + 60,798$

Sumber: Diolah Penulis (2025)

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

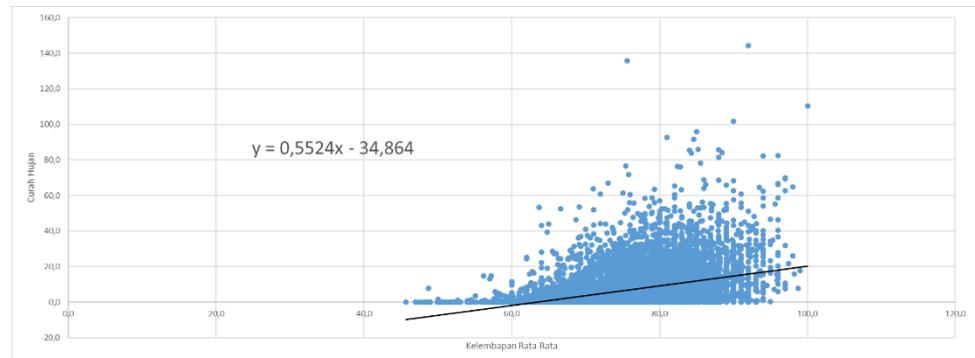
Tabel 4.30 Penjelasan Korelasi antara Temperatur Maksimum dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi Menggunakan Persamaan Regresi Linear

Jenis Grafik	Kenaikan temperatur (°C)	Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Hujan Rerata	1°C	Penurunan sebesar 1,5283 mm/hari
Hujan Rerata (Hulu)	1°C	Penurunan sebesar 1,2535 mm/hari
Hujan Rerata (Hilir)	1°C	Penurunan sebesar 1,696 mm/hari

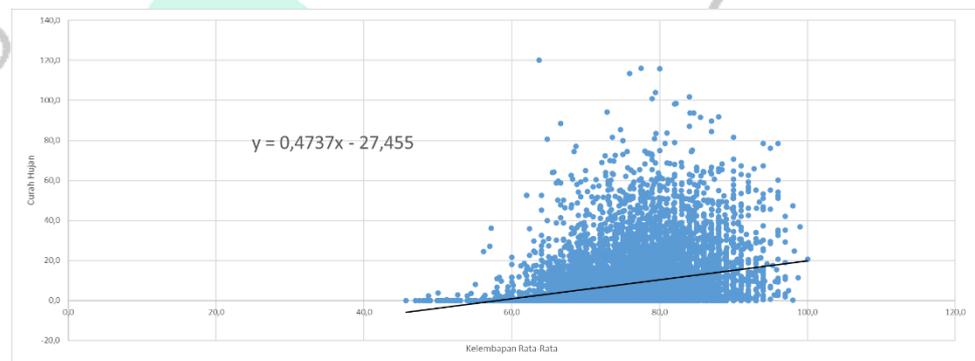
Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan hubungan antara temperatur maksimum dengan curah hujan pada DAS Kali Bekasi dengan menggunakan pendekatan persamaan regresi linear. Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1 derajat celcius pada temperatur maksimum, curah hujan pada DAS Kali Bekasi mengalami penurunan dengan kisaran 1,4 – 1,9 mm/hari

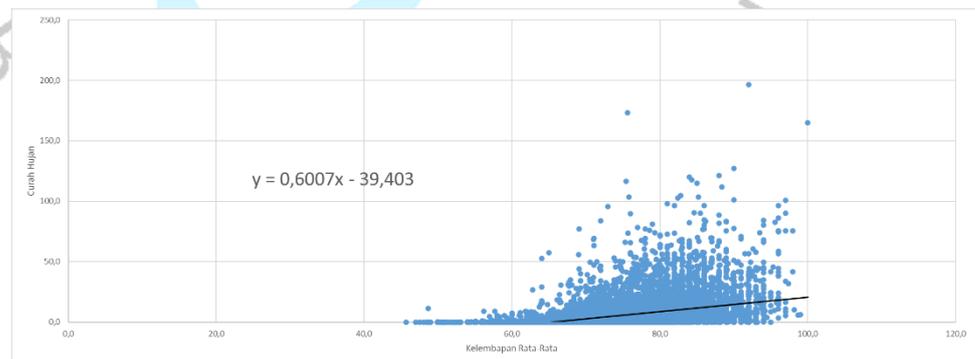
- c. Korelasi Kelembapan Rata-Rata terhadap Curah Hujan Menggunakan Pendekatan Statistik Persamaan Regresi Linear (1991-2020)



Gambar 4.42 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.43 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.44 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut:

Tabel 4.31 Persamaan Regresi Linear dari Kelembapan Rata-Rata dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi

Parameter	Persamaan Regresi
Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata	$y = 0,5524x - 34,864$
Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata (Hulu)	$y = 0,4737x - 27,455$
Kelembapan Rata-Rata dengan Curah Hujan Rerata (Hilir)	$y = 0,6007x - 39,403$

Sumber: Diolah Penulis (2025)

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

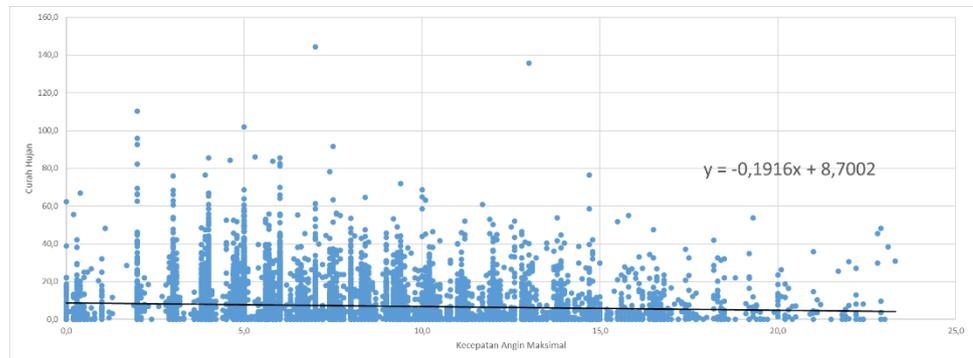
Tabel 4.32 Penjelasan Korelasi antara Kelembapan Rata-Rata dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi Menggunakan Persamaan Regresi Linear

Jenis Grafik	Kenaikan Kelembapan (%)	Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Hujan Rerata	1%	Kenaikan sebesar 0,5524 mm/hari
Hujan Rerata (Hulu)	1%	Kenaikan sebesar 0,4737 mm/hari
Hujan Rerata (Hilir)	1%	Kenaikan sebesar 0,6007 mm/hari

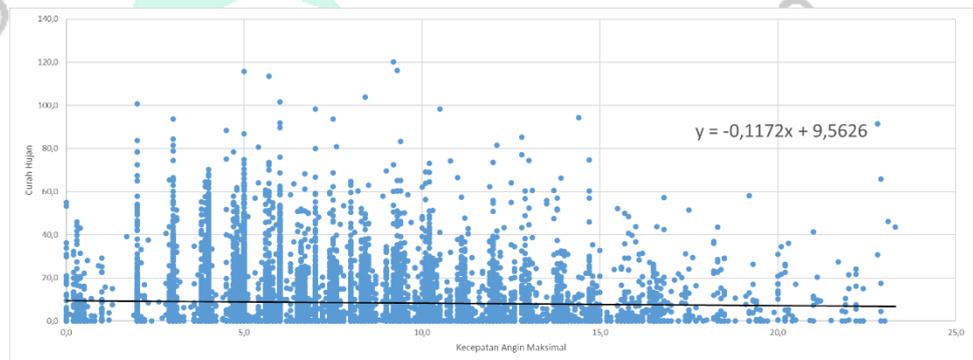
Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan hubungan antara kelembapan rata-rata dengan curah hujan pada DAS Kali Bekasi dengan menggunakan pendekatan persamaan regresi linear. Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1 persen pada kelembapan rata-rata, curah hujan pada DAS Kali Bekasi mengalami kenaikan dengan kisaran 0,4 – 0,6 mm/hari.

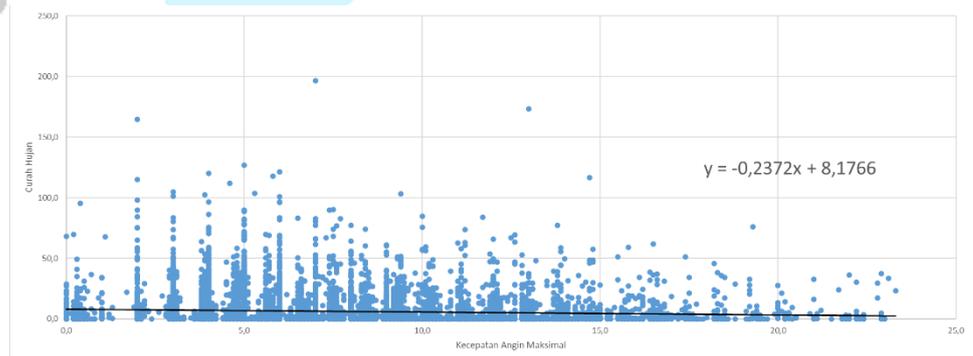
- d. Korelasi Kecepatan Angin Maksimal terhadap Curah Hujan Menggunakan Pendekatan Statistik Persamaan Regresi Linear (1991-2020)



Gambar 4.45 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Kecepatan Angin Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.46 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Kecepatan Angin Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.47 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Kecepatan Angin Maksimum dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut:

Tabel 4.33 Persamaan Regresi Linear dari Kecepatan Angin Maksimum dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi

Parameter	Persamaan Regresi
Kecepatan Angin Maksimum dengan Curah Hujan Rerata	$y = -0,1916x + 8,7002$
Kecepatan Angin Maksimum dengan Curah Hujan Rerata (Hulu)	$y = -0,1172x + 9,5626$
Kecepatan Angin Maksimum dengan Curah Hujan Rerata (Hilir)	$y = -0,2372x + 8,1766$

Sumber: Diolah Penulis (2025)

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

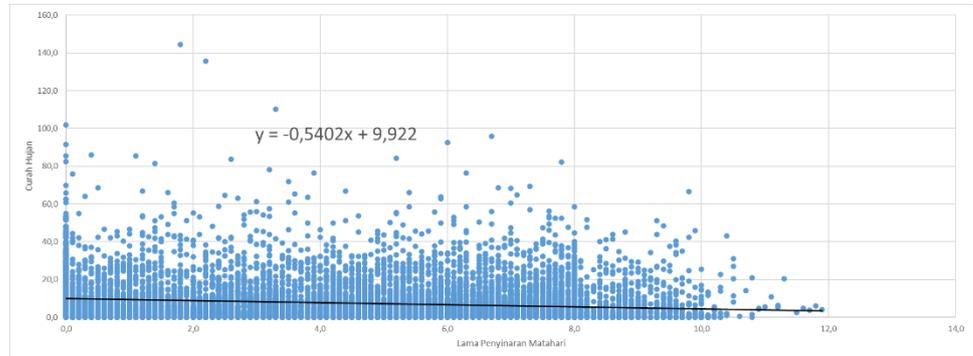
Tabel 4.34 Penjelasan Korelasi antara Kecepatan Angin Maksimal dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi Menggunakan Persamaan Regresi Linear

Jenis Grafik	Kenaikan Kecepatan (m/s)	Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Hujan Rerata	1 m/s	Penurunan sebesar 0,1916 mm/hari
Hujan Rerata (Hulu)	1 m/s	Penurunan sebesar 0,1172 mm/hari
Hujan Rerata (Hilir)	1 m/s	Penurunan sebesar 0,2372 mm/hari

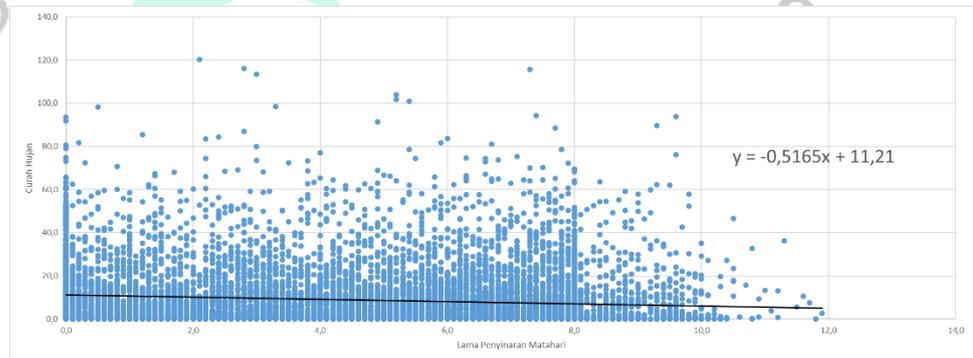
Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan hubungan antara kecepatan angin maksimum dengan curah hujan pada DAS Kali Bekasi dengan menggunakan pendekatan persamaan regresi linear. Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1 m/s pada kecepatan angin maksimum, curah hujan pada DAS Kali Bekasi mengalami penurunan dengan kisaran 0,1 – 0,2 mm/hari.

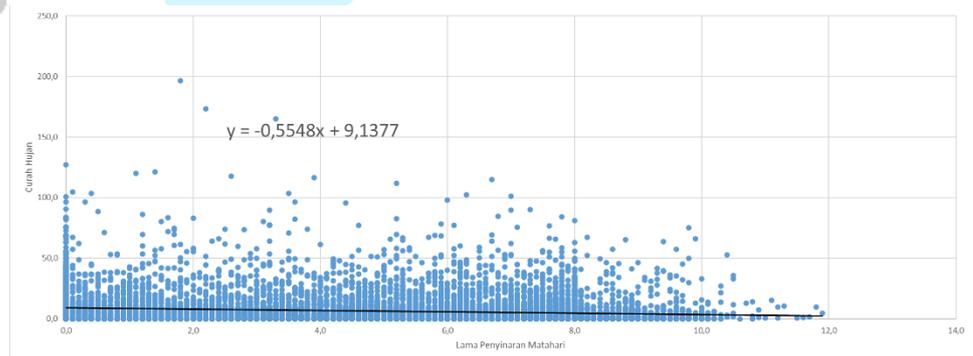
- e. Korelasi Lamanya Penyinaran Matahari terhadap Curah Hujan Menggunakan Pendekatan Statistik Persamaan Regresi Linear (1991-2020)



Gambar 4.48 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Lamanya Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.49 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Lamanya Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.50 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Lamanya Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut:

Tabel 4.35 Persamaan Regresi Linear dari Lamanya Penyinaran Matahari dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi

Parameter	Persamaan Regresi
Lamanya Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata	$y = -0,5402x + 9,922$
Lamanya Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata (Hulu)	$y = -0,5165x + 11,21$
Lamanya Penyinaran Matahari dengan Curah Hujan Rerata (Hilir)	$y = -0,5548x + 9,1377$

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan persamaan regresi yang muncul pada spektrum hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan lamanya penyinaran matahari terhadap curah hujan pada tabel berikut.

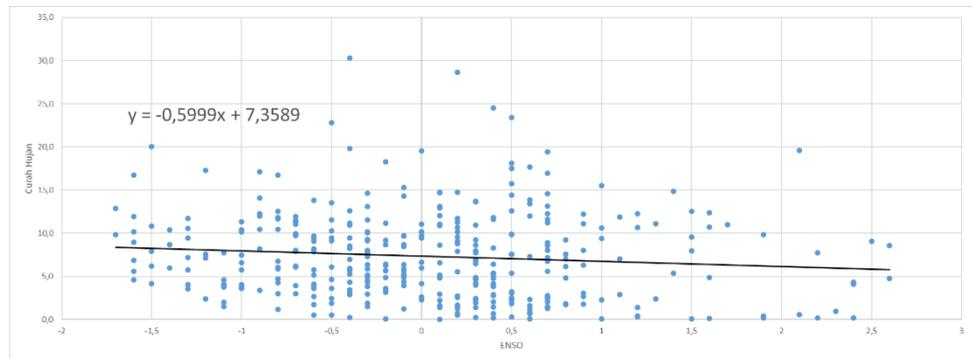
Tabel 4.36 Penjelasan Korelasi antara Lamanya Penyinaran Matahari dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi Menggunakan Persamaan Regresi Linear

Jenis Grafik	Kenaikan Lama Penyinaran (jam)	Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Hujan Rerata	1 jam	Penurunan sebesar -0,5402 mm/hari
Hujan Rerata (Hulu)	1 jam	Penurunan sebesar -0,5165 mm/hari
Hujan Rerata (Hilir)	1 jam	Penurunan sebesar -0,5548 mm/hari

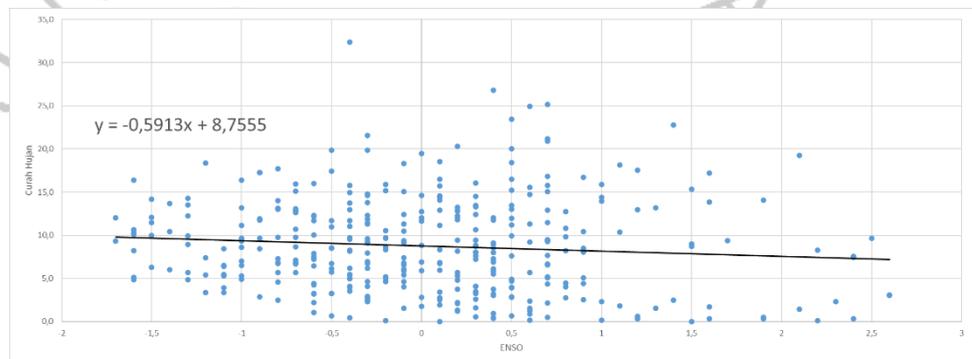
Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan hubungan antara lamanya penyinaran matahari dengan curah hujan pada DAS Kali Bekasi dengan menggunakan pendekatan persamaan regresi linear. Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1 jam pada lamanya penyinaran matahari, curah hujan pada DAS Kali Bekasi mengalami penurunan dengan kisaran 0,5 mm/hari.

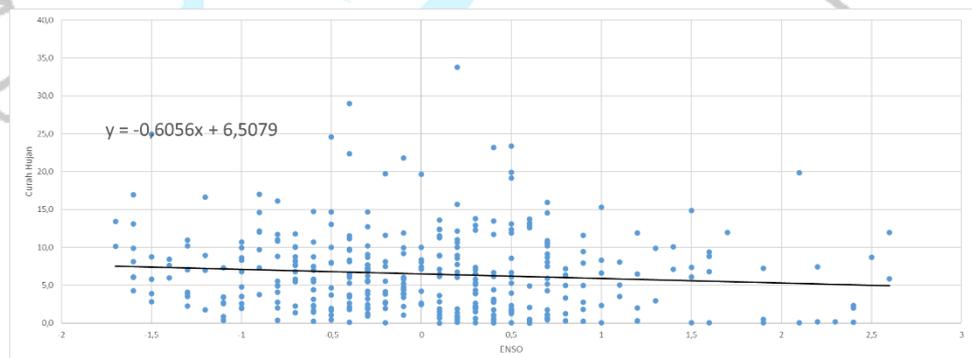
f. Korelasi ENSO terhadap Curah Hujan Menggunakan Pendekatan Statistik Persamaan Regresi Linear (1991-2020)



Gambar 4.51 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Indeks ENSO dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.52 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Indeks ENSO dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.53 Grafik Korelasi Menggunakan Pendekatan Persamaan Regresi Linear antara Indeks ENSO dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut:

Tabel 4.37 Persamaan Regresi Linear dari Indeks ENSO dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi

Parameter	Persamaan Regresi
Indeks ENSO dengan Curah Hujan Rerata	$y = -0,5999x + 7,3589$
Indeks ENSO dengan Curah Hujan Rerata (Hulu)	$y = -0,5913x + 8,7555$
Indeks ENSO dengan Curah Hujan Rerata (Hilir)	$y = -0,6056x + 6,5079$

Sumber: Diolah Penulis (2025)

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

Tabel 4.38 Penjelasan Korelasi Indeks ENSO dan Curah Hujan DAS Kali Bekasi Menggunakan Persamaan Regresi Linear

Jenis Grafik	Kenaikan temperatur (°C)	Pengaruh Terhadap Curah Hujan (Penurunan/Kenaikan sebesar mm/hari)
Hujan Rerata	1°C	Penurunan sebesar 0,5999 mm/hari
Hujan Rerata (Hulu)	1°C	Penurunan sebesar 0,5913 mm/hari
Hujan Rerata (Hilir)	1°C	Penurunan sebesar 0,6056 mm/hari

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan hubungan antara indeks ENSO dengan curah hujan pada DAS Kali Bekasi dengan menggunakan penelekatan persamaan regresi linear. Dapat disimpulkan bahwa dari kenaikan 1°C pada ENSO, curah hujan pada DAS Kali Bekasi mengalami penurunan dengan kisaran 0,4 – 0,6 mm/hari.

Tabel 4.39 Interpretasi dari Korelasi Persamaan Regresi Linear Data Curah Hujan dan Tren Data Iklim dan ENSO periode 1991-2020

Korelasi dari Pendekatan Persamaan Regresi Linear	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
Hujan Rerata regional	Penurunan 0,83 mm/hari	Penurunan 1,53 mm/hari	Kenaikan 0,55 mm/hari	Penurunan 0,19 mm/hari	Penurunan 0,54 mm/hari	Penurunan 0,6 mm/hari
Hujan Rerata Hulu	Penurunan 0,35 mm/hari	Penurunan 1,25 mm/hari	Kenaikan 0,47 mm/hari	Penurunan 0,12 mm/hari	Penurunan 0,51 mm/hari	Penurunan 0,59 mm/hari
Hujan Rerata Hilir	Penurunan 1,11 mm/hari	Penurunan 1,7 mm/hari	Kenaikan 0,6 mm/hari	Penurunan 0,24 mm/hari	Penurunan 0,55 mm/hari	Penurunan 0,6 mm/hari
Keterangan:	Penurunan 0 - 0,25 mm/hari :			Kenaikan 0 - 0,25 mm/hari :		
	Penurunan 0,25 - 0,5 mm/hari :			Kenaikan 0,25 - 0,5 mm/hari :		
	Penurunan 0,5 - 0,75 mm/hari :			Kenaikan 0,5 - 0,75 mm/hari :		
	Penurunan 0,75 - 1 mm/hari :			Kenaikan 0,75 - 1 mm/hari :		
	Penurunan 1 - 1,25 mm/hari :			Kenaikan 1 - 1,25 mm/hari :		
	Penurunan 1,25 - 1,5 mm/hari :			Kenaikan 1,25 - 1,5 mm/hari :		
	Penurunan 1,5 - 1,75 mm/hari :			Kenaikan 1,5 - 1,75 mm/hari :		

Sumber : Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan hasil analisis regresi linear yang ditampilkan pada **Tabel 4.39**, terlihat bahwa terdapat variasi pengaruh yang signifikan antara parameter iklim terhadap curah hujan rata-rata regional, curah hujan rerata hulu, dan curah hujan rerata hilir. Analisis ini menunjukkan bahwa pengaruh dari parameter iklim lebih besar terjadi pada wilayah hilir, dibandingkan wilayah hulu.

Sebagai contoh pada curah hujan rerata hilir DAS Kali Bekasi, curah hujan menunjukkan sensitivitas yang tinggi terhadap kenaikan suhu maksimum (1,7 mm/hari) dan penurunan suhu minimum (1,11 mm/hari). Kelembapan udara juga menunjukkan peningkatan (0,6 mm/hari), serta penyinaran matahari yang menurun (0,55 mm/hari), yang semuanya mengindikasikan bahwa

atmosfer di wilayah hilir menjadi semakin tidak stabil dan mendukung proses konveksi yang intens. Hal ini berbeda dengan curah hujan rerata hulu DAS Kali Bekasi yang lebih dipengaruhi oleh kondisi topografis dan cenderung menunjukkan fluktuasi lebih moderat terhadap parameter iklim, seperti hanya mengalami kenaikan kelembapan sebesar 0,47 mm/hari dan penurunan suhu maksimum sebesar 1,25 mm/hari. Dengan kata lain, pengaruh dinamika atmosfer lebih mendominasi wilayah hilir dibanding pengaruh dari elevasi atau kondisi geografis sebagaimana yang terjadi di wilayah hulu.

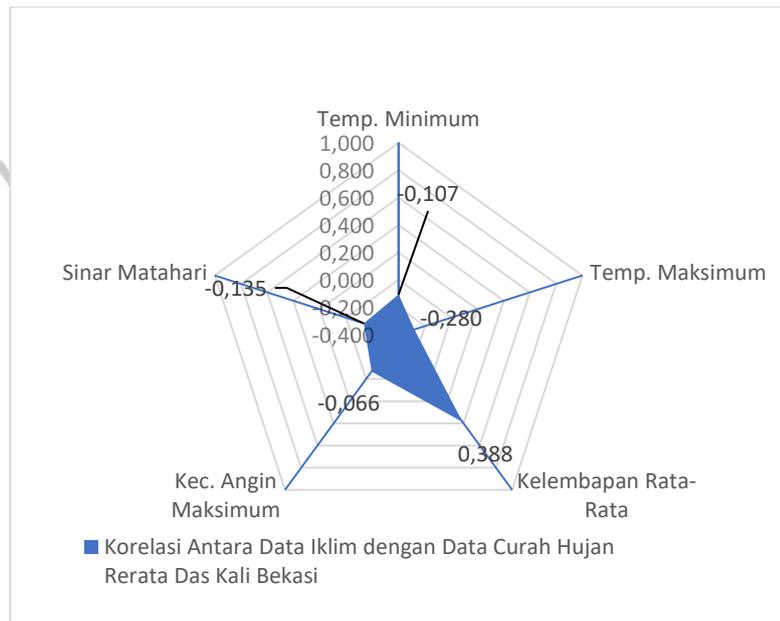
Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa parameter iklim lokal seperti suhu dan kelembapan udara memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap curah hujan di wilayah hilir dibandingkan di wilayah hulu.

2. Analisis Korelasi Iklim dan ENSO Terhadap Curah Hujan Menggunakan Pendekatan Statistik Pearson

Pendekatan statistik pertama yang diambil dari korelasi antara iklim dan ENSO terhadap curah hujan di DAS Kali Bekasi ini adalah pendekatan pearson yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang mungkin diberikan dari masing parameter parameter iklim termasuk ENSO terhadap curah hujan di DAS Kali Bekasi.

- a. Korelasi Parameter Iklim dan ENSO terhadap Curah Hujan Menggunakan Pendekatan Statistik *Pearson* pada Periode 1991-2020

Berikut merupakan korelasi yang didapatkan dari parameter iklim terhadap curah hujan di DAS Kali Bekasi dengan menggunakan pendekatan statistik *pearson*.

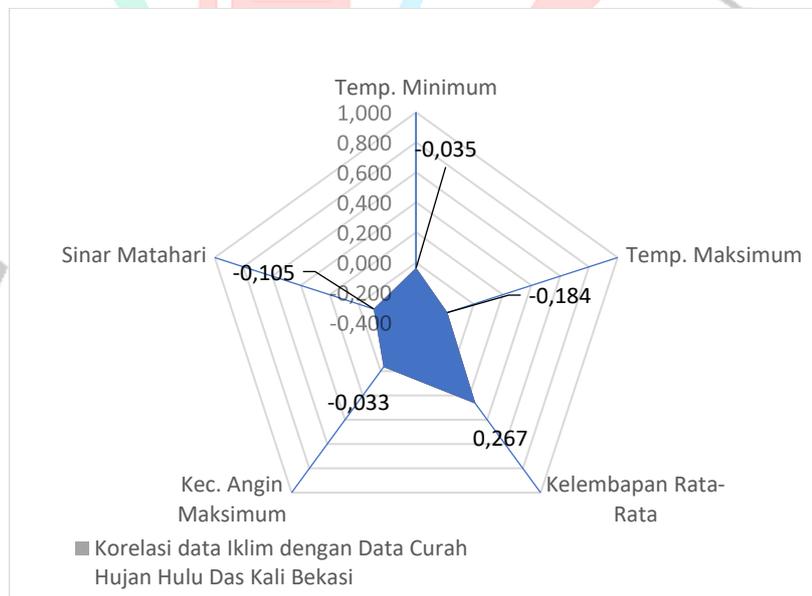


Gambar 4.54 Grafik Korelasi *Pearson* antara Masing - Masing Parameter Iklim dengan Curah Hujan Rerata Regional pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

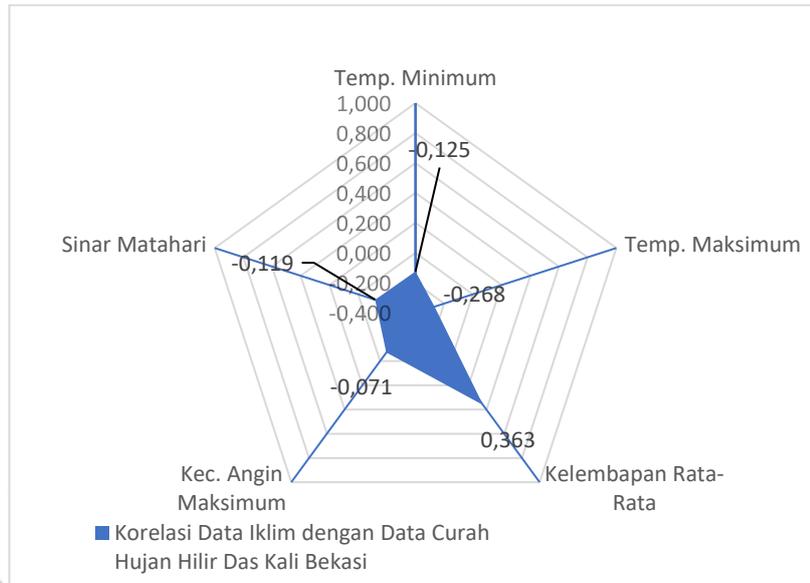
Grafik diatas merupakan spektrum hujan curah hujan rerata regional selama periode 30 tahun (1991-2020) dengan menggunakan pendekatan korelasi *pearson*. Secara umum parameter yang menunjukkan korelasi paling tinggi adalah kelembapan udara rata-rata dengan nilai sebesar 0,388, diikuti oleh tempratur maksimum dan parameter iklim lainnya. Tingginya korelasi antara kelembapan dan curah hujan cukup masuk akal mengingat hujan sangat bergantung pada kondisi uap air di atmosfer. Ketika kelembapan tinggi, potensi terbentuknya awan dan terjadinya presipitasi meningkat. Hal ini diperkuat oleh kondisi iklim di wilayah Jabodetabek yang cenderung lembap akibat pengaruh laut dan uap air dari pesisir utara Jawa.

Sebaliknya, temperatur maksimum menunjukkan korelasi negatif, yang mengindikasikan bahwa saat suhu tinggi, curah hujan cenderung menurun. Ini mungkin terjadi karena pada saat suhu tinggi ekstrem, potensi penguapan meningkat, namun tidak diikuti oleh pembentukan awan akibat kondisi atmosfer yang lebih stabil dan kurang mendukung konveksi vertikal. Penyinaran matahari yang juga berkorelasi negatif dapat memperkuat kondisi ini, karena peningkatan radiasi matahari seringkali menyebabkan pengeringan permukaan dan memperlemah proses pembentukan awan konvektif.

Korelasi negatif antara curah hujan rerata regional dengan kecepatan angin maksimum kemungkinan besar disebabkan karena angin maksimum di kawasan ini lebih bersifat lokal dan tidak selalu berasosiasi dengan sistem cuaca besar yang mendatangkan hujan. Kecepatan angin tinggi bisa terjadi pada hari-hari cerah akibat perbedaan tekanan lokal, tanpa diikuti oleh hujan.



Gambar 4.55 Grafik Korelasi *Pearson* antara Masing - Masing Parameter Iklim dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)



Gambar 4.56 Grafik Korelasi *Pearson* antara Masing - Masing Parameter Iklim dengan Curah Hujan Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

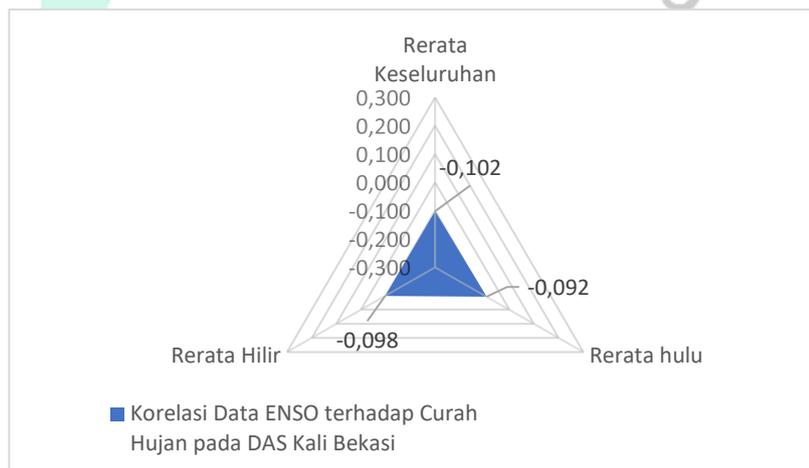
Grafik di atas merupakan spektrum hujan rerata pada bagian hulu dan hilir selama periode 30 tahun (1991–2020) dengan menggunakan pendekatan korelasi *pearson*. Dari kedua spektrum ini terlihat bahwa parameter kelembapan udara rata-rata tetap memiliki nilai korelasi paling tinggi dengan curah hujan rerata, baik pada bagian hulu maupun bagian hilir, diikuti oleh parameter iklim lainnya.

Hasil analisis juga memperlihatkan bahwa parameter iklim selain ENSO memiliki hubungan yang lebih tinggi dengan curah hujan rerata di wilayah hilir dibandingkan dengan wilayah hulu. Kondisi ini menunjukkan bahwa curah hujan di wilayah hulu cenderung dipengaruhi oleh faktor-faktor yang tidak seluruhnya tercermin dalam parameter iklim permukaan. Salah satu faktor utama adalah topografi. Wilayah hulu DAS Kali Bekasi memiliki ketinggian yang lebih tinggi dan letaknya lebih dekat dengan kawasan pegunungan seperti wilayah Bogor, sehingga lebih rentan terhadap terbentuknya hujan orografis.

Sebaliknya, curah hujan di wilayah hilir DAS Kali Bekasi dapat dikaitkan dengan karakteristik kawasan yang cenderung datar dan

telah terurbanisasi secara masif. Dalam kondisi tersebut, curah hujan lebih dipengaruhi oleh dinamika atmosfer lokal seperti suhu permukaan, kelembapan udara, serta proses konveksi lokal yang sensitif terhadap variasi iklim mikro. Urbanisasi yang masif, terutama di kawasan seperti Kota Bekasi, menyebabkan munculnya fenomena *urban heat island* (UHI), yang meningkatkan suhu permukaan dan mendorong perubahan pola sirkulasi udara.

Ketika suhu meningkat tanpa disertai kelembapan yang memadai, pertumbuhan awan dapat terhambat. Sebaliknya, jika suhu tinggi disertai kelembapan yang cukup, maka pertumbuhan awan konvektif dapat dipercepat, menghasilkan curah hujan yang lebih intens.



Gambar 4.57 Grafik Korelasi *Pearson* antara Indeks ENSO dengan Curah Hujan Rerata Regional, Curah Hujan Rerata Hulu, dan Rerata Hilir Curah Hujan Hilir pada Das Kali Bekasi Tahun 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Korelasi yang didapatkan dari pendekatan statistik pearson ENSO dan juga DAS Kali Bekasi juga tidaklah besar. Hasil yang didapatkan adalah -0,092 untuk korelasi terhadap curah hujan Orografis atau rerata yang berada pada daerah Hulu, -0,098 untuk korelasi terhadap curah hujan konvergen atau rerata yang berada pada daerah hilir, dan -0,102 untuk korelasi terhadap curah hujan rerata keseluruhan DAS Kali Bekasi.

Tabel 4.40 Interpretasi dari Korelasi *Pearson* Curah Hujan dengan Data Iklim dan ENSO periode 1991-2020

Korelasi dari Pendekatan Pearson	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
Hujan Rerata	-0,107	-0,280	0,388	-0,066	-0,135	-0,102
Hujan Rerata Hulu	-0,035	-0,184	0,267	-0,033	-0,105	-0,092
Hujan Rerata Hilir	-0,125	-0,268	0,363	-0,071	-0,119	-0,098

Sumber : Diolah Penulis (2025)

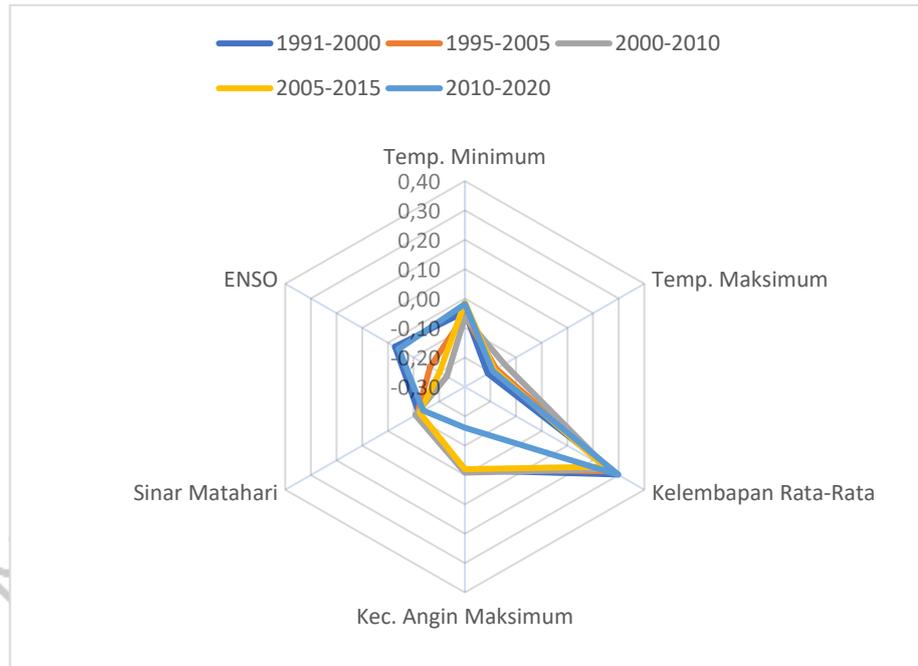
- b. Korelasi Parameter Iklim dan ENSO terhadap Curah Hujan Menggunakan Pendekatan Statistik Pearson per 5 tahun pada Periode 1991-2020

Berikut merupakan korelasi yang didapatkan dari parameter iklim terhadap curah hujan di DAS Kali Bekasi pada wilayah hulu dan hilir dengan menggunakan pendekatan statistik *pearson* dengan analisis per 5 tahun selama 30 tahun pada periode tahun 1991-2020.

Tabel 4.41 Interpretasi dari Korelasi *Pearson* Curah Hujan Rerata Hulu dengan Data Iklim dan ENSO per 5 tahun periode 1991-2020

Korelasi dari Pendekatan Pearson (Rerata Hulu)	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
1991-2000	-0,04	-0,21	0,30	-0,02	-0,12	-0,028
1995-2005	-0,06	-0,18	0,28	-0,02	-0,11	-0,165
2000-2010	-0,06	-0,15	0,26	-0,01	-0,11	-0,230
2005-2015	-0,01	-0,19	0,24	-0,02	-0,12	-0,201
2010-2020	-0,02	-0,19	0,30	-0,16	-0,14	-0,043

Sumber : Diolah Penulis (2025)



Gambar 4.58 Grafik Korelasi *Pearson* antara Masing - Masing Parameter Iklim dan ENSO dengan Curah Hujan Rerata Hulu pada Das Kali Bekasi Per 5 Tahun Periode 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Grafik di atas merupakan spektrum hujan rerata pada bagian hulu selama periode 30 tahun (1991–2020) dengan menggunakan pendekatan korelasi *pearson* yang dianalisis per 5 tahun bergeser selama 30 tahun. Spektrum hujan ini memperlihatkan bahwa kelembapan udara tetap menjadi variabel dengan korelasi positif tertinggi dan paling konsisten terhadap curah hujan. Namun, yang lebih menarik adalah pola korelasi ENSO, yang tampak lebih bervariasi dan lebih kuat dibanding wilayah lainnya. Hal ini memperlihatkan bahwa wilayah hulu, yang umumnya berada di dataran lebih tinggi (seperti wilayah Bogor dan Cileungsi), lebih terbuka terhadap pengaruh sistem atmosfer skala besar seperti ENSO. Tidak seperti di hilir, pengaruh urbanisasi di wilayah hulu masih terbatas, sehingga fenomena iklim global dapat lebih mudah termanifestasi dalam pola curah hujan lokal. Ketika terjadi El Nino, wilayah hulu bisa mengalami penurunan hujan yang lebih nyata.

Selain itu, wilayah hulu yang memiliki topografi dengan ketinggian lebih bervariasi juga memungkinkan untuk lebih terjadinya hujan orografis. Fenomena ini sangat dipengaruhi oleh

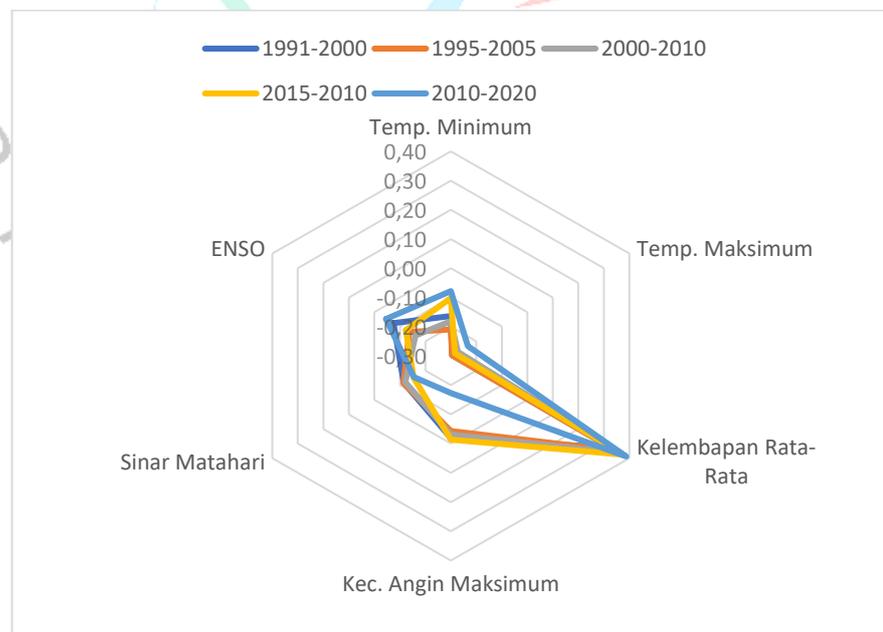
kelembapan udara yang berasal dari laut dan dikendalikan oleh arah angin besar yang juga bisa dipengaruhi oleh ENSO. Oleh karena itu, wajar jika indeks ENSO lebih sering muncul sebagai variabel yang korelasinya berfluktuasi terhadap curah hujan di hulu dibanding wilayah lain.

Sementara itu, parameter lain seperti suhu minimum, suhu maksimum, dan penyinaran matahari menunjukkan korelasi yang lemah dan tidak konsisten, menandakan bahwa proses pembentukan hujan di hulu lebih ditentukan oleh mekanisme topografis dan kondisi ENSO daripada oleh variasi harian parameter iklim permukaan.

Tabel 4.42 Interpretasi dari Korelasi *Pearson* Curah Hujan Rerata Hilir dengan Data Iklim dan ENSO per 5 tahun periode 1991-2020

Korelasi dari Pendekatan Pearson (Rerata Hilir)	Temperatur Minimum	Temperatur Maksimum	Kelembapan Rata-Rata	Kecepatan Angin Maksimum	Lamanya Penyinaran Matahari	ENSO
1991-2000	-0,04	-0,21	0,30	-0,02	-0,12	-0,028
1995-2005	-0,06	-0,18	0,28	-0,02	-0,11	-0,165
2000-2010	-0,06	-0,15	0,26	-0,01	-0,11	-0,230
2005-2015	-0,01	-0,19	0,24	-0,02	-0,12	-0,201
2010-2020	-0,02	-0,19	0,30	-0,16	-0,14	-0,043

Sumber : Diolah Penulis (2025)



Gambar 4.59 Grafik Korelasi *Pearson* antara Masing - Masing Parameter Iklim dan ENSO dengan Curah Hujan Rerata Hilir pada Das Kali Bekasi Per 5 Tahun Periode 1991-2020 (Diolah Penulis, 2025)

Grafik di atas merupakan spektrum hujan rerata pada bagian hilir selama periode 30 tahun (1991–2020) dengan menggunakan pendekatan korelasi *pearson* yang dianalisis per 5 tahun bergeser selama 30 tahun. Spektrum hujan ini memperlihatkan bahwa korelasi antara curah hujan dan kelembapan udara tetap menjadi yang paling tinggi, dan cenderung meningkat dalam periode 2005–2020. Sebaliknya, variabel lain seperti suhu, kecepatan angin, dan sinar matahari menunjukkan fluktuasi korelasi yang tidak beraturan, tetapi tetap lebih tinggi dibanding di wilayah hulu.

Pola ini memperlihatkan bahwa curah hujan di wilayah hilir sangat dipengaruhi oleh dinamika iklim mikro yang semakin kompleks akibat pesatnya urbanisasi. Faktor-Faktor seperti *Urban heat island* (UHI), dan pengurangan lahan terbuka hijau, dapat menciptakan iklim mikro yang tidak hanya mempercepat pemanasan permukaan, tetapi juga mengubah sirkulasi lokal. Hasilnya, pembentukan awan konvektif dan pola presipitasi di wilayah hilir sangat dipengaruhi oleh fluktuasi parameter seperti kelembapan dan suhu harian, yang pada gilirannya memperbesar korelasi terhadap curah hujan. Korelasi yang meningkat terhadap kelembapan, khususnya pada periode terakhir (2010–2020), juga bisa dikaitkan dengan peningkatan anomali kelembapan akibat perubahan iklim regional dan peningkatan suhu permukaan global. Kelembapan relatif yang tinggi di daerah padat penduduk dapat meningkatkan peluang terjadinya hujan lokal yang intens.

Sementara itu, korelasi ENSO terhadap curah hujan hilir tetap rendah dan cenderung stabil, memperkuat temuan bahwa pengaruh ENSO di wilayah hilir tertutupi oleh efek parameter lokal. Hal ini sesuai dengan kenyataan bahwa wilayah hilir DAS Kali Bekasi sudah berkembang menjadi kawasan perkotaan dan pinggiran kota, di mana kondisi iklim lokal lebih banyak dipengaruhi oleh aktivitas manusia daripada oleh pola cuaca global seperti ENSO.

4.3 Pembahasan

Hasil analisis tren dan korelasi antara curah hujan dan parameter iklim di DAS Kali Bekasi selama periode 1991–2020 menunjukkan bahwa perubahan iklim memberikan dampak nyata terhadap dinamika curah hujan, dengan pengaruh yang berbeda antara wilayah hulu dan hilir. Secara umum, curah hujan menunjukkan kecenderungan meningkat, terutama setelah tahun 2010. Peningkatan ini beriringan dengan frekuensi fenomena La Nina yang lebih sering terjadi, serta perubahan kondisi atmosfer berupa meningkatnya kelembapan dan temperatur secara keseluruhan, meskipun sempat terjadi penurunan drastis pada temperatur di tahun 2020 yang disebabkan oleh La Nina kuat di periode tersebut. Namun demikian, dinamika peningkatan curah hujan ini tidak terjadi secara merata. Wilayah hulu sempat mengalami penurunan curah hujan selama periode 2005–2015, sedangkan wilayah hilir justru menunjukkan tren yang lebih stabil dan terus meningkat, mengikuti pola regional secara konsisten.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa kelembapan udara merupakan satu-satunya parameter yang secara konsisten memiliki korelasi positif terhadap curah hujan di seluruh wilayah. Akan tetapi, wilayah hulu menunjukkan korelasi yang lebih tinggi dan fluktuatif terhadap indeks ENSO, mengindikasikan bahwa wilayah dengan topografi yang lebih tinggi ini lebih sensitif terhadap pengaruh iklim global seperti El Nino dan La Nina. Fenomena ini selaras dengan dominasi hujan orografis di kawasan hulu, yang sangat bergantung pada arah angin besar dan ketersediaan uap air. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Nugraheni dan Zakaria (Nugraheni & Zakaria, 2023), dan Sipayung, Hariadi, Nurzaman, juga Hermawan (Sipayung, Hariadi T.E, Nurzaman A., & Hermawan, 2003), yang menyatakan bahwa ENSO berpengaruh terhadap distribusi dan intensitas curah hujan di Indonesia.

Sebaliknya, wilayah hilir menunjukkan sensitivitas yang lebih besar terhadap parameter iklim lokal, terutama suhu dan kelembapan udara. Hal ini berkaitan erat dengan pesatnya urbanisasi yang membentuk iklim mikro wilayah perkotaan, termasuk efek *Urban Heat Island* (UHI), berkurangnya

ruang terbuka hijau, serta meningkatnya suhu permukaan. Faktor-faktor tersebut mempercepat penguapan, meningkatkan kelembapan lokal, dan mendorong pembentukan awan konvektif. Sementara itu, pengaruh ENSO di wilayah hilir terlihat lemah dan cenderung stabil. Hal ini mengindikasikan bahwa dinamika atmosfer lokal lebih mempengaruhi curah hujan di wilayah hilir dibanding dengan parameter ENSO.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dalam mempengaruhi spektrum hujan di DAS Kali Bekasi, bagian hulu didominasi oleh pengaruh global (ENSO), dan bagian hilir dipengaruhi oleh parameter iklim lokal seperti kelembapan rata-rata dan temperatur.

