



4.95%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 21 JUL 2025, 4:19 PM

## Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

 CHANGED TEXT  
4.95%

## Report #27594451

BAB I PENDAHULUAN 1.1 Latar Belakang Curah hujan yang tinggi sepanjang tahun menjadi salah satu permasalahan pada beberapa wilayah di Indonesia beberapa tahun belakangan ini. Seperti yang terjadi pada tahun 2022 lalu pada salah satu wilayah yang ada di Indonesia yaitu wilayah Bekasi. Dilansir dari bekasikab.go.id bahwa terjadinya hujan dengan intensitas tinggi di wilayah Bekasi walaupun sedang dalam musim kemarau. Menanggapi hal tersebut, PJ Bupati Bekasi Dani Ramdan sampai memberikan himbauan kepada warganya dalam menghadapi kejadian ini. Hal ini didukung dengan data dari Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) yang menunjukkan peningkatan jumlah kejadian banjir pada tahun 2010-2014. Jika dilihat berdasarkan interval lima tahunan, pada periode 2010-2014 tercatat ada total delapan belas kejadian banjir di wilayah bekasi. Jumlah ini meningkat tajam menjadi empat puluh delapan kejadian banjir pada periode 2015-2019, dan kembali naik menjadi enam puluh sembilan kejadian banjir pada periode 2020-2024. Timbul sebuah pertanyaan mengapa fenomena ini bisa terjadi. Apakah fenomena hujan terjadi sepanjang tahun ini bisa disebabkan oleh perubahan iklim? Perubahan iklim di Indonesia tercermin dari peningkatan suhu yang signifikan sejak tahun 1960, disertai dengan tren kenaikan permukaan laut sekitar 0,8 mm per tahun selama rentang waktu 1960 hingga 2008 (Bappenas, 2013). Dengan adanya perubahan iklim ini, timbul rasa penasaran apakah dua fenomena ini memiliki keterkaitan? Oleh

karena itu peneliti tertarik untuk dapat menganalisis tentang spektrum hujan dan hubungannya dengan perubahan iklim pada wilayah Bekasi dengan memakai daerah aliran kali Bekasi sebagai wilayah yang di analisis. Analisis ini diharapkan dapat membantu dalam memberikan variasi dan perubahan spektrum hujan di Indonesia terutama di daerah aliran kali Bekasi. Daerah aliran kali Bekasi dipakai dikarenakan kali Bekasi menjadi salah satu sungai utama yang terdapat di kota Bekasi dan diharapkan dari hal ini dapat menciptakan hasil penelitian yang lebih baik. Diharapkan dengan adanya analisis ini dapat memberikan gambaran variasi dan perubahan spektrum hujan di wilayah Indonesia terkhusus wilayah Jawa pada daerah aliran kali Bekasi, serta dapat memberi masukan yang berkaitan dengan spektrum hujan terkhusus di wilayah DAS kali Bekasi. 1.2 Rumusan Masalah 1. Bagaimana variasi spektrum hujan yang terjadi di wilayah DAS kali Bekasi? 2. Bagaimana spektrum hujan yang terjadi pada wilayah DAS kali Bekasi dan pengaruh perubahan iklim terhadap hal tersebut? 1.3 Tujuan Penelitian 1. Mengetahui variasi tren spektrum hujan yang terjadi di wilayah DAS kali Bekasi. 2. Mengetahui pengaruh yang diberikan dari perubahan iklim yang terjadi terhadap spektrum hujan di wilayah DAS kali Bekasi. 1.4 Manfaat Penelitian Manfaat dari penelitian ini yaitu: 1. Manfaat teoritis yang mana memberikan gambaran variasi dan perubahan spektrum hujan di wilayah Indonesia terkhusus daerah aliran kali

Bekasi. 2. Manfaat Praktis yang mana memberikan identifikasi spektrum hujan wilayah DAS Bekasi. 1.5 Batasan Masalah 1. Penelitian ini hanya dilakukan pada kawasan DAS Kali Bekasi. 2. Penelitian ini membahas parameter spektrum hujan yang berupa curah hujan, Temperatur minimum dan maksimum, kecepatan angin, kelembapan udara, Lamanya penyinaran matahari, kondisi El Nino-Southern Oscillation (ENSO) . 2 5 1.6 Sistematika Penulisan Sistematika penulisan yang digunakan sebagai acuan pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut: BAB I Pendahuluan, pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan, serta sistematika penulisan dalam penelitian yang dilakukan. BAB II Tinjauan Pustaka, pada bab ini terdapat penjelasan mengenai landasan baik teori maupun perhitungan yang digunakan pada penelitian ini serta penelitian terdahulu yang mendukung penyusunan penelitian ini. BAB III Metode Penelitian, pada bab ini terdapat penjelasan mengenai obyek yang digunakan dalam penelitian, variabel penelitian, sistem yang dilakukan dalam penelitian yang akan dilakukan, serta langkah-langkah yang dilakukan untuk mengolah data hasil penelitian. BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan, pada bab ini terdapat pembahasan serta analisis dari rumusan masalah yang telah ditentukan. 2 BAB V Penutup, pada bab ini terdapat kesimpulan dari seluruh penelitian yang dilakukan serta saran dari penulis. BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Hujan Hujan merupakan bentuk presipitasi yang tercipta ketika uap air mengalami kondensasi di atmosfer dan jatuh ke permukaan bumi. Proses ini umumnya terjadi ketika udara lembap berpindah menuju area dengan temperatur yang lebih rendah. Akibatnya, uap air tersebut mengembun menjadi tetesan yang dapat turun sebagai hujan, salju, atau bentuk presipitasi lainnya. Sampai saat ini ada beberapa hal yang diketahui dapat mempengaruhi pembentukan hujan di suatu daerah antara lain 1. Temperatur Udara Suhu udara memengaruhi kapasitas udara untuk memuat uap air. 10 17 Udara yang lebih hangat dapat menampung lebih banyak uap air, sehingga meningkatkan potensi terjadinya hujan. Semakin tinggi suhu udara, biasanya semakin tinggi kelembapan udara, yang mendukung pembentukan awan. 10 24 2. Kelembaban Udara Kelembaban adalah

banyaknya uap air dalam udara. 21 Udara yang lebih lembab memiliki potensi lebih besar untuk mengembun dan membentuk awan. Kelembaban yang cukup juga mendukung proses kondensasi yang mengarah pada pembentukan hujan. 3. Kecepatan Udara Perbedaan tekanan udara antara dua wilayah dapat memicu pergerakan udara, yang berpotensi membawa uap air ke daerah dengan suhu lebih rendah, memungkinkan terjadinya kondensasi dan hujan. 4. Topografi Topografi atau bentuk permukaan bumi, seperti pegunungan, dapat mempengaruhi pola hujan. Saat udara yang mengandung uap air bergerak mendekati pegunungan, ia dipaksa untuk naik, berakibat pada penurunan suhu, sehingga uap air mengembun dan menjadi hujan di sisi pegunungan tersebut. Hujan dikategorikan berdasarkan proses pembentukannya, yang mempengaruhi distribusi curah hujan di berbagai wilayah. Dua jenis utama adalah hujan orografis dan hujan konvergen. 3 1. Hujan Orografis adalah jenis hujan yang terbentuk ketika massa udara lembab dipaksa naik akibat adanya rintangan topografi seperti pegunungan. Saat udara naik ke ketinggian yang lebih tinggi, suhu udara menurun hingga mencapai titik embun, sehingga terbentuk awan orografis. Jika proses kondensasi terus berlanjut, awan ini akan menghasilkan presipitasi dalam bentuk hujan di sisi pegunungan yang menghadap arah angin (The Diagram Group, 2006). Berdasarkan karakteristik topografi yang terdapat pada wilayah DAS Kali Bekasi, potensi terjadinya hujan orografis paling besar berada di bagian hulu, yakni di wilayah Kota dan Kabupaten Bogor. Kabupaten Bogor memiliki kontur wilayah yang didominasi oleh perbukitan, sehingga mendukung terjadinya hujan orografis. Fenomena ini terjadi ketika massa udara yang mengandung uap air terdorong naik oleh topografi yang menanjak, mengalami penurunan suhu udara akibat kenaikan ketinggian, lalu mengembun dan menghasilkan curah hujan dalam intensitas yang cukup tinggi. Oleh karena itu, kondisi topografi di wilayah hulu DAS Kali Bekasi menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap tingginya curah hujan di kawasan tersebut. 2. Hujan Konvergen merupakan jenis hujan yang terjadi akibat pertemuan dua massa udara dari arah yang berlawanan (konvergensi), yang menyebabkan

udara lembap terdorong naik ke atmosfer. **19** Saat udara naik, ia mengalami pendinginan dan kondensasi sehingga menghasilkan presipitasi dalam bentuk hujan. **3** Jenis hujan ini umumnya terjadi di wilayah tropis, terutama di daerah dataran rendah, atau pada Intertropical Convergence Zone (ITCZ) atau zona konvergensi antartropik, yaitu zona di sekitar ekuator di mana angin pasat dari belahan bumi utara dan selatan bertemu, menyebabkan terbentuknya daerah konvergensi (Nicholson, 2018). Berdasarkan klasifikasi topografi wilayah dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Bekasi, potensi terjadinya hujan konvergen lebih dominan di bagian hilir, yaitu di wilayah Kota dan Kabupaten Bekasi. Kedua wilayah ini umumnya memiliki topografi yang datar, sehingga mendukung terjadinya hujan konvergen, yaitu hujan yang terjadi akibat pertemuan massa udara dari arah berbeda yang menyebabkan udara terdorong naik dan membentuk awan hujan. Selain itu, curah hujan yang tinggi di wilayah hulu, seperti di Bogor, berpotensi meningkatkan debit aliran sungai menuju hilir. Kondisi ini dapat memperbesar risiko terjadinya banjir di wilayah hilir DAS Kali Bekasi, terutama saat curah hujan tinggi terjadi secara bersamaan di bagian hulu dan hilir. **2.1** **9** **1** Curah Hujan Curah hujan merupakan volume air yang jatuh ke permukaan tanah selama kurun waktu tertentu, dan dinyatakan dalam satuan milimeter pada permukaan datar horizontal (Ward, 2000). Data curah hujan dapat diperoleh dari beberapa stasiun hujan yang berada pada daerah yang ingin dikaji. Dalam melakukan analisis spektrum hujan, diperlukan data curah hujan sebagai dasar untuk memberi penggambaran lebih mendalam tentang bagaimana curah hujan ini terdistribusi dalam waktu dan frekuensi (Akkimi, Dutta, & Ray, 2019). **2.1** **13** **2** Intensitas Hujan Intensitas hujan adalah ukuran jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam bentuk tinggi atau volume air hujan per satuan waktu. Hubungan intensitas hujan dengan hujan adalah bahwa intensitas hujan mencerminkan dinamika presipitasi selama kejadian hujan. Intensitas dapat bervariasi dari ringan hingga ekstrem, yang pada gilirannya menentukan potensi risiko banjir, erosi tanah, dan dampak lainnya. Kejadian hujan dengan intensitas tinggi biasanya bersifat lokal dan berumur pendek, sedangkan hujan dengan

intensitas rendah cenderung bertahan lebih lama dan mencakup wilayah yang lebih luas.

### 2.1.3 Spektrum Hujan

Dalam bidang teknik sipil dan fisika, istilah “spektrum” sering digunakan untuk menggambarkan respons atau variasi suatu fenomena terhadap parameter tertentu dalam rentang waktu atau frekuensi. Sebagai contoh, dalam analisis struktur terhadap gempa, dikenal istilah spektrum respons gempa, yaitu grafik yang menunjukkan bagaimana suatu bangunan merespons getaran gempa berdasarkan frekuensi alami struktur tersebut. Konsep serupa dapat diterapkan dalam kajian klimatologi, khususnya dalam penelitian ini spektrum hujan didefinisikan sebagai visualisasi hubungan antara curah hujan dan sejumlah parameter iklim yaitu temperatur minimum dan maksimum, kelembapan udara rata-rata, kecepatan angin, lamanya penyinaran matahari, kondisi El Nino- Southern Oscillation (ENSO).

Spektrum hujan dalam penelitian ini bukan merujuk pada spektrum dalam arti frekuensi atau gelombang, melainkan sebagai gambaran variasi hubungan antar-variabel yang divisualisasikan dalam bentuk grafik korelasi. Tujuan dari visualisasi ini adalah untuk memahami seberapa kuat dan ke arah mana keterkaitan antara curah hujan dan berbagai parameter iklim tersebut, baik secara statistik maupun secara tren.

## 2.2 Iklim

Iklim secara umum dapat didefinisikan sebagai rata-rata kondisi cuaca di suatu daerah selama periode waktu yang lama, biasanya diukur dalam siklus 30 tahun atau lebih. Di Indonesia, iklim dapat dipengaruhi oleh beberapa unsur seperti suhu udara dan kelembapan, yang masing-masing dipengaruhi oleh faktor geografis seperti letak lintang, tinggi tempat, dan kondisi laut. Bekasi memiliki data geografis sebagai berikut:

1. Kondisi geografis : Terletak diantara  $106^{\circ}48'2''$  hingga  $107^{\circ}27'29''$  Bujur Timur dan  $6^{\circ}10' ''$  hingga  $6^{\circ}30'6''$  Lintang Selatan, Dekat walau tidak cukup dekat dengan laut Jawa (Kondisi Geografis Wilayah Kota Bekasi, 2017).
2. Topografi : Memiliki kemiringan lahan antara 0-2% dan berada pada ketinggian antara 11-81 meter di atas permukaan laut (Kondisi Geografis Wilayah Kota Bekasi, 2017).
3. Kecepatan angin : Kecepatan angin di Bekasi memiliki rata-rata lebih dari 10,1 km/jam hingga 12,2 km/jam jika di masa-masa

paling berangin (Iklim dan Cuaca Rata-Rata Sepanjang Tahun di Kota Bekasi Indonesia, Diakses 28 Februari 2025). 4. Kelembapan udara : Cenderung relatif dan menunjukkan variasi musiman (Iklim Bekasi (Indonesia), Diakses 28 Februari 2025). 5. Curah Hujan Tahunan : Sekitar 2266 mm setahun (Iklim Bekasi (Indonesia), Diakses 28 Februari 2025). 6. Temperatur : Rata - rata 26,5°C (Iklim Bekasi (Indonesia), Diakses 28 Februari 2025). Dengan kondisi wilayah beklasi seperti diatas dapat diambil kesimpulan sementara bahwa wilayah beklasi memiliki iklim tropika dengan curah hujan yang cukup tinggi disaat musim hujan dan musim kemarau yang pendek namun cenderung lumayan panas. **22** Data diatas juga menunjukkan bahwa iklim memegang peranan dalam terjadinya curah hujan di suatu wilayah.

### 2.2.1 Osilasi

Osilasi merupakan pola fluktuasi periodik dalam sistem atmosfer yang dapat mempengaruhi curah hujan, suhu, dan pola cuaca secara keseluruhan. Osilasi ini sering kali terkait dengan perubahan dalam tekanan atmosfer, suhu permukaan laut, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi dinamika atmosfer. Osilasi yang cukup terkenal dan mempengaruhi iklim di Indonesia adalah El Nino/Southern Oscillation (ENSO) yang dikenal sebagai fenomena El Nino dan La Nina. (ENSO) merupakan fenomena iklim global yang terjadi secara periodik dan ditandai oleh perubahan suhu permukaan laut ( sea surface temperature /SST) serta tekanan udara di wilayah tropis Samudra Pasifik. **4**

Fenomena ini memiliki pengaruh yang luas terhadap dinamika cuaca dan iklim di berbagai kawasan dunia. ENSO terdiri atas dua komponen utama, yaitu aspek oseanografis berupa El Nino dan La Nina, serta aspek atmosferis yang dikenal sebagai Osilasi Selatan, yaitu fluktuasi tekanan permukaan laut antara bagian barat dan timur wilayah Pasifik tropis. Menurut Wang (2018), fase awal El Nino terjadi ketika suhu permukaan laut mengalami peningkatan di kawasan timur ekuator Samudra Pasifik (Wang, 2018). Pemanasan ini mengakibatkan penurunan perbedaan suhu antara bagian timur dan barat Samudra Pasifik, sehingga menyebabkan melemahnya angin pasat. Kondisi ini memicu terbentuknya anomali angin barat di Pasifik tengah, yang selanjutnya mengubah pola sirkulasi laut. Perubahan tersebut memperkuat

pemanasan suhu permukaan laut melalui mekanisme umpan balik positif, hingga sistem laut-atmosfer mencapai kondisi El Nino (Webb, 2019). Setelah fase El Nino mencapai intensitas maksimum, sistem ENSO akan bertransisi ke arah kondisi yang berlawanan, yaitu La Nina. Fase ini terjadi sebagai hasil dari mekanisme umpan balik negatif yang memulihkan keseimbangan laut- atmosfer (Wang, 2018). La Nina ditandai oleh penguatan angin pasat yang mendorong akumulasi air hangat lebih jauh ke barat Pasifik, sehingga memperkuat proses upwelling di wilayah timur, yaitu naiknya air laut yang lebih dingin dari lapisan dalam. 14 Akibatnya, suhu permukaan laut di bagian timur Samudra Pasifik menjadi lebih rendah dari dibandingkan dengan kondisi normal. Kondisi ENSO umumnya berasosiasi dengan peningkatan curah hujan di wilayah Indonesia dan Australia, serta kondisi kering di kawasan pesisir barat Amerika Selatan (Webb, 2019). 7 2.2 7 2 Perubahan Iklim Perubahan iklim mengacu pada perubahan yang terjadi dalam unsur-unsur iklim seperti suhu, curah hujan, dan pola angin yang berlangsung dalam jangka waktu panjang, biasanya selama beberapa dekade atau lebih. Perubahan iklim ditandai dengan adanya pergeseran dalam nilai rata-rata dan/atau variabilitas iklim yang berlangsung cukup lama dan dapat dibuktikan secara statistik (IPCC, 2021). Perubahan Iklim tidak hanya dipengaruhi oleh proses alami, tetapi juga dapat terjadi akibat aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan komposisi atmosfer bumi, di luar fluktuasi iklim alami (UNFCCC, 1992). Perubahan iklim dapat digambarkan sebagai respons jangka panjang dari sistem iklim terhadap berbagai faktor luar, baik yang bersumber dari alam maupun dari manusia (Ghil & Lucarini, 2019). Mereka menekankan bahwa sistem iklim memiliki sifat kompleks dan tidak linear, sehingga perubahan yang terjadi tidak hanya berupa peningkatan suhu global, tetapi juga bisa meliputi pergeseran pola hujan, peningkatan kejadian cuaca ekstrem, hingga ketidakseimbangan energi dalam sistem bumi. Untuk menilai apakah suatu wilayah mengalami perubahan iklim, diperlukan data iklim yang dikumpulkan dalam periode yang cukup panjang. World Meteorological Organization (WMO) menetapkan bahwa data iklim

sebaiknya dianalisis dalam rentang waktu minimal 30 tahun. Periode ini dianggap cukup untuk meredam variasi cuaca tahunan seperti El Nino, sekaligus cukup representatif untuk mengamati tren iklim jangka panjang (WMO, 2017) . Oleh karena itu, jika terjadi perubahan dalam parameter iklim, misalnya rata-rata suhu atau curah hujan, dan perubahan tersebut konsisten ketika dibandingkan dengan data rata-rata 30 tahunan, maka hal itu bisa dianggap sebagai indikasi adanya perubahan iklim di wilayah tersebut.

### 2.3 Statistik Deskriptif Analitis Metode Statistik Deskriptif

Analitis adalah metode yang mendeskripsikan kegiatan yang dilakukan untuk mendeskripsikan objek yang diteliti dengan mengandalkan data lapangan dan sumber referensi yang relevan (Sugiyono, 2009). Metode statistik deskriptif analitis dapat digunakan pada penelitian dengan sebaran data yang banyak untuk dapat melihat gambaran dari sebaran data tersebut, peneliti juga bisa membandingkan hasil dari kedua data yang ada dari sumber atau masuk dalam kategori variabel yang berbeda dari perbandingan yang dilakukan terhadap kedua data tersebut. Ada beberapa tahapan yang dapat dilakukan dalam menggunakan metode ini yaitu sebagai berikut.

#### 2.3.1 Pengumpulan data

Pengumpulan data adalah tahap pertama yang perlu dilakukan dalam penelitian menggunakan metode statistik deskriptif analitis. Data yang dikumpulkan bisa berupa angka seperti data curah hujan dan data jumlah penduduk, atau berupa deskripsi seperti tingkat kepuasan atau jenis tanaman. Tujuan dari pengumpulan data adalah memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk nantinya dianalisis sesuai dengan fenomena yang diteliti.

#### 2.3.2 Uji Validitas data

Uji validitas dalam statistik deskriptif analitis sering kali mengacu pada pengujian distribusi data untuk menentukan apakah data yang dipakai memiliki distribusi yang bersifat normal atau tidak. Data perlu dipastikan berdistribusi normal untuk dapat memudahkan interpretasi hasil dan juga meningkatkan kevalidan sebuah kesimpulan. Jika data tidak teridentifikasi berdistribusi normal, maka langkah yang bisa diambil adalah mentransformasi data tersebut atau melakukan uji non parametrik. Dalam melakukan uji normalitas ada beberapa pendekatan yang bisa diambil yang

mana salah satunya adalah melakukan pendekatan/uji Kolmogorov-Smirnov (K-S Test). Uji Kolmogorov Smirnov adalah uji yang dilakukan untuk menguji distribusi sampel apakah berbeda secara signifikan dari distribusi normal teoritis, uji ini dapat digunakan untuk sampel data yang terbilang besar/ banyak ( $n > 50$ ). Berikut merupakan langkah-langkah pengujian Kolmogorov-Smirnov:

1. Data pengamatan dikumpulkan lalu diurutkan dari yang terkecil ke yang terbesar atau sebaliknya, lalu tentukan hasil fungsi distribusi empiris ( $P$ ) dan komplemen dari fungsi distribusi empiris ( $P(<X)$ ) pada nilai setiap data tersebut dengan rumus seperti berikut:  $P = \frac{m}{n+1}$  (2.1)

1)  $P(\leq X) = 1 - P$  (2.2) Keterangan:  $P$  = Distribusi Empiris  $P$

( $<X$ ) = Komplemen Distribusi Empiris  $m$  = Urutan Data  $n$  = Jumlah Total Data

2. Menentukan nilai fungsi distribusi teoritis ( $P'$ ) dan komplemen dari fungsi distribusi teoritis ( $P' (X)$ ) dari masing-masing data dengan rumus sebagai berikut:  $P' = \frac{m}{n-1}$  (2.3)  $P' (X) = 1 - P'$

(2.4) Keterangan:  $P'$  = Distribusi Teoritis  $P' (X)$  = Komplemen Distr

ibusi Teoritis  $m$  = Urutan Data  $n$  = Jumlah Total Data 3. **16** Hasil kedua nilai tersebut lalu digunakan untuk menentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.  $D_{maksimum} = \text{maksimum} [ P(\leq X) - P' (X) ]$  (2.5) Keterangan:  $D_{maksimum}$  = Nilai Maksimum dari Selisih Absolut antara Komplemen Distribusi Empiris dan Komplemen Distribusi Teoritis  $P(<X)$  = Komplemen Distribusi Empiris  $P' (X)$  = Komplemen Distribusi Teoritis

4. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai  $D$  Kritis berdasarkan tabel nilai kritis untuk Kolmogorov-Smirnov yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Jika nilai  $D_{maksimum} < D_{kritis}$ , maka data yang digunakan memiliki dsitribusi yang bersifat normal, dan sebaliknya..

2.3.3 Analisis Korelasi Analisis Korelasi dalam statistik deskriptif

analitis bertujuan untuk mengidentifikasi pola, hubungan, dan makna dari data yang diperoleh. Proses ini dapat dilakukan dengan memvisualisasikan data dalam bentuk histogram atau grafik lainnya, yang kemudian dianalisis untuk mengamati tren serta perubahan yang terjadi pada sampel. Untuk memahami perkembangan dalam grafik suatu sampel data bisa menggunakan

persamaan seperti persamaan regresi linear, korelasi pearson dan lain lain. 2.3.4 Interpretasi dan Kesimpulan Tahap interpretasi dan kesimpulan dalam statistik deskriptif analitis adalah langkah terakhir dalam analisis data, di mana hasil statistik diubah menjadi informasi yang lebih mudah dipahami dan dapat dimanfaatkan untuk pengambilan keputusan atau penelitian lebih lanjut. 2.4 Penelitian Terdahulu Berikut merupakan penelitian-penelitian terdahulu yang diperoleh oleh peneliti. Penelitian-penelitian ini membahas hal-hal berkaitan dengan topik yang diambil oleh peneliti yang bertujuan untuk membantu peneliti lebih memahami permasalahan yang diteliti secara lebih luas, penelitian terdahulunya antara lain sebagai berikut: 11 Tabel

2.1 Studi Literatur Dan Penelitian Terdahulu 13 N o. Judul Ringkasan Hasil Penelitian 1 Analisis Pengaruh Fenomena Iklim El-Nino dan La-Nina Terhadap Curah Hujan di Kalimantan Tengah (Metode spektral sebagai pemodelan dan menggunakan program Fast Fourier Transform ). (Nugraheni & Zakaria, 2023) Menganalisis pengaruh anomali iklim El-Nino dan La- Nina terhadap curah hujan di Provinsi Kalimantan Tengah. Tujuan utamanya adalah mengidentifikasi daerah yang paling terpengaruh oleh fenomena tersebut. Terdapat Pengaruh dari fenomena El-Nino dan La- Nina terhadap Periode Perulangan dan frekuensi hujan terutama pada daerah yang berada pada stasiun H. Asan. 2 Relationship Between Extreme Rainfall and Design flood-discharge of the Ciliwung River (2021) (Metode Polygon Thiessen ) (M. Farid, 2021) Menganalisis tren curah hujan ekstrem dalam berbagai periode waktu dan dampaknya terhadap debit banjir rancangan di Sungai Ciliwung Didapatkan kesimpulan tentang peningkatan curah hujan ekstrim pada periode 1995-2009 dan 2005- 2009 yang mana berpengaruh juga terhadap debit rancangan yang meningkat, namun tidak dicari korelasi terhadap perubahan iklim. 3 Analisis Fenomena Perubahan Iklim Terhadap Curah Hujan Ekstrim (2023) (Metode Kuantitatif) (Suhadi, Mabruroh, Wiyanto, & Ikra, 2023) Menganalisis dampak perubahan iklim terhadap curah hujan ekstrem di Indonesia.

18 Data yang digunakan berasal dari pantauan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) pada Februari 2023. Berdasarkan hasil penelitian,

dapat disimpulkan bahwa penentuan curah hujan ekstrem di wilayah Indonesia menunjukkan adanya variasi tingkat curah hujan. Tingkatan tersebut terjadi dalam rentang waktu yang berbeda-beda, salah satunya pada periode bulan Februari hingga Mei. Pada periode tersebut, sekitar 21,71% wilayah Indonesia mengalami curah hujan dengan intensitas tinggi, sedangkan sekitar 4,09% wilayah lainnya mengalami curah hujan dengan intensitas rendah. 4 Analisis spektral data curah hujan dan kejadian curah hujan ekstrim di wilayah Kota Jayapura Menganalisis periodisitas dan tren curah hujan serta kejadian curah hujan ekstrem di Kota Hasil menunjukkan terjadinya peralihan dari bulan lembap menuju bulan basah memicu tren peningkatan curah hujan, baik secara bulanan N o. Judul Ringkasan Hasil Penelitian (2022) (Metode Fast Fourier Transform ) (Tulak, Bung kang, & Huda, 2022) Jayapura. 20 Data curah hujan harian dari tahun 1991 hingga 2020 digunakan dalam penelitian ini. maupun harian. Peningkatan ini turut disertai oleh munculnya hujan ekstrem yang cenderung terjadi pada awal dan akhir tahun, dengan frekuensi berkisar antara satu hingga lima kali dalam setahun, bahkan dalam beberapa bulan dapat terjadi lebih dari satu kali. 5 Kajian Perubahan Iklim di Pesisir Jakarta Berdasarkan Data Curah Hujan dan Temperatur (2022) (Metode Statistical Downscaling Quantile Bias Correction ) (Suwarman, Riawan, Simajuntak, & Irawan, 2022) Menganalisis dampak perubahan iklim terhadap curah hujan dan temperatur di wilayah pesisir Jakarta. Data yang digunakan mencakup observasi historis dan proyeksi model iklim hingga tahun 2100. Berdasarkan model perubahan iklim, perubahan iklim berdampak pada perubahan temperatur dan curah hujan di masa yang akan datang, hal ini terlihat pada rata-rata dari 21 model iklim yang menunjukkan bahwa curah hujan ekstrem berpotensi naik antara 15-26 % pada periode ulang 100 tahunan dari kondisi saat ini. 1 6 Analisis Parameter Curah Hujan dan Suhu Udara di Kota Makassar Terkait Fenomena Perubahan Iklim (2021) (Metode Deskriptif Analitis) (Malin, Arsyad, & Palloan, 2021) Menganalisis perubahan parameter curah hujan dan suhu udara di Kota Makassar dalam konteks perubahan iklim Dengan terdapatnya perubahan iklim di Makassar,

terdapat juga peningkatan suhu dan juga curah hujan di daerah tersebut, namun peningkatan curah hujan ini juga diikuti penurunan frekuensi hujan lebat di Makassar.

7 The Spectrum Analysis of Rainfall in Indonesia (Sipayung, Hariadi T.E, Nurzaman A., & Hermawan, 2003) Membahas analisis spektrum terhadap data curah hujan di Indonesia untuk mengidentifikasi pola periodik atau siklus dominan dalam variasi curah hujan tahunan dan musiman. Dengan Penelitian ini menemukan bahwa pola osilasi dalam curah hujan di Indonesia memiliki puncak dominan yang mempengaruhi distribusi dan intensitas hujan di berbagai wilayah. Sumber: Diolah Penulis (2025) 15 N o. Judul Ringkasan Hasil Penelitian menggunakan metode transformasi Fourier Berdasarkan penelitian terdahulu, dapat diidentifikasi adanya beberapa kajian perubahan curah hujan akibat perubahan iklim. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada wilayah secara umum, tanpa kajian spesifik mengenai daerah Bekasi yang memiliki karakteristik iklim dan hidrologi tersendiri. Perubahan iklim di Indonesia menjadi perhatian utama karena berpotensi memberikan dampak signifikan terhadap keberlanjutan lingkungan dan kehidupan sosial (Hergianasari, Rumaksari, Yanuartha, & Samuel, 2022). Oleh karena itu jadi perhatian peneliti tentang bagaimana perubahan iklim yang terjadi mempengaruhi spektrum hujan pada daerah aliran kali Bekasi ini.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN 3.1 Objek dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan objek pada Kali Bekasi yang memiliki hulu di Sukaraja, Kabupaten Bogor, dan hilirnya berada di Hurip Jaya, Babelan, Kabupaten Bekasi. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan empat titik stasiun hujan untuk memperoleh data curah hujan, yaitu Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok, Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma, Stasiun Cibinong, Stasiun Meteorologi Citeko peneliti juga menggunakan Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma untuk memperoleh data iklim. 3.2 Variabel Penelitian Variabel penelitian pada skripsi ini merupakan data yang dapat mendukung penelitian mengenai pengaruh perubahan iklim terhadap spektrum hujan. Variabel dari penelitian yaitu data perubahan iklim Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma, dan spektrum hujan pada DAS kali

Bekasi. 3.3 Pengumpulan Data Dalam melakukan pengumpulan data untuk penelitian ini, Peneliti mengumpulkan data dari sumber lain yang sudah tersedia dan terpercaya, data yang dikumpulkan oleh peneliti yaitu: 1. Tinjauan Pustaka Landasan teori untuk tinjauan pustaka diperoleh dari berbagai sumber di internet, seperti jurnal internasional, buku-buku terpercaya, serta data dari perusahaan yang relevan, yang semuanya mendukung penyusunan struktur penelitian ini. 2. Data Curah Hujan Data curah hujan yang digunakan merupakan data dari stasiun hujan yang dipilih untuk merepresentasikan Daerah Aliran Sungai (DAS) di wilayah penelitian.

11 Data tersebut diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) ataupun dari dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Ciliwung-Cisadane. Data yang dikumpulkan adalah data curah hujan dari tahun 1991- 2020 dengan rentang data 30 tahun berdasarkan rentang data yang dianjurkan oleh WMO sekitar tahun 1940 (Arguez & Vose, 2011). 3. Data Iklim Data iklim digunakan untuk nantinya membandingkan pengaruhnya terhadap hasil analisis spektrum hujan yang dihasilkan. 4 6 Data ini bisa didapat di website Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), atau juga website National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) untuk data indeks ENSO yang terpisah. Data yang dikumpulkan adalah data temperatur minimum, temperatur maksimum, kecepatan angin maksimum, kelembapan udara rata-rata, lamanya penyinaran matahari, dan data indeks ENSO dari tahun 1991-2020 dengan rentang data 30 tahun berdasarkan rentang data yang dianjurkan oleh WMO sekitar tahun 1940 (Arguez & Vose, 2011). 3.4 Pengolahan Data Pengolahan data dilakukan dengan bantuan aplikasi Excel. Data yang sudah peneliti kumpulkan selanjutnya diolah dengan rumus yang sudah dipelajari sebelumnya. Selanjutnya, data yang diolah ini juga dianalisis untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini. 1. Validasi Data Curah Hujan Data curah hujan yang sudah didapatkan diolah dengan melengkapi data yang kurang dengan melakukan interpolasi dari data yang ada. Lalu dilakukan test kevalidan data dengan menggunakan Uji Kolmogorov- Smirnof. 2. Validasi Data Iklim Data iklim yang sudah didapatkan diolah dengan

melengkapi data yang kurang dengan melakukan interpolasi dari data yang ada. Lalu dilakukan test kevalidan data dengan menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnof. 3. Analisis Tren dan Korelasi Data Curah Hujan dan Data Iklim Mengolah data yang sebelumnya telah ada dari data curah hujan dan data iklim, yang mana memasukan data dalam bentuk grafik lalu dari karakteristik data yang didapatkan, bisa dianalisis dengan melihat tren data masing – masing parameter. Hubungan dapat dilihat dengan bagaimana ketika dua grafik disatukan dan juga menggunakan pendekatan statistik Pearson untuk 17 mengukur sejauh mana perubahan iklim berhubungan dengan curah hujan. Metode persamaan regresi linear juga digunakan jika dirasa bisa untuk dapat melihat bentuk dan besarnya hubungan yang diberikan oleh data iklim terhadap spektrum hujan. 4. Pengolahan Interpretasi Data Data yang sudah diolah lalu ditafsirkan dalam bentuk interpretasi yang menggambarkan hasil dari analisis data sebelumnya. 3.5 Diagram Alir Penelitian Diagram Alir Penelitian yang menggambarkan tahapan dan urutan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini. 3.5.1 Diagram Alir Analisis Statistik Deskriptif Analitis Dalam melaksanakan penelitian ini, terdapat tahapan analisis statistik deskriptif analitis yang tahapannya dijelaskan lebih detail pada diagram alir dibawah ini. 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. 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. c. Membuat Polygon Voronoi guna mengetahui luas Daerah Aliran Sungai serta menghitung persentase pengaruh dari tiap stasiun hujan. Dari proses yang telah dilakukan, didapatkan Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Bekasi dengan hasil total luas DAS yang didapat adalah 1407,83 km<sup>2</sup>. Polygon yang terbagi secara terpisah memiliki tingkat pengaruh masing-masing, yang dihitung berdasarkan proporsi luas poligon terhadap keseluruhan luas DAS, seperti yang disajikan pada Error: Reference source not found berikut: 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. 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:

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 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.

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. 2. Data ENSO Berikut Ketersediaan data ENSO selama 30 tahun terakhir. 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  $(0,05) = 1,36 \sqrt{n}$  (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. 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. Hasilnya bisa dilihat pada tabel dibawah ini: 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. 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 21 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. 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. 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. 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. 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. 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. 23 a. Hujan Rerata Regional DAS Kali Bekasi (1991- 2020) Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren curah hujan rerata DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini. 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) 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. 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) Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren curah hujan rerata (Hilir) DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini. Berdasarkan grafik tren curah hujan rerata hilir 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. 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 25 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)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren Temperatur Minimum DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini. 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. 27 b. Analisis Tren Data Temperatur Maksimum (1991- 2020)

Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren temperatur maksimum DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini. 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) Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren kelembapan rata - rata DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini. 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) Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren kecepatan angin DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini. 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) Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren lamanya penyinaran matahari 29 DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini. 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) Berdasarkan grafik yang tertera diatas dapat dilihat perkembangan tren indeks ENSO DAS Kali Bekasi diatas selama 30 tahun terakhir pada tabel dibawah ini. 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. 31

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) 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) 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) 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) 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) 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. 33 f. Korelasi ENSO terhadap Curah Hujan Menggunakan Berdasarkan Pengamatan Grafik (1991-2020) Dari pengamatan grafik hubungan indeks ENSO 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 ENSO terlihat meningkat, dan juga sebaliknya. 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)

Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut: Berdasarkan persamaan regresi yang muncul pada spektrum hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan temperatur minimum terhadap curah hujan pada tabel berikut. 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) Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut: Berdasarkan persamaan regresi yang muncul pada spektrum hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan temperatur maksimum terhadap curah hujan pada tabel berikut. 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) Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut: Berdasarkan persamaan regresi yang muncul pada spektrum hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan kelembapan rata-rata terhadap curah hujan pada tabel berikut. 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) Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut: Berdasarkan persamaan regresi yang muncul pada spektrum

hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan kecepatan angin maksimum terhadap curah hujan pada tabel berikut. 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 m m/hari.

e. Korelasi Lamanya Penyinaran Matahari terhadap Curah Hujan Menggunakan Pendekatan Statistik Persamaan Regresi Linear (1991-2020) Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut: Berdasarkan persamaan regresi yang muncul pada spektrum hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan lamanya penyinaran matahari terhadap curah hujan pada tabel berikut. 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) Berdasarkan spektrum hujan diatas didapatkan persamaan regresi linear seperti berikut: Berdasarkan persamaan regresi yang muncul pada spektrum hujan diatas dapat dilihat pengaruh yang diberikan ENSO terhadap curah hujan pada tabel berikut. Berdasarkan hubungan antara indeks ENSO dengan curah hujan pada DAS Kali Bekasi dengan menggunakan pendekatan 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 . 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 37 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 . 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. 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. 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.

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

39 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 .

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. 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 41 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. **23** 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.

**8** BAB V PENUTUP 5.1 Kesimpulan Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan dari "Analisis Spektrum Hujan Akibat Perubahan Iklim di Daerah Aliran Kali Bekasi", didapatkan sebuah kesimpulan yaitu: 1. **15** Variasi tren spektrum hujan di DAS Kali Bekasi menunjukkan pola yang tidak seragam secara spasial maupun temporal. Secara umum, curah hujan mengalami kecenderungan meningkat, terutama setelah tahun 2010. Namun, wilayah hulu sempat mengalami penurunan pada periode 2005–2015, sementara wilayah hilir menunjukkan pola yang lebih stabil dan selaras dengan tren regional. Variasi ini mencerminkan bahwa kondisi geografis dan karakteristik penggunaan lahan sangat memengaruhi dinamika spektrum hujan di masing-masing zona pada daerah aliran sungai. 2. Pengaruh perubahan iklim terhadap spektrum hujan di DAS Kali Bekasi ditunjukkan melalui hubungan yang

signifikan antara curah hujan dan beberapa parameter iklim. Kelembapan udara merupakan variabel yang paling konsisten berkorelasi positif terhadap curah hujan di seluruh wilayah. Wilayah hulu cenderung lebih dipengaruhi oleh fenomena iklim global seperti El Nino dan La Nina (ENSO), seiring dengan karakteristik wilayah tersebut yang didominasi oleh hujan orografis dan topografi yang lebih tinggi. Sebaliknya, wilayah hilir lebih dipengaruhi oleh parameter iklim lokal seperti suhu, kelembapan, dan sinar matahari, yang diperkuat oleh urbanisasi dan pembentukan iklim mikro, termasuk efek Urban Heat Island (UHI). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan iklim, baik yang berskala global maupun lokal, memberikan dampak nyata dan berbeda terhadap spektrum hujan di setiap bagian wilayah pada DAS Kali Bekasi.

**12** 5.2 Saran Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini, beberapa saran dapat diberikan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu: 1. Dalam melaksanakan penelitian serupa atau lanjutan dapat memperpanjang rentang data iklim dan curah hujan hingga tahun-tahun terbaru (pasca-2020) untuk memastikan konsistensi tren yang sedang berlangsung. 2. Dalam melaksanakan penelitian serupa atau lanjutan dapat lebih mengintegrasikan data dari berbagai sumber stasiun dan satelit untuk meningkatkan akurasi spasial dan temporal data iklim dan curah hujan. 3. Dalam melaksanakan penelitian serupa atau lanjutan dapat menganalisis lebih lanjut dengan metode lain seperti analisis multivariat atau model time-series (ARIMA, Seasonal Trend) untuk memahami lebih dalam hubungan antar perubahan iklim dan spektrum hujan.



REPORT #27594451

## Results

Sources that matched your submitted document.

● IDENTICAL ● CHANGED TEXT

INTERNET SOURCE		
1.	<b>0.61%</b> teslink.nusaputra.ac.id <a href="https://teslink.nusaputra.ac.id/article/view/372">https://teslink.nusaputra.ac.id/article/view/372</a>	●
INTERNET SOURCE		
2.	<b>0.46%</b> repository.dinamika.ac.id <a href="https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/4479/1/15430200001-2019-STIKOMS...">https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/4479/1/15430200001-2019-STIKOMS...</a>	●
INTERNET SOURCE		
3.	<b>0.4%</b> www.gramedia.com <a href="https://www.gramedia.com/literasi/penyebab-curah-hujan-tinggi/?srsltid=AfmB...">https://www.gramedia.com/literasi/penyebab-curah-hujan-tinggi/?srsltid=AfmB...</a>	●
INTERNET SOURCE		
4.	<b>0.39%</b> www.liputan6.com <a href="https://www.liputan6.com/feeds/read/5801603/apa-itu-el-nina-fenomena-iklim...">https://www.liputan6.com/feeds/read/5801603/apa-itu-el-nina-fenomena-iklim...</a>	●
INTERNET SOURCE		
5.	<b>0.33%</b> repo.itera.ac.id <a href="https://repo.itera.ac.id/assets/file_upload/SB2308080164/119290079_3_145301...">https://repo.itera.ac.id/assets/file_upload/SB2308080164/119290079_3_145301...</a>	●
INTERNET SOURCE		
6.	<b>0.27%</b> media.neliti.com <a href="https://media.neliti.com/media/publications/193724-ID-analisis-korelasi-citra-d...">https://media.neliti.com/media/publications/193724-ID-analisis-korelasi-citra-d...</a>	●
INTERNET SOURCE		
7.	<b>0.27%</b> gawpalu.id <a href="http://gawpalu.id/bgb/index.php/bgb/article/download/92/65">http://gawpalu.id/bgb/index.php/bgb/article/download/92/65</a>	●
INTERNET SOURCE		
8.	<b>0.22%</b> lib.unnes.ac.id <a href="https://lib.unnes.ac.id/27352/1/5101412036.pdf">https://lib.unnes.ac.id/27352/1/5101412036.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
9.	<b>0.22%</b> media.neliti.com <a href="https://media.neliti.com/media/publications/484899-none-fcdf9d3d.pdf">https://media.neliti.com/media/publications/484899-none-fcdf9d3d.pdf</a>	●



REPORT #27594451

INTERNET SOURCE		
10.	0.22% <a href="https://gaw-bariri.bmkg.go.id">gaw-bariri.bmkg.go.id</a> <a href="https://gaw-bariri.bmkg.go.id/index.php/karya-tulis-dan-artikel/gawsarium/261...">https://gaw-bariri.bmkg.go.id/index.php/karya-tulis-dan-artikel/gawsarium/261...</a>	●
INTERNET SOURCE		
11.	0.19% <a href="https://link.springer.com">link.springer.com</a> <a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-023-06001-1">https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-023-06001-1</a>	●
INTERNET SOURCE		
12.	0.19% <a href="https://perpusft.unram.ac.id">perpusft.unram.ac.id</a> <a href="https://perpusft.unram.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&amp;fid=1826&amp;bid=8532">https://perpusft.unram.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&amp;fid=1826&amp;bid=8532</a>	●
INTERNET SOURCE		
13.	0.16% <a href="https://fahatan.ulm.ac.id">fahatan.ulm.ac.id</a> <a href="https://fahatan.ulm.ac.id/id/buku/bukuajar/22_buku_ajar_hidrologi_hutan_15...">https://fahatan.ulm.ac.id/id/buku/bukuajar/22_buku_ajar_hidrologi_hutan_15...</a>	●
INTERNET SOURCE		
14.	0.16% <a href="http://etheses.uin-malang.ac.id">etheses.uin-malang.ac.id</a> <a href="http://etheses.uin-malang.ac.id/65664/1/200604110061.pdf">http://etheses.uin-malang.ac.id/65664/1/200604110061.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
15.	0.16% <a href="https://eprints.unm.ac.id">eprints.unm.ac.id</a> <a href="https://eprints.unm.ac.id/30273/4/1470-3299-1-PB.pdf">https://eprints.unm.ac.id/30273/4/1470-3299-1-PB.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
16.	0.15% <a href="https://eprints.unram.ac.id">eprints.unram.ac.id</a> <a href="https://eprints.unram.ac.id/15073/3/BAB%20II%20-%20DASAR%20TEORI%20TA...">https://eprints.unram.ac.id/15073/3/BAB%20II%20-%20DASAR%20TEORI%20TA...</a>	●
INTERNET SOURCE		
17.	0.14% <a href="https://teachy.ai">teachy.ai</a> <a href="https://teachy.ai/id_ID/buku/pendidikan-menengah-atas/kelas-10-sma/geograf...">https://teachy.ai/id_ID/buku/pendidikan-menengah-atas/kelas-10-sma/geograf...</a>	●
INTERNET SOURCE		
18.	0.14% <a href="http://scholar.unand.ac.id">scholar.unand.ac.id</a> <a href="http://scholar.unand.ac.id/111773/">http://scholar.unand.ac.id/111773/</a>	●
INTERNET SOURCE		
19.	0.13% <a href="https://id.scribd.com">id.scribd.com</a> <a href="https://id.scribd.com/document/396507731/Hujan-Orografis-Frontal-Zenithal">https://id.scribd.com/document/396507731/Hujan-Orografis-Frontal-Zenithal</a>	●
INTERNET SOURCE		
20.	0.12% <a href="https://jurnal.untan.ac.id">jurnal.untan.ac.id</a> <a href="https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpfu/article/download/52174/pdf">https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpfu/article/download/52174/pdf</a>	●



REPORT #27594451

INTERNET SOURCE

21. **0.12%** journal.ubm.ac.id

<https://journal.ubm.ac.id/index.php/alu/article/viewFile/8081/3156>



INTERNET SOURCE

22. **0.11%** www.gramedia.com

<https://www.gramedia.com/literasi/kondensasi/?srsltid=AfmBOopNUaqYYzpL33...>



INTERNET SOURCE

23. **0.11%** journal.trunojoyo.ac.id

<https://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan/article/download/29100/10769>



INTERNET SOURCE

24. **0.07%** eprints.walisongo.ac.id

[https://eprints.walisongo.ac.id/16659/1/1402046004\\_Khana%20Fitriyah\\_Skripsi...](https://eprints.walisongo.ac.id/16659/1/1402046004_Khana%20Fitriyah_Skripsi...)

