



Assesmen Kelangkaan Air di DAS Semajid Kabupaten Pamekasan

Agil Priyanto¹, Gusfan Halik^{1*}, Retno Utami Agung Wiyono¹

¹Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Jalan Kalimantan No 37 Jember

E-Mail*: gusfan.teknik@unej.ac.id

ABSTRACT

This study aims to assess water scarcity using the water scarcity index (WSI) and irrigation drought K-factor. This study integrates the water scarcity index (WSI), irrigation drought K-factor with the meteorological drought severity index Standardized Precipitation Index (SPI) to obtain water scarcity trends as a basis for determining mitigation strategies. This study used data from 6 rainfall stations, AWLR data from Semajid River, Samiran Weir intake discharge data, and population data from 1994-2023. The results showed that the SPI-6 drought index was closest to the field conditions, with the lowest SPI value of -3.55 in June 2018. The results of the WSI water scarcity assessment method and the K-factor show index values that vary from very dry to extremely dry. The WSI and K-factor show an inverse pattern, with WSI values greater than 0.4 occurring from June to November, and K-factor values less than 0.5 occurring from June to November. This indicates that water scarcity occurs during these months. The SPI, WSI and K-factor water scarcity values show that extreme drought occurred in 1996, 1997, 2002, 2015, 2018 and 2019. Mitigation strategies will be carried out by implementing the low-impact development technology.

Keywords: *Semajid watershed, SPI, water scarcity, WSI, K-factor*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan melakukan asesmen kelangkaan air menggunakan indeks kelangkaan air *Water Scarcity Index* (WSI) dan kelangkaan air irigasi faktor K. Penelitian ini mengintegrasikan indeks kelangkaan air (WSI), kekeringan irigasi faktor K dengan indeks keparahan kekeringan meteorologis *standardized precipitation index* (SPI), sehingga diperoleh tren kelangkaan air sebagai dasar penentuan strategi mitigasi. Dalam penelitian ini menggunakan data 6 pos hujan, data debit AWLR sungai Semajid, data debit intake bendung Samiran dan data penduduk tahun 1994-2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks kekeringan SPI-6 paling mendekati kondisi lapangan dengan nilai SPI terendah -3,55 pada Juni 2018. Hasil penilaian kelangkaan air metode WSI dan faktor K menunjukkan nilai indeks yang bervariasi dari sangat kering sampai dengan kering ekstrim. Indeks kelangkaan air WSI dan faktor K menunjukkan pola terbalik, nilai WSI lebih dari 0,4 terjadi pada bulan Juni sampai November dan nilai faktor K kurang dari 0,5 terjadi pada bulan Juni sampai November. Hal ini menunjukkan terjadi kelangkaan air pada bulan-bulan tersebut. Nilai Indeks SPI, WSI dan kelangkaan air faktor K menunjukkan kekeringan ekstrim terjadi pada tahun 1996, 1997, 2002, 2015, 2018 dan 2019. Strategi mitigasi diperlukan dengan memanfaatkan teknologi *low impact development*.

Kata kunci: DAS Semajid, Kelangkaan Air, SPI, WSI, Faktor K.

Naskah diterima 16 Januari 2025; Revisi 25 April 2025; Diterima 29 Agustus 2025. Tanggal Publikasi 01 September 2025

Jurnal teknika berada pada lisensi *Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License*

DOI: [10.30736/jt.v17i2.1375](https://doi.org/10.30736/jt.v17i2.1375), Hal 109 - 118



1. PENDAHULUAN

Peningkatan temperatur global telah menyebabkan perubahan pola hujan diberbagai wilayah. Beberapa daerah akan mengalami peningkatan curah hujan. Sementara itu, daerah lain akan mengalami penurunan. Kondisi ini dapat mengganggu ketersediaan air, terutama di daerah yang mengandalkan pola hujan yang konsisten untuk pasokan air seperti Daerah Aliran sungai (DAS) di wilayah kering di Pulau Madura. Kondisi ini memberikan dampak yang signifikan terhadap kelangkaan air diberbagai wilayah di Pulau Madura. Kelangkaan air akan semakin sulit diprediksi akibat dinamika sirkulasi atmosfer yang sangat kompleks Berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Daerah Aliran Sungai (DAS) Semajid memiliki potensi kekeringan yang tinggi (Jatim, 2023). BPBD Kabupaten Pamekasan empat Kecamatan di DAS Semajid antara lain Kecamatan Pegantenan, Kecamatan Larangan, Kecamatan Palengaan dan Kecamatan Pademawu mengalami kekeringan dengan kategori kering langka sampai dengan kritis (Bupati Pamekasan, 2023). Pada lahan budidaya seperti sawah, perkebunan, dan tegalan bencana kekeringan menurunkan produktivitas tanaman dari tiga kali panen menjadi satu kali panen (Soewardita, 2018). Sedangkan di wilayah permukiman bencana kekeringan mengurangi pasokan air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan kebutuhan air bersih semakin meningkat sedangkan ketersediaan air tetap (Purnomo et al., 2021).

Kelangkaan air sebagai kondisi ketersediaan air dan kualitas air tidak dapat memenuhi kebutuhan manusia dan lingkungan. (Siabi et al., 2021). Menurut Van Loon kelangkaan air akibat pemanfaatan air yang berlebih tanpa memperhatikan ketersediaan air yang ada. (Van Loon & Van Lanen, 2012). Tingkat kelangkaan air dalam suatu daerah atau wilayah dapat diprediksi dengan pemodelan. Beberapa pemodelan kelangkaan air antara lain Water Scarcity Index (Yan et al., 2023), Falkenmark Indeks (FI) (Falkenmark et al., 1989) (Sadegh Talebi, 2022), Water Stress Indikator (Ruess, n.d.) (Ghosh, 2021), Indeks Kelangkaan Air Faktor K (Hatmoko, 2014), Indeks Kekritisian Air (Gain et al., 2016), Indeks Kekeringan SRI (Halik et al., 2022), Indeks Kemiskinan Air (Koirala et al., 2020a).

Kelangkaan air tidak dapat dipisahkan dengan fenomena kekeringan meteorologis akibat berkurangnya curah hujan yang turun (Tazkia Ainayyah et al., 2024). Standardized Precipitation Index (SPI) menggunakan data curah hujan untuk memprediksi tingkat keparahan kekeringan (Ratih et al., 2021). SPI adalah indeks yang efektif untuk memantau kekeringan meteorologi, baik secara lokal maupun global (Omar et al., 2023). SPI sudah diterapkan diberbagai negara anatara lain Indonesia (Tazkia Ainayyah et al., 2024) (Putra et al., 2021) (Billy Satria Nanda Satria et al., 2024), Cina (Tian et al., 2022), Nepal (Koirala et al., 2020b), Bangladesh

(Sarker et al., 2021), Ethiopia (Bayissa et al., 2018) dan beberapa negara lain.

Tujuan dari penelitian ini melakukan assesmen kelangkaan air menggunakan indek kelangkaan air dari Water Scarcity Index (WSI) dan Kelangkaan air irigasi faktor K. Indeks WSI hanya memberikan gambaran kondisi kelangkaan air akibat defisit air tanpa memberikan gambaran resiko kelangkaan air terhadap tingkat keparahan bencana kekeringan. Pada penelitian ini akan dikembangkan indeks kelangkaan air dengan mengintegrasikan indeks kelangkaan air (WSI), Kekeringan irigasi faktor K dengan indek keparahan kekeringan meteorologis standardized precipitation index (SPI). Sehingga akan diperoleh tren kelangkaan air sebagai dasar penentuan strategi mitigasi,

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi kelangkaan air yang terjadi di DAS Semajid. Sebagai bahan pertimbangan bagi pemangku kepentingan dalam merancang strategi mitigasi dan menentukan prioritas penanganan bencana kelangkaan air dengan tepat sasaran di DAS Semajid Kabupaten Pamekasan.

2. METODE

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Lokasi penelitian berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Semajid secara administratif terletak di Kabupaten Pamekasan berada pada posisi antara 6° 51' – 7° 31' Lintang Selatan dan 113° 19' – 113° 58' Bujur Timur.

Das Semajid merupakan salah satu DAS terbesar di Wilayah Sungai Madura Bawean dengan permasalahan banjir dimusim penghujan dan kekeringan di musim kemarau. Luas DAS Semajid ± 310,10 km² dengan panjang sungai utama 14,09 km. Luas lahan sawah teknis 2955 ha dan sebagian besar wilayahnya berada di Kota Pamekasan dengan kepadatan penduduk yang tinggi.



Gambar 1. Peta DAS Semajid.

2.2. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapat dari instansi terkait, website dan pengolahan data citra. Data hujan digunakan tahun 1994 – 2023 diperoleh dari Dinas PUSDA Provinsi Jawa Timur, data berasal dari 8 stasiun hujan yang tersebar di

lokasi studi. Data debit awrl dan debit intake irigasi digunakan tahun 1994-2023 yang diperoleh dari Dinas PUSDA Provinsi Jawa Timur. Data penduduk DAS Semajid diperoleh dari BPS Kabupaten Pamekasan tahun 1994-2023. Data Dem diperoleh dari website badan informasi geospasial yang kalibrasi analisa indek kekeringan dan kelangkaan air.

2.3. Analisis Hidrologi

Penelitian ini menggunakan data hujan yang tersebar di DAS Semajid. Data hujan perlu dicek kualitasnya dengan menggunakan uji konsistensi data yang kemudian dilanjutkan dengan pengecekan abnormalitas data. Hal ini disebabkan karena informasi yang diperoleh tentang masing-masing unsur tersebut mengandung ketidaktelitian (inaccuracy) dan ketidak pastian (uncertainty). Seperti pengaruh lingkungan disekitar pos, kesalahan dalam pencatatan data, dan perpindahan titik lokasi pos hujan.

Setelah melakukan uji konsistensi data hujan, selanjutnya data yang telah konsisten digunakan untuk menghitung sebaran hujan rerata wilayah di DAS Semajid. Dengan luas DAS Semajid 310 km² maka digunakan perhitungan hujan rerata metode rata-rata aritmatik.

2.4. Model Hujan Aliran Metode Fj Mock

Penelitian ini menggunakan metode model Dr. F.J. Mock digunakan untuk mengetahui besarnya limpasan permukaan (surface run off) akibat curah hujan (Chandrasasi et al., 2020). Dari model ini diperoleh besarnya debit aliran disetiap titik keluaran das. Curah hujan yang jatuh pada daerah aliran sungai sebagian akan jatuh pada permukaan tanah dan sebagian lagi mengalami evapotranspirasi. Surplus curah hujan terjadi bila kelembaban tanah (soil moisture) dalam kondisi jenuh air dan air akan meresap ke dalam tanah sebagai infiltrasi.

Dari air surplus, sebagian akan menjadi limpasan langsung (direct run off) dan sebagian lagi akan meresap ke dalam tanah sebagai infiltrasi. Dari air yang mengalami proses infiltrasi sebagian akan mengalir sebagai aliran dasar (base flow) dan sebagian lagi akan mengubah dan mengisi tampungan air tanah (ground water storage). Selanjutnya air tanah yang mengalir sebagai aliran dasar (base flow) akan bergabung dengan limpasan langsung (direct run-off).

2.5. Analisis Kekeringan Metode SPI

SPI (Standardized Precipitation Index) adalah jumlah standar deviasi yang mengobservasi deviasi curah hujan kumulatif terhadap rata-rata kondisi klimatologi (T. Mckee et al., 1993). Metode SPI dapat membandingkan tingkat kekeringan antar wilayah dengan jenis iklim yang berbeda menggunakan data hujan bulanan (Ratih et al., 2021).

SPI dirancang untuk mengukur defisit hujan untuk beberapa skala waktu (Anwar N & Halik

digunakan untuk pembuatan peta DAS. Data histori kekeringan irigasi diperoleh dari Dinas PUSDA Jatim dan Dinas PUPR Kab Pamekasan dan data daerah terdampak kekeringan diperoleh dari BPBD Kab Pamekasan. Data historis tersebut digunakan sebagai

Gusfan, 2017). SPI positif menunjukkan keadaan lebih besar daripada median data hujan, sedangkan SPI negatif menunjukkan keadaan lebih kecil dari median data hujan yang digunakan. Kejadian kekeringan terjadi apabila indeks SPI negative berlangsung secara terus menerus dan mencapai intensitas -1,0 atau dibawahnya. Kekeringan berakhir ketika Indeks SPI mencapai nilai positif. Kategori kekeringan SPI berdasarkan indeks kekeringan SPI dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel. 1 Kategori Indeks Kekeringan SPI

Nilai SPI	Klasifikasi
≥ 2,00	Amat Sangat Basah
1,50 - 1,99	Sangat Basah
1,00 - 1,49	Basah
-0,99 - 0,99	Normal
-1,00 - 1,49	Kering
-1,50 - 1,99	Sangat Kering
≤ -2,00	Amat Sangat Kering

Sumber : T.Mckee 1993

2.6. Asessmen Kelangkaan Air Metode Water Scarcity Index

Salah satu indikator kelangkaan air (water scarcity) adalah Water Scarcity Index (WSI), digunakan untuk mengukur kelangkaan air dalam skala spasial (Yan et al., 2023). WSI menyatakan jumlah kebutuhan air dibanding ketersediaan air disuatu wilayah.

$$WSI = \text{kebutuhan air} / \text{ketersediaan air} \quad (1)$$

Kondisi kelangkaan air menurut WSI ini disajikan pada water scarcity indek ini menggunakan data yang mudah diperoleh, dan dapat diterapkan untuk berbagai jenis wilayah. Klasifikasi WSI sebagai berikut (Falkenmark et al., 1989):

Tabel. 2 Kategori Indeks Kelangkaan Air WSI

Water Scacity Index	Klasifikasi
Kurang dari 0,2	No water scarcity
0,2 < WSI ≤ 0,4	Scarcity
0,4 < WSI ≤ 0,7	Moderat water scarcity
Lebih dari 0,7	Extreme water scarcity

Sumber : Falkenmark,1989

2.7. Kelangkaan Air Irigasi Faktor K

Salah satu indikator kelangkaan air irigasi adalah faktor K, yang merupakan perbandingan ketersediaan air irigasi dan kebutuhan air tanaman. Pada bendung irigasi nilai faktor K diklasifikasikan sebagai berikut (Hatmoko, 2014).

Tabel. 3 Kategori Indeks Kelangkaan Air Faktor K

Faktor K	Klasifikasi
Lebih dari 70%	Aman
50% – 70%	Potensi Kekeringan
30% – 50%	Rawan Kekeringan
Kurang dari 30%	Sangat Rawan Kekeringan

Sumber : Hatmoko, 2014

2.8. Strategi Mitigasi Kelangkaan Air

Dari hasil analisis kekeringan SPI ,analisis kelangkaan air Water Scarcity Index dan analisa kekeringan faktor K kemudian dirancang strategi mitigasi bencana kelangkaan air. Pendekatan dilakukan dari segi teknis dan nonteknis untuk memitigasi kelangkaan air di DAS Semajid,

3. HASIL

3.1. Analisis Hidrologi

Uji konsistensi menggunakan metode RAPS pada 6 stasiun hujan yaitu stasiun hujan Proppo, Samiran, Pegantenan, Palengaan, Klampar dan Toronan. Dari hasil analisis diperoleh data stasiun hujan di DAS Semajid konsisten dan bisa digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Setelah data hujan terbukti konsisten, selanjutnya kesatuan deret data dalam beberapa tahun tersebut dilakukan uji deteksi outlier untuk menentukan kelayakan setiap deret datanya apakah layak digunakan atau tidak. Dari hasil analisis uji outlier semua data dapat diterima, sehingga dapat dipastikan bahwa nilai-nilai pada deret data hujan tersebut tidak ada yang harus dibuang, karena nilainya tidak ada yang melewati nilai batas atas (XH) dan bawah (XL)

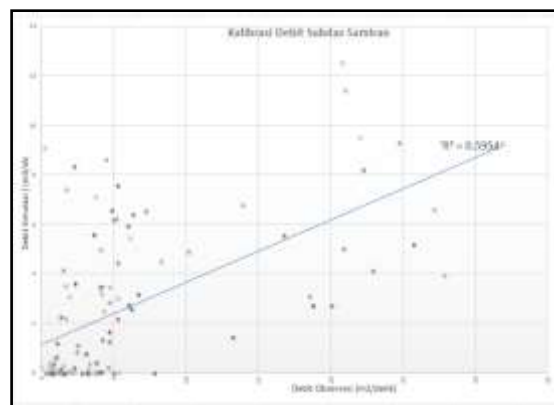
3.2. Analisis Debit Metode FJ Mock

Dalam studi ini analisis hujan aliran dihitung pada setiap subdas semajid. Data debit pengamatan terdapat di subdas samiran dan subdas semajid sedangkan pada subdas lainnya tidak terdapat stasiun pengamatan debit. Dengan keterbatasan data debit digunakan pemodelan debit aliran menggunakan

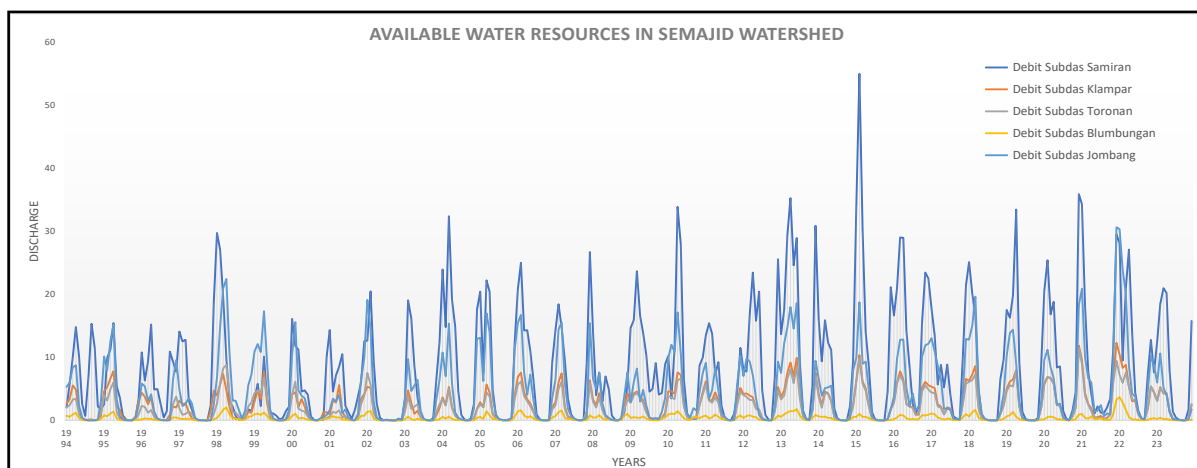
metode Fj Mock. Data hujan yang digunakan adalah hasil analisis perhitungan hujan rerata daerah metode thiesen untuk masing-masing subdas dan data klimatologi didapat dari Sta Trunojoyo Kabupaten Sumenep.

Pada studi ini analisis evapotranspirasi digunakan perhitungan evapotranspirasi metode Penman. Setelah menganalisis evapotranspirasi potensial dilakukan perhitungan evapotranspirasi aktual berdasarkan hari hujan . Setelah didapat hasil analisis evapotranspirasi dilakukan analisis kesetimbangan air, aliran dan penyimpanan air tanah hasil perhitungan debit persubdas dapat dilihat pada 3

Setelah analisis hujan aliran Fj Mock, didapatkan besar debit model dan dilakukan kalibrasi serta validasi untuk menguji kebenaran model. Sebagai titik kontrol dipilih subdas semajid pada titik outlet bendung samiran dengan AWRL Sumber Payung sebagai kalibrasi. Hasil kalibrasi model tahun 2017 sd 2023 didapatkan nilai R2 sebesar 0,5954 dan nilai NSE sebesar 0,6967. Uji kalibrasi model dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut dan grafik ketersediaan air pada masing-masing subdas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kalibrasi debit pemodelan dengan debit AWLR Sumber Payun



Gambar.3 Hasil pemodelan hujan aliran metode Fj Mock (1994-2023)

3.3. Analisis Kekeringan Metode SPI

Pemodelan kekeringan meteorologi metode SPI (Standardized Precipitation Index) dianalisis dengan berbagai skala waktu defisit hujan selama 3 bulan (SPI-3), 6 bulan (SPI-6), 9 bulan (SPI-9) dan 12 bulan (SPI-12). Data yang digunakan dalam analisis ini menggunakan 6 pos hujan yang tersebar di DAS Semajid. Hasil analisis menunjukkan nilai indeks yang berbeda-beda di setiap stasiun dan tren kekeringan berubah-ubah setiap tahunnya. Nilai indeks kekeringan di setiap stasiun hujan untuk beberapa skala kekeringan dengan kategori kekeringan paling ekstrim dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel.4 Nilai Indeks Kekeringan Ekstrim DAS Semajid

Stasiun Hujan	SPI-6					
	1996	1997	2002	2015	2018	2019
Klampar	-1,37	-1,15	-1,7	-2,18	-0,57	-0,9
Palengaan	-0,68	-0,6	-0,64	-1,22	-0,64	-1,08
Samiran	-1,75	-1,85	-0,43	-0,43	-0,43	-1,34
Pegantenan	-1,04	-0,98	-0,41	-1,11	-0,41	-1,18
Proppo	-0,79	-0,68	-0,93	-0,62	-3,13	-1,28
Toronan	-1,12	-1,57	-3,29	-1,5	0,28	-0,86

Uji validasi pemodelan kekeringan dengan berbagai skala waktu SPI 3, SPI 6, SPI 9, dan SPI 12 berdasarkan data BPBD Kabupaten Pamekasan jumlah bencana kekeringan terjadi pada tahun 2018, 2019, 2020 dan 2023, dari hasil tersebut skala SPI-6 yang paling mendekati kondisi lapangan dapat Setelah mendapatkan skala waktu kekeringan terbaik dilakukan analisis SPI-6 menggunakan data hujan rerata daerah metode aljabar. Hasil analisis menunjukkan kekeringan ekstrim terjadi pada tahun 1996, 1997, 2002, 2015, 2018 dan 2019 dapat dilihat pada gambar 4.

3.4. Asessmen Kelangkaan Air Metode Water Scarcity Index (WSI)

Asessmen kelangkaan air metode WSI dengan membandingkan jumlah pemakaian air di DAS Semajid dengan ketersediaan air. Dalam penelitian ini akan di analisis indeks kelangkaan air WSI menggunakan debit pengamatan AWRL. Data pemakaian air didapatkan dari kebutuhan air

domestik, non domestik dan kebutuhan air pertanian mulai tahun 2004 – 2023. Analisis perhitungan air domestik adalah kebutuhan air bersih rumah tangga perorang perhari menurut kategori kota dan kebutuhan air nondomestik meliputi kebutuhan air perkantoran, sekolah dan fasilitas umum diasumsikan 15% dari kebutuhan air domestik. Sebagai dasar analisis kebutuhan air menggunakan data jumlah penduduk di DAS Semajid tahun 2004-2023 berdasarkan data BPS Kabupaten Pamekasan.

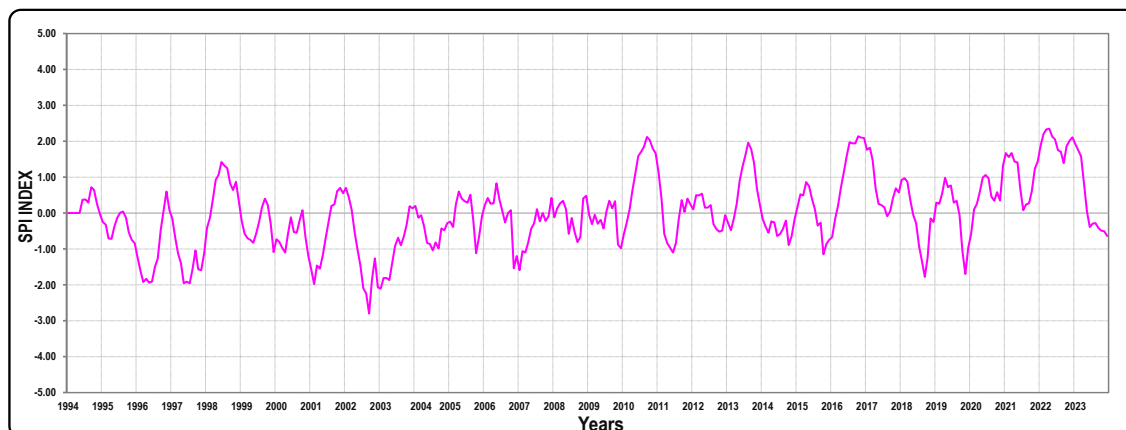
Hasil analisis kelangkaan air metode water scarcity index menggambarkan kondisi kelangkaan air di Das Semajid berubah-ubah setiap bulan. Nilai indeks WSI lebih dari 0,2 terjadi pada bulan desember sampai dengan mei dan nilai indeks WSI lebih dari 0,2 terjadi dibulan juni sampai dengan november. Gambaran hasil analisis indeks kekeringan metode WSI menggunakan debit Fj mock dan debit AWRL dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6 berikut.

3.5. Asessmen Kelangkaan Air Irigasi Faktor K

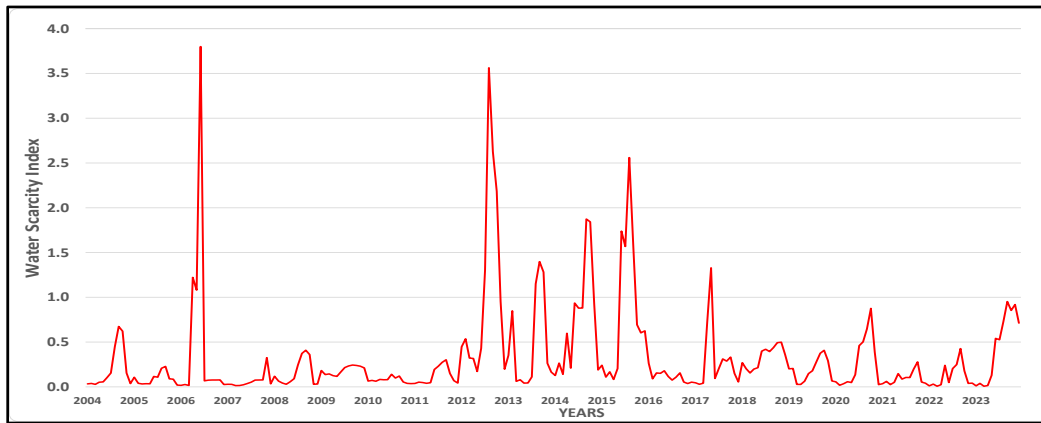
Luas lahan irigasi teknis di DAS Semajid sebesar 2825 ha, terdiri dari D.I Samiran 2462 ha, D.I Klampar 189 ha, D.I Blumbungan 121 ha dan D.I Toronan 53 ha. Wilayah DAS Semajid merupakan wilayah kering yang mengandalkan hujan untuk ketersediaan air, sehingga pola tata tanam di DAS Semajid yang disahkan Padi – Padi Palawija – Palawija dengan awal musim tanam rata-rata dibulan Desember.

Analisa kelangkaan air irigasi menggunakan Faktor K dengan membandingkan ketersediaan air irigasi dan kebutuhan irigasi. Ketersediaan air irigasi didapatkan dari pencatatan debit intake pada bendung Samiran dan kebutuhan air irigasi berdasarkan kebutuhan air tanaman sesuai dengan RTT D.I Samiran tahun 1994-2023.

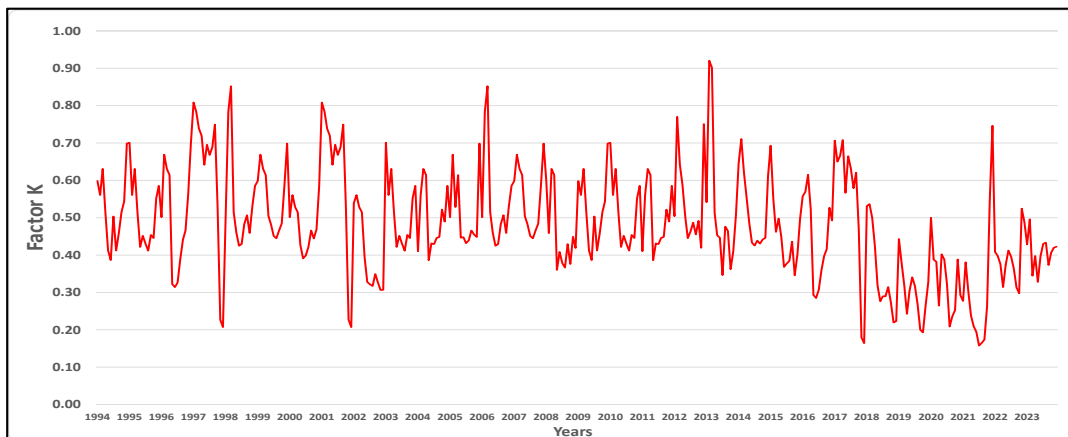
Nilai indeks kelangkaan air irigasi faktor K dengan nilai indeks kurang dari 0,5 terjadi di bulan mei sampai dengan desember. Terjadi kelangkaan air dibulan desember meskipun ketersediaan air irigasi besar, hal ini karena waktu tanam yang bersamaan. Perlu diterapkan sistem golongan tanam dan sistem giliran dalam pembagian air. Kelangkaan air paling tinggi terjadi pada tahun 1996, 1997, 2002, 2018 dan 2021.



Gambar 4. Grafik hasil analisis SPI-6 (1994-2023)



Gambar 6. Grafik kelangkaan air metode WSI debit AWRL (2004-2023)



Gambar 7. Kelangkaan Air Irigasi Faktor K (1994-2023)

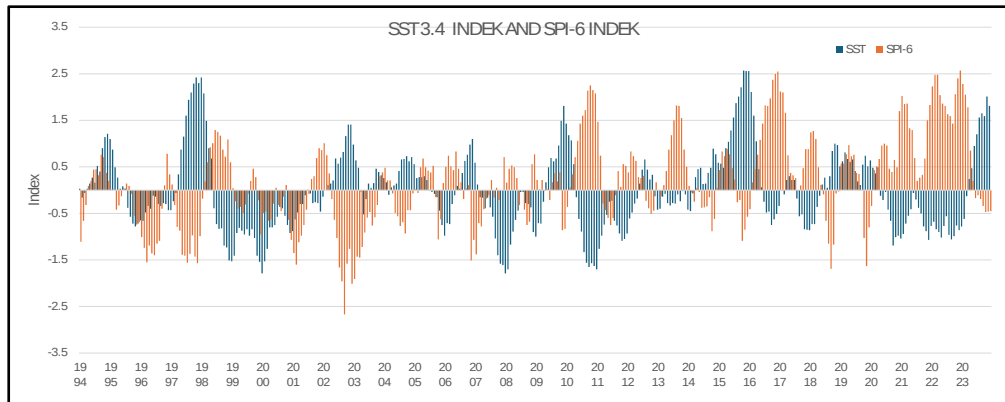
4. PEMBAHASAN

Pada studi ini dilakukan analisis hubungan kelangkaan air WSI dan faktor K terhadap indeks kekeringan meteorologi metode SPI bertujuan untuk mendapatkan pola kelangkaan air berdasarkan defisit air dan tingkat keparahan kekeringan. Hasil analisis kelangkaan air metode WSI dan faktor K menunjukkan perbandingan pola terbalik. Nilai indeks WSI lebih dari 0,4 menunjukkan terjadi kekeringan ekstrim terjadi bulan juni sampai dengan november dan nilai faktor K kurang dari 0,5 menunjukkan kelangkaan air irigasi terjadi pada bulan juni sampai dengan desember.

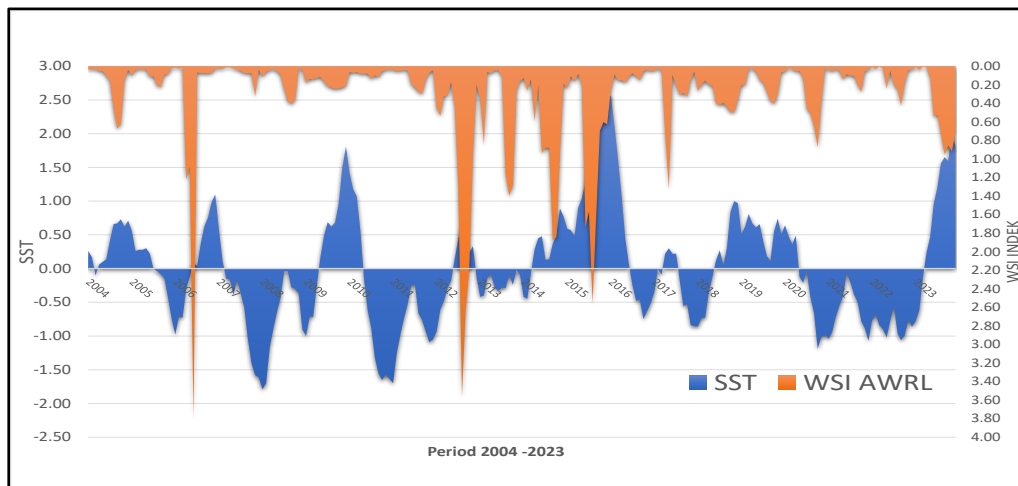
Analisis kelangkaan air metode SPI berdasarkan potensi air yang ada berada diatmosfere dan indeks kelangkaan air WSI dan faktor K berdasarkan debit limpasan. Kesesuaian pola SPI, WSI dan faktor K dikalibrasikan dengan pola kejadian lanina dan elnino SST 3.4. Pada gambar 8 menunjukan keseusian tren

antara indeks SPI-6 dengan SST 3.4 dapat dilihat pada tahun 2020 sampai 2022 nilai SPI positif dan indeks SST.3.4 menunjukan terjadi elnino. Hasil hubungan kesesuaian indeks SST 3.4 dengan WSI dan faktor K menunjukan kesesuaian pola sesuai dengan gambar 9 dan 10.

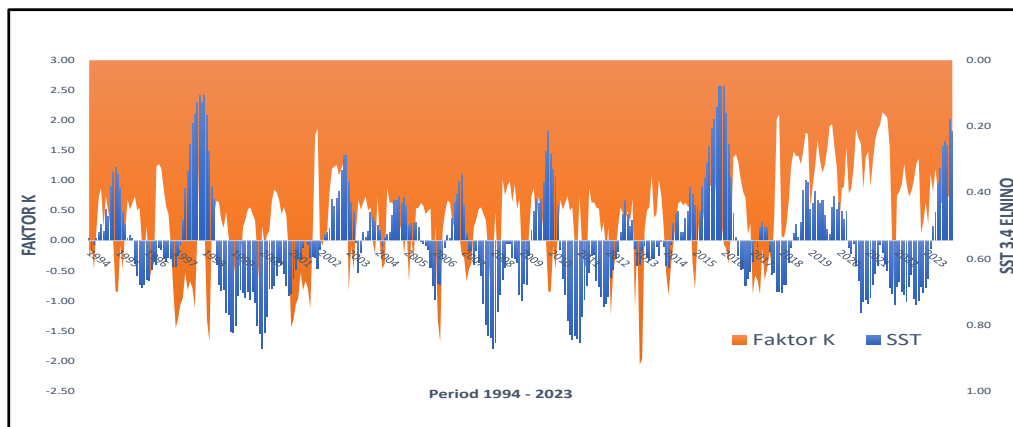
Hasil analisis kelangkaan air metode WSI dan analisis kekeringan SPI menunjukan kejadian kekeringan ekstrem diwaktu yang sama pada tahun 1996, 1997, 2002, 2015, 2018 dan 2019. Dalam pemetaan sebaran analisis kelangkaan air metode WSI digunakan debit pemodelan fj mock karena tidak terdapat data seris AWRL yang panjang. Sebaran kekeringan metode SPI dan WSI yang dipetakan untuk tahun 2002, 2015 dan 2019 di interpolasikan disetiap titik pos hujan dengan metode IDW menggunakan arcgis dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



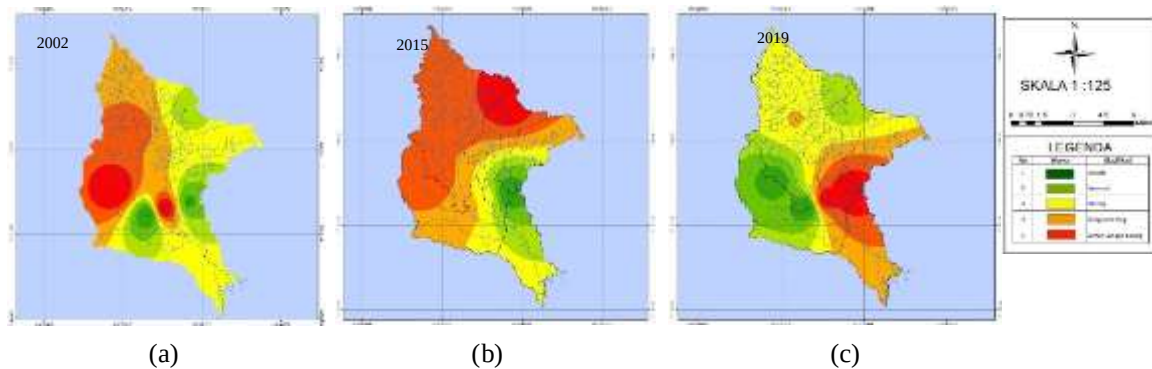
Gambar 8. Grafik hubungan SST 3.4 Indeks dengan SPI-6 (1994-2023)



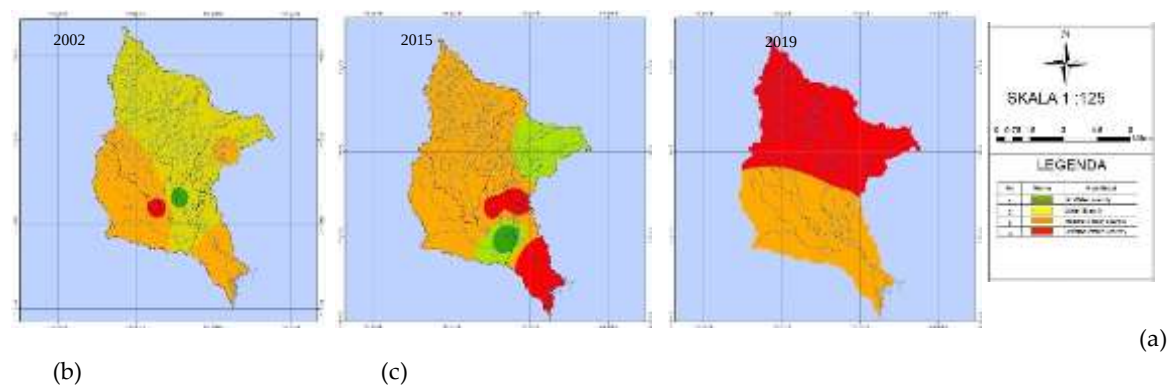
Gambar 9. Grafik hubungan SST 3.4 Indeks dengan WSI (2004-2023)



Gambar 10. Grafik hubungan SST 3.4 Indeks dengan Faktor K (1994-2023)



Gambar 11. Peta sebaran indeks kekeringan SPI di DAS Semajid



Gambar 12. Peta sebaran indeks kekeringan WSI di DAS Semajid

Peta sebaran kelangkaan metode SPI dan WSI pada DAS Semajid menunjukkan perbedaan sebaran kelangkaan hal ini karena pengaruh luas wilayah DAS serta kemampuan tanah dalam menyerap air dan melimpaskannya sedangkan analisis kelangkaan air dengan SPI didasarkan pada potensi air yang berada di atmosfer.

Berdasarkan analisis kelangkaan air DAS Semajid menunjukkan surplus air dibulan Desember sampai dengan April pada musim penghujan dan sebaliknya di musim kemarau. Strategi mitigasi kelangkaan air dilakukan secara teknis dan nonteknis. Strategi mitigasi secara non teknis dengan meningkatkan kesadaran masyarakat dalam pemanfaatan air secara efektif, menanam pohon, membuat dan memperbanyak resapan air dengan memanfaatkan teknologi LID (Low Impact Development).

Strategi mitigasi secara teknis dengan teknologi LID, diantaranya: membangun tampungan-tampungan air seperti embung, sumur resapan, biopori serta pengolahan air hujan (rain harvesting system). Rehabilitasi jaringan irigasi dan pemanfaatan sumur pompa sebagai upaya memitigasi kelangkaan air irigasi.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini mengintegrasikan penilaian kelangkaan air metode water scarcity indeks, faktor K dan kekeringan metrologi SPI. Analisis kelangkaan air WSI dan faktor K menunjukkan pola yang sama , nilai WSI kurang dari 0,2 terjadi bulan januari sampai mei dan nilai faktor K lebih dari 0,5 terjadi pada bulan januari sampai mei. Kondisi ini menunjukkan tidak terjadi kelangkaan air pada bulan tersebut.

Sementara itu, indeks kelangkaan air dengan SPI-6 menunjukkan kekeringan ekstrim terjadi pada tahun 1996, 1997, 2002, 2018 dan 2019. Pola ini sama dengan analisa kelangkaan air irigasi menggunakan faktor K. Kondisi ini menunjukkan bahwa adanya hubungan kesesuaian prediksi kekeringan SPI dan analisis kelangkaan air faktor K. Penelitian ini juga menggambarkan sebaran spasial kekeringan meteorologis metode SPI di DAS Semajid.

Dampak kelangkaan air dimasa mendatang semakin meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk, perubahan tataguna lahan dan perubahan iklim akibat pemanasan global. Oleh karena itu untuk penelitian lanjutan dalam melakukan asesmen dampak perubahan iklim terhadap kelangkaan air dimasa mendatang berdasarkan skenario perubahan iklim. Hal ini diharapkan dapat membantu para pemangku kepentingan dalam merancang strategi mitigasi di wilayah DAS Semajid dimasa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar N, & Halik Gusfan. (2017). *Prediksi Kekeringan Berbasis Data Luaran GCM*.
- Bayissa, Y., Maskey, S., Tadesse, T., van Anel, S. J., Moges, S., van Griensven, A., & Solomatine, D. (2018). Comparison of the performance of six drought indices in characterizing historical drought for the upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Geosciences (Switzerland)*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/geosciences8030081>
- Billy Satria Nanda Satria, Gusfan Halik, & Entin Hidayah. (2024). Asesmen Kekeringan Meteorologi dengan Metode China Z Index (CZI) dan Standarized Precipitation Index (SPI) di DAS Sampean Baru, Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Teknika*, 16(1), 51–60. <https://doi.org/10.30736/jt.v16i1.1242>
- Chandrasasi, D., Montarcih Limantara, L., & Wulan Juni, R. (2020). Analysis using the F. J. Mock Method for calculation of water balance in the Upper Konto Sub-Watershed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 437(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/437/1/012019>
- Falkenmark, M., Lundqvist, J., & Widstrand, C. (1989). Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches: Aspects of vulnerability in semi-arid development. *Natural Resources Forum*, 13(4), 258–267. <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.1989.tb00348.x>
- Gain, A. K., Giupponi, C., & Wada, Y. (2016). Measuring global water security towards sustainable development goals. *Environmental Research Letters*, 11(12). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/12/124015>
- Ghosh, P. (2021). *Water Stress and Water Crisis in Large Cities of India* (pp. 131–138). https://doi.org/10.1007/978-981-15-8237-0_11
- Halik, G., Putra, V. S., & Wiyono, R. U. A. (2022). Assessment of climate change impact on drought disaster in Sampean Baru watershed, East Java, Indonesia based on IPCC-AR5. *Natural Hazards*, 112(2), 1705–1726. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05245-7>
- Hatmoko, W. (2014). *Indeks Kelangkaan Air Irigasi*. <https://www.researchgate.net/publication/307976130>
- JATIM. (2023). *Status Siaga Darurat Bencana Kekeringan*.
- Koirala, S., Fang, Y., Dahal, N. M., Zhang, C., Pandey, B., & Shrestha, S. (2020a). Application of water poverty index (WPI) in spatial analysis of water stress in Koshi River Basin, Nepal. *Sustainability (Switzerland)*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/su12020727>
- Koirala, S., Fang, Y., Dahal, N. M., Zhang, C., Pandey, B., & Shrestha, S. (2020b). Application of water poverty index (WPI) in spatial analysis of water stress in Koshi River Basin, Nepal. *Sustainability (Switzerland)*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/su12020727>
- Omar, A. A., Chiang, J.-L., & Daud, B. H. (2023). Spatiotemporal Analysis of Meteorological Drought Using Standardized Precipitation Index (SPI) in Gabiley Region, Somaliland. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 11(05), 47–59. <https://doi.org/10.4236/gep.2023.115003>
- Purnomo, S., Halik, G., Dhokhikah, Y., Ulil Absari, R., & Salsa, A. (2021). Penilaian Bencana Kekeringan dan Strategi Penyediaan Air Bersih di Wilayah Utara Kabupaten Lumajang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 12(2), 92–103. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2021.012.02.02>
- Putra, V. S., Halik, G., & Agung Wiyono, R. U. (2021). Assessment of Drought Hazard: A Case Study in Sampean Baru Watershed, Bondowoso Regency. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 23(1), 56–63. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v23i1.28177>
- Ratih, M., Halik, G., & Wiyono, R. U. A. (2021). The Assessment of Climate Change Impact on Meteorological Draught Susceptability on Sampean Watershed. *BERKALA SAINSTEK*, 9(4), 146. <https://doi.org/10.19184/bst.v9i4.25065>
- Ruess, P. (n.d.). *CE 394K Term Paper Mapping of Water Stress Indicators*.
- Sadegh Talebi, M. (2022). Water Crisis in Iran and Its Security Consequences. *JOURNAL OF HYDRAULIC STRUCTURES Shahid Chamran University of Ahvaz Journal of Hydraulic Structures J. Hydraul. Struct*, 8(4), 17–28. <https://doi.org/10.22055/jhs.2023.42638.1239>
- Sarker, M. H., Ahmed, S., Alam, Md. S., Begum, D., Kabir, T. N., Jahan, R., Haq, Md. M.-U., & Kabir, S. T. D. (2021). Development and Forecasting Drought Indices Using SPI (Standardized Precipitation Index) for Local Level Agricultural Water Management. *Atmospheric and Climate Sciences*, 11(01), 32–52. <https://doi.org/10.4236/acs.2021.111003>
- Siabi, E. K., Kabobah, A. T., Akpoti, K., Anornu, G. K., Amo-Boateng, M., & Nyantakyi, E. K. (2021). Statistical downscaling of global circulation models to assess future climate changes in the Black Volta basin of Ghana. *Environmental Challenges*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100299>
- Sk Perubahan Penetapan Desa Penerima Bantuan Air Bersih 2023 (2023).
- Soewandita, H. (2018). Analisis Bencana Kekeringan Di Wilayah Kabupaten Serang Analysis Of Drought Disaster In Region Of Serang Regency. In *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana* (Vol. 13, Issue 1).

- T. Mckee, N. Doesken, & J. Kleist. (1993). The Relationship Of Drought Frequency And Duration To Time Scales. *In: 8th Conference on Applied Climatology, Am. Meteorol. Soc. Boston*, 179–184.
- Tazkia Ainayyah, A., Donny Harisuseno, & Sri Wahyuni. (2024). Studi Pemanfaatan Data Satelit CHIRPS untuk Analisa Kekeringan Meteorologi dengan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) di Sub DAS Kadalpang. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 994–1004. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.084>
- Tian, Q., Lu, J., & Chen, X. (2022). A novel comprehensive agricultural drought index reflecting time lag of soil moisture to meteorology: A case study in the Yangtze River basin, China. *Catena*, 209. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105804>
- Van Loon, A. F., & Van Lanen, H. A. J. (2012). A process-based typology of hydrological drought. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(7), 1915–1946. <https://doi.org/10.5194/hess-16-1915-2012>
- Yan, M., Kou, J., Ma, W., Jian, Y., Yang, H., Xue, B., & Gou, X. (2023). Scale effect of population and area exposed to water scarcity based on different recurrence periods: A case study of Gansu Province, China. *Ecological Indicators*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111254>