

Diterima : 22 April 2024 | Selesai Direvisi : 04 Mei 2024 | Disetujui : 10 Mei 2024 | Dipublikasikan : Juli 2024  
DOI : <http://dx.doi.org/10.24853/jk.15.2.130-146>  
Copyright © 2024 Jurnal Konstruksia  
This is an open access article under the CC BY-NC licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

## **Pembangunan Ibu Kota Provinsi Papua Barat Daya Berbasis *Good Watersheds Management***

**Hendrik Pristianto<sup>1</sup>, Achmad Rusdi<sup>1</sup>, Marina Abriani Butudoka<sup>1</sup> dan Agung Pamudjiyanto<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sorong, Jl. Pendidikan 27, Kota Sorong, 98416  
Email korespondensi: [hendrikpristiano@um-sorong.ac.id](mailto:hendrikpristiano@um-sorong.ac.id)

### **ABSTRAK**

Sebagai ibu kota Provinsi Papua Barat Daya, Kota Sorong menghadapi permasalahan manajemen 11 sungai yang ada di sepanjang wilayahnya, dan yang berdampak pada bencana banjir pada setiap tahunnya. Tentu kita perlu mencari solusi terbaik agar kondisi ini tidak menghambat pembangunan untuk provinsi baru yang pengesahannya melalui Undang-Undang Nomor 29 tahun 2022 ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa pola pembangunan ibu kota Provinsi Papua Barat Daya berbasis manajemen daerah aliran sungai yang baik (*Good Watersheds Management*). Lokasi penelitian adalah di Kota Sorong dengan mengevaluasi tata kelola daerah aliran sungai saat ini dan membandingkan dengan tata kelola yang ideal untuk menjawab permasalahan yang dihadapi. Hasil penelitian ini adalah Daerah Aliran Sungai Klagison masuk dalam skala prioritas penanganan karena mempunyai potensi kerawanan bencana paling besar, dan dengan mempertimbangkan karakteristik 11 DAS (Daerah Aliran Sungai) yang ada di wilayah penelitian maka pola pembangunan ibu kota Provinsi Papua Barat yang berbasis manajemen DAS yang baik adalah dengan (1) penerapan konsep SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*) dan konsep SUSM (*Sustainable Urban Stormwater Management*), (2) manajemen kebencanaan dan kebijakan anggaran yang jelas, (3) kerjasama antar wilayah hulu dan hilir DAS, serta (4) mempertahankan kearifan lokal dan peningkatan partisipasi masyarakat adat melalui mendorong fungsi katalisator perubahan kepada pimpinan lembaga adat.

**Kata kunci:** DAS, pembangunan kota, manajemen kebencanaan, kearifan lokal

### **ABSTRACT**

*As the capital city of Southwest Papua Province, Sorong City faces management problems of eleven rivers throughout its territory, which impact flood disasters every year. Of course, we need to find the best solution so that this condition does not impede the development of a new province whose ratification is through Law Number 29 of 2022. The purpose of this research is to analyze the development pattern of the capital city of Southwest Papua Province based on good watershed management. The research location is in Sorong City, exposing the current river basin management and comparing it with ideal governance to answer the problems faced. The results of this study are that the Klagison Watershed is included in the priority scale for handling because it has the most significant potential for disaster vulnerability. Taking into account the characteristics of the eleven watersheds in the study area, the development pattern for the capital city of West Papua Province based on good watershed management is by (1) application of the concept of the SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*) and the concept of SUSM (*Sustainable Urban Stormwater Management*), (2) disaster management and clear budget policies, (3) cooperation between upstream and downstream watershed areas, and (4) maintaining local wisdom and increasing the participation of indigenous peoples through encouraging the function catalyst for change to the leadership of traditional institutions.*

**Keywords:** Watersheds, urban development, disaster management, local wisdom

## 1. PENDAHULUAN

Provinsi Papua Barat Daya merupakan provinsi yang baru terbentuk pada tahun 2022, dari pemekaran Provinsi Papua Barat dan terdiri dari 5 kabupaten dan 1 kota dengan ibu kota berada pada Kota Sorong sesuai dengan UU No. 29 Tahun 2022 [39]. Luas wilayah provinsi baru ini adalah 39.122,95 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk pada tahun 2022 sebanyak 621.904 jiwa, dimana Kota Sorong sebagai ibu kota hanya memiliki luas 0,525% wilayah provinsi dan dihuni 47,59% penduduk Provinsi Papua Barat Daya [9]. Umumnya sebuah ibukota baru akan mengalami permasalahan deforestasi dan migrasi penduduk [6], dan untuk wilayah Kota Sorong sendiri sebelum menjadi ibu kota provinsi sudah mengalami permasalahan banjir pada beberarapa wilayah sungai di pusat kotanya sebagai dampak dari deforestasi [27], [26]. Pertumbuhan dan perkembangan industri Kota Sorong yang semakin maju menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi yang berpengaruh terhadap sungai terkhusus Sungai Klagison yang merupakan sungai yang rentan terjadi banjir [7].

Dengan peningkatan status sebagai ibu kota provinsi, maka secara radikal akan mengubah sistem sosial, budaya dan pola perilaku masyarakat [44]. Atas permasalahan banjir di pusat Kota Sorong selama ini sebelum menjadi ibu kota provinsi, juga mengarah pada budaya dan perilaku masyarakat yang memperlakukan daerah aliran sungai sebagai saluran tempat membuang kotoran dan sampah [27], [26], disaat yang lain disadari atau tidak bahwa wilayah darat Kota Sorong berada pada 11 daerah aliran sungai yang membagi rata wilayah hulu sampai pesisir. Perilaku lama dan perilaku baru yang akan terbentuk akibat perubahan status menjadi ibu kota provinsi, jika cara pandang masyarakat dan pemerintah daerahnya terhadap daerah aliran sungai tidak dirubah maka dipastikan permasalahan banjir ini akan

menjadi penghambat pembangunan kawasan ibu kota provinsi. Asumsi ini mengacu pada sempitnya ruang wilayah yang aman terhadap ancaman banjir untuk bisa menjadi sentra kawasan utama sebagaimana terhambatnya pembangunan CBD (*Central Bussiness District*) di Simpang Lima Gumul oleh Pemerintah Daerah Kediri karena belum bisa terbangunnya kawasan perdagangan dan industri [24]. Paradigma kita yang menjadikan sungai sebagai wilayah belakang, tempat membuang limbah dan sampah serta bukan wilayah yang strategis untuk dijadikan fokus pembangunan sebuah kota, harus dirubah oleh pemerintah daerah sebagai sebuah kebijakan prioritas dengan istilah kebijakan pembangunan kota berbasis DAS (Daerah Aliran Sungai) agar arah pembangunan tidak selalu menabrak permasalahan kronis tata ruang yaitu banjir akibat salah kelola wilayah sungai [40]. Ada permasalahan 3T pada sungai yaitu *too much* (melimpah pada musim hujan sampai banjir), *too little* (terlalu sedikit ketika musim kemarau) dan *too dirty* (sungai dijadikan tempat pembuangan sampah dan limbah, sehingga sungai menjadi sangat kotor), hal ini cukup menjelaskan rumitnya manajemen wilayah sungai [40]. Atas latar belakang masalah tersebut di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa pola pembangunan ibu kota Provinsi Papua Barat yang berbasis manajemen DAS yang baik, sehingga keberadaan beberapa DAS di lokasi studi dengan berbagai permasalahannya tidak menjadi penghambat perkembangan wilayah ibu kota provinsi baru.

## 2. LANDASAN TEORI

Pembentukan Provinsi Papua Barat Daya sebagai salah satu upaya dalam menata daerah merupakan solusi untuk mengoptimalkan pelayanan publik karena dapat memperpendek rentang kendali pemerintahan, sehingga lebih efisien dan efektif sejalan dengan prinsip manajemen

pemerintahan yang baik guna mempercepat terwujudnya kesejahteraan masyarakat serta memperkuat daya saing daerah [39]. Pembangunan ibu kota Provinsi Papua Barat Daya sebagai upaya penyiapan infrastruktur berjalannya pemerintahan hasil pemekaran wilayah yang harus memperhatikan (a) dampak nyata pada peningkatan kesejahteraan, (b) adat istiadat dan kearifan lokal, (c) ekosistem pertanian, dan (d) keberpihakan, perlindungan dan pemberdayaan bagi masyarakat asli Papua [37]. Proses penataan ruang dalam pembangunan wilayah berbasis manajemen DAS yang baik ini selaras dengan konsep pembangunan yang dianut masyarakat adat Papua yaitu dengan memperhatikan aspek ekologis wilayah berupa kawasan lindung, kawasan produksi dan kawasan budidaya [42].

Penerapan kebijakan pembangunan kota berbasis manajemen DAS yang baik sudah mulai dilakukan di Indonesia ketika Pemerintah Kolonial Belanda pada tahun 1620 mulai menjadikan Batavia sebagai kota pertemuan lalu lintas perdagangan dengan konsep *waterfront city* seperti umumnya kota-kota di Belanda [40]. Konsep pembangunan ini menjadikan DAS dikembangkan dengan tetap tidak merusak lingkungannya sehingga sungai bisa berfungsi sebagai ruang interaksi publik yang humanis, bersih dan sebagai kawasan peredam aliran banjir. Sebuah kondisi yang sangat kontras dengan apa yang terjadi pada sungai di wilayah Kota Sorong yang keruh, banyak sampah dan dangkal karena endapan sedimen akibat deforestasi di hulu [27], [26], [25].

Perencanaan dan pengelolaan sungai sebagai wilayah strategis penunjang kawasan perkotaan harus mempertimbangkan manfaat yang bisa diberikan oleh sungai sehingga tercipta integrasi yang baik antara kawasan perkotaan dan wilayah sungai yang ada di dalam kawasan tersebut. Manfaat yang bisa diberikan sungai kepada kawasan perkotaan adalah [40]: sumber air bersih, sumber oksigen, sarana rekreasi dan

sumber inspirasi bagi masyarakat, tempat praktikum dan penelitian bagi akademisi, habitat flora dan fauna untuk berkembangbiak, dan alternatif sarana transportasi kawasan perkotaan di wilayah pesisir pantai.

Prespektif baru dalam pembangunan perkotaan harus tetap mempertimbangkan variabel hidrologi yaitu limpasan permukaan dan desain banjir khususnya untuk wilayah perkotaan yang dilingkupi oleh DAS. Di kawasan seperti ini, juga penting mempertimbangkan tingkat urbanisasi dan rasio ketersediaan ruang terbuka hijau dalam estimasi desain banjirnya. Hal ini sebagai penerapan konsep ekohidrologi dalam desain perkotaan yang berkelanjutan tanpa harus membatasi pembangunan perumahan asalkan daerah resapan banjir, daerah bantaran dan bentang alami sungai tidak diganggu. Dengan kondisi itu proses penyimpanan air hujan bisa dimaksimalkan dan mencegah bencana banjir, serta kawasan ini terdorong untuk mempunyai regulasi ekosistem kota layak huni aman banjir [14].

Kawasan perkotaan yang mempunyai permasalahan kompleks dalam manajemen DAS khususnya terkait manajemen sungai yang buruk oleh pemerintah dan masyarakat dibagian hulu dihadapkan pada pengelolaan dampak bencana yang sangat berat untuk pemerintah dan masyarakat dibagian hilirnya. Hasil penelitian di China merumuskan perlunya biaya kompensasi ekologis yang wajar diberikan oleh pemerintah yang mengelola sungai bagian hilir kepada pemerintah yang mengelola sungai pada bagian hulu. Hubungan yang harmonis ini meningkatkan kinerja pemerintah yang mengelola sungai bagian hulu untuk melindungi ekosistem hulu sungai agar dapat menekan frekuensi bencana banjir pada bagian hilir. Dan ini merupakan mekanisme kerjasama jangka panjang antara *stakeholder* pengelola sungai bagian hulu dan hilir untuk melindungi lingkungan ekologis DAS [36], [57].

Salah satu manfaat yang bisa ditawarkan DAS kepada pengembangan wilayah perkotaan adalah pasokan air bersih, yang karena hal inilah sering terjadi konflik kepentingan antara wilayah hulu dan hilir sungai. Pengembangan kawasan kota di bagian hulu sungai dengan pembukaan lahan mempunyai dua dampak dalam penyediaan air bersih oleh sungai, yaitu meningkatnya kebutuhan air bersih oleh penduduk di wilayah hulu, dan mengurangi ketersediaan pasokan air dari sungai bagi penduduk kota di wilayah hilir. Ini menyebabkan konflik kepentingan dalam urusan pemenuhan air bersih dari sumber pengelolaan DAS seperti yang terjadi di wilayah Bekasi [13]. Konflik kepentingan ini akan semakin menjadi parah jika di bagian hulu sungai sendiri kualitas air sungainya memburuk karena deforestasi dan aktifitas masyarakat yang abai terhadap perlindungan ekologis daerah aliran sungai, seperti yang dihadapi saat ini oleh Kota Sorong sebagai ibu kota Provinsi Papua Barat Daya [27], [26], [25]. Berkurangnya kualitas air sebagai akibat dari peningkatan permukaan yang kedap air dan berkurangnya vegetasi alami, perubahan siklus hidrologi, polusi sumber air permukaan dan air tanah merupakan dampak dari pembukaan lahan untuk memenuhi kebutuhan ruang baru bagi bertambahnya penduduk di sebuah perkotaan [51].

Dari sisi ketersediaan air, terjadi riak fluktuasi yang besar di Indonesia bahwa ketika musim hujan ketersediaannya sangat melimpah sampai terjadi bencana banjir, dan sebaliknya pada musim kemarau menyusut ketersediaannya sampai pada taraf krisis air. Perlu manajemen sumber daya air yang baik dengan selalu melakukan estimasi nilai manfaat dari pengelolaan tersebut dan estimasi kerugian akibat kesalahan manajemen. Perbandingan nilai manfaat dan nilai kerugian tersebut merupakan langkah evaluasi valuasi ekonomi dari sudut pandang lingkungan hidup. Tapi ada sebuah kondisi dimana sebenarnya krisis

air itu tidak selalu terjadi pada musim kemarau, akan tetapi bisa juga terjadi di saat musim hujan dimana ketersediaan pada taraf cukup baik. Krisis air pada musim penghujan bisa dikarenakan eksploitasi berlebihan sehingga pola konsumsinya melebihi kapasitas yang tersedia, atau air yang berlebih di musim hujan menyebabkan banjir sehingga air yang tersedia keruh dan tidak bisa dimanfaatkan dan merusak infrastruktur pengendali air [10]. Krisis air pada musim penghujan sebagaimana penjelasan ini, sesuai dengan apa yang terjadi di Kota Sorong saat puncak musim penghujan, artinya krisis air dengan kualitas baik untuk dikonsumsi dan peningkatan kebutuhan air untuk membersihkan lumpur tebal yang menutup infrastruktur pemukiman dan jalan pasca kejadian banjir pada beberapa wilayah DAS yang melewati pusat kota [27], [26]. Dari hasil penelitian pada salah satu DAS yang sangat problematik di Kota Sorong yaitu DAS Klagison didapatkan nilai kerusakan dan kerugian akibat banjir pada tahun 2016 sebesar 12,6 milyar. Jika penanganan kesalahan manajemen DAS Klagison bagian hulu ini tidak tepat maka estimasi kerugian 5 tahun selanjutnya adalah 13,71 milyar setiap tahunnya [1]. Selain itu juga, kondisi DAS akan semakin kritis dimana diawali dengan manajemen yang salah menyebabkan erosi lahan khususnya pada hulu DAS sehingga lahan menjadi kritis [53]. Manajemen DAS di bagian hulu erat kaitannya dengan manajemen bentang alam, yaitu menjaga vegetasi (pepohonan) dari deforestasi, menjaga tanah dari peningkatan kepadatannya, dan menjaga bentang lahan dari perubahan ekstrim akibat aktivitas manusia. Kegagalan manajemen bentang alam pada bagian hulu DAS berkonsekuensi pada meningkatnya aliran permukaan karena kemampuan lahan untuk menjaga laju infiltrasinya menurun [18].

Dengan memperhatikan tinjauan literatur di atas, maka arah pembahasan *paper* ini adalah analisa pola pembangunan ibu kota Provinsi Papua Barat yang berbasis

manajemen DAS yang baik. Pembukaan areal baru untuk kepentingan penyiapan infrastruktur ibu kota provinsi dan dampak urbanisasi secara pasti akan meningkatkan potensi degradasi ekosistem di hulu sungai yang juga meningkatkan jumlah limpasan permukaan. Untuk mengantisipasi bencana banjir maka pembangunan wilayah berbasis DAS memerlukan:

- a. Penerapan konsep pembangunan kota yang berkelanjutan, yang mencakup dua sistem yaitu (a) SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*) di DAS perkotaan dengan dukungan infrastruktur sistem drainase yang baik [25], dan (b) SUSM (*Sustainable Urban Stormwater Management*) dengan menerapkan konsep LID (*low Impact Development*) dan WSUD (*Water Sensitive Urban Design*). Dalam konsep ini, pembangunan kawasan dilakukan dengan menekan jumlah wilayah kedap air dan memperbanyak wilayah dengan desain permukaan lahannya mempunyai kemampuan menangkap, menahan, meresapkan curah hujan dan mendorong evapotranspirasi yang baik [5].
- b. Manajemen kebencanaan DAS [16] dengan dukungan kebijakan anggaran yang jelas [20] untuk memastikan keselamatan masyarakat dari bencana.
- c. Kerjasama lintas wilayah administrasi [18] dan kerjasama kompensasi ekologis [36], [57].
- d. Kearifan lokal dan partisipasi aktif masyarakat adat [29], serta edukasi agar mereka bijaksana dalam pemanfaatan sumber daya alam [18]

### 3. METODE PENELITIAN

#### Lokasi penelitian

Lokasi penelitian adalah di Kota Sorong sebagai pusat pemerintahan Provinsi Papua Barat Daya. Kaitannya dengan pembangunan ibu kota Provinsi Papua Barat Daya berbasis manajemen DAS yang baik, maka gambar dibawah ini memberi penjelasan secara visual mengenai sungai

sungai yang ada di wilayah studi. Jika dihitung dari hilirnya, maka ada 11 DAS yang bermuara di wilayah pesisir perairan Kota Sorong.

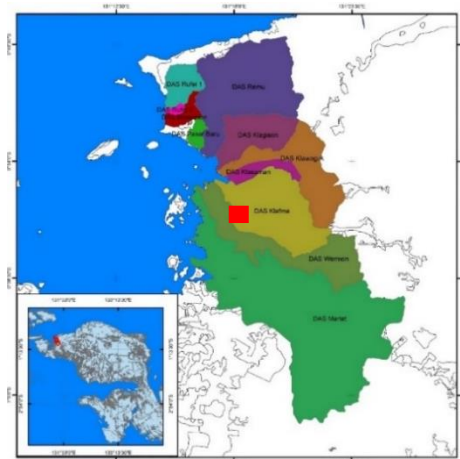
Akan tetapi jika dilihat dari hulunya, ada 3 dari 11 DAS tersebut hulunya ada di wilayah Kabupaten Sorong, yaitu DAS Klafma, DAS Wermon dan DAS Mariat. Pada Gambar 1 nampak kotak berwarna merah, merupakan rencana lokasi pusat pemerintahan Provinsi Papua Barat Daya. Dari ke 11 DAS tersebut yang selama ini mempunyai tingkat kerawanan bencana banjir pada wilayah DAS-nya adalah DAS Klagison, DAS Klawoguk, DAS Remu, dan DAS Klasaman [27], [26], [4], [2], [48], [25].

#### Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang melakukan analisa dari data dan fakta lapangan terkait aspek manajemen DAS di ibu kota Provinsi Papua Barat Daya saat ini.

Penelitian terdahulu yang telah penulis publikasikan menjadi gambaran eksisting manajemen DAS di wilayah ini, selanjutnya dilakukan analisa deskriptif dengan mempertimbangkan hasil riset sejenis lainnya (*review literatur*), regulasi dan praktek baik manajemen DAS yang baik di wilayah lain.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rekomendasi pola pembangunan ibu kota Provinsi Papua Barat yang berbasis manajemen DAS yang baik.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### Data

Sumber data berasal dari (a) data karakteristik 11 (sebelas) DAS yang diteliti, (b) dokumentasi dari media online dan *youtube* terkait kejadian bencana alam yang terjadi di wilayah DAS yang diteliti dalam periode 10 tahun terakhir, (c) hasil-hasil riset yang telah terpublikasi terkait kondisi eksisting DAS yang ada di lokasi penelitian, (d) regulasi pembangunan kota berbasis manajemen DAS dari *stakeholder* terkait, (e) praktik baik pembangunan kota berbasis manajemen DAS.

### Teknik analisa data

Analisis data menggunakan metode kualitatif melalui detail tahapan sebagai berikut [52] : (a) menginterpretasi data mentah untuk selanjutnya dikelompokkan berdasarkan tema, sumber dan jenis data, (b) setiap kelompok data *direview*

menggunakan teori/regulasi/hasil riset terkait, (c) hasil *review* data dilakukan analisis deskripsi untuk menyusun keterkaitan antar tema dan menjawab tujuan penelitian, (d) menyusun kesimpulan dan rekomendasi. Maka selanjutnya alur pembahasan pada *paper* ini adalah mencakup deskripsi tentang bagaimana pola pembangunan Kota Sorong sebagai ibu kota Provinsi Papua Barat Daya berbasis manajemen DAS yang terdiri dari (a) kondisi saat ini dari sungai sungai diwilayah penelitian, (b) penerapan konsep *sustainable urban drainage system* dan *sustainable urban stormwater management*, (c) manajemen kebencanaan, (d) kerjasama antar wilayah hulu dan hilir DAS, (e) kearifan lokal dan partisipasi masyarakat adat.

## 4. HASIL PENELITIAN

### Kondisi 11 (sebelas) DAS yang diteliti

Sebelum menganalisa pola pembangunan wilayah ibu kota Provinsi Papua Barat Daya yang berbasis manajemen DAS yang baik, tentu kita harus mengetahui dulu dari data dan hasil penelitian sebelumnya terkait karakteristik DAS di daerah yang diteliti. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya (Gambar 1) bahwa ada 11 (sebelas) DAS yang berada di wilayah Kota Sorong sebagai ibu kota Provinsi Papua Barat Daya. Dari Gambar 1, semua data luasannya masuk dalam kategori *small watershed* [55], [8]. Tabel 1 dan Tabel 2 menjelaskan karakteristik DAS dan pola kerawanan di lokasi studi.

Tabel 1. Karakteristik DAS di Ibu Kota Provinsi Papua Barat Daya (Kondisi Saat Ini)

<i>Nama DAS</i>	<i>Tekstur Tanah Dominan</i> <sup>2,3</sup>	<i>Infiltrasi Dasar cm/jam</i> <sup>2,3</sup>	<i>Kategori Laju Infiltrasi</i> <sup>4,5</sup>	<i>Potensi Bencana Banjir pada DAS</i> <sup>6</sup>
Rufei 1	<i>clay loam</i>	0.01 – 6.45	<i>very slow - moderately rapid</i>	potensi kecil
Rufei 2	<i>clay loam</i>	0.19 – 19.35	<i>slow – rapid</i>	potensi kecil
Boswesen	<i>loam</i>	0.05 – 27.46	<i>very slow - very rapid</i>	potensi kecil

Pasar Baru	clay	1.67 – 34.78	moderately slow - very rapid	cukup rawan
Remu	clay loam	0.03 – 7.04	very slow - moderately rapid	rawan
Klagison	sandy loam	0.07 – 15.91	very slow - rapid	sangat rawan
Klawoguk	loam	0.80 – 8.48	very slow - moderately rapid	rawan
Klasaman	clay loam	0.42 – 4.86	moderately slow - moderate	rawan
Klafma	loam	0.05 – 13.21	very slow - rapid	cukup rawan
Wermon	clay loam	0.11 – 2.88	slow - moderate	cukup rawan
Mariat	clay loam	0.06 – 16.40	very slow - rapid	cukup rawan

Sumber: 1 Gambar 1; 2 [30]; 3 [29]; 4 [35] ; 5 [28] ; dan 6 [27], [26], [2], [48], [25], [34], [22]

Tabel 2. Potensi Kerawanan Bencana DAS di Wilayah Ibu Kota Provinsi Papua Barat Daya

Uraian	Sumber dan Link Fakta Lapangan
Hasil Penelitian tentang kerawanan bencana dan dampaknya pada wilayah DAS di ibu kota Provinsi Papua Barat Daya	[27], [26], [25], [41], [22], [34], [15], [31], [48], [2], [4], [1]
Bencana banjir dan longsor di wilayah DAS (2022)	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=XtJbMDqDiKY">https://www.youtube.com/watch?v=XtJbMDqDiKY</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=AupoBsRWgLc">https://www.youtube.com/watch?v=AupoBsRWgLc</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=5dPac6-YWB4">https://www.youtube.com/watch?v=5dPac6-YWB4</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=NFEAHbYamWY">https://www.youtube.com/watch?v=NFEAHbYamWY</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=LEtTj_r9BKQ">https://www.youtube.com/watch?v=LEtTj_r9BKQ</a>
Banjir di wilayah DAS (2020)	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=JKa8JTqJu2A">https://www.youtube.com/watch?v=JKa8JTqJu2A</a>
Banjir di wilayah DAS (2019)	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=kCE-ikKG-8A">https://www.youtube.com/watch?v=kCE-ikKG-8A</a>
Degradasi lingkungan di hulu DAS	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=zVTl3HZUk3s">https://www.youtube.com/watch?v=zVTl3HZUk3s</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=NpwXCDqGmaU">https://www.youtube.com/watch?v=NpwXCDqGmaU</a>
Banjir di kawasan DAS yang dekat dengan rencana kantor gubernur Provinsi Papua Barat Daya	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=_KR0ZJ0_zM">https://www.youtube.com/watch?v=_KR0ZJ0_zM</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZelflL80e7o">https://www.youtube.com/watch?v=ZelflL80e7o</a>

### Skala prioritas manajemen DAS

Dari Tabel 1 dan Tabel 2, maka dapat diklasifikasikan skala prioritas manajemen DAS di wilayah ibu kota Provinsi Papua Barat dalam rangka menyusun pola pembangunan kota yang berkelanjutan berbasis DAS :

1. Skala prioritas I : DAS Klagison
2. Skala prioritas II : DAS Remu, DAS Klawoguk dan DAS Klasaman
3. Skala prioritas III : DAS Pasar Baru, DAS Klafma, DAS Wermon, DAS Mariat
4. Skala prioritas IV : DAS Rufei 1, DAS Rufei 2, dan DAS Boswesen

### 5. PEMBAHASAN

#### Penerapan SUDS dan konsep SUSM

Beberapa strategi SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*) yang layak dijadikan alternatif dalam pembangunan kota berbasis DAS adalah *rain garden*, *permeable paving*, *storage tank* dan *green roof* dengan mempertimbangkan jenis tanah, permukaan dan kemiringan air tanah, tata guna lahan, ekologis dan karakter sosial ekonomi masyarakat [23], yang bisa diadaptasikan pada rencana tata ruang ibu kota Provinsi Papua Barat Daya dalam rangka mengelola DAS dan

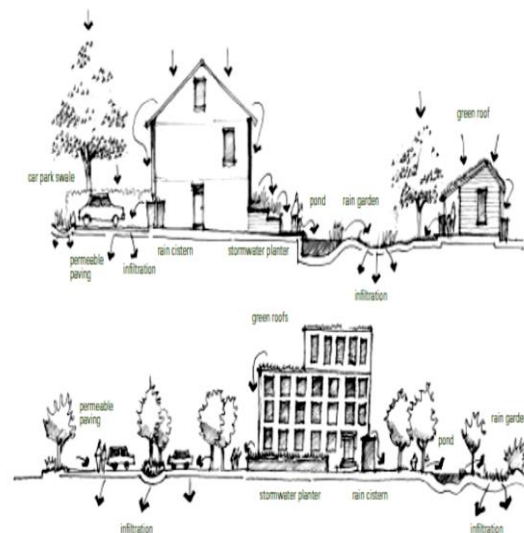
meminimalkan banjir. *Rain garden* dirancang sebagai area untuk mengumpulkan air hujan yang mengalir dari atap rumah kemudian meresapkannya ke dalam tanah. Fungsi lainnya adalah mengisi ulang air tanah dan secara alami menyaring polutan, menjaga lingkungan, dan menambah cantik tempat tinggal [38]. *Green roof* merupakan suatu konsep konstruksi pada atap yang ditambahkan layer-layer yang memungkinkan untuk ditanami vegetasi. *Green roof* memiliki manfaat yang bersifat berkelanjutan bagi lingkungan yaitu meningkatkan kualitas udara dan air, menjadi area resapan air hujan, menyejukkan suhu ruangan, meningkatkan bangunan ekologi, mengurangi biaya pemeliharaan atap dan awet jika konstruksi dilakukan dengan benar [56]. Hasil penelitian tentang *green roof* menunjukkan keuntungan hidrologi perkotaan dan pengelolaan air hujan, berfokus pada kemampuannya untuk meminimalkan risiko banjir dengan mengurangi limpasan air [47]. Sedangkan *storage tank* lebih berfungsi untuk proses pemanenan air hujan dari atap rumah yang kemudian disimpan dalam tangki untuk memenuhi kebutuhan air bersih di rumah tersebut. *Permeable paving* atau tipe trotoar yang dirancang tidak hanya untuk dilewati pejalan kaki tetapi juga untuk mengelola dan meresapkan limpasan. Konsep desain *permeable paving* juga untuk berintegrasi dengan konsep WSUD (*Water Sensitive Urban Design*) yaitu dalam upaya memperbanyak kawasan yang mempunyai kemampuan meresapkan air limpasan permukaan [11].



(c) (d)

Gambar 2. (a) Konsep *Rain garden* (b) *Green Roof*, (c) *Storage Tank*, (d) *Permeable Paving*

Sedangkan integrasi antara instrumen *rain gardens*, *permeable paving*, *storage tanks* dan *green roofs* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3 baik untuk kawasan pemukiman penduduk maupun untuk kawasan komersial.



Gambar 3. Integrasi Konsep *Rain gardens*, *Permeable Paving*, *Storage Tank* dan *Green Roofs* dalam Alternatif Penerapan SUDS [38]



(a)



(b)

Dari proses integrasi instrumen dalam konsep SUDS diharapkan bisa meminimaliasi beban infrastruktur sistem (saluran drainase dan sungai) dalam mengalirkan limpasan permukaan akibat hujan. Konsep SUDS ini sejalan dengan konsep SUSM (yang mencakup LID dan WSUD), yaitu desain perkotaan dengan memperbanyak kawasan yang



mempunyai fungsi ekologis dan sosial yang baik. Sebuah kota berwawasan lingkungan akan mempunyai ruang terbuka hijau yang cukup sehingga memberi solusi maksimal dalam meresapkan air hujan dan menjaga integrasi alam dalam kehidupan masyarakat kota tersebut [5], [40], [46].

Tabel 3. Potensi Penerapan Strategi SUDS dan SUSM pada Lokasi Penelitian

<i>Strategi SUDS dan SUSM</i>	<i>Deskripsi Potensi Penerapan</i>
<i>Rain garden</i>	Belum semua masyarakat Kota Sorong menyisihkan sebagian lahan di rumahnya untuk meresapkan air hujan, dan juga kadang karena sempitnya lahan rumah dimiliki. Fungsi <i>rain garden</i> secara privat seperti ini bisa digantikan dengan mendorong pemerintah Kota Sorong mendesain lebih banyak ruang terbuka hijau sebagai fasilitas umum perkotaan.
<i>Green Roof</i>	Sebuah konstruksi atap yang belum diterapkan di Kota Sorong, sehingga perlu edukasi dan bimbingan teknis dari stakeholder terkait.
<i>Storage Tank</i>	Mayoritas penduduk Kota Sorong mempunyai storage tank di rumahnya, karena pemenuhan air bersih belum maksimal dari pemerintah. Curah hujan tinggi di Kota Sorong, pemanenan air hujan dengan storage tank untuk skala kebutuhan rumah, sehingga masih perlu integrasi dengan instalasi <i>rain garden</i> di disetiap

	rumah. Artinya masih cukup banyak kelebihan air hujan dari penerapan storage tank skala rumah, yang harus disolusikan supaya tidak membebani saluran drainase dan sungai sungai yang ada di lokasi penelitian
<i>Permeable Paving</i>	Penerapan strategi ini perlu dimaksimalkan, karena kecenderungan konstruksi trotoar dan halaman rumah / kantor di Kota Sorong memakai konstruksi perkerasan beton atau juga impermeable paving
Ruang terbuka hijau yang ramah pejalan kaki	Strategi ruang publik seperti ini akan semakin mendapatkan tantangan untuk diterapkan karena masifnya pembangunan di Kota Sorong. Perlu komitmen pemerintah untuk mendesain ruang publik ini dalam rangka meringankan fungsi DAS untuk mengalirkan limpasan permukaan karena sebagian besarnya sudah meresap di kawasan ruang terbuka hijau ini.

Dari Tabel 3, bisa disimpulkan bahwa potensi penerapan SUDS dan SUSM di ibu kota Provinsi Papua Barat Daya dalam upaya untuk mendukung program tata ruang kota berbasis manajemen DAS yang baik mengerucut pada beberapa hal, yaitu:

1. Memperbanyak kawasan *rain garden* di ruang publik karena dapat sekaligus meningkatkan prosentasi ruang terbuka hijau. Untuk strategi storage

tank tetap akan dipertahankan dan kemungkinan besar secara mandiri masyarakat juga tetap akan menggantungkan metode ini untuk mendapatkan persediaan air sehari-hari mereka karena wilayah Sorong termasuk wilayah yang beriklim sangat basah [21].

2. Akan tetapi khusus untuk wilayah Kota Sorong di kawasan sepanjang DAS Klagison harus dipastikan bahwa terselesaikan dahulu masalah keruhnya aliran sungai dan genangan banjir akibat degradasi lingkungan di bagian hulu [26]. Karena dipastikan limpasan banjir juga membawa sedimen yang tinggi kandungan lumpurnya, sehingga tidak efektif dengan strategi kawasan resapan karena pori tanah akan cepat tertutup oleh butiran sedimen halus yang terbawa oleh banjir. Ketika pori tanah sudah tertutup sedimen maka memperbanyak kawasan *rain garden*/ruang terbuka hijau tidak akan ada manfaatnya karena permukaannya akan menjadi *impermeable*.

### Manajemen kebencanaan dan kebijakan anggaran yang jelas

Karena pengelolaan DAS tidak dapat dilakukan dengan baik tanpa mempertimbangkan aspek kebencanaan yaitu potensi ancaman bencana erosi, longsor dan banjir bandang [16]. Dalam manajemen kebencanaan, perlu didukung kebijakan anggaran yang jelas untuk menangani wilayah prioritas yang terdampak paling parah atas kejadian banjir di DAS perkotaan dan juga diprioritaskan pada titik infrastruktur penunjang yang tidak berfungsi dalam mengurangi risiko yang dihadapi oleh masyarakat [20].

Dengan memperhatikan data yang tersaji pada Tabel 2 sebelumnya, maka konsep pembangunan ibu kota Provinsi Papua Barat berbasis manajemen DAS yang baik tidak akan tercapai tanpa diintegrasikan dengan manajemen kebencanaan. Adapun dengan memperhatikan Tabel 4, maka

strategi manajemen bencana untuk pembangunan ibu kota Provinsi Papua Barat Daya berbasis manajemen DAS yang baik adalah :

1. Penerapan konsep kawasan siaga bencana yaitu dengan mensinergikan lembaga- lembaga lokal, baik yang diinisiasi oleh pemerintah, seperti kampung siaga bencana dan desa tangguh bencana, maupun lembaga dari masyarakat sendiri seperti komunitas peduli bencana [50].
2. Rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana. Yang dimaksud kegiatan rehabilitasi untuk saat ini yang paling penting untuk daerah yang disebut pada Tabel 4 adalah perbaikan lingkungan pemukiman dan wilayah sungai yang terdampak bencana. Sedangkan kegiatan rekonstruksi yang paling penting adalah penerapan rancang bangun infrastruktur yang tepat dan tahan bencana [50], khususnya normalisasi fungsi kuantitas dan kualitas sungai-sungai di ibu kota Provinsi Papua Barat Daya yang rawan bencana banjir.

Tabel 4. Strategi Manajemen Bencana dalam Pembangunan Ibu Kota Provinsi Papua Barat Daya Berbasis Manajemen DAS yang Baik

<i>Kawasan Prioritas</i>	<i>Deskripsi Bencana</i>	<i>Status Kesiapsiagaan Bencana</i>	<i>Strategi Manajemen Bencana</i>
Skala Prioritas DAS Klagison	Banjir Bandang di kawasan hulu [4], Longsor di kawasan hulu [2]. Kerugian besar diderita masyarakat akibat bencana	Cukup tangguh menghadapi bencana dalam prespektif infrastruktur, fasilitas pelayanan, sosial ekonomi, dan kelembagaan [34]	1. Penertiban dan penegakan hukum bagi kegiatan tambahan pasir ilegal yang merusak hulu DAS Klagison

	[1], Penyebab banjir karena degradasi di hulu karena tambang pasir [26], [15], [34]	2. Rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana serta penerapan kawasan siaga bencana [50]	
Skala prioritas II: DAS Remu, DAS Klawoguk dan DAS Klasaman	Rawan banjir di bagian hilir [48], [3], [22]	Rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana serta penerapan kawasan siaga bencana [50]	
Skala prioritas III : DAS Pasar Baru, DAS Klafma, DAS Wermion, DAS Mariat	Rawan banjir di bagian hilir [48]	Kurang tangguh menghadapi bencana dalam prespektif infrastruktur, fasilitas pelayanan, sosial ekonomi, dan kelembagaan [34]	Kawasan siaga Bencana [50]
Skala prioritas IV : DAS Rufein, DAS Rufein, DAS Boswen	Terjadi genangan di beberapa titik akan belum optimalnya manajemen sistem drainase sekunder		

3. Khusus DAS Klagison maka yang paling utama didahulukan adalah penegakan

hukum bagi kegiatan tambang pasir ilegal yang merusak hulu DAS Klagison dan mengakibatkan banjir pada setiap tahunnya. Perbaikan kawasan hulu DAS Klagison dengan menormalisasi fungsinya sebagai kawasan konservasi dan daerah tangkapan air bagi sungai adalah lebih penting dari yang paling penting untuk kebaikan masyarakat ibu kota Provinsi Papua Barat Daya. Karena DAS Klagison ini alur sungainya melewati fasilitas-fasilitas publik penting dari pemukiman, perkantoran, sekolah, tempat ibadah, dan bermuara di ujung runway bandara [27], [26], [25]. Penegakan hukum oleh aparat sudah pernah dilakukan oleh tim gabungan KPK, Balai Gakkum LHK Wilayah Maluku-Papua dan Pemda pada bulan September 2022 ([https://www.youtube.com/watch?v=fmJ7byQyi\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=fmJ7byQyi_M)), akan tetapi perlu upaya lebih lagi untuk memperbaiki kerusakan ekologis hulu DAS Klagison. Hal ini dikarenakan aktifitas pengambilan pasir di hulu DAS Klagison masih berlangsung sampai saat ini, dan dampak kerusakan lingkungannya masih menyebabkan volume limpasan dari hulu sungai yang besar sehingga banjir masih sering terjadi di sepanjang aliran Sungai Klagison ini.

### Kerjasama wilayah hulu dan hilir DAS

Kerjasama lintas wilayah administrasi dikarenakan pembangunan perkotaan itu mempunyai sistem mengacu pada batas wilayah administrasi sedangkan manajemen DAS itu harus terintegrasi dari hulu sampai hilir. Artinya integrasi antara konsep pembangunan perkotaan dan konsep manajemen DAS itu butuh dukungan dari semua pihak, karena harus menyatukan dua batasan yang berbeda. Manajemen DAS meliputi kegiatan konservasi lahan, pengembangan sumber air, menjaga fungsi hutan dalam upaya perlindungan tanah dan air [18]. Kerjasama kompensasi ekologis antara

*stakeholder*/masyarakat daerah hulu dan daerah hilir sungai, bisa dijadikan solusi atas permasalahan anggaran dalam manajemen DAS khususnya di bagian hulu [36], [57].

Pemerintah Provinsi Papua Barat Daya, Pemerintah Kota Sorong sebagai ibukota provinsi dan Pemerintah Kabupaten Sorong sebagai daerah hulu Sungai Klafma, Wermon dan Mariat harus membangun sinergi manajemen DAS yang baik. Bentuk kerjasama bisa berupa sharing anggaran program normalisasi sungai, penguatan kelembagaan manajemen sungai dan relalisasi konsep kompensasi ekologis.

### **Kearifan lokal dan partisipasi masyarakat adat**

Kearifan lokal dan partisipasi aktif masyarakat adat khususnya dalam mengelola wilayah hulu 11 (sebelas) sungai yang berada di ibu kota Provinsi Papua Barat Daya. Kearifan lokal dan partisipasi masyarakat yang tinggal di hulu sungai dalam mengelola sungai sudah ada sejak dulu, akan tetapi yang tidak kalah penting adalah partisipasi aktif masyarakat juga membutuhkan edukasi agar mereka bijaksana dalam pemanfaatan sumber daya alam [18]. Masyarakat juga harus rutin diedukasi untuk tidak membuang sampah di saluran atau sungai, karena dari hasil penelitian di DAS Klagison ditemukan sampah-sampah plastik yang menimbun saluran pembuangan air yang menyebabkan air meluap ke jalan raya bahkan merendam rumah masyarakat [15].

Hasil dari kegiatan sosialisasi dan diselengi dengan wawancara kepada masyarakat di hulu DAS Klagison diketahui bahwa dikarenakan masyarakat dan pemilik penambangan menggunakan lahan disekitar galian C yang awalnya berupa hutan yang seharusnya dimanfaatkan untuk daerah konservasi tanah dan air. Kurang adanya partisipasi masyarakat antara lain disebabkan ketidaktahuan dari masyarakat itu sendiri tentang apa yang

harus mereka lakukan dalam masalah konservasi serta masyarakat tidak dilibatkan dalam pengambilan keputusan atau kurang adanya komunikasi antara pihak pemerintah dan masyarakat [31]. Untuk masyarakat terdampak bencana banjir DAS Klagison yang mengalami bencana banjir setiap tahun, telah dilakukan proses advokasi dari Yayasan Peduli Lingkungan Kota Sorong. Selain berisi edukasi untuk menjaga kawasan hulu sebagai wilayah konservasi dan tidak membuang sampah ke sungai, juga dilakukan rapat koordinasi yang melibatkan elemen masyarakat dan pemerintah dalam membahas permasalahan lingkungan akibat penambangan di hulu DAS Klagison [19].

Proses sosialisasi, edukasi dan pelibatan masyarakat dalam mencari solusi mengelola dampak kerusakan ekologis hulu DAS Klagison sebagai wilayah paling problematik di ibu kota Provinsi Papua Barat Daya ini patut diapresiasi dan dijaga keberlanjutannya. Akan tetapi proses ini belum cukup signifikan menjadi triger untuk mengembalikan fungsi konservasi wilayah hulu DAS Klagison, walaupun sudah sempat ditangani oleh aparat penegak hukum pada tahun 2022. Disadari bahwa perlu usaha bersama oleh semua pihak melalui partisipasi aktif masyarakat bersama dengan unsur pemerintah untuk bersama-sama mengembalikan fungsi konservasi wilayah hulu DAS Klagison.

Masyarakat adat Papua mempunyai kearifan lokal yang mendukung fungsi konservasi vegetasi, tanah dan air dalam pola pemanfaatan lahan dalam sistem perladangan berpindah yang dianut secara turun temurun. Disamping itu peran pemimpin dalam kelembagaan adat Papua juga perlu diperhitungkan sebagai tokoh yang dipatuhi masyarakatnya dan dapat dijadikan katalisator dalam perubahan [12]. Didalam sistem masyarakat adat Papua, pengelolaan wilayah adat khususnya wilayah hutan yang merupakan daerah tangkapan air/hulu DAS terbagi dalam hak ulayat masyarakat adat.

Walaupun demikian tetap diperlukan regulasi dari pemerintah yang mengatur pengelolaan hutan tersebut termasuk pengelolaan yang berbasis kearifan lokal masyarakat adat dalam rangka menekan eksploitasi hutan/hulu DAS tidak dilakukan secara tidak terkendali [43].

Dengan mempertimbangkan kondisi sosial masyarakat di lokasi penelitian, maka direkomendasikan beberapa strategi untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dan mempertahankan kearifan lokal dalam pembangunan Ibu Kota Provinsi Papua Barat Daya berbasis manajemen DAS yang baik, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5. Strategi Meningkatkan Partisipasi Masyarakat dan Mempertahankan Kearifan Lokal dalam Pembangunan Ibu Kota Provinsi Papua Barat Daya Berbasis Manajemen DAS yang Baik

<i>Strategi yang direkomendasikan</i>	<i>Dukungan Pemerintah</i>
Larangan membuang sampah khususnya di saluran drainase dan sepanjang aliran sungai. Paradigma masyarakat masih harus terus diedukasi untuk tidak menjadikan sungai sebagai tempat sampah besar dan tempat membuang limbah.	Untuk mewujudkan tata kota dengan sungai yang bersih, maka pemerintah daerah selayaknya harus menyediakan fasilitas umum kontainer sampah dalam jumlah yang memadai dan penegakan regulasi tentang sampah. Karena faktanya jumlah fasilitas umum kontainer sampah di Kota Sorong masih sangat kurang sehingga masyarakat menjadi membuang sampah sembarangan, termasuk di sungai [32], [17], [33], [45]
Melibatkan tokoh masyarakat khususnya pimpinan lembaga adat dalam mengedukasi masyarakat baik dalam menjaga kebersihan	Pemberian insentif kepada elemen masyarakat pecinta sungai dan elemen masyarakat adat. Konsepnya bisa

lingkungan dan menjaga fungsi konservasi dari wilayah sungai. Penguatan kembali fungsi komunitas pecinta sungai Kota Sorong yang didirikan pada tahun 2021 dibawah binaan Kementerian PUPR [49], karena setelah dilaunching belum terlihat kiprahnya.

seperti kompensasi ekologis yang telah dilakukan di Cina [36], [57], dan ini sebaiknya difasilitasi serta dibawah tanggungjawab pemerintah daerah. Penguatan kembali Srikandi Sungai Papua Barat yang didirikan pada tahun 2017 dibawah binaan PSW UGM dan Kementerian P3A [54], karena setelah di *launching* belum terlihat kiprahnya

## 6. KESIMPULAN

Dengan memperhatikan hasil analisa karakteristik terhadap 11 DAS di ibu kota Provinsi Papua Barat Daya maka DAS Klagison masuk dalam skala prioritas penanganan karena mempunyai potensi kerawanan bencana paling besar. Perbaikan kawasan hulu DAS Klagison dengan menormalisasi fungsinya sebagai kawasan konservasi dan daerah tangkapan air bagi sungai adalah lebih penting dari yang paling penting untuk kebaikan masyarakat ibu kota Provinsi Papua Barat Daya. Karena DAS Klagison ini alur sungainya melewati fasilitas-fasilitas publik penting dari pemukiman, perkantoran, sekolah, tempat ibadah, dan bermuara di ujung runway bandara serta setiap tahun terjadi bencana banjir di sepanjang aliran sungainya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Asriadi, I. R. Rahim, and A. R. Djamaluddin, "Dampak Akibat Aktifitas Penambangan Pasir di Kota Sorong," J. Inov. Pendidik. dan Sains Univ. Nahdlatul Wathan Mataram, vol. 4, no. 1, 2023.

- [2] A. Farida and F. Rosalina, "Tingkat Bahaya Longsor Di DAS Klagison Kota Sorong Menggunakan Sistem Informasi Geografis," *EcoNews*, 5/1,p.1–6, Mar. 2022.
- [3] A. Farida and I. Irnawati, "Kajian Karakteristik Morfometri Daerah Aliran Sungai Klawoguk Kota Sorong Berbasis Sistem Informasi Geografis," *Median J. Ilmu Ilmu Eksakta*, vol. 12, no. 2, pp. 74–86, 2020.
- [4] A. Farida and M. Dwangga, "Potensi Banjir Bandang Menggunakan Analisis Morfometri Di Daerah Aliran Sungai Klagison Kota Sorong," *ECOTROPHIC J. Ilmu Lingkungan*. (Journal Environ. Sci., 16/1, p.71, 2022.
- [5] A. H. Roy et al., "Impediments and solutions to sustainable, watershed-scale urban stormwater management: lessons from australia and the United States," *Environ. Manage.*, 42, 2008.
- [6] A. H. Salsabila and N. Nurwati, "Deforestasi Dan Migrasi Penduduk Ke Ibu Kota Baru Kalimantan Timur: Peran Sinergis Pemerintah Dan Masyarakat," *Pros. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy.*, 7/1, p. 27, 2020.
- [7] A. Rusdi, N. Nurbia, H. Pristianto, M. A. Butudoka, A. Pamudjianto, and F. Desembardi, "Laju Sedimen Dasar Pada Sungai Klagison Menggunakan Program HEC-RAS," *Konstruksia*, vol. 15, no. 1, p. 47, 2023.
- [8] BPDAS, Guidelines for identifying watershed characteristics of the ministry of forestry. 2013.
- [9] B. P. S. Papua Barat, "Provinsi Papua Barat dalam Angka Tahun 2023," Papua Barat, 2023.
- [10] B. Sanim, *Sumberdaya Air dan Kesejahteraan Pubik (Suatu Tinjauan Teoritis dan Kajian Praktis)*. Bogor: PT. Penerbit IPB Press, 2011.
- [11] B. Shackel, "Design of permeable paving subject to traffic," *Int. Conf. Concr. Block Paving*, pp. 51–60, 2006.
- [12] B. W. Hastanti, "Environmental conditions and socio-cultural characteristics for watershed management (Case study at Dani tribe, Jayawijaya, Papua)," *J. Penelit. Pengelolaan Drh. Aliran Sungai (Journal Watershed Manag. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 111–126, Dec. 2017.
- [13] D. A. P. Baskoro, M. Y. J. Purwanto, and M. Solahudin, "Watershed based model for water allocation," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 542/1, 2020.
- [14] D. Campos-Delgado, C. R. Ramos-Palacios, A. A. Cisneros-Vidales, and M. Algara-Siller, "Possible scenarios for a micro-watershed based on level of urbanization: using flood design to advance ecohydrological principles," *Urban Sci.*, vol. 7, 1, p. 24, 2023.
- [15] D. Dakka, S. Sattu, and M. D. Kalagison, "Kinerja Badan Penanggulangan Bencana Daerah Dalam Kesepsiagaan Penanggulangan Banjir Di Kota Sorong," *J. Faksi Univ. Muhammadiyah Sorong*, vol. 5, no. 2, 2020.
- [16] D. Mardiatno and M. A. Marfai, *Analisis Bencana Untuk Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus Kawasan Hulu DAS Comal)*, 1st ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2015.
- [17] D. N. Baru, R. J. Poluan, and I. L. Moniaga, "Evaluasi Sistem Pengelolaan Persampahan Di Kota Sorong," *J. Spasial Univ. Sam Ratulangi*, vol. 6, no. 2, pp. 521–530, Oct. 2019.
- [18] D. Suprayogo, Widiyanto, K. Hairiah, and I. Nita, *Manajemen Daerah Aliran Sungai (DAS), Tinjauan Hidrologi Akibat Perubahan Tutupan Lahan dalam Pembangunan*

- Google Play Books. Malang: UB Press, 2017.
- [19] E. Riyanto, "Resume Kegiatan Advokasi LSM Yayasan Sorong Peduli Lingkungan," Sorong, 2020.
- [20] F. Bloetscher et al., "Establishing a framework of a watershed-wide screening tool to support the development of watershed-based flood protection plans for low-lying coastal communities," *J. Infrastructure, Policy Dev.*, 5/1, 2021.
- [21] F. Rubel and M. Kottek, "Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification," *Meteorol. Zeitschrift*, vol. 19, no. 2, pp. 135–141, Apr. 2010.
- [22] F. Sagisolo, R. J. Poluan, and E. D. Takumansang, "Ketanggungan Wilayah Distrik Sorong dan Sorong Manoi di Kota Sorong Terhadap Bencana Banjir," *J. Spasial Univ. Sam Ratulangi*, vol. 9, no. 2, 2022.
- [23] H. Avila, G. Amaris, and J. Buelvas, "Identifying potential areas for SUDS application in consolidated urban watersheds based on GIS," in *World Environmental and Water Resources Congress 2016*, ASCE Library, 2016.
- [24] H. Haryanto, "Faktor Pendukung Dan Penghambat Kebijakan Jangka Panjang Pemerintah Kabupaten Kediri Dalam Pembangunan Central Business District," *J. Mediasosian Univ. Kadiri*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [25] H. Pristianto and A. Rusdi, "Evaluasi Pengelolaan DAS dan Wilayah Pesisir di Kota Sorong," in *Seminar Nasional Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai di MPPDAS Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta Volume: III*, Yogyakarta, 2017.
- [26] H. Pristianto and A. Rusdi, "Tinjauan Dampak Lingkungan Akibat Aktifitas Pencucian Pasir di Kelurahan Matalamagi Distrik Sorong Utara Kota Sorong," in *Seminar Nasional Teknologi Terapan VI*, Aceh, 2018.
- [27] H. Pristianto and A. Rusdi, "Tinjauan Kondisi Fisik Perairan Teluk Bandara DEO Kota Sorong," in *Seminar Nasional Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong 2015*, Sorong, 2015.
- [28] H. Pristianto, S. Suhardjono, and E. Suhartanto, "Comparison of infiltration model performance based on basic infiltration rate for small watersheds in Papua region , Indonesia" in *5th International Conference of Water Resources Development and Environmental Protection*, Malang, 2024, p. 012003.
- [29] H. Pristianto, Suhardjono, M. Bisri, and E. Suhartanto, "IMPROVING INFILTRATION MODELING FOR PAPUA'S SMALL WATERSHED BY USING RSTUDIO SOFTWARE ANALYSIS," *GEOMATE J.*, vol. 26, no. 115, pp. 44–52, Mar. 2024.
- [30] H. Pristianto, S. Suhardjono, M. Bisri, and E. Suhartanto, "Soil Textures-Based Evaluation of Horton and Philip's Infiltration Models for Equatorial Small Watersheds," *J. Ecol. Eng.*, vol. 25, no. 2, p. 103–114, Feb. 2024.
- [31] I. Irnawati, M. Dwangga, and M. F. Hasa, "Sosialisasi Peran Hutan dan Lingkungan dalam Penanggulangan Banjir di Kota Sorong," *Abdimas Papua J. Community Serv.*, 5/1, p. 26–33, 2023.
- [32] Irawati and M. F. Ariyanto, "Faktor yang Berhubungan dengan Perilaku Masyarakat Membuang Sampah Rumah Tangga di Kanal Viktori Kota Sorong," *J. Penelit. Kesehat. "SUARA FORIKES" (Journal Heal. Res. "Forikes Voice")*, 12/3, p. 349–353, 2021.
- [33] J. I. T. Nafurbenan, A. Malik, and J. Mandey, "Evaluasi Sistem Pengelolaan Persampahan Di Kabupaten Sorong (Studi Kasus

- Distrik Aimas),” *J. Spasial Univ. Sam Ratulangi*, vol. 9, no. 2, pp. 187–196, 2022.
- [34] J. Mayor, F. Warouw, and H. Karongkong, “Ketangguhan Wilayah Kota Sorong Dalam Menghadapi Bencana Banjir,” *Sabua J. Lingkung. Binaan dan Arsit. Univ. Sam Ratulangi*, vol. 11, no. 2, 2022.
- [35] J. R. Landon, *Booker tropical soil manual. A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics*. New York, USA: Longman Scientific & Technical Group, 1991.
- [36] L. Cao, Z. Fengi, and W. Meng, “Study on the ecological compensation mechanism of a watershed based on an urban agglomeration by using the Yangtze River basin as an example,” *Acta Ecol. Sin.*, vol. 39, no. 1, 2019.
- [37] M. Moses and L. Achmady, “Pendekatan Pemekaran Wilayah, Prinsip Dan Filosofinya Untuk Tanah Papua,” *J. Din. Univ. Sains dan Teknol. Jayapura*, 17/1, pp. 60–80, 2020.
- [38] N. Dunnett and A. Clayden, *Rain gardens-Managing water sustainably in the garden and designed landscape*. Portland, Oregon 97204-3527, U.S.A: Timber Press, 2022.
- [39] P. R. Indonesia, *UU Nomor 29 Tahun 2022*. 2022.
- [40] P. T. Juwono and A. Subagiyo, *Integrasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dengan Wilayah Pesisir - Google Play Books*. Malang: UB Press, 2019.
- [41] Q. Malawat and H. Pristianto, “Dampak Aktifitas Masyarakat Kota Sorong Terhadap Tingkat Pencemaran Air Sungai Remu,” *Repos. Tugas Akhir di Perpust.*, 2009.
- [42] R. K. R. Hammar, “Proses dan Bentuk Penataan Ruang Masyarakat Hukum Adat Arfak Papua Barat dalam Perspektif Penataan Ruang Nasional,” *Lex Publica, J. Ilmu Huk. Asos. Pimpinan Perguru. Tinggi Huk. Indones.*,v.6, no.1,pp.41–51, Jan. 2019.
- [43] R. Siburian, “Akses dan Pengelolaan Sumber Daya Hutan Berbasis Kearifan Lokal pada Masyarakat di Kabupaten Manokwari,” *J. Masy. dan Budaya*, vol. 20, no. 3, 2018.
- [44] S. Atmaja and A. Azikin, “Analisa Peran Pemerintah Daerah Dalam Penanggulangan Dampak Pembangunan Kota Baru dan Perubahan Sosial di Kabupaten Tangerang Provinsi Banten,” *J. Ilm. Wahana Bhakti Praja*, 9/2, 2019.
- [45] S. Basna, “Identifikasi Pengelolaan Sampah Distrik Sorong Manoi Kota Sorong,” *Repos. Univ. Papua Manokwari*, Jun. 2017.
- [46] S. B. Sarte and M. Terrell, “A watershed-based approach to low impact development,” in *International Low Impact Development Conference 2008*, ASCE Library, 2008.
- [47] S. Cascone, “Green Roof Design: State of the Art on Technology and Materials,” *Sustain.* 2019, Vol. 11, Page 3020, vol.11,no. 11, p. 3020, May 2019.
- [48] S. M. Arief, R. H. S. Siburian, and W. Wahyudi, “Tingkat Kerentanan Banjir Kota Sorong Papua Barat,” *Median Univ. Muhammadiyah Sorong*, v.11, no. 2, 2019.
- [49] Sorongnews, “Pembinaan Kemitraan Perguruan Tinggi Dengan Komunitas Pecinta Sungai - Sorong News,” *Liputan Berita Pendidikan pada website resmi portal berita online Sorongnews.com*.
- [50] Suradi et al., *Peranan Kawasan Siaga Bencana dalam Meningkatkan Kesiapsiagaan Masyarakat Menghadapi Bencana Alam - Google Play Books*. Jakarta: Puslitbangkesos



- Kementerian Sosial RI Bekerjasama dengan P3KS Press, 2021.
- [51] T. O. Randhir and S. Raposa, "Urbanization and watershed sustainability: Collaborative simulation modeling of future development states," *J. Hydrol.*, vol. 519, 2014.
- [52] T. Rukmana et al., *Metode Penelitian Kualitatif* - Google Play Books. Batam: Cv. Rei Media Grafika Batam, 2022.
- [53] U. Andawayanti, *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terintegrasi* - Google Play Books. UB Press, 2019.
- [54] UGM, "Srikandi Sungai Papua Barat Resmi Diluncurkan - Universitas Gadjah Mada," *Liputan/Berita pada Website Resmi UGM*.
- [55] V. M. Ponce, "EH, Chap. 03, reading, hydrologic measurements, engineering hydrology, principles and practices, second edition," San Diego State University.
- [56] Y. Rahayu, "Analisis Konsep Green Roof Dan Permodelan Desain Sederhana," *Vitr. J. Arsit. Bangunan dan Lingkung.*, vol. 10, no.1,p.53, 2020.
- [57] Z. Lu, X. Wu, S. Zhang, J. Li, F. Cai, and R. Xu, "A study of ecological compensation in watersheds based on the three-way decisions theory," *J. Clean. Prod.*, vol. 368, no. 25, 2022.