

## KAJIAN EFEKTIVITAS SUMUR RESAPAN DI KECAMATAN DENPASAR BARAT

Tri Hayatining Pamungkas<sup>1,\*</sup>, Ida Bagus Weda Erlangga<sup>1</sup>, Kadek Budhi Warsana<sup>1</sup>,  
Putu Doddy Heka Ardana<sup>1</sup>, I Ketut Soriarta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ngurah Rai, Denpasar, Bali, Indonesia

\*Corresponding authors: [tri.hayatining@unr.ac.id](mailto:tri.hayatining@unr.ac.id)

Submitted: 9 September 2022, Revised: 21 January 2023, Accepted: 27 January 2023

**ABSTRACT:** West Denpasar District is a densely populated area with 206,958 people. One of the environmental problems that occur is the frequent occurrence of floods due to the increase in residential areas. One way to overcome this is to build infiltration wells to reduce flood risk, reducing flood volume and discharge. The methods used are descriptive and quantitative. The analysis is carried out by describing the conditions of the study site, then continues with mapping analysis, hydrological analysis, infiltration well analysis, and effectiveness analysis. The analysis results stated that the peak discharge of the 50-year-old flood at the study site was 268.90 m<sup>3</sup>/sec. Furthermore, the results of the planning analysis of the application of infiltration wells carried out in the West Denpasar District area, which is included in the Badung River Basin, can reduce flood discharge up to 41.25%, and for flood runoff, volumes up to 51.38%. Based on these results, it can be interpreted that infiltration wells have a role in reducing the risk of flood disasters in the West Denpasar District.

**KEYWORDS:** conservation; flood; groundwater; infiltration wells; mapping.

**ABSTRAK:** Kecamatan Denpasar Barat merupakan daerah padat penduduk dengan jumlah 206,958 jiwa. Salah satu masalah lingkungan yang terjadi adalah sering terjadinya banjir akibat bertambahnya daerah pemukiman. Salah satu cara penanggulangannya adalah dengan membangun sumur resapan sebagai usaha untuk mengurangi risiko banjir baik dalam hal penurunan volume banjir dan debit banjir. Metode yang digunakan adalah deskriptif dan kuantitatif, analisis yang dilakukan melalui cara mendeskripsikan kondisi lokasi studi kemudian dilanjutkan dengan analisis pemetaan, analisis hidrologi, analisis sumur resapan, dan yang terakhir adalah analisis efektivitas. Hasil analisis menyebutkan bahwa debit puncak banjir kala ulang 50 tahun di lokasi studi adalah 268.90 m<sup>3</sup>/detik. Selanjutnya, hasil analisis perencanaan penerapan sumur resapan yang dilakukan pada wilayah Kecamatan Denpasar Barat yang masuk dalam Daerah Aliran Sungai Badung dapat menurunkan debit banjir sampai dengan 41.25%, dan untuk volume limpasan banjir sampai 51.38%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diartikan bahwa sumur resapan memiliki peran dalam upaya penurunan risiko bencana banjir di Kecamatan Denpasar Barat.

**KATA KUNCI:** konservasi; banjir; air tanah; sumur resapan; pemetaan.

© The Author(s) 2020. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

### 1 PENDAHULUAN

Air tanah merupakan air yang berada dalam lapisan tanah atau batuan dibawahnya. Air tanah adalah komponen dari siklus hidrologi, dimana perjalanan air tanah pada kondisi geologi tertentu akan memerlukan waktu bahkan sampai ribuan tahun lamanya (Walikota Denpasar, 2014). Ketika air tanah diambil dan dipergunakan dengan menerus maka akan mengalami penurunan muka air tanah bahkan menyebabkan kelangkaan. Mengingat akan peraturan yang berlaku dimana terdapat pada Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 yang menerangkan Sumber Daya Air (SDA), kemudian diperjelas lagi melalui peraturan Kota Denpasar Nomor 6 Tahun 2014 terkait dengan hal Pengelolaan Air Tanah, bahwa dikhawatirkan akan terjadinya eksploitasi air tanah secara berlebihan sehingga diperlukan adanya konservasi air tanah

(Presiden Republik Indonesia, 2019; Walikota Denpasar, 2014). Konservasi Air Tanah merupakan usaha untuk menjaga ketahanan dan ketersediaan dari air tanah berupa kuantitas dan kualitas sehingga menjamin kelestarian alam dan lingkungan disekitarnya. Dapat dikatakan bahwa kegiatan konservasi air tanah akan menjadikan zona konservasi pada wilayah tertentu menjadi aman, hal ini juga didasarkan pada kondisi wilayah Kota Denpasar yang mengacu pada Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2014 Pasal 15 bahwa diperlukan penyelidikan air tanah dalam mengetahui perubahan kualitas, dampak lingkungan, dan kuantitas akibat dari pemanfaatan dan pengambilan air tanah dan atau perubahan lingkungan untuk menjamin keberhasilan konservasi air tanah (Walikota Denpasar, 2014). Sehingga sangat diperlukan upaya dalam melakukan konservasi air

tanah yang salah satunya dapat dilakukan dengan Pemanfaatan Air Hujan, hal ini juga mengacu pada Perwali Denpasar Nomor 18 Tahun 2010 Mengenai Pemanfaatan Air Hujan (Walikota Denpasar, 2010). Pemanfaatan Air Hujan jika dihubungkan dengan konservasi air tanah dapat dilakukan dengan menggunakan metode sumur resapan (Pamungkas et al., 2022; Putri et al., 2022). Adanya sumur resapan selain sebagai peningkat kapasitas infiltrasi air tanah, juga dapat mengurangi limpasan permukaan akibat hujan, hal ini terkait dengan volume dan debit banjir yang direduksi saat ada penerapan sumur resapan. Berdasarkan hal tersebut, berdasarkan hasil penelitian sebelumnya sumur resapan dapat diartikan sebagai salah satu cara meminimalisir dampak kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh banjir (Mulyono et al., 2021; Pattiruhu et al., 2019).

Dalam konteks banjir, kepadatan penduduk perkotaan mengakibatkan berubahnya tutupan lahan, menjadi kedap air, hal ini berisiko banjir. Kepadatan penduduk yang tidak teratur juga berdampak buruk, seperti kerugian pada fasilitas kota yang diakibatkan oleh rusaknya infrastruktur (Pariartha, 2012). Kecamatan Denpasar Barat merupakan salah satu dari Kota Denpasar yang mengalami perkembangan pembangunan yang signifikan setiap tahunnya. Pesatnya laju pembangunan menyebabkan bertambah padatnya penduduk di Kecamatan Denpasar Barat. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwa luas wilayah Kecamatan Denpasar Barat sebesar 24.06 Ha yaitu 18.83% dari luas Kota Denpasar. Tataguna lahannya sekitar 9% berupa persawahan dan 91% lainnya bukan sawah. Sedangkan, penduduk di Kecamatan Denpasar Barat pada tahun 2020 sebesar 206.958 jiwa dengan tingkat pertumbuhan penduduk 2010-2020 tertinggi terdapat pada Desa Dauh Puri Kangin sebesar 0.23 (BPS Kota Denpasar, 2021). Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Denpasar 2021, mengatakan bahwa beberapa wilayah yang terendam banjir antara lain di Jalan Pulau Misol, Jalan Raya Sesehan Utara, Jalan Paku Sari, SD 12 Dauh Puri dan juga berdampak pada daerah perumahan yang ramai penghuninya dan sangat sedikit terdapat area untuk peresapan air tanah. Apabila dilihat dari letak fisiografis secara khusus di kecamatan Denpasar Barat kondisinya yang datar dan terdapat daerah cekung. Kelurahan Padangsambian, Denpasar Barat, merupakan wilayah yang mengalami dampak terparah karena tidak hanya merendam perumahan warga, banjir juga menghancurkan sejumlah bangunan warga di kawasan tersebut (Wisnawa et al., 2021).

Untuk dapat mengurangi dampak kejadian banjir di Kecamatan Denpasar Barat perlu dilakukan pengurangan debit dan volume limpasan akibat hujan. Cara yang digunakan tentunya disesuaikan dengan kondisi perkotaan dengan lahan yang terbatas, salah satu cara atau usaha pemerintah adalah dengan memanfaatkan air hujan dengan ketentuan yang

dituang dalam Perwali Walikota Denpasar No 18 Tahun 2010. Dimana peraturan ini mengatur tentang pemanfaatan air hujan yang bertujuan untuk mengurangi debit banjir salah satunya sumur resapan, sumur resapan juga berpengaruh dalam memperbesar resapan pada daerah aliran sungai. (Januriyadi et al., 2019). Selain itu, beberapa penelitian sebelumnya juga merekomendasikan mengenai penerapan sumur resapan, seperti yang diterapkan pada daerah penelitian Kota Ambon dan Bogor yang secara umum hasil yang didapat menyebutkan bahwa sumur resapan dapat mereduksi debit dan volume banjir yang diukur pada beberapa kala ulang banjir (Pattiruhu et al., 2019; Putri et al., 2022). Dari penelitian sebelumnya disebutkan dalam merencanakan sumur resapan masih berbasis wilayah. Namun, di dalam penelitian ini perencanaan sumur resapan akan direncanakan berlandaskan batas DAS di wilayah Kecamatan Denpasar Barat. Hal ini dimaksudkan agar hasil dari reduksi banjir (volume dan debit) nantinya lebih akurat karena direncanakan berdasarkan wilayah dengan daerah aliran sungai yang sama (Sallata et al., 2018).

Pada perencanaan sumur resapan beberapa informasi geospasial turut berperan sebagai faktor pendukung penyelesaian analisis, sehingga peta yang berkaitan sangat diperlukan. Peta-peta yang berkaitan dengan ruang harus berupa peta-peta georeferensi yang dapat dibantu analisisnya dengan menggunakan teknik sistem informasi geografis (Lucky, 2020). Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) akan maksimal dengan adanya keberadaan data dan informasi yang kemudian diolah sehingga data tersebut menjadi informasi wilayah yang diperlukan terutama dalam hal pemetaan. Berlandaskan dari latar belakang penjelasan tersebut diperlukan penelitian terkait dengan efektivitas penerapan sumur resapan, dengan tujuan sebagai salah satu usaha untuk mengurangi risiko banjir yang sering terjadi di Kecamatan Denpasar Barat baik dalam hal penurunan volume banjir dan debit banjir.

## 2 METODOLOGI

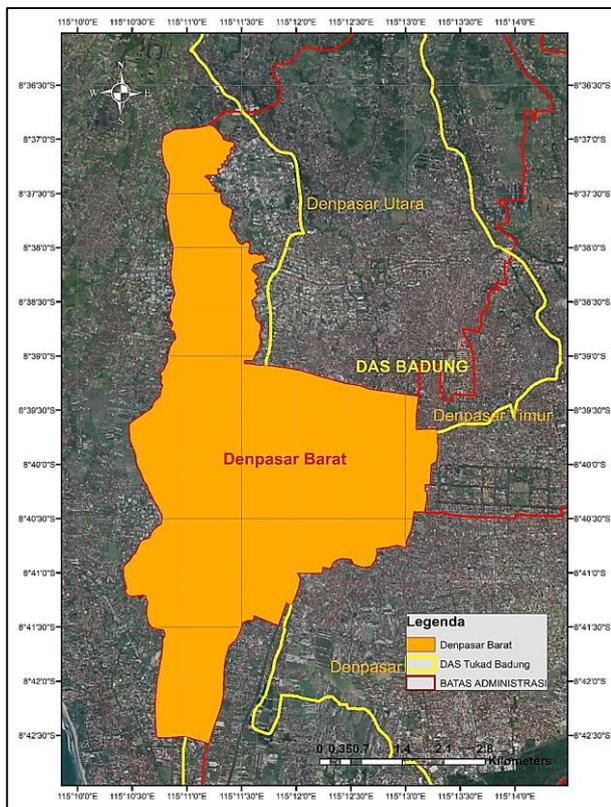
### 2.1 Lokasi Penelitian

Kajian ini dilakukan di wilayah Kecamatan Denpasar Barat yang masuk dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Badung (Gambar 1). DAS Badung mempunyai luas 54.95 km<sup>2</sup> dan 19.6 km untuk panjang sungainya. Adapun jenis sungainya adalah perennial yang berarti aliran dasar berasal dari air tanah (Pamungkas et al., 2022).

### 2.2 Data Penelitian

Kajian pada penelitian ini menggunakan data sekunder. Adapun data yang diperlukan untuk analisis pemetaan berbasis SIG merupakan data yang didapatkan melalui web Badan Informasi Geospasial (BIG), untuk kebutuhan analisis hidrologi diperoleh

dari BWS Bali-Penida, sedangkan data pelengkap parameter analisis sumur resapan yaitu terkait dengan klasifikasi tanah didapat dari hasil penelitian sebelumnya yang di laksanakan di Kota Denpasar.



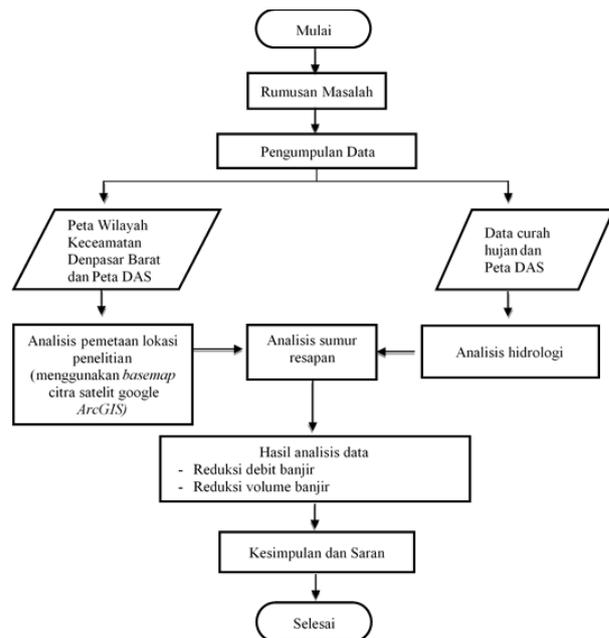
Gambar 1. Lokasi Penelitian

### 2.3 Metode Penelitian

Tahapan pada penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yakni analisis pemetaan berbasis SIG, analisis hidrologi, dan analisis sumur resapan. Metode deskriptif kuantitatif diterapkan pada penelitian ini. Analisis dilakukan untuk menghitung dan mendeskripsikan efektivitas sumur resapan dalam mengurangi risiko banjir yang terjadi di Kecamatan Denpasar Barat. Alur penelitian tersusun secara terstruktur dan terintegrasi sesuai dengan rancangan atau tahapan penelitian yang dituangkan di Gambar 2.

#### 2.3.1 Analisis Pemetaan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)

Analisis pemetaan digunakan untuk mendeskripsikan lokasi studi, tutupan lahan, dan penentuan luas pengaruh hujan wilayah. ArcGIS merupakan aplikasi rancangan *Environment Science and Research Institute* pada tahun 2000 yang terbentuk dari paduan kompilasi fungsi *software* SIG yang berbeda seperti GIS lainnya (Ariwibowo & Irawadi, 2018). Berdasarkan *Forest Watch Indonesia, geoprocessing* pada aplikasi *arcgis* terdapat beberapa fungsi dalam analisis antara lain; *overlay, Dissolve, Spatial Join* atau *Assign Data By Location, Clip, Intersect, Merge* dan *Union* (Santoso et al., 2017).



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini untuk analisis pemetaan didasarkan pada data sekunder yang sudah tersedia dalam Geoportall dengan dibantu proses analisisnya di dalam *software ArcGIS*. Menurut ketentuan Peraturan Presiden Nomor 9 Tahun 2016 tentang Percepatan Implementasi Kebijakan Satu Peta pada Tingkat Akurasi Peta Skala 1:50.000, data geoportall merupakan produk dari operasional Kebijakan Satu Peta (KSP) (BIG, 2018; Presiden Republik Indonesia, 2016). Jaringan Informasi Geospasial Nasional (JIGN) yang memiliki 85 (delapan puluh lima) peta tematik sebagai konsekuensi dari percepatan upaya Implementasi KSP menyediakan tempat untuk berbagi data dan informasi geospasial melalui Geoportall KSP. JIGN dapat diakses di <http://tanahair.indonesia.go.id>, dan karena KSP Geoportall adalah komponen dari Ina-Geoportall, JIGN dapat dihubungi di alamat <http://portalksp.ina-sdi.or.id> (BIG, 2018). Hal ini didukung oleh Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2018 tentang Kewenangan Berbagi Data dan Informasi Geospasial Melalui Jaringan Informasi Geospasial Nasional mengatur kegiatan berbagi data (BIG, 2018; Presiden Republik Indonesia, 2018).

#### 2.3.2 Analisis pemetaan lokasi studi dan tutupan lahan

Analisis ini memerlukan peta administrasi, peta tutupan lahan, peta DAS Badung dalam format *.shp* dan juga didukung menggunakan *basemap* citra satelit *google* yang dapat diakses secara *online* pada menu *ArcGIS*. Analisis pemetaan yang digunakan dalam menentukan lokasi studi adalah *clip*. *Clip* merupakan analisis spasial yang bertujuan membatasi atau memotong tematik yang lain. Adapun caranya adalah memasukkan citra yang akan dipotong (batas administrasi Kecamatan Denpasar Barat dan *shapefile*

yang menjadi batas (batas DAS Badung) (Emelyana et al., 2017). Selanjutnya, setelah penentuan lokasi studi, dilanjutkan pemetaan tutupan lahan dengan data tambahan untuk analisis yaitu peta tutupan lahan berupa pemukiman yang di dapat dari sumber data sekunder Geoportal (Marthalina, 2018; Prasetyawati, 2021) dan juga dilengkapi dengan *basemap* citra satelit *google* yang secara *online* telah disediakan pada menu *ArcGIS*. Kemudian analisis ini selain menggunakan langkah pembuatan *polygon* dan *clip* juga dilakukan proses pemetaan data menggunakan menu *Overlay*. *Overlay* merupakan sistem yang informasinya berbentuk grafis yang dibentuk dari gabungan beberapa peta individu (atau dapat disebut memiliki informasi/ *database* yang spesifik), minimal dilakukan menggunakan 2 jenis peta (Rachmah et al., 2018) yang di dalam penelitian ini 2 jenis peta yang dimaksud adalah peta lokasi studi dan peta tutupan lahan.

**2.3.3 Analisis luas pengaruh hujan wilayah**

Analisis ini memerlukan peta DAS Badung, metode yang digunakan dalam menu ArGIS yaitu Polygon Thiessen. Cara ini merupakan metode untuk menentukan proporsi luasan daerah pengaruh stasiun hujan (Ajr & Dwirani, 2019). Hal ini juga didasarkan bahwa metode ini adalah yang paling baik, karena perhitungan bobot setiap stasiun sebanding dengan luas daerah yang diwakilinya (Al-Timimi et al., 2020).

Langkah-langkah perhitungan Metode Poligon Thiessen (Ajr & Dwirani, 2019):

1. Pengambilan data titik stasiun hujan di wilayah lokasi studi.
2. Data diolah dengan pendekatan melalui *google earth* dan dipresisikan terhadap *maps*.
3. Kemudian data diolah dengan aplikasi ArcGIS sehingga didapatkan luasan area dengan menu *tools polygon* yang sudah tersedia.

**2.3.4 Analisis Hidrologi**

Dalam analisis hidrologi terdapat perhitungan berdasarkan curah hujan dengan peta DAS, yang mana agar mendapat data hujan dan debit banjir rencana maka digunakan metode *Polygon Thiessen* untuk analisis curah hujan kawasan sebagai berikut (Triatmodjo, 2008):

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + \dots + A_n.d_n}{A} \dots\dots\dots (1)$$

A merupakan luas kawasan, d menandakan tinggi curah hujan rerata pada area; d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, ..., d<sub>n</sub> merupakan tinggi curah hujan pada masing-masing pos 1, 2 ... n dan A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, ..., A<sub>n</sub> menandakan luas area pengaruh pos 1, 2, 3, n.

Metode *Mononobe* digunakan untuk menganalisis curah hujan rencana, yaitu sebagai berikut:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2)$$

Metode *HSS Nakayasu* digunakan untuk menganalisis Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3 sampai dengan Persamaan 6 sebagai berikut (Triatmodjo, 2008):

Time lag (Tg) dan Waktu Puncak (Tp)

$$T_g = 0.04 \times 0.05L \dots\dots\dots (3)$$

$$T_g = 0.21 L^{0.7} \dots\dots\dots (4)$$

$$T_p = T_g + t_r \dots\dots\dots (5)$$

$$T_r = 0.5 T_g \text{ sampai } T_g \dots\dots\dots (6)$$

Tp adalah *peak time* (jam), Tg adalah *time lag* yaitu waktu terjadi hujan hingga terjadi debit puncak (jam), Tr adalah satuan waktu curah hujan (jam), dan L adalah panjang aliran sungai (km).

Debit puncak dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q_p = \frac{A \cdot R_e}{3.6(0.3T_p + T_{0.3})} \dots\dots\dots (7)$$

Qp merupakan debit puncak banjir (m<sup>3</sup>/det); Re merupakan hujan efektif satuan (1 mm); Tp adalah waktu yang dihitung dari hujan dimulai sampai dengan puncak banjir (jam); A adalah luas permukaan daerah pengaliran sampai dengan outlet (km); T0.3 adalah waktu penurunan debit, dari puncak sampai 30% (T0.3=α Tp); α adalah parameter hidrograf, dimana; α adalah 2.0 pada daerah pengaliran biasa; α adalah 1.5 pada bagian naik hidrograf lambat dan turun cepat; α adalah 3.0 pada bagian naik hidrograf cepat dan turun lambat.

Persamaan bentuk dasar hidrograf satuan ketika kurva naik maka dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q(t) = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2.4} \dots\dots\dots (8)$$

Q(t) adalah limpasan sebelum mencari debit puncak (m<sup>3</sup>) dan t adalah waktu (jam).

Ketika kurva turun maka dihitung menggunakan persamaan 9 sampai dengan persamaan 11 dengan berurutan sebagai berikut:

Selang nilai:  $T_p < t \leq (T_p + T_{0.3})$

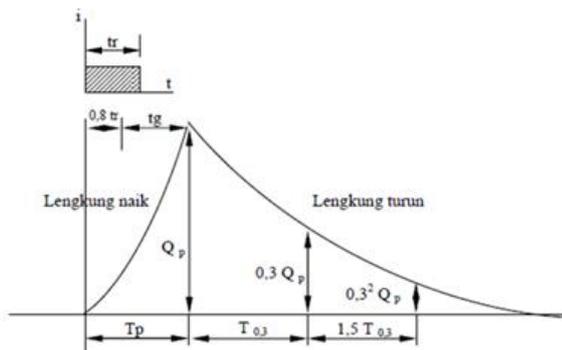
$$Q(t) = Q_p \cdot 0.3 \left( \frac{t - T_p}{T_{0.3}} \right) \dots\dots\dots (9)$$

Selang nilai:  $(T_p + T_{0.3}) \leq t \leq (T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3})$

$$Q(t) = Q_p \cdot 0.3 \left( \frac{t - T_p + 0.5T_{0.3}}{1.5T_{0.3}} \right) \dots\dots\dots (10)$$

Selang nilai:  $t > (T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3})$

$$Q(t) = Q_p \cdot 0.3 \left( \frac{t - T_p + 0.5T_{0.3}}{2 \cdot T_{0.3}} \right) \dots\dots\dots (11)$$



**Gambar 3.** Hidrograf Satuan Sintesis Metode Nakayasu (Triatmodjo, 2008)

**2.3.5 Analisis Sumur Resapan**

Di dalam SNI 03-2453-2002 dijelaskan bahwa sumur resapan sebagai prasarana untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah (BSN, 2002). Sumur resapan mempunyai fungsi untuk mencegah turunnya tanah, meminimalisir intrusi air laut ke daratan bertambah luas, dan tentunya menambah potensi keberadaan air tanah (Duppa, 2017).

Jenis dan bentuk sumur resapan dapat berupa silinder ataupun segiempat dengan dalam ditentukan dan posisinya harus diatas muka air tanah. Jenis sumur resapan sebagai berikut (BSN, 2002):

Hal tentang sumur resapan terdapat pada SNI No: 03-2453-2002 yang menjelaskan terkait dengan Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan. Dimana dijelaskan bagaimana penerapan pada lahan pekarangan untuk alur perencanaan sumur resapan air hujan, yang mana terdapat perhitungan dan penentuan sumur resapan, syarat umum maupun teknis tentang batas muka level air tanah, nilai permeabilitas tanah dan jarak pada bangunan (BSN, 2002), dijelaskan juga dimana air hujan ini akan ditampung dan diresapkan kedalam sumur resapan dari bidang tadah dan dengan periode ulang 5 tahunan untuk tinggi hujan harian rata-rata yang dipakai serta estimasi waktu penampungan dalam satu hari.

Dalam penelitian ini yang akan dianalisis adalah perencanaan sumur resapan air hujan pada lahan pekarangan seperti yang telah dijelaskan pada peraturan tersebut.

Volume andil banjir dihitung dengan persamaan sebagai berikut (BSN, 2002):

$$V_{ab} = 0.855 \cdot C_{tadah} \cdot A_{tadah} \cdot R \dots\dots\dots (12)$$

R adalah tinggi hujan rerata harian (L/m<sup>2</sup>/hari); A<sub>tadah</sub> adalah luas permukaan tadah (m<sup>2</sup>); C<sub>tadah</sub> adalah koefisien limpasan bidang tadah (tanpa satuan) dan V<sub>ab</sub> merupakan volume andil banjir yang dapat ditampung (m<sup>3</sup>).

Untuk menghitung volume andil hujan yang meresap dapat menggunakan persamaan berikut:

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{R} \cdot A_{total} \cdot K \dots\dots\dots (13)$$

K adalah koefisien permeabilitas tanah (m/hari), A<sub>total</sub> adalah luas dinding sumur ditambah alas (m<sup>2</sup>), R adalah tinggi hujan rerata harian (L/m<sup>2</sup>/hari), t<sub>e</sub> adalah durasi hujan efektif (jam) = 0.9 · R<sub>0.92</sub>/60 (jam), dan V<sub>rsp</sub> adalah volume air hujan yang dapat meresap (m<sup>3</sup>).

Pertama yang dilakukan adalah menghitung H<sub>total</sub> menggunakan persamaan berikut untuk menentukan jumlah sumur resapan air hujan, yaitu:

$$H_{total} = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{A_h} \dots\dots\dots (14)$$

$$n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}} \dots\dots\dots (15)$$

H<sub>rencana</sub> mendeskripsikan kedalaman yang direncanakan < kedalaman air tanah (m), H<sub>total</sub> yaitu menerangkan kedalaman total sumur resapan (m), dan n merupakan jumlah dari sumur resapan (buah)

Pada penelitian ini H<sub>rencana</sub> dan diameter sumur berdasarkan peraturan yang berlaku dijelaskan bahwa nilai H = 200 cm dan D = 100 cm (BSN, 2002).

Metode Zangar digunakan untuk menghitung laju infiltrasi dari sumur resapan dengan menggunakan Persamaan 16 sebagai berikut:

$$Q = \frac{2\pi K L_w^2}{\ln\left(\frac{2L_w}{r_w}\right) - 1} \dots\dots\dots (16)$$

r<sub>w</sub> adalah jari-jari sumur resapan (m); L<sub>w</sub> adalah dalamnya sumur resapan (m); K merupakan hydraulic conductivity (mm/jam) dan Q adalah laju infiltrasi sumur resapan (m<sup>3</sup>/s).

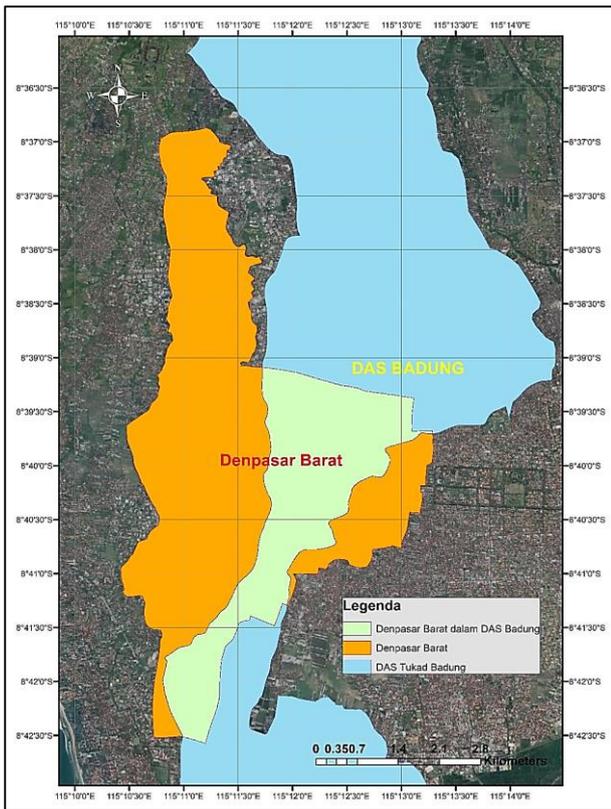
Terdapat 2 parameter yang belum ditentukan pada SNI No: 03-2453-2002 karena terkait dengan kondisi setiap wilayah, yaitu tentang penentuan konduktifitas tanah dan koefisien runoff. Sehingga, untuk penentuan konduktivitas tanah pada penelitian ini akan didasarkan pada Peraturan Walikota Denpasar No. 18 Tahun 2010. Sedangkan untuk penentuan angka koefisien runoff akan disesuaikan berdasarkan tata cara perhitungan debit banjir rencana sesuai dengan SNI 2415 2016 (BSN, 2016).

**3 HASIL DAN PEMBAHASAN**

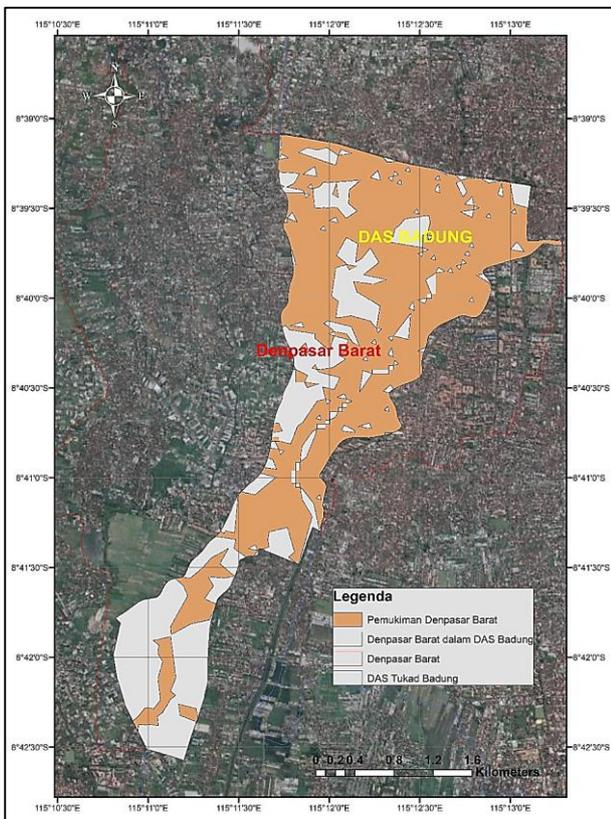
**3.1 Analisis pemetaan berbasis SIG**

Hasil analisis pemetaan yang pertama adalah terkait dengan penentuan lokasi penelitian yang merupakan hasil dari proses pemetaan batas DAS Badung dengan luas 54.95 km<sup>2</sup> yang masuk dalam wilayah Denpasar Barat dengan luas 24.06 km<sup>2</sup>, sehingga didapat batas DAS pada wilayah studi, seperti Gambar 4.

Setelah dilakukan pemetaan administrasi dan DAS, dengan hasil teridentifikasinya lokasi studi yaitu wilayah Denpasar Barat yang masuk dalam DAS Badung. Hasil dari pemetaan tersebut dilanjutkan dengan analisis tutupan lahan pemukiman dengan berbasis peta citra satelit seperti pada Gambar 5.



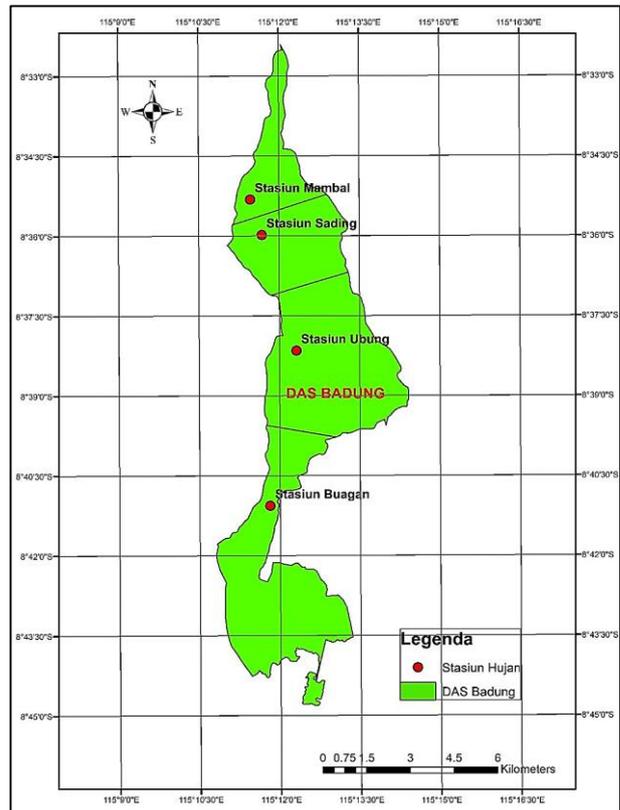
Gambar 4. Peta Administrasi Denpasar Barat dalam DAS Badung



Gambar 5. Hasil Peta Luas Tutupan Lahan Pemukiman Lokasi Studi

Hasil dari pemetaan mendapatkan data luas tutupan lahan pemukiman lokasi studi sebesar 5.212 km<sup>2</sup>, yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam menganalisis sumur resapan.

Proses pemetaan selanjutnya adalah terkait dengan luas pengaruh hujan pada setiap stasiun (sta), yang terdiri atas sta. Mambal, sta. Sading, sta. Ubung, dan sta. Buagan. Hasil dari proses dengan polygon thiesen adalah sebagai berikut dengan *software ArcGIS*.



Gambar 6. Pembagian Wilayah dengan Metode Poligon Thiessen

### 3.2 Analisis Hidrologi

Hasil analisis hidrologi pertama yang dilakukan adalah menggunakan metode *Polygon Thiessen* untuk menghitung curah hujan kawasan, berikut adalah hasil hitung analisis dari pemetaan daerah pengaruh setiap stasiun hujan (Tabel 1).

Mengacu dari hasil analisis di atas, analisis selanjutnya adalah perhitungan hujan rencana. Perhitungan hujan rencana diawali dengan pemilihan metode distribusi (Tabel 2).

Selanjutnya, metode *Log Person III* digunakan untuk menganalisis hujan rencana. Tabel 3 menunjukkan hasil dari analisis curah hujan rencana.

Curah hujan rencana yang telah dianalisis seperti hasil tabel di atas, akan dipergunakan untuk dasar hitung untuk perencanaan sumur resapan yang mengacu berdasarkan SNI 03-2453-2002 yaitu menggunakan hujan rencana kala ulang 5 tahun.

Sedangkan, untuk perhitungan debit banjir, menggunakan dasar hujan rencana 50 tahun sesuai dengan yang dijelaskan pada SNI 2415 2016.

**Tabel 1.** Luas Pengaruh Setiap Stasiun Curah Hujan

No	Stasiun	Luas poligon Thiessen (km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
1	Pos Desa Ubung, Kec. Denpasar Utara, Kab. Denpasar	19.584	36%
2	Pos Desa Sading, Kec. Abiansemal, Kab. Badung	9.517	17%
3	Pos Desa Mambal, Kec. Abiansemal, Kab. Badung	6.628	12%
4	Pos Desa Buagan, Kec. Denpasar Selatan, Kab. Denpasar	19.223	35%
Total		54.951	100%

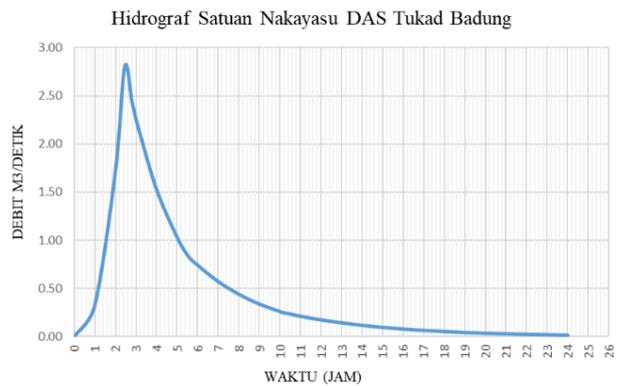
**Tabel 2.** Pemilihan Jenis Distribusi Analisis Hujan Rencana

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitung	Keterangan
1	Metode Normal	Cs = 0 Ck = 3	Cs = 0.28 Ck = -1.86	Tidak Mendekati
2	Metode Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> + 3Cv Ck = Cv <sup>8</sup> + Cv <sup>6</sup> + Cv <sup>4</sup> + Cv <sup>2</sup> + 3	Cs = 0.28 Ck = -1.86	Tidak Mendekati
3	Metode Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4	Cs = 0.28 Ck = -1.86	Tidak Mendekati
4	Metode Log Pearson III	Selain Nilai di Atas	Cs = 0.28 Ck = -1.86	Mendekati

**Tabel 3.** Curah Hujan Rencana

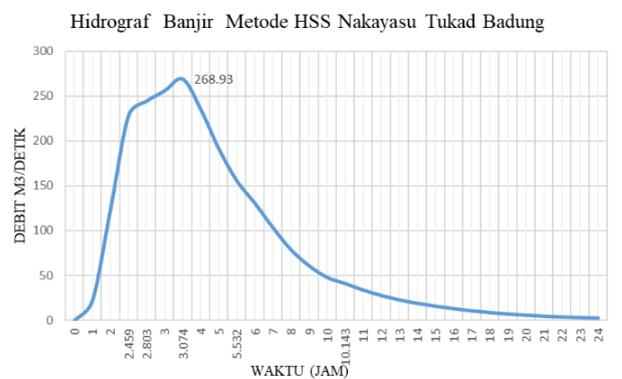
T (tahun)	P (%)	K <sub>t</sub>	Y <sub>t</sub>	R <sub>t</sub> (mm)
2	50.0	-0.022	1.987	97.034
5	80.0	0.834	2.094	124.023
10	90.0	1.295	2.151	141.533
25	96.0	1.795	2.213	163.350
50	98.0	2.123	2.254	179.435
100	99.0	2.422	2.291	195.507
200	99.5	2.698	2.326	211.601

Setelah didapatkan DAS wilayah studi, selanjutnya metode Nakayasu digunakan untuk menganalisis debit banjir pada kala ulang 50 tahun. Hasilnya seperti pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Hidrograf Satuan Nakayasu DAS Tukad Badung

Selanjutnya, hasil tersebut dimasukkan yaitu data hasil analisis intensitas curah hujan rancangan yang memiliki rentang waktu hujan rencana selama 6 jam dan dengan kala ulang 50 tahun, kemudian karakteristik DAS wilayah studi dengan luas DAS 54.95 km<sup>2</sup> dan panjang sungai 19.6 km dikombinasikan dengan data tersebut. Hasilnya seperti pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Hidrograf Banjir DAS Tukad Badung

Hasil olah data sebelumnya berdasarkan parameter yang telah ditentukan yang kemudian dianalisis digunakan untuk menganalisis sumur resapan berdasarkan pada SNI 03-2453-2002. Tabel 4 adalah hasil analisisnya.

**Tabel 4.** Hasil Analisis Sumur resapan

No	Deskripsi	Hasil
1	Perhitungan volume andil banjir (Persamaan 12)	497,433.756 m <sup>3</sup>
2	Perhitungan volume andil hujan yang meresap (Persamaan 13)	0.915 m <sup>3</sup>
3	Perhitungan banyaknya sumur resapan (Persamaan 14 dan Persamaan 15)	316, 676 buah

Selanjutnya, untuk mendapatkan reduksi yang didapat baik volume ataupun debit banjir ketika dibangun sumur resapan pada wilayah lokasi penelitian maka digunakan persentase reduksi pada puncak debit banjir dengan puncak volume limpasan banjir dalam menganalisis tingkat efektivitas sumur resapan. Tabel 5 menyajikan hasil analisis dari persentase tingkat efektivitas penurunan debit dan volume banjir oleh sumur resapan.

**Tabel 5.** Hasil Analisis Tingkat Efektivitas Sumur Resapan terhadap Penurunan Debit Banjir

No	Deskripsi	Hasil
1	Perhitungan penurunan debit yang dihasilkan oleh sumur resapan (Persamaan 16)	0.00035 m <sup>3</sup> /detik
2	Perhitungan Laju infiltrasi yang diakibatkan oleh sumur resapan (Hasil persamaan 16 x Hasil persamaan 15)	110.94 m <sup>3</sup> /detik
3	Perhitungan % efektivitas sumur (Hasil perhitungan 2 / Debit banjir)	41.25 %

Mengacu pada perhitungan Tabel 5 di atas, maka dengan menerapkan pembangunan sumur resapan di lokasi studi, dapat menurunkan potensi debit banjir dengan efektivitas 41.25%.

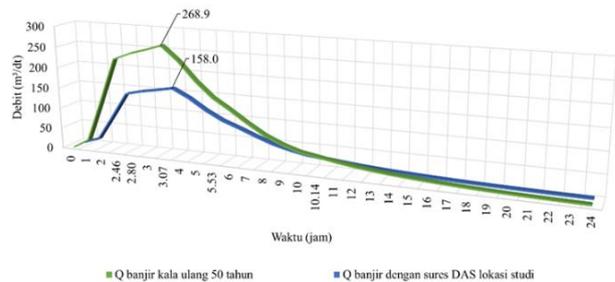
Selain adanya reduksi terhadap debit banjir, adapun hasil analisis lainnya adalah reduksi terhadap volume banjir yang diperoleh dengan mengalikan besaran debit banjir pada setiap waktu dengan interval waktu hidrograf. Namun, sebelumnya akan dilakukan analisis terhadap volume air yang dapat ditampung. Adapun volume reduksi akibat sumur resapan adalah seperti Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Analisis Tingkat Efektivitas Sumur Resapan terhadap Penurunan Volume Banjir

No	Deskripsi	Hasil
1	Perhitungan volume air yang dapat ditampung oleh sumur resapan (V sumur resapan x jumlah total sumur)	497,433 m <sup>3</sup>
2	Perhitungan volume banjir (Debit banjir x 60 x 60)	968,132 m <sup>3</sup>
3	Perhitungan % efektivitas sumur (Hasil perhitungan 1 / Hasil perhitungan 2)	51.38 %

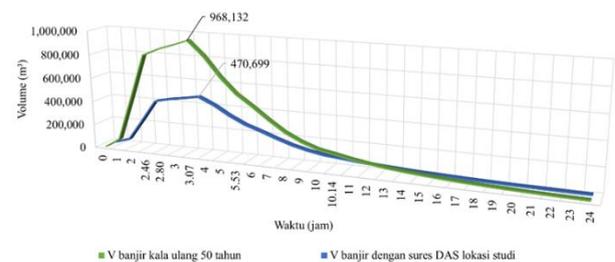
Dapat diketahui berdasarkan analisis perhitungan pada Tabel 6 di atas, dapat diketahui bahwa terdapat penurunan volume banjir dengan efektivitas senilai 51.38%. Setelah debit dan volume limpasan banjir untuk tingkat keefektifan sumur resapan diketahui. Selanjutnya, persentase efektivitas sumur resapan pada sub DAS wilayah studi dikalikan dengan debit dan

volume limpasan banjir agar dapat mengetahui besarnya hidrograf banjir mengalami penurunan maupun pada hidrograf volume limpasan banjir. Hasil analisisnya dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Hidrograf Debit Banjir pada DAS Wilayah Studi

Gambar tersebut menerangkan bahwa terdapat penurunan hidrograf debit banjir oleh penerapan sumur resapan. Penurunan debit banjir sampai dengan 41.25% yang awalnya debit banjir kala ulang 50 tahun sebesar 268.9 m<sup>3</sup>/detik menjadi 158 m<sup>3</sup>/detik.



**Gambar 10.** Hidrograf Volume Banjir pada DAS Wilayah Studi

Gambar 10 menjelaskan bahwa terdapat penurunan hidrograf volume banjir oleh penerapan sumur resapan. Penurunan volume banjir sampai dengan 51.38% yang awalnya volume banjir kala ulang 50 tahun sebesar 968,132 m<sup>3</sup> menjadi 470,699 m<sup>3</sup>.

#### 4 KESIMPULAN

Analisis perencanaan sumur resapan berhasil memetakan wilayah studi dengan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yaitu berupa sub DAS yang berada di wilayah Denpasar Barat yang mana memiliki efektivitas penurunan banjir cukup tinggi. Sumur resapan berhasil membuat debit puncak banjir kala ulang 50 tahun yang memiliki nilai 268,90 m<sup>3</sup>/detik menjadi turun sampai dengan 41.25%, sedangkan sebesar 51.38% untuk penurunan volume limpasan banjir. Untuk menurunkan bencana banjir yang berkelanjutan di Kecamatan Denpasar Barat dalam upaya penerapan konservasi sumber daya air, maka penelitian ini dapat dijadikan referensi dikarenakan tingkat keefektifannya berada dikisaran 50%.

Agar dapat menghasilkan jumlah yang sangat pasti dalam membangun sumur resapan dan nilai parameter pendukung agar dapat lebih valid lagi maka diperlukan analisis dan kajian yang lebih dalam untuk menerapkan sumur resapan di wilayah dengan ruang lingkup yang kecil dan detail. Kemudian akan lebih akurat juga jika dilakukan analisis lebih dalam untuk nilai koefisien permeabilitas karena pada waktu tertentu dapat mengalami jenuh ketika nilainya realtif sangat kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajr, E. Q., & Dwirani, F. (2019). Menentukan Stasiun Hujan dan Curah Hujan dengan Metode Polygon Thiessen Daerah Kabupaten Lebak. *JURNALIS*, 2(2), 139–146.
- Al-Timimi, Y. K., Al-Lami, A. M., & Al-Shamarti, H. K. (2020). Calculation of the Mean Annual Rainfall in Iraq Using Several Methods in GIS. *Plant Archives*, 20, 1156–1160.
- Ariwibowo, M. L., & Irawadi. (2018). Penginderaan Jauh, SIG, EPA-SWMM untuk Simulasi Banjir dan Prioritas Penanganan Sungai SubDAS Banjaran Purwokerto. *Restorasi Sungai: Tantangan Dan Solusi Pembangunan Berkelanjutan*, 467–477.
- BIG. (2018). *Pedoman Geoportal Kebijakan Satu Peta*. Badan Informasi Geospasial.
- BPS Kota Denpasar. (2021). *Kecamatan Denpasar Barat dalam Angka 2021*. BPS Kota Denpasar.
- BSN. (2002). *SNI 03-2453-2002 tentang tata cara perencanaan sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan*. Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2016). *SNI 2415-2016 tentang tata cara perhitungan debit banjir rencana*. Badan Standardisasi Nasional.
- Duppa, H. (2017). Sumur Resapan Untuk Mengurangi Genangan Air dan Banjir. *Scientific Pinisi*, 3(April), 48–55.
- Emelyana, R., Sasmito, B., & Prasetyo, Y. (2017). Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan SIG untuk Pemetaan Kawasan Potensi Sumber PLTS di Pulau Jawa. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(2), 12–20.
- Januriyadi, N. F., Pamungkas, R. C., Amru, F., & Fadhilah, N. (2019). Kajian Efektivitas Sumur Resapan dalam Mengurangi Resiko Bencana Banjir di Kota Jakarta. *Seminar Nasional Teknik Sipil 3*, 1–7.
- Lucky, W. (2020). *Kajian Daerah Potensi Rawan Kekeringan Kabupaten Lampung Tengah dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis*. Universitas Lampung.
- Marthalina. (2018). Kebijakan Satu Peta Dalam Mendukung Pembangunan Nasional. *Jurnal Manajemen Pembangunan*, 5(2), 149–169.
- Mulyono, H., Winasis, A., & Farhan, O. (2021). Reduksi Limpasan Air Hujan dengan Sumur Resapan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(1), 208–226.
- Pamungkas, T. H., Yekti, M. I., Harmayani, K. D., Khotimah, S. N., & Kariyana, I. M. (2022). Pemodelan Sumur Resapan Sebagai Upaya Penurunan Risiko Banjir Kota Denpasar pada DAS Badung. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 20(3), 263–274.
- Pariartha, I. P. G. S. (2012). *Analisis Pola Penempatan dan Jumlah Stasiun Hujan Berdasarkan Persamaan Kagan Pada DAS Keduang Waduk Wonogiri*. 16(1), 100–106.
- Pattiruhu, W., Sakliressy, A., & Tiwery, C. (2019). Analisis Sumur Resapan Guna Mengurangi Aliran Permukaan untuk Upaya Pencegahan Banjir. *Manumata Journal*, 5(1), 9–16.
- Prasetyawati, S. E. (2021). Analisis Implementasi Peraturan Nomor 9 Tahun 2016 Tentang Percepatan Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta pada Tingkat Ketelitian Peta Skala 1:50.000 (Studi Pada Kantor Pertanahan Kabupaten Lampung Utara). *Jurnal Keadilan Progresif*, 12(2), 126–136.
- Presiden Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta pada Tingkat Ketelitian Peta Skala 1:50.000*. Presiden Republik Indonesia.
- Presiden Republik Indonesia. (2018). *Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2018 Tentang Kewenangan Akses Untuk Berbagi Data dan Informasi Geospasial Melalui Jaringan Informasi Geospasial Nasional dalam Kegiatan Percepatan Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta*. Presiden Republik Indonesia.
- Presiden Republik Indonesia. (2019). *Undang-undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air* (Issue 011594). Presiden Republik Indonesia.
- Putri, A. R., Hariati, F., Chayati, N., Taqwa, F. M. L., & Alimuddin, A. (2022). Kajian Penggunaan Sumur Resapan di Kampus UIKA Bogor. *Jurnal Komposit*, 4(2), 55. <https://doi.org/10.32832/komposit.v4i2.3756>
- Rachmah, Z., Rengkung, M. M., & Lahamendu, V. (2018). Kesesuaian Lahan Permukiman di Kawasan Kaki Gunung Dua Sudara. *Jurnal Spasial*, 5(1), 118–129.
- Sallata, M. K., Nugroho, H. Y. S. H., Suryaman, A., & Saad, M. (2018). Model Peningkatan Air Tanah Berbasis Pemukiman pada Hulu Daerah Aliran Sungai. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 15(2), 91–104.
- Santoso, A. B., Komansilan, R., & Yulianto, S. (2017). Analisis Geoprocessing Sebagai Solusi Alternatif Penanganan Pada Daerah Resiko Rawan Banjir Di Kota Semarang. *Prosiding Seminar Nasional Geotik*, 60–68.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- Walikota Denpasar. (2010). *Peraturan Walikota Denpasar No 18 Tahun 2010 tentang Pemanfaatan Air Hujan* (Walikota Denpasar (ed.)).
- Walikota Denpasar. (2014). *Peraturan Daerah Kota Denpasar Nomor 6 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Air Tanah*. Walikota Denpasar.
- Wisnawa, G. Y., Jayantara, I. G. N. Y., & Putra, D. G. D. (2021). Pemetaan Lokasi Rawan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Denpasar Barat. *Jurnal ENMAP (Environment & Mapping)*, 2(2), 18–28.