

POTENSI RAINWATER HARVESTING DALAM MENGURANGI RISIKO KEKERINGAN DI KABUPATEN KARAWANG

Dian Afifah Rahmawati^{*1}, Eka Oktariyanto Nugroho², Muhammad Syahril Badri Kusuma², M. Cahyono²,
Imroatul C. Juliana³ dan Taufik Ari Gunawan³

^{*1} Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10, Bandung 40132 Indonesia
email : 25020373@mahasiswa.itb.ac.id

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10, Bandung 40132 Indonesia
email : nugrohoeka@itb.ac.id, msbadrik2021@gmail.com, cahyono@itb.ac.id

³ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan – Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang-
Prabumulih, Km 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
email : icjuliana76@gmail.com, taufikarigunawan@ft.unsri.ac.id

ABSTRACT

Drought occurs quite often in Indonesia, closely related to water availability for community needs. One of the districts in West Java Province experiencing drought problems is Karawang district, where the RWH (Rainwater Harvesting) concept will be applied. This study aimed to analyze the risk of drought-related to applying the potential RWH in reducing drought risk. This study only focuses on meteorological drought, determined by SPI (Standardized Precipitation Index). Identification of potential areas for the application of RWH is carried out using the Weighted Method Overlay approach in the Geographic Information System (GIS), which was modified by adding a parameter of potential drought hazard. The potential reliability of RWH, as seen from Volumetric Reliability (VR) for supplying the average water requirement of MCK (Bath Washing Toilet) per year, indicates that most of the Karawang district area is potential for applying RWH. The results of adding the potential drought hazard parameters on applying the RWH concept show the decreasing area of very potential and potential category areas into 5,38%, the increase of drought resistance capacity is 17.5%, and the risk-reducing to 8.3%. Those results are due to the changes in the area of drought in the risk analysis. The assumptions of 60 rainy days on the average rainy day in a year and all households making RWH storage systems were used in the analysis. The results of this study can be used as a first step to see the potential of RWH in Karawang Regency both in terms of area and reliability.

Keywords: Risk, Drought, RWH, Karawang

ABSTRAK

Kekeringan cukup sering terjadi di Indonesia yang erat kaitannya dengan ketersediaan air untuk kebutuhan masyarakat. Salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Barat yang mengalami masalah kekeringan adalah Kabupaten Karawang, dimana akan diterapkan konsep RWH (*Rainwater Harvesting*). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis risiko bencana kekeringan terkait penerapan konsep potensi RWH dalam mengurangi risiko kekeringan. Penelitian ini hanya berfokus pada kekeringan meteorologis, yang ditentukan dengan SPI (*Standardized Precipitation Index*). Identifikasi kawasan potensial untuk penerapan RWH dilakukan dengan pendekatan *Weighted Method Overlay* pada *Geographic Information System* (GIS) yang dimodifikasi dengan menambahkan parameter potensi bahaya kekeringan. Potensi keandalan RWH yang dilihat dari *Volumetric Reliability* (VR) dalam memenuhi rata-rata kebutuhan air untuk MCK (Mandi Cuci Kakus) per tahun menunjukkan bahwa mayoritas wilayah Kabupaten Karawang berpotensi untuk penerapan RWH. Hasil penambahan parameter potensi bahaya kekeringan pada penerapan konsep RWH menunjukkan penurunan luasan kawasan pada kategori sangat potensial dan potensial adalah sebesar 5,38%, peningkatan kapasitas ketahanan kekeringan sebesar 17,5% dan pengurangan risiko sebesar 8,3% Hal tersebut terjadi karena perubahan luasan pada analisis risiko kekeringannya. Asumsi yang digunakan pada analisis adalah rata-rata hari hujan dalam setahun sebesar 60 hari hujan dan semua KK membuat sistem tampungan RWH. Hasil penelitian ini dapat dijadikan langkah awal untuk melihat potensi RWH di Kabupaten Karawang baik secara kawasan maupun keandalan.

Kata kunci: Risiko, Kekeringan, RWH, Karawang

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan UU Nomor 24 tahun 2007, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/ atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana merupakan salah satu pilihan yang dapat dilakukan dalam menghadapi setiap bencana. Kekeringan adalah suatu keadaan tanpa hujan berkepanjangan atau masa kering di bawah normal yang cukup lama sehingga mengakibatkan keseimbangan hidrologi terganggu secara serius (WMO dan UNESCO, 1998).

Ada beberapa indikator yang digunakan untuk melihat apakah suatu kondisi disebut kekeringan atau tidak. Indikator ini membantu untuk merencanakan mitigasi bencana kekeringan yang tepat sesuai kondisinya. Salah satu indikator tersebut adalah SPI (*Standardized Precipitation Index*). SPI adalah indeks yang digunakan untuk menentukan penyimpangan curah hujan terhadap normalnya dalam suatu periode waktu yang panjang (Mckee dkk., 1993). Metode ini dapat menggambarkan tingkat keparahan kekeringan, serta lebih sederhana jika dibandingkan dengan metode lain dan masih digunakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sampai saat ini untuk monitoring kekeringan di Indonesia.

Kekeringan cukup sering terjadi di Indonesia, salah satunya di Kabupaten Karawang. Hasil kajian Balai Hidrologi dan Lingkungan Keairan (2020), berdasarkan prediksi simulasi model, wilayah yang diindikasikan akan mengalami kekeringan dengan tingkat keparahan normal hingga kering, yaitu di bagian hilir DAS Citarum, yaitu sekitar daerah Kabupaten Karawang. Kekeringan erat kaitannya dengan ketersediaan air. Ketersediaan air sangat mempengaruhi pemenuhan kebutuhan air masyarakat. Jika ketersediaan air sedikit, maka pemenuhan kebutuhan air masyarakat akan terganggu. Apalagi mengingat pertumbuhan penduduk juga menjadi faktor penentu peningkatan jumlah kebutuhan air. Air hujan merupakan salah satu potensi sumber daya air yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat. Menurut Gould, J., dan Nissen-Peterson (1999) dalam (Juliana, 2019), RWH (*Rainwater Harvesting*) merupakan salah satu cara pemanfaatan air hujan. Sistem *rainwater harvesting* merupakan sistem yang berfungsi untuk menyimpan air hujan yang ditangkap dari *catchment area*, dialirkan melalui pipa, dan disimpan dalam suatu tangki penyimpanan. Skema dari sistem RWH sederhana umumnya diterapkan untuk kebutuhan rumah tangga, seperti kebutuhan mandi, cuci, kakus (MCK). Parameter *Volumetric Reliability* dapat digunakan untuk melihat kinerja sistem RWH (Juliana dkk., 2017).

Identifikasi potensi suatu kawasan untuk penerapan sistem RWH perlu dilakukan sebagai langkah awal pengembangan. Identifikasi kawasan potensial dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Geographic Information System* (GIS) (Adham dkk., 2018). Parameter seperti kemiringan lereng, tata guna lahan, jenis tanah dan curah hujan dapat digunakan dalam penentuan kawasan potensial untuk sistem RWH seperti yang dilakukan Mahmoud dkk. (2015) dan juga Juliana dkk. (2020). Penggunaan GIS untuk identifikasi kawasan potensial RWH sebelumnya juga pernah dilakukan oleh Durga Rao dan Bhaumik (2003) Ramakrishnan dkk. (2009) dan M. Ashique, dkk (2021) dengan pendekatan dan parameter berbeda, sehingga membantu para pengambil keputusan dalam menentukan lokasi yang cocok untuk penerapan RWH yang disesuaikan dengan kondisi area tertentu.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis risiko bencana kekeringan dan potensi RWH dalam mengurangi risiko kekeringan di Kabupaten Karawang. Penelitian ini hanya berfokus pada kekeringan meteorologis yang terjadi di Kabupaten Karawang, yang ditentukan dengan metode SPI. Potensi RWH, dilihat dari *Volumetric Reliability* (VR) dalam memenuhi rata-rata kebutuhan air untuk MCK (Mandi Cuci Kakus) per tahun. Identifikasi kawasan potensial untuk penerapan RWH dilakukan dengan pendekatan *Geographic Information System* (GIS) menggunakan analisis *Weighted Method Overlay* seperti yang dilakukan oleh Juliana dkk. (2020). Selain itu juga dilakukan modifikasi parameter dengan menambahkan parameter potensi bahaya kekeringan dalam penentuan kawasan potensial Hasilnya akan dijadikan kapasitas ketahanan dalam analisis potensi RWH untuk mengurangi risiko kekeringan.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan. Tahapan awal adalah analisis risiko kekeringan. Kemudian dilanjutkan dengan analisis potensi RWH yang dilihat secara kawasan maupun secara keandalan dengan *Volumetric Reliability*. Tahap akhir adalah menganalisis potensi RWH dalam mengurangi risiko bencana kekeringan.

Analisis Risiko Kekeringan

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data hujan di Kabupaten Karawang. Data hujan dari 20 pos curah hujan milik PJT II yang tersebar di Kabupaten Karawang dari tahun 1978-2020. Data hujan yang digunakan untuk perhitungan adalah data hujan rata-rata bulanan. Karena kondisi data yang kurang lengkap, maka dilakukan pengisian data kosong. Pengisian data kosong dilakukan sesuai dengan Pd T-22-2004-A, yaitu pedoman pengisian

kekosongan data hujan dengan metode korelasi distandardisasi non linier bertingkat. Setelah dilakukan pengisian data kosong maka dihitung curah hujan wilayah dari masing-masing kecamatan di Kabupaten Karawang dengan metode *Polygon Thiessen*. Metode *Thiessen* ditentukan dengan cara membuat *polygon* antar pos hujan pada suatu wilayah kemudian tinggi hujan rata-rata dihitung dari jumlah perkalian antara tiap-tiap luas *polygon* dan tinggi hujannya dibagi dengan luas wilayah. Kemudian dilakukan perhitungan SPI untuk masing-masing kecamatan dan diklasifikasikan *Tabel 1*.

Tabel 1 Klasifikasi SPI Berdasarkan Skala Nilai

Nilai SPI	Klasifikasi
2,00	Amat sangat basah
1,50 – 1,99	Sangat basah
1,00 – 1,49	Cukup basah
-0,99 – 0,99	Mendekati normal
-1,00 - -1,49	Cukup kering
-1,50 - -1,99	Sangat kering
-2,00 atau <-2,00	Amat sangat kering

Sumber: (Mckee dkk, 1993)

Langkah selanjutnya adalah analisis bahaya (*Hazard*), kerentanan (*Vulnerability*), dan kapasitas ketahanan (*Capacity*) sebagai masukan analisis risiko dan pembuatan peta risiko kekeringan. Proses ini merujuk buku “Risiko Bencana Indonesia” (BNPB, 2016). Analisis bahaya (*Hazard*) diawali dengan menganalisis historis kejadian kekeringan pada tiap kecamatan di Kabupaten Karawang berdasarkan hasil perhitungan SPI. Historis kejadian kekeringan ini akan menjadi masukan dalam analisis potensi bahaya (*Hazard*) dari bencana kekeringan pada masing-masing kecamatan. Kelas potensi bahaya kekeringan ditentukan dari rasio kejadian kekeringan yang pernah terjadi, seperti pada *Tabel 2*.

Tabel 2 Kelas Bahaya Kekeringan

Rasio Kejadian Kekeringan	Kelas
0 – 2	Rendah
2 – 4	Sedang
> 4	Tinggi

Sumber: (BNPB, 2016) dengan sedikit penyesuaian

Karena keterbatasan data yang diperoleh dari (Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang, 2021), analisis kerentanan (*Vulnerability*), hanya menggunakan analisis kerentanan sosial saja dan hanya mempertimbangkan faktor kepadatan penduduk dan kelompok rentan yang dilihat dari rasio penduduk miskin dan rasio jenis kelamin. Parameter tersebut dinilai dengan bobot dan di klasifikasikan kelas kerentanannya seperti pada *Tabel 3*.

Tabel 3 Kelas Kerentanan

Parameter	Bobot (%)	Kelas		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Kepadatan Penduduk	60	<5 jiwa/ha	4 – 10 jiwa/ha	> 10 jiwa/ha
Kelompok Rentan				
Rasio Penduduk Miskin (20%)	40	>40	20 – 40	<20
Rasio Jenis Kelamin (20%)		<20	20 - 40	>40

Sumber: (BNPB, 2016) dengan sedikit penyesuaian

Pada analisis kapasitas ketahanan (*Capacity*), diasumsikan kecamatan yang memiliki fasilitas kesehatan dan kantor layanan PDAM memiliki kapasitas ketahanan yang tinggi akan kekeringan.

Perhitungan analisis risiko kekeringan di Kabupaten Karawang berdasarkan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana nomor 02 tahun 2012, yaitu:

$$R_{isk} = H_{azard} \times \frac{V_{ulnerability}}{C_{apacity}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- R = Risk (Risiko)
- H = Hazard (Bahaya)
- V = Vulnerability (Kerentanan)
- C = Capacity (Kapasitas Ketahanan)

Hasil analisis risiko selanjutnya dibuat peta risiko kekeringan di Kabupaten Karawang.

Analisis Potensi Kawasan RWH

Identifikasi kawasan potensial penerapan RWH menggunakan metode penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Juliana dkk., 2020), yang menganalisis klasifikasi parameter yaitu hujan, kemiringan lereng, kepekaan tanah terhadap infiltrasi (jenis tanah), dan tata guna lahan. Dimana semua parameter akan diberikan skor (*scoring*) dengan bobot dan nilai sesuai dengan klasifikasinya masing-masing berdasarkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). *Analytic Hierarchy Process* (AHP) adalah teori pengukuran melalui perbandingan berpasangan dan mengandalkan penilaian para ahli untuk mendapatkan skala prioritas (Saaty, 2008). Penggunaan utamanya adalah untuk menawarkan solusi untuk masalah keputusan dan estimasi dalam berbagai lingkungan. AHP menetapkan bobot prioritas untuk alternatif dengan mengatur tujuan, kriteria, dan sub kriteria dalam struktur hierarki (Bernasconi et al., 2010). Metode AHP membantu proses pengambilan keputusan yang kompleks dengan menyusun hierarki kriteria dari *user* dan hasil yang diharapkan dengan beberapa pertimbangan untuk mendapatkan bobot dan prioritas. Hasil pembobotan masing-masing parameter dapat dilihat pada *Tabel 4*.

Tabel 4 Matriks Bobot Prioritas

Kriteria	Bobot Prioritas	Persentase (%)
Kemiringan Lereng	0,562	56,2
Tata Guna Lahan	0,073	7,3
Jenis Tanah	0,119	11,9
Curah Hujan	0,246	24,6
Jumlah	1	100

Sumber: (Juliana dkk., 2020)

Selanjutnya, dilanjutkan dengan analisis *Weighted Overlay* menggunakan *ArcGIS*. Penentuan kawasan potensial untuk penerapan sistem RWH dianalisis berdasarkan tingkatan kelas. Tingkatan kelas ini didapat dari perhitungan bobot dan skoring parameter serta variabel yang mempengaruhi. Pada tahapan ini dilakukan 2 kali analisis, yang pertama hanya menggunakan parameter yang digunakan pada penelitian sebelumnya *Tabel 5* dan yang kedua melakukan modifikasi dengan menambahkan parameter potensi bahaya kekeringan. Pada analisis kedua, ada modifikasi bobot dan penambahan parameter potensi bahaya kekeringan pada parameter analisis (*Tabel 6*).

Tabel 5 Skoring Klasifikasi Parameter

Kode	Parameter	Klarifikasi	Skoring	Bobot
P1	Kemiringan Lereng	Datar	5	0,562
		Landai	4	
		Agak Curam	3	
		Curam	2	
		Sangat Curam	1	
P2	Penggunaan Lahan	Bandara	4	0,073
		Bangunan terpencar	5	
		Semak belukar	2	
		Pemukaman	2	
		Ladang	3	
		Tanah kosong	1	
		Pasir	1	
		Pemukiman	5	
		Pohon	1	
		Rawa	1	
		Sawah	4	
Sungai	1			
Tambak	4			
Tanggul.	1			
P3	Jenis Tanah	Tidak peka	5	0,119
		Agak peka	4	
		Kepekaan sedang	3	
		Peka	2	
		Sangat peka	1	
P4	Curah Hujan (mm/ tahun)	>3000	5	0,246
		2500-3000	4	

Kode	Parameter	Klarifikasi	Skoring	Bobot
		2000-2500	3	
		1500-2000	2	
		<1500	1	

Sumber: (Juliana dkk., 2020) dengan sedikit penyesuaian

Tabel 6 Perubahan Skoring Klasifikasi Parameter Dengan Tambah Parameter

Kode	Parameter	Klarifikasi	Skoring	Bobot
P4a	Curah Hujan (mm/ tahun)	>3000	5	0,123
		2500-3000	4	
		2000-2500	3	
		1500-2000	2	
		<1500	1	
P4b	Potensi Bahaya Kekeringan	Rendah	5	0,123
		Sedang	3	
		Tinggi	1	

Keterangan: Modifikasi dari (Juliana dkk., 2020)

Analisis Potensi RWH Dengan *Volumetric Reliability* (VR)

Analisis potensi RWH dengan menghitung *Volumetric Reliability* (VR) untuk masing-masing kecamatan sangat ditentukan oleh kapasitas tangki penyimpanan (*storage*). Kinerja tangki tersebut dipengaruhi oleh karakteristik *catchment area*, potensi curah hujan dan kebutuhan air yang diperlukan. Volume hujan efektif diperoleh dengan mengalikan curah hujan dengan luas daerah tangkapan dan koefisien limpasan. Koefisien limpasan bergantung jenis atap.

$$ER = R_t AC \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

ER = hujan efektif (m³)

R_t = hujan harian (mm)

A = luas daerah tangkapan air (m²)

C = Koefisien limpasan berdasarkan rasio air hujan yang dapat ditangkap di daerah tangkapan air (digunakan C=0.85, untuk atap) (Roebuck dan Ashley, 2007)

Kinerja sistem RWH dinyatakan dengan parameter keandalan. Satuan volume dapat menyatakan keandalan kapasitas tangki penyimpanan. *Volumetric Reliability* (VR) sebagai total volume air hujan yang dipanen dibagi dengan total kebutuhan air (Liaw dan Tsai, 2004).

$$VR = \frac{\sum_{t=1}^T Y_t}{\sum_{t=1}^T D_t} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

VR = *Volumetric Reliability* (volume air hujan yang dipanen dibagi dengan total kebutuhan air.)

Y_t = Hasil dalam waktu t (m³)

D_t = permintaan total dalam waktu t periode (m³)

Analisis Potensi RWH dilakukan dengan 3 skenario yang dikelompokkan berdasarkan kelompok keluarga yang diasumsikan tiap kelompok keluarga tinggal di rumah tapak dengan tipe rumah dan volume tampungan air yang berbeda (Tabel 7).

Menurut Juliana (2017), kapasitas tangki yang ideal untuk 1 sampai 4 orang penghuni untuk masing-masing tipe rumah adalah tipe 30–45 m² kapasitas tangki 0,5–1 m³; tipe 70–100 m² kapasitas tangki 1–2 m³; tipe >100 m²: kapasitas tangki mulai 2 m³

Kebutuhan air yang ingin dipenuhi adalah kebutuhan air untuk MCK, 60% dari rata-rata kebutuhan air tiap orang per hari (150 L/orang/hari) atau setara 90 L/orang/hari = 0.09 m³/orang/hari).

Tahap akhir adalah analisis risiko kekeringan dengan mempertimbangkan potensi RWH di Kabupaten Karawang sebagai kapasitas ketahanan terhadap kekeringan dengan mempertimbangkan ancaman bahaya kekeringan. Hal tersebut dilakukan untuk melihat apakah RWH dapat mengurangi risiko kekeringan di Kabupaten Karawang.

Tabel 7 Skenario Analisis

Kelompok Keluarga	Jumlah KK	Luas Atap (m ²)	Luas Storage (m ³)
Pra Sejahtera	112112	30	0,5
Sejahtera I	295794	54	1
Sejahtera II	222767	70	2

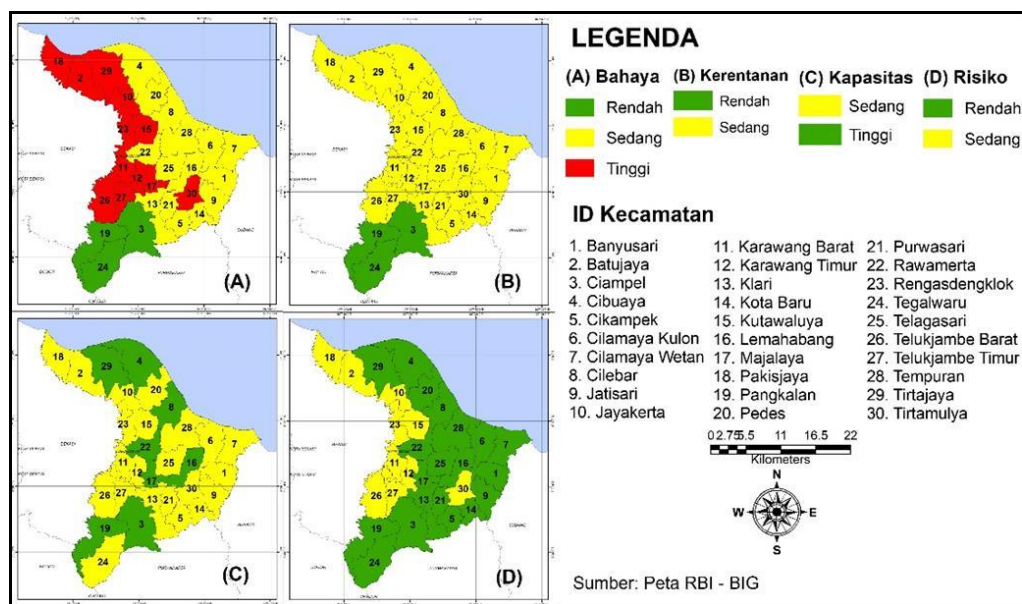
Sumber: Jumlah KK (Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang, 2021); Luas atap dan Luas Storage (Juliana,dkk., 2017) dengan sedikit penyesuaian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Risiko

Berdasarkan hasil analisis kekeringan dengan metode SPI (*Standardized Precipitation Index*) menggunakan data hujan pada 20 pos hujan di Kabupaten Karawang tahun 1978-2020. Kecamatan yang memiliki ancaman bahaya kekeringan dapat dilihat pada Gambar 1-(A). Analisis kerentanan, yang hanya mempertimbangkan faktor kepadatan penduduk dan kelompok rentan yang dilihat dari rasio penduduk miskin dan rasio jenis kelamin hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1-(B). Sedangkan hasil analisis ketahanan dapat dilihat pada Gambar 1-(C).

Dari analisis bahaya, kerentanan dan ketahanan, maka diperoleh peta analisis risiko kekeringan Kabupaten Karawang, yang dapat dilihat pada Gambar 1-(D). Kecamatan yang berisiko sedang akan bencana kekeringan adalah Pakisjaya, Batujaya, Jayakarta, Kutawaluya, Rengasdengklok, Karawang Barat, Karawang Timur, Telukjambe Barat, Telukjambe Timur dan Tirtamulya.

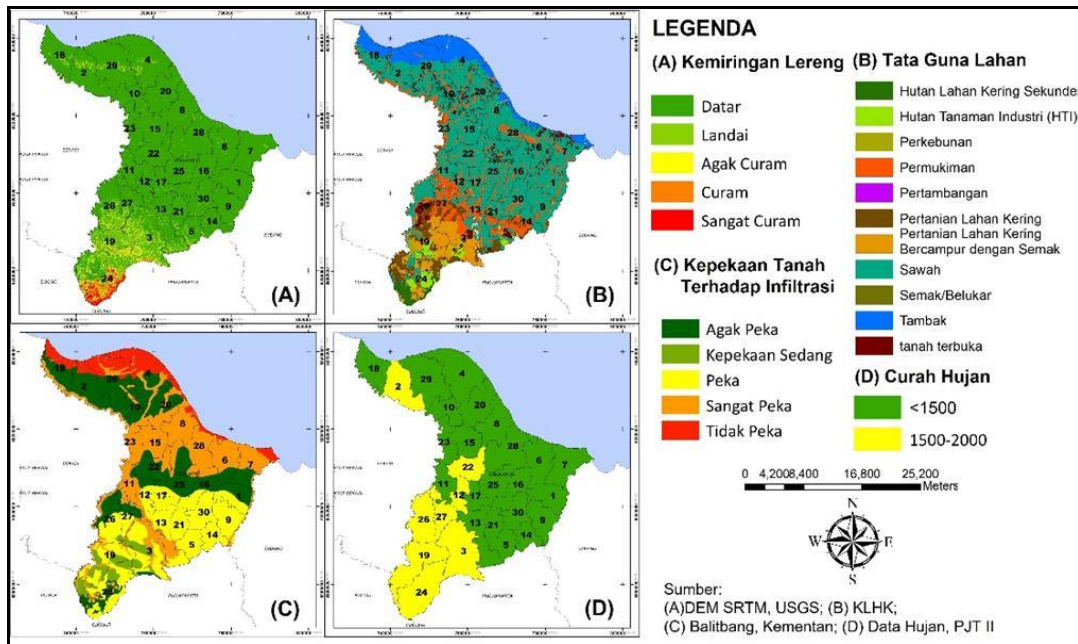


Gambar 1 Peta (A) Bahaya Kekeringan; (B) Kerentanan Kekeringan; (C) Ketahanan; (D) Risiko Kekeringan, di Kabupaten Karawang

Identifikasi Kawasan Potensial RWH

Dalam identifikasi kawasan potensial RWH, data kemiringan lereng, tata guna lahan, kepekaan tanah terhadap infiltrasi dan rata-rata curah hujan tahunan dianalisis dengan pendekatan *Geographic Information System* (GIS) menggunakan analisis *Weighted Method Overlay*. Hasil analisis keempat data tersebut adalah sebagai berikut:

- Kemiringan lereng dibagi menjadi 5 kelas kemiringan, yaitu datar (0–8 %); landai (8–15 %); agak curam (15–25 %); Curam (25–40 %) dan sangat curam (>40 %). Kabupaten Karawang didominasi oleh kelas kemiringan landai (0–8%) dengan kurang lebih 85,68% dari keseluruhan wilayah Kabupaten Karawang (Gambar 2-(A)).
- Berdasarkan analisis tata guna lahan, Kabupaten Karawang di dominasi oleh area sawah 54,72% dari keseluruhan wilayah Kabupaten Karawang (Gambar 2-(B))
- Jenis tanah diklasifikasikan berdasarkan tingkat kepekaan tanah terhadap infiltrasi seperti Tabel 8. Kemudian di olah menjadi peta kepekaan jenis tanah Jenis tanah di Kabupaten Karawang (Gambar 2-(C)) didominasi oleh jenis tanah yang sangat peka terhadap infiltrasi (30,48%); Peka (28,64%) dan Agak Peka (28,18%).



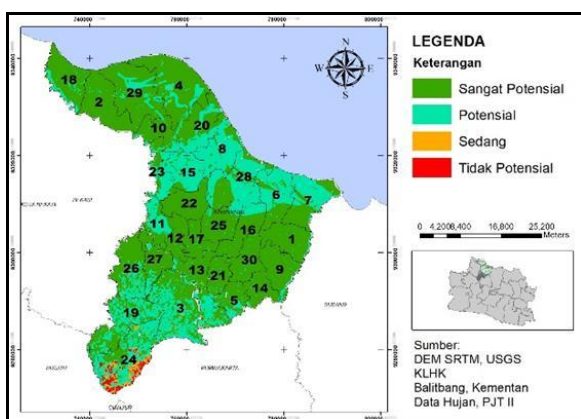
Gambar 2 Peta (A) Kemiringan Lereng; (B) Tata Guna Lahan; (C) Kepekaan Tanah terhadap Infiltrasi; (D) Rata – Rata Hujan Tahunan Tiap Kecamatan, di Kabupaten Karawang

Tabel 8 Jenis Tanah Berdasarkan Tingkat Infiltrasi

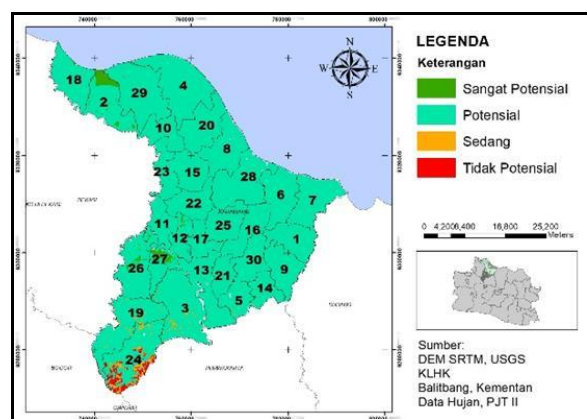
Jenis Tanah	Infiltrasi
Aluvial, Planosol, Hidromorf kelabu, Laterik air tanah	Tidak Peka
Latosol	Agak Peka
Tanah hutan coklat, Tanah mediteran	Kepekaan Sedang
Andosol, Laterik, Grumosol, Podsol, Podsollic	Peka
Regosol, Litosol, Organisol; Renzina	Sangat peka

Sumber: (Darmawan, dkk 2017)

Rata-rata curah hujan tahunan tiap kecamatan yang telah di hitung dengan metode Polygon Thiessen, kemudian di klasifikasikan menjadi 5 kelas (Tabel 5). Kabupaten Karawang memiliki rata-rata curah hujan 1000 – 1600 mm/ tahun (Gambar 2-(D)).



Gambar 3 Peta Klasifikasi Kawasan Untuk Penerapan Sistem RWH di Kabupaten Karawang



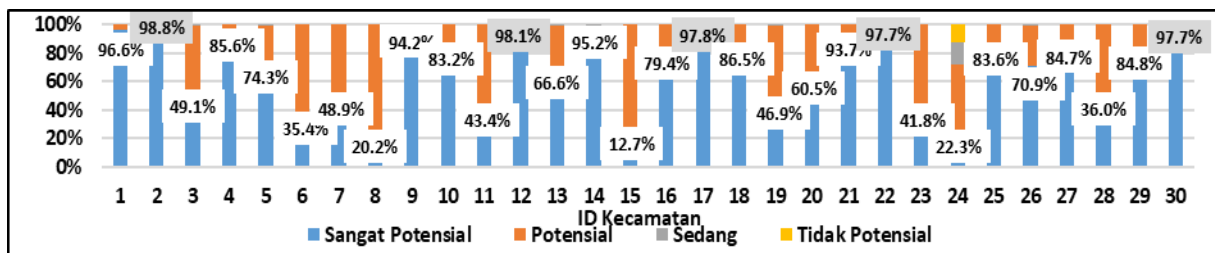
Gambar 4 Peta Klasifikasi Kawasan Untuk Penerapan Sistem RWH di Kabupaten Karawang Dengan Penambahan Parameter

Hasil analisis *Weighted Overlay*. diklasifikasikan menjadi kawasan yang sangat potensial, kawasan potensial, kawasan potensial sedang, dan kawasan tidak potensial. Kawasan dibagi berdasarkan kecamatan yang ada di Kabupaten Karawang. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3.

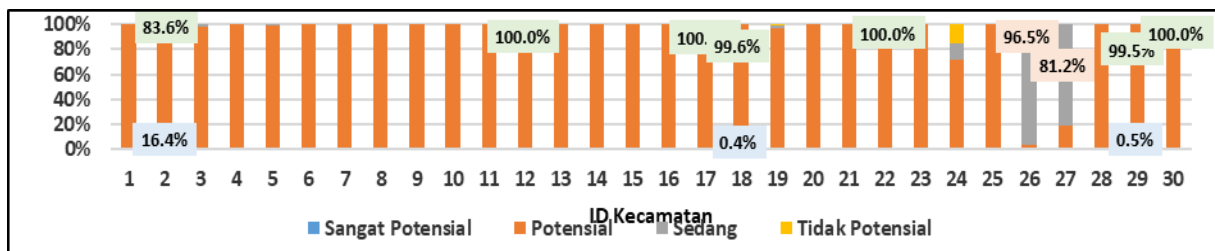
Analisis juga dilakukan dengan modifikasi parameter curah hujan dengan mempertimbangkan potensi bahaya kekeringan di Kabupaten Karawang (Tabel 6). Setelah memasukkan parameter potensi bahaya kekeringan terdapat perubahan luasan tiap kategori (Gambar 4). Kategori sangat potensial mengalami penurunan sebesar 65,01% sedangkan kategori potensial, sedang dan tidak potensial mengalami penambahan sebesar 59,24%; 5,59% dan 0,18%. (Tabel 9). Hal ini dikarenakan daerah yang memiliki potensi bahaya kekeringan akan mengurangi kelayakan daerah tersebut sebagai kawasan RWH yang sangat potensial.

Tabel 9 Perbandingan Persentase Luasan Kawasan Potensial RWH

Kategori	Awal	Modifikasi
Sangat Potensial	65,70%	0,69%
Potensial	32,55%	91,78%
Sedang	1,07%	6,66%
Tidak Potensial	0,69%	0,87%

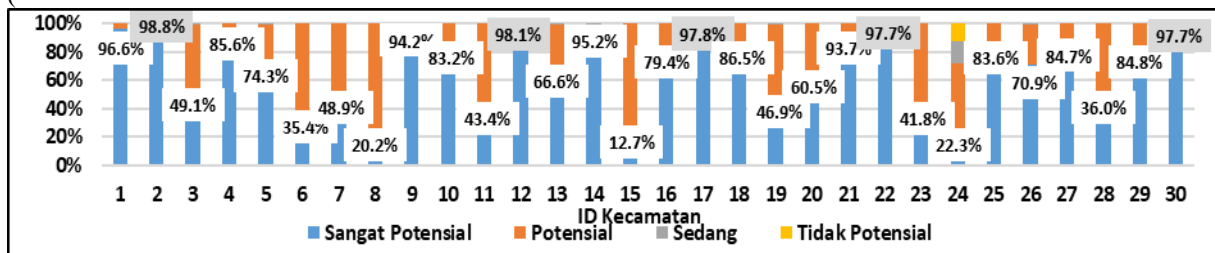


Gambar 5 Persentase Kawasan Potensial Penerapan RWH Tiap Kecamatan



Gambar 6 Persentase Kawasan Potensial Penerapan RWH Tiap Kecamatan Dengan Penambahan Parameter

Sebelum penambahan parameter potensi bahaya kekeringan dalam analisis kawasan potensial RWH, kecamatan Batujaya, Karawang Timur, Majalaya, Rawamerta dan Tirtamulya menjadi kecamatan yang sangat potensial, dengan persentase luasan wilayah sangat potensial masing-masing kecamatan 98,8%; 98,1%; 97,8%; 97,7% dan 97,7%



Gambar 5).

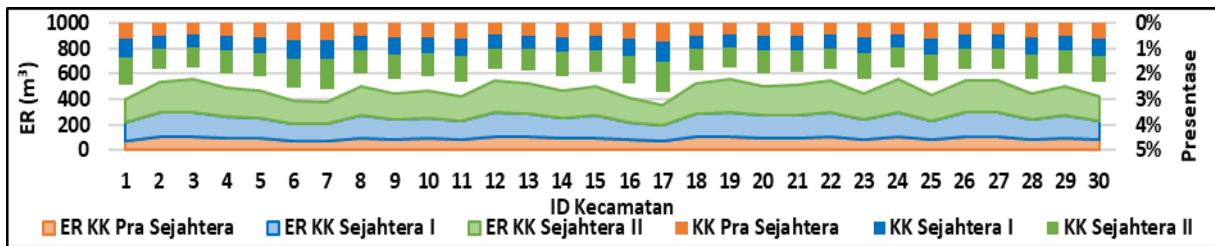
Setelah penambahan parameter potensi bahaya kekeringan dalam analisis kawasan potensial RWH, kecamatan Batujaya, masih menjadi kecamatan yang paling potensial dengan 16,4% luasan kawasan sangat potensial dan 83,6% kawasan potensial. Kecamatan Karawang Timur, Majalaya, Rawamerta dan Tirtamulya berubah dari kawasan sangat potensial menjadi hanya kawasan potensial. Kecamatan Telukjambe Barat dan Telukjambe Timur mengalami perubahan yang cukup signifikan menjadi mayoritas kawasan dengan potensi sedang, yang masing-masing persentasenya adalah 96,5% dan 81,2% (Gambar 6). Hal ini dikarenakan Kecamatan Telukjambe Barat dan Telukjambe timur masuk dalam kecamatan yang memiliki potensi bahaya kekeringan yang tinggi (Gambar 1).

Analisis Potensi RWH Dengan Volumetric Reliability (VR)

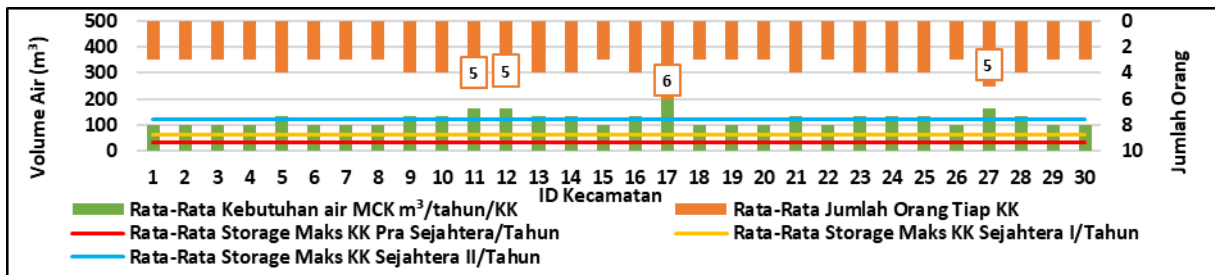
Faktor yang mempengaruhi besarnya hujan efektif (ER) selain curah hujan adalah tipe rumah. Hal ini dikarenakan besarnya rumah sangat berpengaruh terhadap luasan tangkapan hujan, yaitu atap rumah. Namun kapasitas tampungan adalah hal terpenting yang perlu dipertimbangkan jika ingin memanfaatkan hujan efektif secara maksimal untuk sistem RWH, karena semakin besar kapasitas tampungan maka semakin besar pula hujan efektif (ER) yang dapat ditampung dan dimanfaatkan. Jika diasumsikan bahwa seluruh KK (Kepala Keluarga) di Kabupaten Karawang memiliki rumah tapak dan tampungan air seperti Tabel 7, maka rumah yang berada di Kecamatan Pangkalan, Tegalwaru dan Ciampel memiliki hujan efektif (ER) terbesar (Gambar 7). Hal ini dikarenakan rata-rata curah hujan di kecamatan tersebut merupakan yang terbesar di Kabupaten Karawang. Namun, jika dilihat dari persentase hujan efektif (ER) dengan kapasitas maksimum tampungan, justru ketiga kecamatan tersebut memiliki persentase terkecil. Dengan kapasitas tampungan yang sama di semua kecamatan, semakin besar hujan efektif (ER) maka semakin kecil persentase hujan yang dapat ditampung untuk dimanfaatkan dan semakin besar pula hujan yang terbuang. (Gambar 7).

Jika diasumsikan rata-rata hari hujan dalam setahun di Kabupaten Karawang 60 hari dan setiap hari pada 60 hari hujan tersebut dapat ditampung hingga kapasitas maksimum tampungan, maka hanya KK sejahtera II yang kebanyakan mampu memenuhi kebutuhan air MCK selama setahun, karena memiliki tampungan (*storage*) yang besar. Hanya KK di kecamatan Majalaya, Telukjambe Timur, Karawang Timur dan Karawang Barat, yang tidak tercukupi kebutuhan air MCK-nya, karena rata-rata orang dalam tiap keluarga 5-6 orang (Gambar 8).

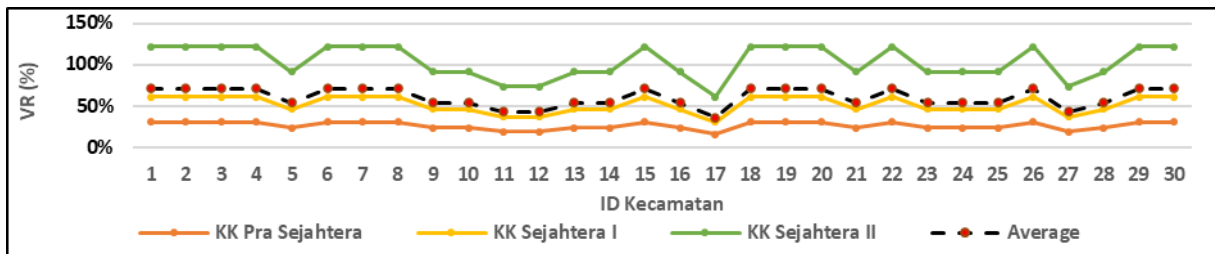
Volumetric Reliability (VR) sangat bergantung dari besarnya tampungan (*storage*) tiap rumah dan rata-rata banyaknya penghuni rumah tiap keluarga. Semakin besar tampungan (*storage*) semakin besar potensi RWH dapat memenuhi kebutuhan air MCK penghuni rumah. Semakin banyak rata-rata penghuni rumah maka semakin kecil potensi RWH memenuhi kebutuhan air MCK penghuni (Gambar 9).



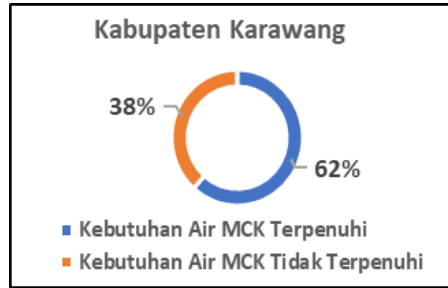
Gambar 7 Rata-Rata Hujan Efektif (ER) Tiap Rumah dan Persentase Hujan Efektif (ER) terhadap Tampungan Tiap Rumah



Gambar 8 Perbandingan Kebutuhan Air MCK dan Kapasitas Tampungan Maksimum per Tahun dengan Rata-Rata Jumlah orang Tiap KK di Kabupaten Karawang

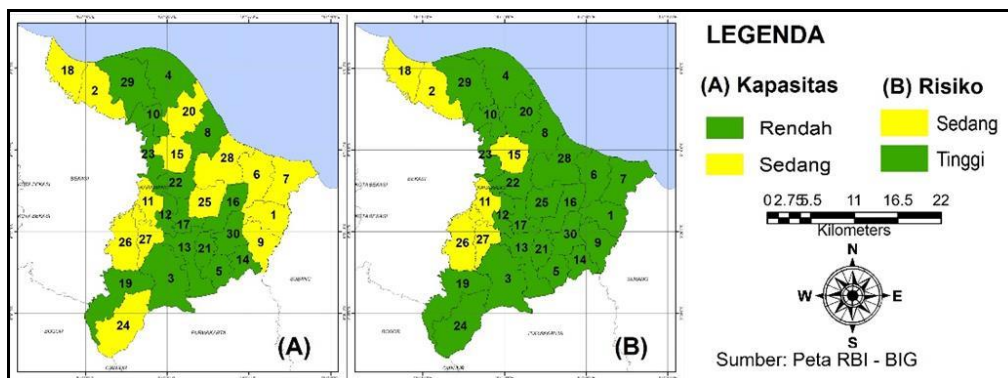


Gambar 9 *Volumetric Reliability* Tiap KK di Tiap Kecamatan



Gambar 10 Rata-Rata Kebutuhan MCK Terpenuhi

Rata-rata 62% kebutuhan air MCK di Kabupaten Karawang dapat terpenuhi, jika diasumsikan dalam setahun terdapat rata-rata 60 hari hujan dan semua KK membuat sistem tampungan RWH di masing-masing rumahnya. Kelompok yang paling rentan dalam menghadapi bencana kekeringan adalah kelompok keluarga pra sejahtera, karena kelompok ini tidak memiliki cukup lahan dan biaya pembangunan sistem RWH.



Gambar 11 Peta (A) Ketahanan Kabupaten Dengan Mempertimbangkan Potensi RWH; (B) Risiko Kekeringan Dengan Mempertimbangkan Potensi RWH di Kabupaten Karawang

Jika diasumsikan potensi RWH ini direalisasikan dengan dibangun pada skala rumah tangga di Kabupaten Karawang maka kapasitas ketahanan terhadap kekeringan akan meningkat 17,5% (Gambar 11) jika dibandingkan dengan kapasitas ketahanan sebelumnya (Gambar 1-(C)). Dengan meningkatnya kapasitas ketahanan terhadap bencana kekeringan akan mengurangi risiko terhadap bencana kekeringan 8,3%. Kecamatan Jayakarta, Karawang Timur, Rengasdengklok dan Tirtamulya berubah dari kecamatan dengan risiko kekeringan sedang menjadi risiko rendah (Gambar 11) jika dibandingkan dengan peta risiko sebelumnya (Gambar 1-(D)).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis pembahasan, maka didapatkan kesimpulan berikut ini:

1. Kecamatan yang cukup berisiko akan bencana kekeringan adalah Pakisjaya, Batujaya, Jayakarta, Kutawaluya, Rengasdengklok, Karawang Barat, Karawang Timur, Telukjambe Barat, Telukjambe Timur dan Tirtamulya.
2. Mayoritas wilayah Kabupaten Karawang berpotensi untuk dilakukan penerapan RWH. karena sebagian besar wilayahnya berada pada daerah yang relatif datar, yang sebagian besar adalah persawahan dan pemukiman, juga memiliki jenis tanah yang tidak peka terhadap infiltrasi. Meskipun terdapat perubahan persentase luasan jika parameter potensi bahaya ditambahkan dalam analisis kawasan potensial RWH, dimana persentase luasan kategori sangat potensial mengalami penurunan sebesar 65,01% sedangkan kategori potensial, sedang dan tidak potensial mengalami penambahan sebesar 59,24%; 5,59% dan 0,18%. Hal ini dikarenakan daerah yang memiliki potensi bahaya kekeringan akan mengurangi kelayakan suatu daerah sebagai kawasan RWH.
3. Rata-rata 62% kebutuhan air MCK di kabupaten Karawang dapat terpenuhi, jika diasumsikan dalam setahun terdapat rata-rata 60 hari hujan dan semua KK membuat sistem tampungan RWH di masing-masing rumahnya.
4. Jika diasumsikan potensi RWH ini direalisasikan dengan dibangun pada skala rumah tangga di Kabupaten Karawang maka kapasitas ketahanan terhadap kekeringan akan meningkat 17,5% dan mengurangi risiko sebesar 8,3%. Kecamatan Jayakarta, Karawang Timur, Rengasdengklok dan Tirtamulya berubah dari kecamatan dengan risiko kekeringan sedang menjadi risiko rendah.

5. Hasil penelitian ini dapat dijadikan langkah awal untuk melihat potensi RWH di Kabupaten Karawang. Namun perlu dikaji lebih lanjut tentang kelemahan metode dan adanya metode yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adham, A, Sayl, K. N, Abed, R, Abdeladhim, M. A, Wesseling, J. G., Riksen, M, Fleskens, L, Karim, U dan Ritsema, C J. (2018). "A GIS-Based Approach for Identifying Potential Sites for Harvesting Rainwater in The Western Desert of Iraq". *International Soil and Water Conservation Research*, Vol. 6, No. 4, 297–304.
- Bernasconi, M., Choirat, C., & Seri, R. (2010). The analytic hierarchy process and the theory of measurement. *Management Science*, 56(4), 699–711. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1090.1123>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang. (2021). Kabupaten Karawang Dalam Angka Tahun 2021. BPS Kabupaten Karawang, Karawang.
- Balai Hidrologi dan Lingkungan Keairan. (2020). Laporan Akhir Pemodelan Kekeringan Untuk Mendukung SWMS. Balai Hidrologi dan Lingkungan Keairan, Bandung.
- BNPB. (2016). Risiko bencana indonesia. BNPB, Jakarta.
- Darmawan, K., Hani'ah, H. dan Suprayogi, A. (2017). "Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis". *Jurnal Geodesi Undip*, Vol. 6, No. 1, 31–40.
- Durga Rao, K. H. V., & Bhaumik, M. K. (2003). Spatial expert support system in selecting suitable sites for water harvesting structures — a case study of song watershed, Uttaranchal, India. *Geocarto International*, 18(4), 43–50. <https://doi.org/10.1080/10106040308542288>
- Gould, J., dan Nissen-Peterson, E. (1999). *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply: Design, Construction and Implementation*. Intermediate Technology Publications, London.
- Juliana, I. C., Kusuma, M. S. B, Cahyono, M, Khardana, H dan Martokusumo, W. (2017). "Performance of Rainwater Harvesting System Based on Roof Catchment Area and Storage Tank Capacity". *MATEC Web of Conferences*, Kepulauan Bangka, 9-10 November 2016.
- Juliana, I. C., Kusuma, M. S. B., Cahyono, M. Martokusumo, W. dan Kuntoro, A. A. (2017). "The Effect of Differences Rainfall Data Duration and Time Period in The Assessment of Rainwater Harvesting System Performance for Domestic Water Use", *AIP Conference Proceedings*, Palembang, 14-17 Agustus 2017.
- Juliana, I. C. (2019). *Dasar-Dasar Penerapan Sistem Rainwater Harvesting (RWH)*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Juliana, I. C., Alia, F., Falah, M. I. dan Gunawan, T. A. (2020). "Identifikasi Kawasan Potensial Untuk Penerapan Sistem Rainwater Harvesting (RWH) di Kota Palembang dengan Pendekatan Geographic Information System (GIS)". *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, Vol. 9, No. 1, 39–45.
- Liaw, C. H., & Tsai, Y. L. (2004). Optimum storage volume of rooftop rain water harvesting systems for domestic use. *Journal of the American Water Resources Association*, 40(4), 901–912. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2004.tb01054.x>
- M. Ashique, K. Baladeepa, M. Balapreethi, R. A. and J. R. (2021). *SITE SELECTION FOR WATER HARVESTING STRUCTURES IN ANAIYUR*. December.
- Mahmoud, S. H. Alazba, A. A., Adamowski, J. dan El-Gindy, A. M. (2015). "GIS Methods for Sustainable Stormwater Harvesting and Storage Using Remote Sensing for Land Cover Data - Location Assessment". *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 187, No.9.
- Mckee, T. B., Doesken, N. J. dan Kleist, J. (1993). "The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales". *Eighth Conference on Applied Climatology*, Anaheim, 17-22 Januari 1993.
- Ramakrishnan, D., Bandyopadhyay, A., & Kusuma, K. N. (2009). SCS-CN and GIS-based approach for identifying potential water harvesting sites in the Kali Watershed, Mahi River Basin, India. *Journal of Earth System Science*, 118(4), 355–368. <https://doi.org/10.1007/s12040-009-0034-5>
- Roebuck, R. dan Ashley, R. (2007). "Predicting The Hydraulic and Life-cycle Cost Performance of Rainwater Harvesting Systems using a computer based modelling tool", *Water Practice & Technology*, Vo. 2, No. 2.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2014-0020>
- WMO. (1998). *International Glossary of Hydrology*. World Meteorological Organization, Geneva.