

# Arahan Pengembangan *Green Infrastructure* Pendukung Kuantitas Air Tanah di Kelurahan Sarangan Magetan Berdasarkan Persepsi *Stakeholder*

Rachmadiarazaq, dan Rulli Pratiwi Setiawan

Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: rulli.setiawan@urplan.its.ac.id

**Abstrak**—Kelurahan Sarangan yang terletak di Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur terpapar bahaya dan risiko kekeringan. Penduduk di Kecamatan Sarangan memiliki terpapar kekeringan hingga 100%, dengan bahaya kekeringan pada tingkat sedang hingga tinggi, kerentanan kekeringan pada tingkat rendah hingga tinggi, dan risiko kekeringan pada tingkat rendah hingga tinggi. Untuk menghindari potensi risiko yang semakin besar, maka perlu dirumuskan langkah-langkah pencegahan. Infrastruktur hijau dipilih sebagai alternatif karena memiliki dampak positif terhadap peningkatan kuantitas dan kualitas air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan arahan pengembangan infrastruktur hijau untuk peningkatan kuantitas air tanah pada Kelurahan Sarangan, Magetan, berdasarkan persepsi *stakeholder*. Langkah pertama adalah mengidentifikasi ketersediaan dan kondisi infrastruktur hijau yang dapat meningkatkan kuantitas sumber daya air tanah. Langkah kedua adalah mengidentifikasi komponen prioritas infrastruktur hijau menggunakan *Importance-Performance Analysis* (IPA). Langkah terakhir adalah merumuskan arahan pengembangan infrastruktur hijau untuk peningkatan kuantitas air tanah menggunakan analisis deskriptif kualitatif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *rainwater harvesting* termasuk dalam kuadran 'prioritas utama', di mana strategi pengembangan infrastruktur hijau harus mengalokasikan lebih banyak sumber daya untuk jenis infrastruktur hijau ini. Sedangkan empat jenis infrastruktur hijau lainnya, yaitu *permeable pavements*, *green streets*, *urban tree canopy*, dan *retention pond* termasuk dalam kuadran 'pertahankan kinerja', di mana strategi pengembangan infrastruktur hijau harus tetap menjaga keempat jenis infrastruktur hijau tersebut untuk memastikan bahwa kinerja infrastruktur-infrastruktur tersebut tidak menurun.

**Kata Kunci**—Air Tanah, *Green Infrastructure*, Kekeringan, Persepsi, *Stakeholder*

## I. PENDAHULUAN

**K**EKERINGAN didefinisikan sebagai suatu bencana alam yang berupa ketersediaan jumlah air yang jauh dibawah kebutuhan air untuk hidup, pertanian, kegiatan ekonomi, dan lingkungan. Yang dimaksud dengan kekeringan di bidang pertanian sendiri adalah kekeringan yang terjadi pada lahan pertanian yang didalamnya terdapat tanaman seperti padi, jagung, kedelai, dan lain sebagainya yang sedang dibudidayakan [1]. Selain itu, kekeringan merupakan sebuah bagian alami dari iklim, meskipun mungkin sering keliru dianggap sebagai sebuah peristiwa yang langka dan terjadi secara acak. Kekeringan terjadi di hampir semua zona iklim, namun karakteristiknya sangat

Tabel 1.  
Ketersediaan *Green Infrastructure* Pada Wilayah Studi

<i>Green Infrastructure</i>	Ketersediaan	Lokasi
<i>Rain Garden</i>	✓	Jalan Raya Sarangan, area parkir Telaga Sarangan, dan sekeliling Telaga Sarangan
<i>Permeable Pavements</i>	✓	Area parkir Telaga Sarangan dan sekeliling Telaga Sarangan
<i>Green Streets</i>	✓	Jalan Raya Sarangan
<i>Green Parking Lot</i>	✓	Area parkir Telaga Sarangan
<i>Urban Tree Canopy</i>	✓	Sekeliling Telaga Sarangan
<i>Detention Basin</i>		Tidak tersedia
<i>Bioswales</i>		Tidak tersedia
<i>Rainwater Harvesting</i>		Tidak tersedia
<i>Retention Pond</i>	✓	Telaga Sarangan

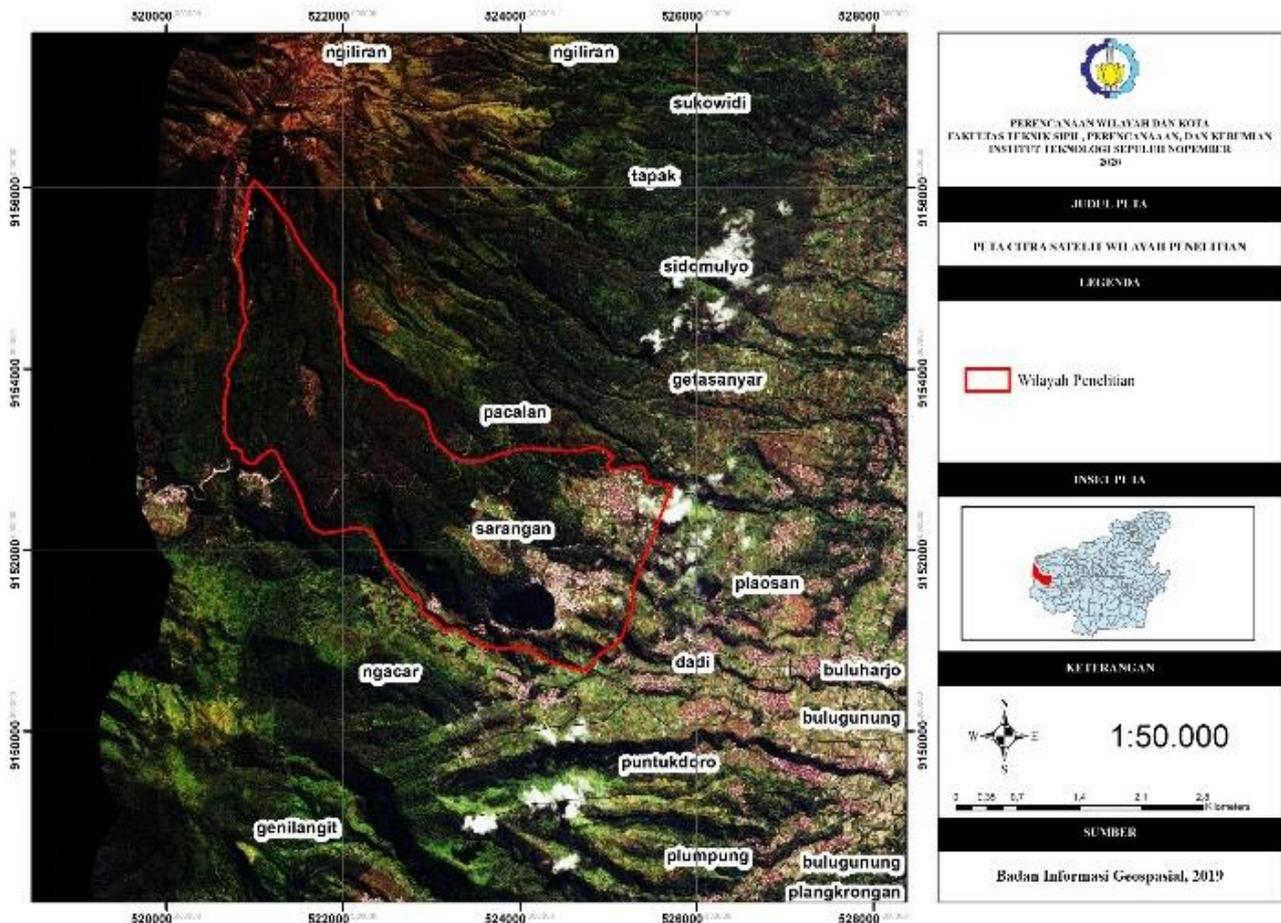
Tabel 2.  
Tingkat Kinerja *Green Infrastructure*

<i>Green Infrastructure</i>	Rata – Rata Kinerja	Keterangan
<i>Rain Garden</i>	3,00	Diatas rata – rata
<i>Permeable Pavements</i>	3,86	Diatas rata – rata
<i>Green Streets</i>	3,14	Diatas rata – rata
<i>Green Parking Lot</i>	2,86	Diatas rata – rata
<i>Urban Tree Canopy</i>	3,29	Diatas rata – rata
<i>Detention Basin</i>	1,71	Dibawah rata – rata
<i>Bioswales</i>	1,29	Dibawah rata – rata
<i>Rainwater Harvesting</i>	1,29	Dibawah rata – rata
<i>Retention Pond</i>	3,86	Diatas rata – rata
Rata – Rata (C – Line)	2,698	

Tabel 3.  
Tingkat Kepentingan *Green Infrastructure*

<i>Green Infrastructure</i>	Rata – Rata Kepentingan	Keterangan
<i>Rain Garden</i>	3,86	Dibawah rata – rata
<i>Permeable Pavements</i>	4,29	Diatas rata – rata
<i>Green Streets</i>	4,00	Diatas rata – rata
<i>Green Parking Lot</i>	3,71	Dibawah rata – rata
<i>Urban Tree Canopy</i>	4,71	Diatas rata – rata
<i>Detention Basin</i>	2,57	Dibawah rata – rata
<i>Bioswales</i>	2,71	Dibawah rata – rata
<i>Rainwater Harvesting</i>	4,28	Diatas rata – rata
<i>Retention Pond</i>	4,71	Diatas rata – rata
Rata – Rata (C – Line)	3,873	

bervariasi dari satu daerah ke daerah lain. Kekeringan sendiri terbagi menjadi 4 jenis, yakni kekeringan meteorologis, kekeringan hidrologis, kekeringan pertanian, serta kekeringan sosial-ekonomi [2].



Gambar 1. Peta Wilayah Penelitian.

Secara umum, green infrastructure merupakan sebuah jaringan yang saling terhubung antara area alami dan ruang terbuka lainnya, yang melestarikan nilai-nilai dan fungsi ekosistem, mempertahankan udara dan air yang jernih, dan memberikan beragam manfaat bagi manusia dan satwa liar [3]. Berkaitan dengan pengelolaan air, green infrastructure sendiri juga dapat didefinisikan sebagai sebuah pendekatan pengelolaan air yang melindungi, mengembalikan, atau meniru siklus air alami. Terdapat perbedaan-perbedaan pada green infrastructure dan infrastruktur konvensional (grey infrastructure) apabila ditinjau melalui perspektif pengelolaan air. Perbedaan yang mencolok antara green infrastructure dengan infrastruktur konvensional adalah sistem pengelolaan air pada green infrastructure menyatu dengan proses dan sistem yang alamiah, dimana infrastruktur konvensional lebih mengandalkan jaringan perpipaan dalam mengalirkan air dari hulu ke hilir. Green infrastructure juga cenderung menggunakan vegetasi dan bahan-bahan berongga, dan memiliki komponen struktural yang lebih sedikit [4].

Kelurahan Sarangan merupakan sebuah Kelurahan yang berada pada sebelah barat dari Kabupaten Magetan, yang memiliki luas sebesar  $\pm 1049,39$  Ha, dengan wilayah sebagian besar hutan, baik lindung maupun produksi. Total wilayah hutan pada Kelurahan Sarangan adalah seluas  $\pm 748,82$  Ha, dengan rincian 591,68 Ha hutan lindung dan 157,14 Ha hutan produksi. Selain itu, Kelurahan Sarangan juga memiliki Telaga Sarangan, yang menjadi sumber air

yang vital baik untuk irigasi maupun air bersih. Namun, meskipun memiliki kawasan hutan yang cukup luas dan Telaga Sarangan sebagai sumber air, Kelurahan Sarangan masih menjadi wilayah dengan potensi untuk terpapar bencana kekeringan. Menurut data dari Kelurahan Sarangan sendiri memiliki tingkat bahaya kekeringan pada level tinggi, risiko kekeringan pada level sedang hingga tinggi, serta kerentanan kekeringan pada level rendah hingga tinggi. Peta potensi bencana kekeringan yang dipublikasikan oleh Inarisk merupakan peta yang memuat bahaya, risiko, dan kerentanan kekeringan yang diakumulasi dari 4 jenis kekeringan menurut BNPB (meteorologi, pertanian, hidrologi, dan sosial ekonomi). Maka, dapat dikatakan bahwa Kelurahan Sarangan memiliki potensi terdampak keempat jenis kekeringan tersebut.

Dalam upaya menanggulangi potensi kekeringan tersebut, diperlukan langkah antisipasi yang tepat. Penelitian ini disusun untuk memberikan prioritas terkait green infrastructure yang dapat dikembangkan guna meningkatkan kuantitas air tanah dan menanggulangi potensi bencana kekeringan tersebut.

## II. METODE ANALISIS

### A. Analisis Ketersediaan dan Kondisi Green Infrastructure Pada Kelurahan Sarangan

Tahap pertama dari penelitian ini adalah mengetahui ketersediaan serta kondisi *green infrastructure* yang ada pada



Gambar 5. Rain Garden.



Gambar 2. Green Parking Lot.



Gambar 6. Permeable Pavements.



Gambar 3. Urban Tree Canopy.



Gambar 7. Green Streets.



Gambar 4. Retention Pond.

Kelurahan Sarangan. Tujuan dari tahap ini adalah identifikasi awal terkait kondisi eksisting dari masing-masing variabel *green infrastructure* yang akan diteliti, yang nantinya menjadi input pada tahapan-tahapan selanjutnya. Tahap ini dilakukan dengan cara observasi langsung pada wilayah studi dan mengidentifikasi ketersediaan dan kondisi *green infrastructure* pada Kelurahan Sarangan.

#### B. Analisis Tingkat Kinerja dan Kepentingan Green Infrastructure Pada Kelurahan Sarangan

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap tingkat kinerja serta tingkat kepentingan *green infrastructure* pada wilayah studi. Tahapan ini memiliki tujuan untuk mengetahui sejauh mana kinerja dari masing-masing *green infrastructure*, serta mengetahui urgensitas dari masing-

masing *green infrastructure* dalam lingkup pengelolaan air tanah. Metode analisis pada tahap ini menggunakan analisis *Importance-Performance Analysis* (IPA), yang menghasilkan diagram kartesius untuk menyajikan hasil perbandingan antara tingkat kinerja dan kepentingan masing-masing variabel *green infrastructure* tersebut. Diagram kartesius ini terbagi atas 4 (empat) kuadran, yang merepresentasikan prioritas dari masing-masing variabel. Kuadran-kuadran tersebut antara lain:

- a. Kuadran 1: Prioritas Utama
- b. Kuadran II: Pertahankan Prestasi
- c. Kuadran III: Prioritas Rendah
- d. Kuadran IV: Berlebihan

Pengumpulan data yang akan digunakan dalam analisis tahap ini dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada

Tabel 4.  
Arahan Pengembangan *Green Infrastructure*

<i>Green Infrastructure</i>	Kuadran IPA	Kondisi	<i>Best Practice</i>	Teori dan Kebijakan	Arahan Pengembangan
<i>Rainwater Harvesting</i>	I	Tidak tersedia pada lokasi penelitian	Provinsi Gansu di Tiongkok memiliki instalasi <i>rainwater harvesting</i> yang dapat memenuhi kebutuhan air untuk 200.000 keluarga dan 260.400 Ha lahan pertanian	Teori: Praktik yang banyak dilakukan adalah memanfaatkan atap rumah maupun menggunakan sumur resapan. Kebijakan: Sarana penampungan air hujan dapat berupa bak, kolam, tangki air, tandon, dan sebagainya	Penyediaan instalasi <i>rainwater harvesting</i> yang sesuai dengan kebutuhan dan kapasitas masyarakat pada Kelurahan Sarangan.
<i>Permeable Pavements</i>	II	Tersedia pada lahan parkir dan sekeliling Telaga Sarangan dengan kondisi cukup baik.	Area parkir pada Rumah Atsiri Indonesia memiliki <i>permeable pavements</i> yakni <i>paving block</i> dengan rongga-rongga yang cukup lebar sehingga mempermudah infiltrasi air hujan.	Teori: <i>Permeable pavements</i> lebih cocok untuk diterapkan pada lokasi-lokasi yang memiliki lalu lintas rendah, seperti lapangan parkir maupun jalan setapak Kebijakan: Bata beton ( <i>paving block</i> ) yang diperuntukkan untuk jalan adalah bata beton mutu A, dan yang diperuntukkan untuk area parkir adalah mutu B	Pera-watan rutin untuk menjaga kinerja <i>permeable pavements</i> untuk jangka pendek, serta penggantian <i>paving block</i> dengan <i>grass block</i> untuk jangka panjang.
<i>Green Streets</i>	II	Tersedia pada Jalan Raya Sarangan dengan kondisi cukup baik.	<i>Green streets</i> dapat ditemui pada Jalan Teknik Perkapalan pada Kampus ITS. <i>Green streets</i> pada lokasi ini ditandai dengan adanya <i>rain garden</i> , <i>permeable pavements</i> , dan <i>urban tree canopy</i> yang diintegrasikan pada jaringan jalan.	Teori: <i>Green streets</i> adalah salah satu cara dimana kota-kota berupaya untuk menangani kebutuhan air hujan dan menjalankan kewajiban yang dituliskan dalam peraturan Kebijakan: Salah satu elemen <i>green streets</i> yakni jalur hijau masuk kedalam Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan yang pemanfaatan dan pengelolannya dilakukan oleh Pemda dan melibatkan pelaku pemangku	Pera-watan rutin untuk menjaga kinerja <i>green streets</i> dan penamban elemen-elemen <i>green streets</i> pada jalan lain, seperti Jalan Wolo-Sarangan.
<i>Urban Tree Canopy</i>	II	Tersedia pada sekeliling Telaga Sarangan dengan kondisi cukup baik.	Kanopi pohon yang terletak pada semipadan Sungai Ciliwung terutama di Kota Bogor, mampu mengurangi limpasan air pada permukaan sebesar 3,63% hingga 13,89%	Teori: Sebatang pohon dewasa dapat menyerap air 2650 liter air setiap tahun. Akar pohon juga dapat menyerap rongga pada tanah, sehingga air hujan dapat mengalir ke dalam tanah dengan lebih lancar Kebijakan: Penentuan jenis tanaman untuk membentuk kanopi pohon harus memperhatikan keadaan ekologis	Penamban jumlah <i>urban tree canopy</i> pada Kelurahan Sarangan. Penamban ini dapat dilakukan pada Jalan Raya Sarangan maupun jalan-jalan lainnya.
<i>Retention Pond</i>	II	Tersedia pada Telaga Sarangan dengan kondisi cukup baik.	Telaga Palgading pada Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta dapat menjadi sumber air untuk masyarakat di sekitarnya dengan kemampuan menampung air sebanyak 10.968,08 m <sup>3</sup> pada musim hujan dan 6.748,7 m <sup>3</sup> pada musim kemarau	Teori: <i>Retention pond</i> yang dikembangkan dan dikelola dengan baik akan memberikan peningkatan pada kualitas dan kuantitas air yang dapat digunakan oleh masyarakat di sekitarnya Kebijakan: Pemeliharaan sarana retensi dilakukan secara berkala minimal 1 kali/tahun untuk pengangkatan sedimen dan 1-2 kali/tahun untuk pemeliharaan dari tanaman eceng gondok	Tindakan pemeliharaan berupa pengangkatan sedimen dan pemeliharaan dari tanaman eceng gondok sebanyak 1-2 kali setiap tahun

*stakeholder – stakeholder* terkait, dimana *stakeholder – stakeholder* tersebut antara lain: Bappeda Litbang Kabupaten Magetan, Bidang Cipta Karya Dinas PUPR Kabupaten Magetan, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Magetan, PDAM Lawu Tirta Kabupaten Magetan, BPBD Kabupaten Magetan, serta masyarakat pada lokasi penelitian.

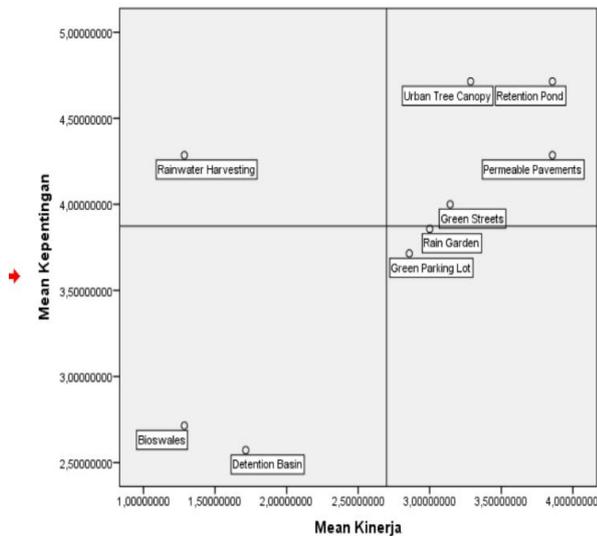
C. Analisis Penentuan Arahan Pengembangan *Green Infrastructure* Pada Kelurahan Sarangan

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah memberikan arahan pengembangan *green infrastructure* pendukung kuantitas air tanah pada Kelurahan Sarangan. Tahapan ini menggunakan analisis deskriptif kualitatif yang membandingkan beberapa input, antara lain kondisi

eksisting, hasil analisis IPA, *best practice*, serta teori dan kebijakan yang terkait. penelitian kualitatif adalah suatu prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati, sedangkan metode deskriptif sendiri merupakan suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu subjek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun peristiwa pada masa sekarang [5]–[7].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Wilayah studi terletak pada Kelurahan Sarangan, Magetan, yang memiliki luas wilayah ± 1049,39 Ha seperti dalam



Gambar 8. Diagram Kartesius Hasil Analisis IPA.

Gambar 1 dan berbatasan dengan wilayah-wilayah sebagai berikut:

- a. Utara: Desa Pacalan
- b. Selatan: Desa Ngancar
- c. Timur: Kelurahan Plaosan dan Desa Dadi
- d. Barat: Kabupaten Karanganyar

**A. Analisis Ketersediaan dan Kondisi Green Infrastructure Pada Kelurahan Sarangan**

Tahapan penelitian pertama dilakukan dengan cara observasi langsung pada lokasi penelitian. Setelah dilakukan observasi langsung, didapatkan hasil bahwa terdapat 6 (enam) variabel *green infrastructure* yang ditunjukkan oleh Gambar 2 sampai Gambar 7 dari total 9 (sembilan) variabel *green infrastructure* yang telah tersedia pada Kelurahan Sarangan seperti data yang ada dalam Tabel 1.

**B. Analisis Tingkat Kinerja dan Kepentingan Green Infrastructure Pada Kelurahan Sarangan**

Tahapan selanjutnya pada penelitian terkait *green infrastructure* pendukung kuantitas air tanah pada Kelurahan Sarangan ini adalah mengetahui baik tingkat kinerja maupun tingkat kepentingan masing-masing *green infrastructure* yang menjadi variabel pada penelitian di Kelurahan Sarangan. Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan rata-rata kinerja dan kepentingan masing-masing *green infrastructure* yang diolah dari hasil kuesioner yang telah didapatkan dari *stakeholder-stakeholder* terkait:

Dari Tabel 2 dan Tabel 3 tersebut, dapat terlihat bahwa terdapat beberapa *green infrastructure* yang belum menunjukkan kinerja yang baik. *Green infrastructure-green infrastructure* yang memiliki tingkat kinerja di bawah rata-rata antara lain:

- a. *Detention basin*;
- b. *Rainwater harvesting*; dan
- c. *Bioswales*.

Selain analisis pada tingkat kinerja, pada Tabel 2 dan Tabel 3 diatas juga dilakukan analisis pada tingkat kepentingan masing-masing *green infrastructure*. Dari hasil analisis IPA di atas, didapatkan beberapa variabel *green infrastructure* yang memiliki tingkat kepentingan di atas rata-rata. *Green infrastructure-green infrastructure* tersebut antara lain:

- a. *Permeable pavements*;
- b. *Green streets*;
- c. *Urban tree canopy*;
- d. *Rainwater harvesting*; dan
- e. *Retention pond*.

Setelah didapatkan tingkat kinerja dan tingkat kepentingan dari masing-masing variabel *green infrastructure*, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis untuk mengetahui kesenjangan antara tingkat kinerja dan tingkat kepentingan dari masing-masing *green infrastructure* tersebut. Hasil dari analisis ini akan disajikan melalui diagram kartesius yang terdapat dalam Gambar 8.

Diagram kartesius diatas menunjukkan kesenjangan antara tingkat kinerja dan tingkat kepentingan dari masing-masing variabel *green infrastructure*. Berikut merupakan hasil dari analisis kesenjangan yang disajikan melalui diagram pada Gambar 8:

- a. Kuadran I : *Rainwater harvesting*
- b. Kuadran II : *Permeable pavements, green streets, urban tree canopy, dan retention pond*
- c. Kuadran III : *Rain garden dan green parking lot*
- d. Kuadran IV : *Detention basin dan bioswales*

**C. Analisis Penentuan Arah Pengembangan Green Infrastructure Pada Kelurahan Sarangan**

Setelah tahapan-tahapan penelitian sebelumnya telah selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya pada penelitian ini adalah menentukan arahan pengembangan *green infrastructure* pada Kelurahan Sarangan. Tahapan penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif kualitatif yang membandingkan kondisi eksisting, hasil analisis IPA, *best practice*, serta teori dan kebijakan yang terkait. Pada tahapan penentuan arahan pengembangan ini, yang akan diberikan arahan baik untuk meningkatkan maupun mempertahankan kinerja masing-masing variabel *green infrastructure* adalah variabel-variabel yang berada pada kuadran I dan II, karena variabel-variabel yang ada pada kedua kuadran ini memiliki tingkat kepentingan yang berada di atas rata-rata. Tabel 4 menjabarkan hasil perbandingan antara hasil analisis IPA, *best practice*, serta teori dan kebijakan yang terkait serta memberikan arahan pengembangan masing-masing variabel *green infrastructure* [6], [7], [16], [17], [8]–[15].

**IV. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian diatas, dapat ditarik beberapa poin kesimpulan, yakni:(1)*Green infrastructure* berupa *rainwater harvesting* termasuk dalam kuadran I pada analisis IPA, dan kondisi di lapangan menunjukkan tidak ada infrastruktur tersebut. Maka, arahan yang diberikan adalah penyediaan *rainwater harvesting* pada Kelurahan Sarangan Magetan; (2) *Green infrastructure* yang berada pada kuadran II pada analisis IPA (*permeable pavements, green streets, urban tree canopy, dan retention pond*) diberikan arahan pengembangan untuk mempertahankan maupun meningkatkan kinerja dari infrastruktur–infrastruktur tersebut.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), “Definisi dan jenis bencana,” *Psychol. Bull.*, vol. 126, no. 1, p. 21, 2012.

- [2] B. N. P. B. (BNPB), "Risiko bencana indonesia." Badan Nasional Penanggulangan Bencana Jakarta, 2016.
- [3] E. T. Benedict, Mark A; Mchahon, *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Washington D.C.: Island Press, 2006.
- [4] USEPA, "Operation and maintenance of green infrastructure receiving runoff from roads and parking lots: technical memorandum." USEPA Washington, DC, 2016.
- [5] L. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2004.
- [6] M. Nazir, *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia, 1998.
- [7] N. I. Said and W. Widayat, *Pengisian Air Tanah Buatan, Pemanenan Air Hujan, dan Teknologi Pengolahan Air Hujan*. Jakarta: BPPT Press, 2014.
- [8] K. P. Umum, "Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung dan Persilnya," *Peratur. Menteri Pekerj. Umum nomor*, vol. 12, 2014.
- [9] K. Halief, R. D. P. Ningsih, and Nuryanto, "Pengembangan teknik bioretention dalam mengatasi limpasan air hujan," in *Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi, Sastra, Arsitektur & Sipil)*, 2011, vol. 4, Accessed: Jan. 11, 2018. [Online]. Available: [http://publication.gunadarma.ac.id/bitstream/123456789/2409/1/Pengembangan Teknik Bioretention Dalam Mengatasi Limpasan Air Hujan.pdf](http://publication.gunadarma.ac.id/bitstream/123456789/2409/1/Pengembangan_Teknik_Bioretention_Dalam_Mengatasi_Limpasan_Air_Hujan.pdf).
- [10] B. S. Nasional, *SNI 03-0691-1996 Tentang Bata Beton*; Jakarta. 1996.
- [11] S. P. Church, "Exploring green streets and rain gardens as instances of small scale nature and environmental learning tools," *Landsc. Urban Plan.*, no. 134, 2015.
- [12] K. D. Negeri, "Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Di Wilayah Perkotaan," *Jakarta (ID): Kemendagri*, 2007.
- [13] F. A. Nugroho and I. S. Fatimah, "Manfaat kanopi pohon dalam mereduksi aliran permukaan studi kasus: sempadan sungai Ciliwung tengah, Kota Bogor," *J. Arsit. Lansek.*, pp. 196–205, 2016.
- [14] *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penanaman Pohon Pada Sistem Jaringan Jalan*. Jakarta.
- [15] P. U. Permen, "12 (2014) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12.Jakarta. 2014"
- [16] R. Y. Lesmana, "identifikasi pengaruh kondisi lingkungan fisik terhadap kuantitas air telaga palgading di ekosistem karst (studi kasus di dusun dulisen, desa giripurwo, kecamatan purwosari, kabupaten gunung kidul, provinsi DIY)," *Media Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 1, no. 2, pp. 18–24, 2016.
- [17] A. W. Nugroho, "Strategi Sekolah dalam Menerapkan Sistem Manajemen Mutu (SMM) Berbasis ISO 9001," *Manaj. dan Supervisi Pendidik.*, vol. 1, no. 3, pp. 227–235, 2017.