

# Analisis Kesesuaian Lokasi Bendung Kecil dan Daerah Pemanenan Air Hujan (PAH) Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Wilayah Perkotaan

Site Suitability Analysis of Small Dam and Rain Water Harvesting (RWH) Using Geography Information System (GIS) in Urban Area

Atep Hermawan<sup>1</sup>, M.Yanuar J. Purwanto<sup>1</sup>, Nora Herdiana Pandjaitan<sup>1</sup>

Diterima: 11 Desember 2019

Disetujui: 6 September 2019

**Abstrak:** Penilaian kesesuaian lokasi untuk pemanenan air di Sentul City menjadi sangat penting, karena Saat ini Kawasan Sentul City sering kali mengalami permasalahan suplai air dan diperkirakan akan mengalami defisit air pada tahun 2050, permasalahan lain adalah banjir yang sering terjadi di bagian hilir pada saat musim hujan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian lokasi untuk pembangunan bendung dan embung dan menentukan jumlah bendung dan embung yang dapat di bangun di Sentul City berdasarkan peta kesesuaian lokasi. Mengidentifikasi lokasi yang berpotensi untuk pembangunan bendung maupun embung dapat menitikberatkan pada penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG), yaitu melalui pendekatan multi kriteria analisis dan tehnik *weighted overlay* dengan menggunakan software ArcGIS. Enam kriteria dipertimbangkan untuk penelitian ini yaitu faktor topografi (kemiringan), tata guna lahan tekstur tanah, curah hujan, jarak ke sungai dan jarak ke jalan. Dengan menggunakan *multi criteria analisis* setiap kriteria diberi bobot dan skor dengan kemiringan dianggap sebagai faktor yang paling penting. Analisis *weighted overlay* dilakukan di ArcGIS dan penentuan kesesuaian lokasi bendungan dan embung dilakukan dari penjumlahan berat masing-masing kriteria. Peta kesesuaian akhir dihasilkan menunjukkan bahwa 34% dari total wilayah studi sangat tidak sesuai, 31% sangat sesuai, 27% sesuai, 6% cukup sesuai dan 2% tidak sesuai. Berdasarkan peta kesesuaian lokasi maka dilokasi studi dapat dibangun 5 (lima) bendung dan 9 (Sembilan) embung yang dapat difungsikan untuk memanen air yang dapat dijadikan sebagai sumber air baku di Sentul City.

*Kata kunci:* kelas kesesuaian, peta, kriteria, *weighted overlay*,

**Abstract:** Assessment of site suitability for water harvesting in Sentul City is an important, because the Sentul City area often problems with water supply and is expected to prediction a water deficit in 2050, other problems are floods often occur in the downstream during the rainy season. This study aims to analyze the suitability of the location for small dam and reservoirs determine the number of small dam and reservoirs that can be built in Sentul City based on location suitability maps. Identifying locations for the construction of small dam and reservoirs can use of Geographic Information System (GIS), the approach used multi criteria analysis and weighted overlay techniques with software ArcGIS. Six criteria were considered for this study, which include topographic factors (slope), land use, soil texture, rainfall, and distance to the river and distance to the road. The multi criteria analysis approach, each criterion was assigned a weight with slope

<sup>1</sup> Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, FATETA, Institut Pertanian Bogor

Korespondensi: [atephermawan588@gmail.com](mailto:atephermawan588@gmail.com)

being considered as the most important factor. Weighted overlay analysis was performed in ArcGIS and determination of suitable small dam and reservoir site was done from the summation of weight of each contributing factor. A final suitability map was generated which indicated that 34% of the total study area showed that the area was not suitable, 31% highly suitable, 27% was suitable, 6% was moderately suitable and 2% was low suitable for dam construction. Based on suitable map, 5 (five) small dam and 9 (nine) reservoir can be used to water harvesting that can be used as raw water sources in Sentul City.

*Key word: criterion, map, suitable level, weighted overlay*

## PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan mendasar disuatu kota adalah tingginya laju pertumbuhan penduduk yang disertai dengan arus urbanisasi. Perkembangan kota saat ini yang padat dengan penduduk, menuntut ketersediaan sarana dan prasarana yang menunjang aktivitas dan kebutuhan, yang secara tidak langsung akan berimplikasi pada peningkatan kebutuhan lahan dan air. Brown (2008) menyatakan beragam bentuk aktivitas manusia di kota tidak pernah lepas dari penggunaan air, kondisi tersebut memaksa agar suatu kota harus dapat menjaga kualitas dan kuantitas air, karena bagaimanapun air merupakan pusat dari kesehatan kota.

Sentul City merupakan Kota mandiri di Kabupaten Bogor yang dikembangkan oleh PT Sentul City Tbk. Sentul City mengembangkan kawasannya dengan prinsip *green development* melalui respon terhadap parameter *eco city*. Dibangun sebagai kawasan perumahan, perdagangan, perkantoran, industri, pariwisata, serta fasilitas khusus (komersial) membuat kawasan Sentul City membutuhkan air untuk menopang kehidupan baik saat ini maupun dimasa yang akan datang. Sentul City merupakan kawasan yang dibangun di wilayah yang miskin air, karena kondisi geohidrologis daerah tersebut yang tidak memungkinkan untuk menyimpan air karena tekstur tanahnya didominasi oleh tekstur liat. Penyediaan air di Sentul City saat ini bersumber dari PDAM Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor dengan debit yang dialirkan adalah 200 liter/detik atau 17.280 m<sup>3</sup>/hari, dari *Water Treatment Plant* (WTP) mengalirkan air sejumlah 80 liter/detik atau sekitar 6.912 m<sup>3</sup>/hari, dan dari *Seawage Treatment Plant* (STP) sejumlah 1200 m<sup>3</sup>/hari. Berdasarkan sumber yang ada saat ini maka Sentul City mampu menyuplai air sebesar 9.268.080 m<sup>3</sup>/tahun.

Saat ini Kawasan Sentul City sering kali mengalami permasalahan suplai air yang bersumber dari PDAM Kabupaten Bogor karena debit air yang kecil, maupun adanya gangguan teknis untuk penyaluran air bersih, hal ini dikarena adanya perbedaan ketinggian antara *reservoir* PDAM yang lokasinya ada di bawah Sentul City. Sedangkan pada tahun 2050 diprediksi kebutuhan air Sentul City berkisar 16.278.015 m<sup>3</sup>/tahun hal ini dinilai masih kurang, jika diasumsikan suplai air tetap karena hanya mampu menyuplai air sebesar 56,90% atau terdapat kekurangan suplai air sebesar 7.612.825,44 m<sup>3</sup>/tahun (Harahap, 2018). Sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut diperlukan sumber air baru untuk mengurangi kekurangan air di Sentul City pada tahun 2050.

*Water sensitive city* adalah sebuah kota yang mendayagunakan kemampuan secara holistik dalam pengelolaan sumberdaya air sehingga didapatkan kota yang ramah terhadap air, tidak banjir di musim hujan dan tidak kekeringan di musim kemarau. Tahapan untuk mencapai kondisi *water sensitif city* ada 6 tahap yaitu: 1) kota pemasok air; 2) kota dengan air kotor; 3) kota kekurangan air; 4) kota dengan saluran air bersih; 5) kota siklus air dan 6) kota sensitif air (Brown, Keath, & Wong, 2009). Perubahan dari tiap tahapan tersebut dipengaruhi oleh penambahan penduduk dan arah kebijakan dari pemerintah.

Strategi yang dapat dilakukan untuk mencapai *water sensitive city* diantaranya adalah strategi pengelolaan air yang berbasis permintaan yang dapat meningkatkan efisiensi dan

kesetabilan air itu sendiri dan adaptasi teknologi dalam infrastruktur air (Farrelly & Brown, 2011; Travar, Andreas, Kumpiene, & Lagerkvist, 2015; Xiao-jun et al., 2012; Ziadat, 2014). Adaptasi ini merupakan sebuah langkah yang bertujuan untuk mempertahankan air sehingga dapat mengatasi kekeringan di musim kemarau dan banjir di musim penghujan. Salah satu bentuk adaptasi teknologi di kawasan perkotaan dapat dilakukan dengan pembangunan infrastruktur penyedia air baku salah satunya berupa bendung dan embung yang dapat digunakan untuk memanen air dan mengurangi terjadinya banjir pada musim hujan dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku terutama pada musim kemarau (Ashley, Balmfort, Saul, & Blanskby, 2005)

Mengidentifikasi lokasi yang berpotensi untuk pembangunan bendung dan embung dapat dititikberatkan pada penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG), karena dalam menganalisis data spasial sangat efektif dalam membantu proses pembentukannya, selain itu SIG juga dapat mengolah data non spasial (Ramakrishnan, Bandyopadhyay, & Kusuma, 2009). Integrasi informasi melalui *area of interest* memungkinkan untuk menganalisis data berbasis wilayah. Tahap awal yang harus dilakukan dalam penentuan lokasi bendung dan embung yang ideal adalah menganalisis morfometri DAS untuk mengetahui karakteristik DAS. Data yang dapat digunakan berupa *digital elevation model* (DEM). Data DEM dengan resolusi 30 m dapat memetakan potensi banjir pada suatu wilayah dan kondisi topografinya, sedangkan data DEM dengan resolusi 10-20 m akan menampilkan data topografi yang lebih akurat (Deng, Wilson, & Bauer, 2007). Data kemiringan yang dihasilkan dari data DEM berguna untuk studi hidrologi dan penentuan lokasi bendung maupun embung (Salih & Al-Tarif, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian lokasi untuk pembangunan bendung dan embung dan menentukan jumlah bendung dan embung yang dapat dibangun di Sentul City berdasarkan peta kesesuaian lokasi. Dengan menitikberatkan pada penggunaan SIG dalam perencanaannya, dengan menentukan kriteria-kriteria, kemudian dianalisis dengan menggunakan SIG dengan teknik *weighted overlay* maka lokasi yang telah memenuhi kriteria merupakan lokasi yang tepat untuk pembangunan bendung dan embung.

## METODE PENELITIAN

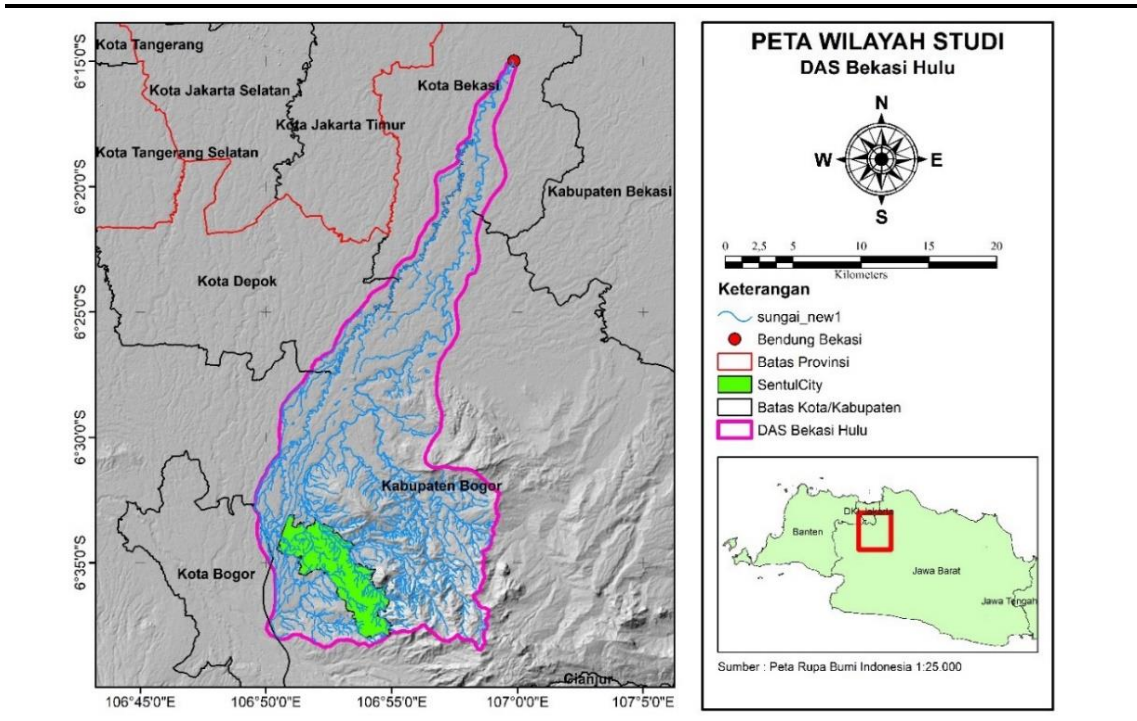
Penelitian ini mengkaji kesesuaian lokasi bendung dan embung, di Kawasan Sentul City yang merupakan bagian dari DAS Bekasi Hulu, yang nantinya dapat digunakan sebagai salah satu sumber air baku untuk mendukung aktivitas di wilayah tersebut, alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ArcGIS 10.4, ArcSWAT versi 2012.10\_1.14, Google Earth, dan Microsoft Office 2016 sedangkan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Peta tataguna lahan 2016 yang bersumber dari BAPEDA Kabupaten Bogor
2. Peta tanah dan karakteristiknya yang bersumber dari BBSDLP Kota Bogor
3. *Digital Elevation Model* (DEM) 30 m yang bersumber ASTER GDEM
4. Peta jalan yang bersumber dari BAPEDA Kabupaten Bogor
5. Data iklim yang bersumber dari stasiun BMKG Dramaga Kabupaten Bogor tahun 1997-2016

## Analisis Kesesuaian Lokasi Bendung dan Embung

Kesesuaian lokasi bendung dan embung dianalisis menggunakan *Multi Criteria Analysis* (MCA) (Gül, Gezer, & Kane, 2006). (Mendoza & Macoun, 1999) mendefinisikan MCA adalah metode yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan yang melibatkan berbagai faktor penting dengan menjadikan faktor tersebut menjadi kriteria penilaian. Pada penelitian ini kriteria yang digunakan dalam penentuan lokasi bendung dan embung di daerah perkotaan adalah, kemiringan, tataguna lahan, curah hujan tahunan,

tekstur tanah, kedekatan dengan sungai, dan kedekatan dengan jalan (Ahmad & Verma, 2016; Dai, 2016; Dep PU, 1986; B. Mbilinyi & Tumbo, 2013). Analisis berikutnya yang digunakan adalah *Weighted overlay analysis*, merupakan salah satu alat analisis *overlay* dalam Arc GIS. Dalam analisis *weighted overlay*, terdapat pembobotan dari tiap variabel yang dimasukkan. Selain itu, dalam tiap variabel yang memiliki kriteria/kategori didalamnya juga memiliki nilai yang menjadi skor sebagaimana pada Tabel 1.

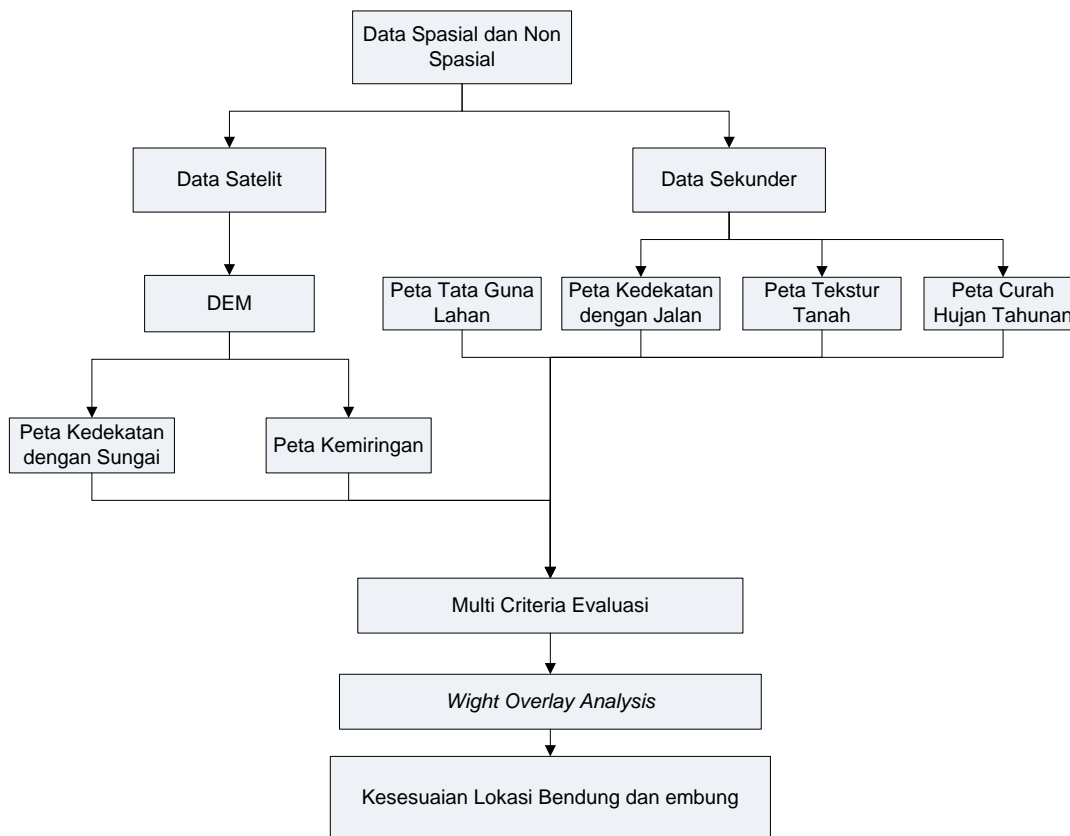


Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Table 1 Kriteria penentuan lokasi bendung dan embung di Sentul City

Bobot (%)	Kriteria	Skor				
		1	2	3	4	5
30	Kemiringan	>30%	0-2%	2-5%	5-10%	10-30%
25	Tata guna lahan	Lahan terbangun dan perairan darat	Hutan	Sawah	Lahan terbuka, tegalan dan perkebunan	Sungai dan semak belukar
15	Tekstur tanah	Krikil	Pasir dan krikil	Liat berpasir	Liat	Lempung liat
15	Curah hujan (mm/bulan)	<100	100 - 200	200 - 300	300 - 400	>500
10	Kedekatan dengan sungai (m)	1000	800	600	400	200
5	Kedekatan dengan jalan (m)	5000	4000	3000	2000	1000

Sumber: Modifikasi (Dai, 2016; Dep PU, 1986; Djokic, 2012; Forzieri, Gardenti, Caparrini, & Castelli, 2008; B. P. Mbilinyi, Tumbo, Mahoo, & Mkiramwinyi, 2007; B. Mbilinyi & Tumbo, 2013; Mehrabi, Zeinivand B, Hadidi, & Assistant, 2012; Mosate, 2016; Njiru, 2015; Salih & Al-Tarif, 2012; J. P. Singh, Singh, & Litoria, 2009; P. Singh, Gupta, & Singh, 2014)



**Gambar 2 Diagram Alir Identifikasi Kesesuaian Lokasi Bendung dan Embung**

**Tabel 2 Definisi Kelas Kesesuaian Lokasi**

No	Kelas Kesesuaian	Definisi
1	Sangat sesuai	Sangat sesuai karena rentang input yang dibutuhkan berada pada persyaratan yang ditetapkan.
2	Sesuai	Sesuai dengan faktor pembatas tata guna lahan
3	Cukup sesuai	Cukup sesuai dengan faktor pembatas kemiringan dan tata guna lahan
4	Tidak sesuai	tidak sesuai dengan faktor pembatas kemiringan, tata guna lahan dan kedekatan dengan sungai
5	Sangat tidak sesuai	Sangat tidak sesuai karena rentang input yang dibutuhkan berada di luar persyaratan yang ditetapkan.

**Pendugaan Distribusi Peluang Hujan**

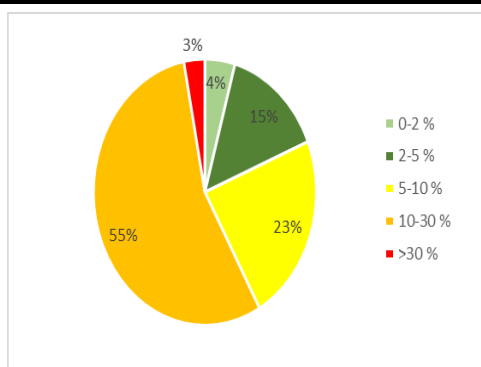
Distribusi Curah Hujan dianalisis dengan menggunakan metode peluang Weibull. Metode Weibull merupakan suatu metode dalam memperkirakan nilai probabilitas berdasarkan data jumlah hujan. Metode pengeplotan data dilakukan secara empiris, persamaan yang umum digunakan adalah (Soedibyo, 2003).

$$Tr = \frac{n + 1}{m} \tag{1}$$

Dimana :  
 m : Nomor urut (peringkat) data setelah diurutkan dari besar ke kecil  
 n : Banyaknya data atau jumlah kejadian

## HAIL DAN PEMBAHASAN

Peta kesesuaian lokasi bendung dan embung dianalisis dengan *Weighted overlay analysis*, merupakan salah satu alat analisis *overlay* dalam Arc GIS dengan *ekstension spatial analysis*. Kriteria yang digunakan dalam penentuan lokasi bendung maupun embung adalah kemiringan, tata guna lahan, tekstur tanah, curah hujan tahunan, kedekatan dengan sungai, dan kedekatan dengan jalan. Masing-masing kriteria kemudian diberi bobot dan skor sesuai dengan kondisi eksisting di lapangan. Skor terendah adalah satu (sangat tidak sesuai) dan skor tertinggi adalah Lima (sangat sesuai), dalam analisis *weighted overlay* data yang digunakan adalah data raster maka semua peta harus *di convert* dari bentuk vektor menjadi raster sebagaimana tersaji pada Gambar 6 dengan penjumlahan antara bobot dan skor untuk seluruh kriteria dilakukan didalam Arc GIS.



**Gambar 3** Persentase kemiringan lereng di Sentul City

Kemiringan lereng yang sesuai untuk dibangun bendung maupun embung berkisar 10-30% dikarenakan air dari sumber air dapat dengan mudah masuk dan keluar area tangkapan air (Jha, Chowdary, Kulkarni, & Mal, 2014). Area dengan kemiringan lereng terlalu landai (<2%) tidak sesuai jika dijadikan area tangkapan air karena air akan cepat mengalir ke dataran yang lebih rendah sehingga tidak mampu menahan aliran air secara alami, namun perlu diberi perlakuan khusus yaitu perubahan kemiringan lereng yang memerlukan biaya tidak sedikit. Sedangkan untuk area yang terlalu curam (>30%) sangat tidak sesuai untuk dijadikan bendung maupun embung karena air akan mudah masuk namun susah keluar melalui saluran air (B. P. Mbilinyi et al., 2007) selain itu lereng mempengaruhi keamanan bendungan karena lereng yang curam memiliki lebih banyak risiko longsor dan biasanya memberi tekanan pada fondasi bendung (Dai, 2016). Dinilai dari karakteristik, maka kesesuaian kemiringan lereng untuk bendung maupun embung adalah semakin curam area akan semakin sesuai untuk embung dengan batas kemiringan adalah 30%, lebih dari 30% maka area tersebut semakin tidak sesuai, berlaku sebaliknya semakin landai area semakin rendah tingkat kesesuaiannya. Kemiringan lahan mempunyai bobot 30% dalam penentuan lokasi, mayoritas kondisi lahan ditinjau dari kriteria kemiringan memiliki kelas kesesuaian sangat sesuai (kemiringan 15-30% dengan skor 5) dan sesuai (kemiringan 5-10% dengan skor 4).

Tataguna lahan/tutupan lahan merupakan faktor penting yang secara langsung mempengaruhi limpasan permukaan. Hubungan antara tataguna lahan dan limpasan sangat ditentukan dengan banyaknya kejadian hujan (B. Mbilinyi & Tumbo, 2013). Tataguna lahan yang paling sesuai untuk dibangun embung adalah wilayah berdekatan dengan sungai dan semak belukar. Sungai sangat sesuai karena merupakan sumber air, sedangkan semak belukar merupakan lahan bervegetasi. Tutupan vegetasi memainkan peran yang sangat penting pada kapasitas infiltrasi. Porositas tanah meningkat dengan adanya sistem perakaran vegetasi yang menghasilkan peningkatan kapasitas infiltrasi

tanah. Selain itu semak belukar maupun lahan terbuka mempunyai nilai ekonomi yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan lahan terbangun, pada saat yang sama tutupan lahan mempengaruhi erosi tanah yang biasanya menciptakan pondasi yang lemah untuk membangun bendung maupun embung (Dai 2016). Tata guna lahan mempunyai bobot 25% dalam penentuan lokasi. Kondisi tata guna lahan di lokasi studi terdiri dari 11 kelas tutupan lahan utama, dengan porsi terbesar adalah tegalan sebesar 41.77% diikuti oleh permukiman perkotaan 24.48% dan kebun campuran 10.23%. Analisis kesesuaian lokasi untuk bendung dan embung berdasarkan kondisi tata guna lahan eksisting yang paling dominan adalah kelas kesesuaian lahan sesuai (terdiri dari tutupan lahan terbuka, tegalan dan perkebunan dengan skor 4) dan tidak sesuai (lahan terbangun dan perairan darat dengan skor 1).

**Tabel 3. Luas Tata Guna Lahan di Lokasi Studi**

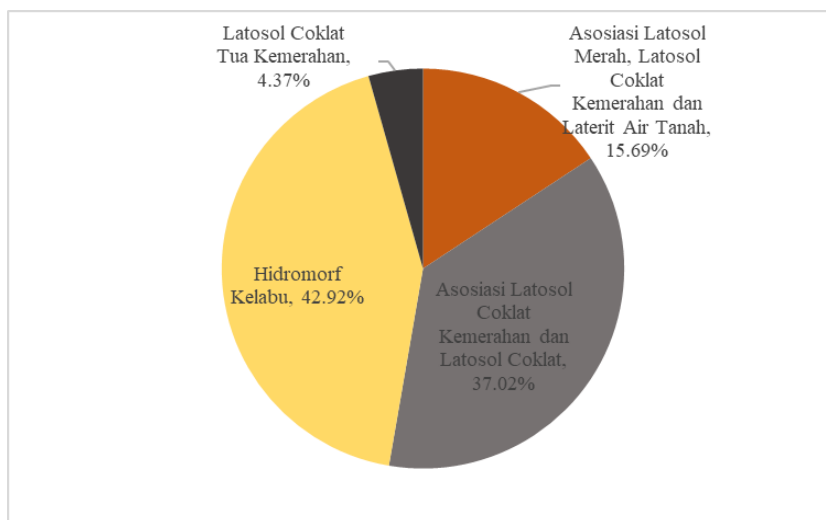
No	Tata Guna Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Belukar/Semak	49.02	1.69%
2	Hutan Lebat	101.69	3.50%
3	Industri	78.83	2.71%
4	Kebun Campuran	297.16	10.23%
5	Lahan Terbuka	9.56	0.33%
6	Perairan Darat	6.36	0.22%
7	Perkebunan	42.68	1.47%
8	Permukiman Pedesaan	225.07	7.75%
9	Permukiman Perkotaan	705.47	24.28%
10	Sawah Tadah Hujan	146.11	5.03%
11	Sungai	29.85	1.03%
12	Tegalan	1213.52	41.77%
Total		2905.33	100.00%

Sumber: Hasil analisis, 2018

Secara umum dilokasi penelitian terdiri atas empat jenis tanah yaitu yaitu asosiasi latosol merah, latosol coklat kemerahan dan laterit air tanah, asosiasi latosol coklat kemerahan dan latosol coklat, hidromorf kelabu, dan latosol coklat tua kemerahan (Gambar 15). Jenis tanah dengan luas terbesar pada wilayah studi adalah hidromorf kelabu 42.92% sedangkan jenis tanah dengan luas terkecil adalah latosol coklat tua kemerahan sebesar 4.37% (Gambar 4). Berdasarkan faktor kepekaan tanah terhadap erosi, tanah latosol bersifat agak peka, sedangkan hidromorf kelabu bersifat tidak peka terhadap erosi karena memiliki tekstur lempung liat.

Berdasarkan tabel kesesuaian lokasi untuk pembangunan bendung dan embung tekstur tanah yang sangat sesuai adalah tekstur lempung liat. Tekstur ini dimiliki oleh jenis tanah hidromorf kelabu. Jenis tanah lainnya yang terdapat di Sentul City adalah asosiasi latosol coklat kemerahan, letosol merah, letosol coklat, dan laterit air tanah jenis tanah tersebut cenderung memiliki tekstur tanah liat. Jenis tanah yang berbeda memiliki tingkat infiltrasi yang berbeda yang biasanya mempengaruhi limpasan mengalir ke bendungan, semakin rendah tingkat infiltrasi tanah maka semakin sesuai untuk dibangun bendung (Djokic, 2012). Dalam penentuan lokasi, tekstur tanah memiliki bobot 15% dan secara keseluruhan tekstur tanah di lokasi studi hanya liat dan lempung liat sehingga memiliki kesesuaian yang tinggi.

Iklim adalah faktor fisik yang sulit untuk diubah dan sangat mempengaruhi keragaman penggunaan lahan. Keberadaan data curah hujan sangat penting dalam merencanakan daerah tangkapan air, curah hujan juga sangat berkaitan dengan kelembaban tanah. Perhitungan curah hujan wilayah dilakukan untuk mengetahui berapa besarnya curah hujan yang jatuh pada lokasi studi, yang dianalisa berdasarkan data stasiun klimatologi terdekat. (B. Mbilinyi & Tumbo, 2013) menyatakan lokasi yang sangat sesuai untuk penentuan lokasi bendung dan embung adalah lokasi yang memiliki curah hujan >500 mm/tahun.



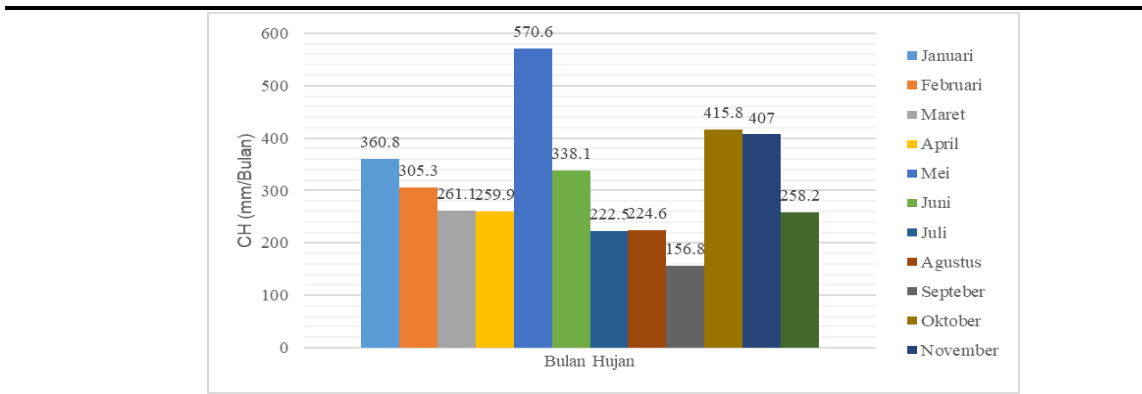
**Gambar 4. Persentase luas perjenis tanah di Sentul City**

Curah hujan andalan 80% dihitung berdasarkan perhitungan peluang Weibull, metode ini merupakan suatu metode dalam memperkirakan nilai probabilitas berdasarkan data jumlah hujan. Data yang digunakan adalah curah hujan selama dua puluh tahun terakhir (1997-2016) dari stasiun penakar hujan yang terdapat di Dramaga. Berdasarkan hasil analisis diperoleh curah hujan andalan 80% yaitu 3497.8 mm/tahun yaitu curah hujan yang terjadi pada tahun 2009, hasil perhitungan curah hujan dengan metode Weibull disajikan dalam Tabel 3, sedangkan distribusi hujan andalan 80% perbulan tersaji pada Gambar 5. Curah hujan memiliki bobot memiliki bobot 15% dalam penentuan lokasi bendung dan embung, curah hujan andalan di lokasi studi adalah 3497.8 mm/tahun atau >500 mm/tahun sehingga dapat disimpulkan lokasi studi memiliki kelas kesesuaian sangat sesuai berdasarkan kriteria curah hujan, maka sangat potensial untuk dilakukan pemanenan air karena lokasi studi memiliki curah hujan yang tinggi.

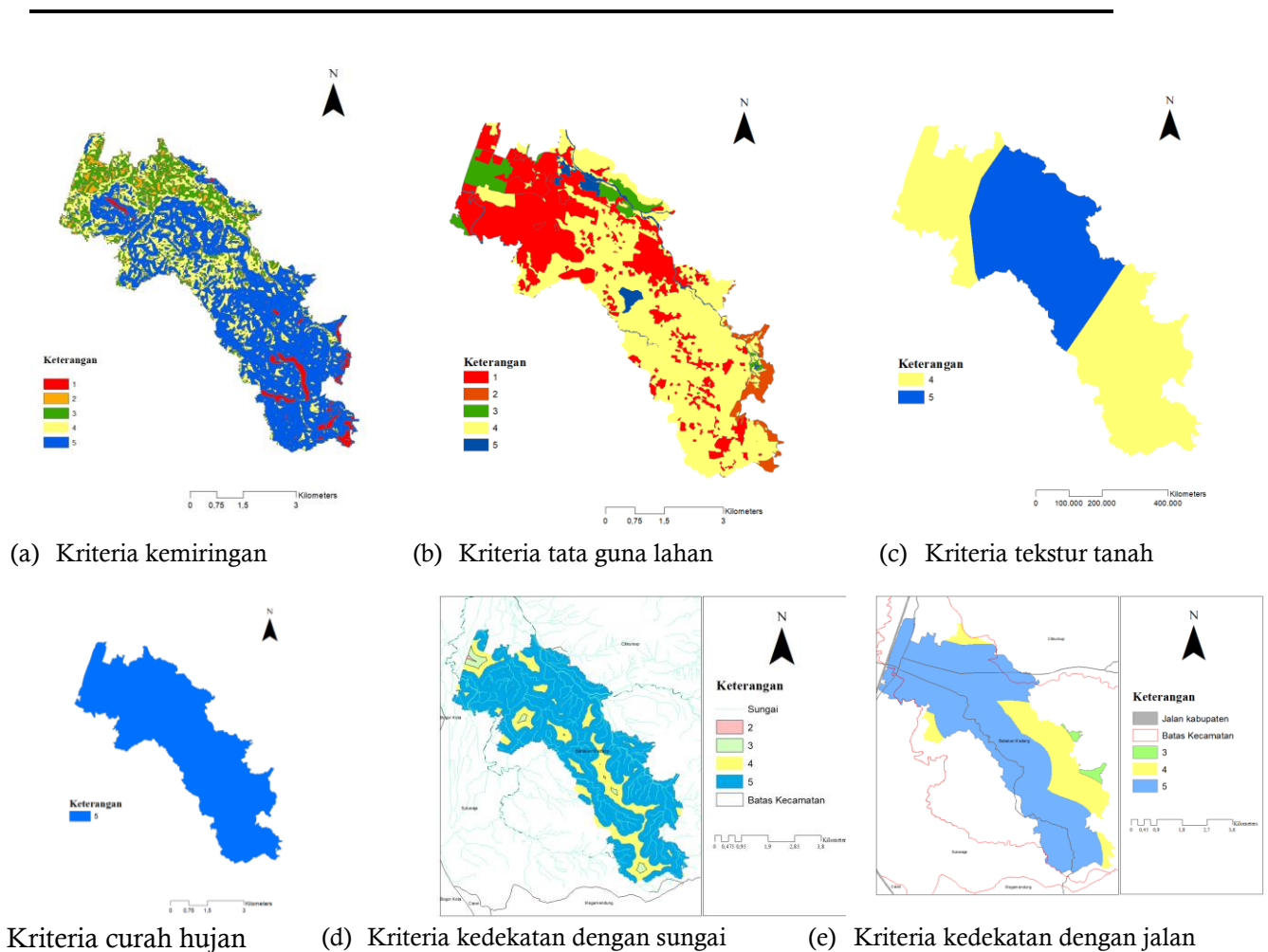
**Tabel 4. Analisis Peluang Hujan dengan Metode Weibull**

No	Tahun	Jumlah Hujan (mm/tahun)	No Urut	P Weibull
1	2005	4928.9	1	0.10
2	1998	4372.5	2	0.15
3	2002	4266.3	3	0.20
4	2004	4221.3	4	0.25
5	2015	4113.9	5	0.30
6	2010	4050.8	6	0.35
7	2008	4038.9	7	0.40
8	2013	3981.5	8	0.45
9	2016	3931.0	9	0.50
10	2014	3904.6	10	0.55
11	2003	3893.3	11	0.60
12	2007	3772.4	12	0.65
13	2001	3600.2	13	0.70
14	2012	3550.7	14	0.75
15	2009	3497.8	15	0.80
16	2000	3336.6	16	0.85
17	1999	3250.7	17	0.90
18	2006	2990.6	18	0.95
19	1997	2848.9	19	1.00
20	2011	2842.1	20	1.05





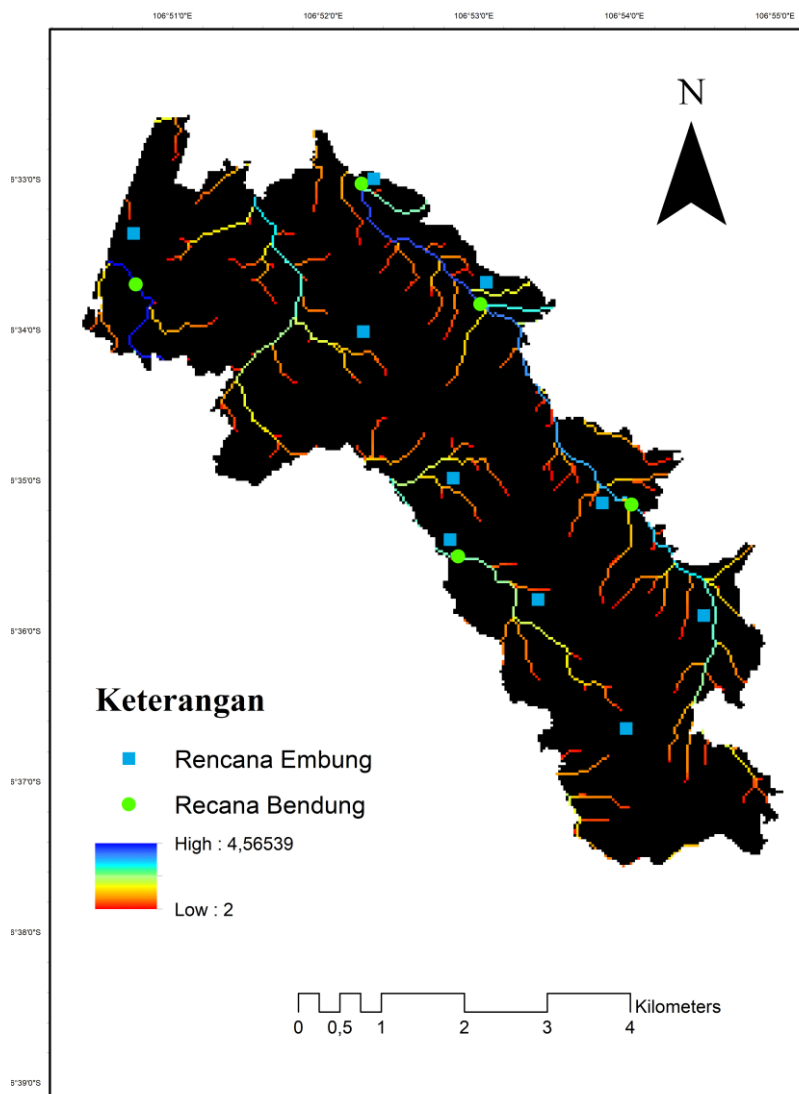
Gambar 5. CH Andalan 80% Peluang Waebull Perbulan



Gambar 6 Peta dalam format raster yang menjadi bahan analisis *weighted overlay*

Semakin dekat dengan sungai maka akan semakin sesuai untuk pembangunan embung, karena semakin dekat dengan sungai akan semakin dekat juga dengan sumber air.

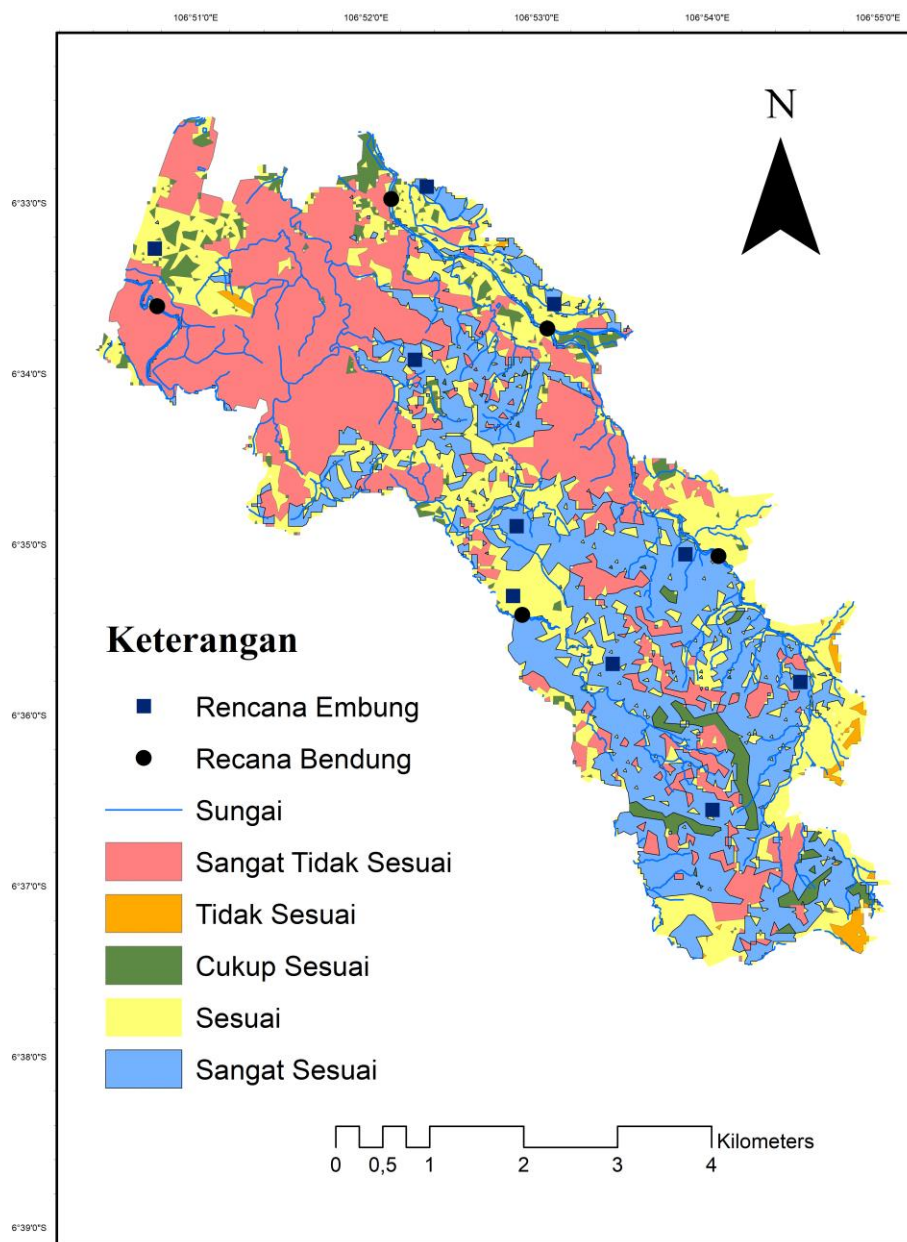
Kedekatan dengan sungai memiliki bobot 10% dalam penentuan lokasi bendung dan embung. Kemudahan akses jalan di wilayah studi yang relatif mudah karena rata-rata kurang dari 1000 m dari jalan kabupaten. Dalam penentuan lokasi bendung maupun embung kemudahan akses menjadi kriteria yang sangat penngting, semakin dekat calon lokasi bendung dan embung dengan jalan akan semakin sesuai karena akan memdudahkan mobilisasi alat maupun bahan pada fase kontruksi, sehingga kemudahan akses juga akan berdampak pada biaya yang dikeluarkan akan relatif lebih rendah. Dalam penentuan lokasi bendung dan embung akses jalan mempunyai bobot 5%.



Gambar 7. *Flow accumulation* di Wilayah Studi

Gambar 8 menyajikan peta kesesuaian lokasi bendung dan embung, Warna biru mewakili kelas kesesuaian sangat sesuai, warna kuning mewakili kelas kesesuaian sesuai dengan faktor pembatas tata guna lahan, warna hijau mewakili kelas kesesuaian cukup sesuai dengan faktor pembatas adalah kemiringan, warna orange mewakili kelas kesesuaian tidak sesuai dan warna merah mewakili kelas kesesuaian sangat tidak sesuai. Persentase kesesuaian lokasi bendung dan embung nilai tertinggi adalah sangat tidak sesuai dengan persentase 34% dari total wilayah studi, hal ini dikarenakan sudah banyak lahan terbangun

di wilayah studi yang terdiri dari perumahan, perkantoran, kawasan komersil maupun pemukiman penduduk, sedangkan persentase terendah adalah katagori tidak sesuai yaitu 2%. Sedangkan katagori sangat sesuai memiliki persentase 31%, dan katagori sesuai adalah 27%, dan cukup sesuai 6%. Sedangkan hasil peneltian (Harahap, 2018) dalam penentuan lokasi situ dengan meggunakan kriteria kemiringan, tekstur tanah dan jarak dari sungai diperoleh peta kesesuaian lahan, untuk area sangat sesuai seluas 8.32%, area sesuai 54.05%, area cukup sesuai 15.16%, area kurang sesuai 11.10%, dan area tidak sesuai 11.37%.

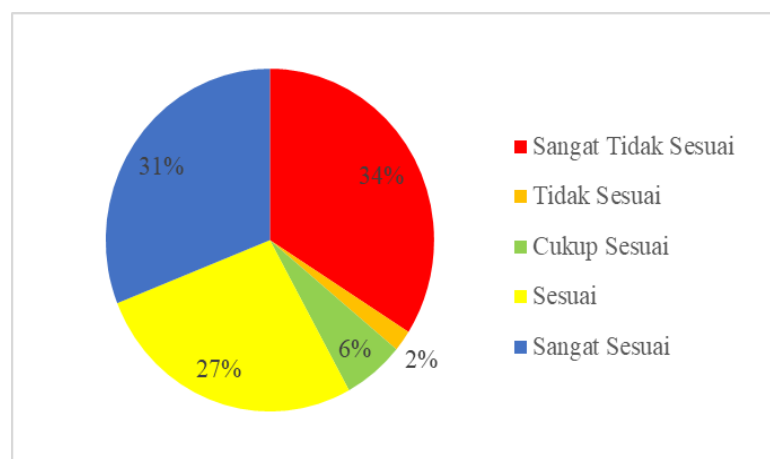


**Gambar 8 Peta kesesuaian lokasi bendung dan embung**

Berdasarkan hal tersebut maka dapat disimpulkan bahwa area sangat sesuai menduduki area tersempit (8.32%) berbeda dengan hasil peneitian dimana area sangat

sesuai (31%), adanya perbedaan hasil analisis salah satunya bisa disebabkan oleh penggunaan kriteria dimana dalam studi ini selain slope, tekstur tanah dan jarak dengan sungai juga memperhitungkan jarak dengan jalan, tata guna lahan dan curah hujan sehingga akan mempengaruhi bobot dimasing-masing kriteria. Selain itu dalam penelitian ini juga penentuan lokasi embung sangat tergantung posisi bendung karena selain menerima input air dari hujan, embung juga akan menerima air dari bendung yang dibangun di Sungai Cikeas dan Citeureup sehingga kontinuitas aliran air ke embung dapat terjaga dan embung dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber air baku.

Dalam penentuan lokasi bendung juga memperhatikan beberapa faktor (1) *Flow accumulation*, rencana bendung akan dibangun di sungai yang mempunyai *flow accumulation* yang relatif tinggi (Gambar 7), (2) keadaan hidraulik sungai yang paling ideal untuk lokasi bendung pada sungai yang lurus dan (3) pengaruh regime sungai lokasi yang perlu dihindari adalah lokasi dimana terjadi perubahan kemiringan sungai yang mendadak karena ditempat ini akan terjadi endapan atau gerusan yang tinggi (Dep PU, 1986) berdasarkan faktor tersebut dan peta kesesuaian lokasi maka rencana posisi bendung dan embung tersaji pada Gambar 9.



**Gambar 9** Persentasi kelas kesesuaian lokasi bendung dan embung

Berdasarkan peta kesesuaian lokasi bendung dan embung maka direncanakan di Sentul City dapat dibangun 5 (lima) buah bendung dengan rincian 2 (dua) bendung di Sungai Cikeas dan 3 (tiga) bendung di Sungai Citeureup dan 9 (sembilan) embung yang tersebar di Kawasan Sentul City. Bendung akan dirancang mampu untuk memenuhi kebutuhan kekurangan air sesuai dengan kebutuhan embung yang ada didekatnya, untuk mendapatkan volume tersebut dibuat tampungan memanjang ke hulu sungai dengan panjang tampungan yang mampu memenuhi kebutuhan air tersebut. Bendung dapat direncanakan dengan berseri sampai mendapatkan jumlah volume yang diinginkan. Bendung seyogyanya dirancang untuk memanen air pada aliran sungai yang akan dialirkan ke embung yang ada didekatnya sehingga kontinuitas aliran dapat terjaga. Sedangkan embung dibangun selain untuk memanen air sungai melalui bendung juga untuk memanen air hujan, hal ini dikarenakan curah hujan andalan di lokasi studi yang cukup tinggi yaitu 3497.8 mm/tahun. Dengan adanya pemanenan air melalui bendung dan embung maka diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air baku di Sntul City, yang diperkirakan akan mengalami defisit pada tahaun 2050 dan mengurangi banjir yang terjadi di hilir tepatnya di Kabupaten Bekasi dan Kota Bekasi yang hampir setiap tahun mengalami banjir pada musim hujan.

## KESIMPULAN

Hasil analisis menyimpulkan kelas kesesuaian lahan tertinggi adalah sangat tidak sesuai dengan persentase 34% dari total wilayah studi, sangat sesuai memiliki persentase 31%, sesuai memiliki persentase 27%, cukup sesuai memiliki persentase 6% dan sangat tidak sesuai memiliki persentase 2%. Berdasarkan kelas kesesuaian tersebut maka dilokasi studi dapat dibangun 5 (lima) bendung dan 9 (Sembilan) embung yang dapat difungsikan untuk memanen air yang dapat dijadikan sebagai sumber air baku di Sentul City.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I., & Verma, M. K. (2016). Site suitability mapping for water storage structures using remote sensing & GIS for Sheonath basin in Chhattisgarh state. *International Journal of Applied Engineering Research*.
- Ashley, R. M., Balmfort, D. J., Saul, A. J., & Blanskby, J. D. (2005). Flooding in the future - Predicting climate change, risks and responses in urban areas. *Water Science and Technology*.
- Brown, R. R., Keath, N., & Wong, T. H. F. (2009). Urban water management in cities: historical, current and future regimes. *Water Science and Technology*. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.029>
- Dai, X. (2016). *Dam Site Selection Using an Integrated Method of AHP and GIS for Decision Making Support in Bortala Title, Northwest China*. Lund University.
- Deng, Y., Wilson, J. P., & Bauer, B. O. (2007). DEM resolution dependencies of terrain attributes across a landscape. *International Journal of Geographical Information Science*. <https://doi.org/10.1080/13658810600894364>
- Dep PU. (1986). *Kriteria perencanaan bagian bangunan utama standar perencanaan irigasi KP 02 Keputusan Direktur Jenderal Pengairan Nomor: 185/KPTS/A/1986*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Djokic, D. (2012). Hydrologic and Hydraulic Modeling with ArcGIS. In *Esri International User Conference*.
- Farrelly, M., & Brown, R. (2011). Rethinking urban water management: Experimentation as a way forward? *Global Environmental Change*. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.007>
- Forzieri, G., Gardenti, M., Caparrini, F., & Castelli, F. (2008). A methodology for the pre-selection of suitable sites for surface and underground small dams in arid areas: A case study in the region of Kidal, Mali. *Physics and Chemistry of the Earth*. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2007.04.014>
- Gül, A., Gezer, A., & Kane, B. (2006). Multi-criteria analysis for locating new urban forests: An example from Isparta, Turkey. *Urban Forestry and Urban Greening*. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.05.003>
- Harahap, S. (2018). *Evaluasi Lanskap Bagi Peruntukan Situ Di Sentul City*. Institut Pertanian Bogor.
- Jha, M. K., Chowdary, V. M., Kulkarni, Y., & Mal, B. C. (2014). Rainwater harvesting planning using geospatial techniques and multicriteria decision analysis. *Resources, Conservation and Recycling*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.12.003>
- Mbilinyi, B. P., Tumbo, S. D., Mahoo, H. F., & Mkiramwinyi, F. O. (2007). GIS-based decision support system for identifying potential sites for rainwater harvesting. *Physics and Chemistry of the Earth*. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2007.07.014>
- Mbilinyi, B., & Tumbo, H. (2013). *GIS-Based decision Support System for Identifying Potential Sites for Rainwater Harvesting Decision Support Systems*. Morogoro: Sokoine University of Agriculture.
- Mehrabi, H., Zeinivand B, H., Hadidi, M., & Assistant, C. A. (2012). *Site Selection for Groundwater Artificial Recharge in Silakhor Rangelands Using GIS Technique*. *Journal of Rangeland Science*.
- Mendoza, G., & Macoun, P. (1999). *Guidelines for applying multi-criteria analysis to the assessment of criteria and indicators. The Criteria and Indicators Toolbox Series No. 9*. Jakarta: Centre for International Forestry Research (CIFOR).
- Mosate, T. (2016). *Application of Gis to Determine Suitable Sites for Surface Rainwater Harvesting In a Semi-Arid Catchment*. University of Dar es Salaam.
- Njiru, F. (2015). *No Title Hydrological information for Dam site selection by Integrating Geographic Information System (GIS) and Analytical Hierarchical Process (AHP)*. University of Nairobi.
- 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*. <https://doi.org/10.1007/s12040-009-0034-5>
- Salih, S. A., & Al-Tarif, A. S. M. (2012). Using of GIS Spatial Analyses to Study the Selected Location for Dam Reservoir on Wadi Al-Jirnaf, West of Shirqat Area, Iraq. *Journal of Geographic Information System*. <https://doi.org/10.4236/jgis.2012.42016>
- Singh, J. P., Singh, D., & Litoria, P. K. (2009). Selection of suitable sites for water harvesting structures in Soankhad watershed, Punjab using remote sensing and geographical information system (RS&GIS) approach- a case study. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1007/s12524-009-0009-7>
- Singh, P., Gupta, A., & Singh, M. (2014). Hydrological inferences from watershed analysis for water resource management using remote sensing and GIS techniques. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2014.09.003>
- Soedibyo. (2003). *Teknik Bendungano Title*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Travar, I., Andreas, L., Kumpiene, J., & Lagerkvist, A. (2015). Development of drainage water quality from a landfill

- cover built with secondary construction materials. *Waste Management*. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.016>
- Xiao-jun, W., Jian-yun, Z., Shahid, S., ElMahdi, A., Rui-min, H., Zhen-xin, B., & Ali, M. (2012). Water resources management strategy for adaptation to droughts in China. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. <https://doi.org/10.1007/s11027-011-9352-4>
- Ziadat, M. T. AL. (2014). Applications of Planned Behavior Theory (TPB) in Jordanian Tourism. *International Journal of Marketing Studies*. <https://doi.org/10.5539/ijms.v6n2p105>