

GEO VISUALISASI PENENTUAN LOKASI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) SAMPAH DI KABUPATEN BANYUMAS

GEO VISUALIZATION DETERMINATION OF WASTE FINAL DISPOSAL LOCATIONS IN BANYUMAS REGENCY

Siti Nurhayati¹), Kuswanto²), Mohamad Syafei³)

^{1,2,3} Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Unsoed

¹) unsoedlecturer2@gmail.com

ABSTRACT

The increasing population in Banyumas Regency has consequently impacted on the increasing amount of waste to manage. The old final waste disposal places are no longer capable to hold the amount of waste produced by the people. Thus, Banyumas Regency has recently been in the emergency state dealing with its waste management. Therefore, it is required new final waste disposal locations since the old ones are no longer feasible. Thus, it is required to find new final waste disposal locations. This research employed a descriptive method with a spatial approach. The geographic information system (GIS) was performed to determine the final waste disposal locations by using the weighing and scoring method followed with the overlay maps. Those maps included the administrative map, river map, land-use map, waste-risk area map, flood-prone-area, landslide-prone area, earthquake-prone-area, fault map, slope map, rainfall map, and population density map. The results of this research show that the alternative final waste disposal locations are best located in the districts of Lumbir, Purwojati, Wangon, Gumelar and Jatilawang. There are fifteen villages that have the highest score, while also meeting the minimum land area requirement for the TPA (at least 135,774 ha). The villages in Lumbir District are Besuki, Canduk, Kedunggede, Parungkamal, Cidora, Karanggayam. The villages in the Purwojati sub-district are Karangtalun Kidul, Kali Putih, Karangmangu, Purwojati. The villages in the district of Wangon are Banteran, Jambu, Randegan. In Jatilawang District is the village of Tunjung. In Gumelar District is Karang Kemojing. .

Keywords: spatial analysis, Final Waste Disposal, waste, overlay, buffering, scoring

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk Kabupaten Banyumas berdampak pada peningkatan jumlah timbulan sampah yang harus dikelola. Ketidaksesuaian kemampuan tempat pembuangan akhir sampah dengan jumlah sampah yang dihasilkan penduduk menyebabkan Kabupaten Banyumas mengalami Darurat Sampah. Oleh karena itu, membutuhkan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah yang baru karena TPA yang lama sudah tidak layak pakai. Oleh karena itu perlu dilakukan pencarian lokasi yang dapat dijadikan tempat pembuangan akhir sampah. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan spasial. Penentuan lokasi TPA ini dapat menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), dengan menggunakan metode bobot dan skoring serta *overlay* dan *buffering* peta. Peta yang digunakan adalah peta administrasi, peta sungai, peta penggunaan lahan, peta area beresiko persampahan, peta rawan banjir, peta rawan tanah longsor, peta rawan gempa, peta patahan, peta kelerengan, peta curah hujan, peta kepadatan penduduk. Hasil penelitian ini, alternatif lokasi TPA berada di wilayah Kecamatan Lumbir, Purwojati, Wangon, Gumelar dan Jatilawang. Ada limabelas desa yang mempunyai skor tertinggi, sekaligus juga

memenuhi kebutuhan luas lahan minimal bagi TPA (minimal 135,774 ha). Desa-desa di wilayah Kecamatan Lumbir adalah Besuki, Canduk, Kedunggede, Parungkamal, Cidora, Karangayam. Desa-desa di wilayah Kecamatan Purwojati adalah Karangtalun Kidul, Kali Putih, Karangmangu, Purwojati. Desa-desa di wilayah Kecamatan Wangon adalah Banteran, Jambu, Randegan. Di Kecamatan Jatilawang adalah desa Tunjung. Di Kecamatan Gumelar adalah Karang Kemojing.

Kata Kunci: analisis spasial, TPA sampah, overlay, buffering, scoring

PENDAHULUAN

Pada tahun 2030 setiap negara secara substansial mengurangi timbulan sampah melalui pencegahan, pengurangan, daur ulang, dan penggunaan kembali. Hal ini merupakan target Sustainable Development Goals (SDGs) untuk dapat menjamin pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan (SDGs target 12.5). Hal ini sejalan dengan target Peraturan Presiden (Pepres) Republik Indonesia Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan SRT (Sampah Rumah Tangga) dan SSRT (Sejenis Sampah Rumah Tangga) yang menargetkan pengurangan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga sebesar 30 persen dan penanganannya sebesar 70 persen.

World Bank di tahun 2012 mencatat bahwa pertambahan jumlah timbulan sampah sangat cepat, pada tahun 2002 dengan 2,9 miliar penduduk perkotaan menghasilkan

sekitar 0,64 kg per orang per hari (0,68 miliar ton per tahun). Jumlah ini meningkat menjadi sekitar 3 miliar penduduk yang menghasilkan 1,2 kg per orang per hari (1,3 miliar ton per tahun). Sampah akan terus bertambah dan diprediksikan pada tahun 2025 akan mencapai 4,3 miliar penduduk perkotaan yang menghasilkan sekitar 1,42 kg per orang per hari sampah kota (2,2 miliar ton per tahun).

Tahun 2016 jumlah timbulan sampah di Indonesia mencapai 65.200.000 ton per tahun dengan penduduk sebanyak 261.115.456 orang. Di Jawa Tengah jumlah penduduk pada tahun 2018 mencapai 34.490.835 jiwa dengan persentase penduduk daerah perkotaan mencapai 48,4%. Sampah yang dihasilkan di Jawa Tengah mencapai 33 m³ setiap harinya (BPS Prov Jateng, 2018). Kabupaten Banyumas merupakan kabupaten dengan jumlah penduduk terbanyak kedua di Jawa Tengah (<http://Jateng.bps.go.id>, 2019). Berdasarkan perhitungan SNI 19-

26 **Siti Nurhayati**, Geo Visualisasi Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Di Kabupaten Banyumas

3983-1995 didapatkan jumlah timbulan sampah di Kabupaten Banyumas pada tahun 2017 sebanyak 4.267 m³ atau 4.267.068 liter/hari pada jumlah penduduk sebanyak 1.665.025 jiwa. Berdasarkan Hasil Survei DLH Kabupaten Banyumas tahun 2018 jumlah timbulan sampah harian, adalah 535.965 kg/hari dari 456.510 KK di Kabupaten Banyumas. Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa jika di perdesaan produksi sampah sebanyak 1,12 kg per Kepala Keluarga per hari, sedangkan pada wilayah perbatasan 2,24 kg sedangkan pada wilayah perkotaan sebanyak 2,28 per Kepala Keluarga (KK) per hari. Berdasarkan hal tersebut dapat dilihat bahwa produksi / timbulan sampah masyarakat perkotaan lebih banyak dibanding di daerah perbatasan maupun perdesaan. Jika diamati juga bahwa sampah organik lebih banyak diproduksi oleh masyarakat wilayah perkotaan dibanding perdesaan (simda-ekonomihijau.banyumaskab.go.id, 2019). Rata-rata volume sampah per hari di Kabupaten Banyumas meningkat setiap tahunnya hingga dapat mencapai 200 ton per hari (<http://sipsn.menlhk.go.id/>, 2019).

Secara umum sampah yang dihasilkan dominan pada jenis organik 52,6% dan sampah plastik 27,13%. Berdasarkan data hanya 10,85 % yang diangkut ke TPA. Sekitar 89,15 % diolah di hanggar/TPST/TPS3R, namun masih perlu peningkatan penanganan yang semestinya agar tidak berpotensi pencemaran. Keadaan yang demikian menyebabkan beberapa bulan lalu kabupaten Banyumas mengalami darurat sampah (DLH Kab. Banyumas, 2018).

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah serta peraturan peraturannya, Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) didefinisikan sebagai Tempat Pemrosesan Akhir sampah. Permasalahan dalam pengelolaan persampahan adalah mengenai pemilihan lokasi TPAS yang layak secara teknis, ekonomis dan lingkungan. Hal lain berkaitan dengan semakin sulit dan mahalnya untuk mendapatkan lokasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPAS) sampah juga letaknya yang semakin jauh telah memperpanjang transportasi dan meningkatkan biaya pengangkutannya.

Proses untuk menentukan lokasi tempat pembuangan akhir sampah baru, kadang-kadang memakan waktu lama. Prosedur dan parameter terkait sangat kompleks karena melibatkan kombinasi beberapa pengetahuan dari berbagai bidang. Untuk mengidentifikasi dan memilih lokasi TPA yang tepat, prosedur sistematis harus diadopsi dan diikuti secara hati-hati karena penentuan lokasi TPA sampah yang sesuai merupakan keputusan yang memerlukan evaluasi lahan yang ekstensif. Oleh karena itu, proses penentuan lokasi TPA mempertimbangkan parameter lingkungan, ekologi, teknis operasional, kesehatan, ekonomi, sosial, hukum dan politik. Pertimbangan lainnya adalah desain, ketersediaan kawasan dan prospek pengembangan. Pemodelan GIS bertujuan untuk menemukan pola spasial yang cocok untuk penggunaan lahan mendatang berdasarkan kendala, preferensi, atau prediksi yang tepat dari berbagai macam parameter dan aktivitas. Sifat pemodelan spasial masalah penentuan lokasi TPA sampah baru, melibatkan penggunaan GIS untuk memperluas kerangka kerja tradisional agar memperhatikan data

spasial dan non spasial. Teknik layering GIS bersinergi dengan teknik analisis keputusan multikriteria, agar diperoleh signifikansi keputusan dalam menentukan lokasi yang sesuai (Abujayyab *et al.*, 2016) dan (Ngumom and Terseer, 2017).

Oleh karena itu dibutuhkan sebuah studi untuk membantu menentukan lokasi TPA sampah yang layak menurut peraturan yang berlaku. Studi pemilihan lokasi TPA sampah ini bertujuan mencari daerah yang layak untuk dijadikan sebagai lokasi TPA sampah yang sesuai dengan rencana tata ruang wilayah serta berdasarkan multi kriteria SNI No. 03-3241-1994 dan 19-3241-1994. Multi kriteria dalam penentuan lokasi TPA sampah ini menjadi sulit mengingat wilayah administrasi suatu daerah (kabupaten/kota) yang harus memiliki TPA sampah baik secara mandiri atau regional dengan daerah di sekitarnya sangat luas. Peran Sistem Informasi Geografis (SIG) akan digunakan dalam studi ini untuk membantu menyaring setiap lokasi berdasarkan tiap-tiap kriteria yang ada dalam SNI No. 03-3241-1994 dan 19-3241-1994 dengan kemampuannya mengelola data-data spasial. Hasil dari studi ini

diharapkan dapat memberikan lokasi alternatif yang layak untuk pembangunan TPA sampah di wilayah administrasi Kabupaten Banyumas. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan alternatif lokasi TPA sampah yang sesuai di Kabupaten Banyumas.

METODE

Penelitian ini adalah deskriptif observatif dengan pendekatan spasial. Data-data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder diperoleh dari instansi-instansi pemerintah dan studi literatur. Data-data tersebut diolah dan dianalisis dengan metode digitizing, skoring, buffering dan overlay dengan bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG). Populasi penelitian adalah peta administrasi

Kabupaten Banyumas. Sampelnya adalah peta desa di wilayah Kabupaten Banyumas.

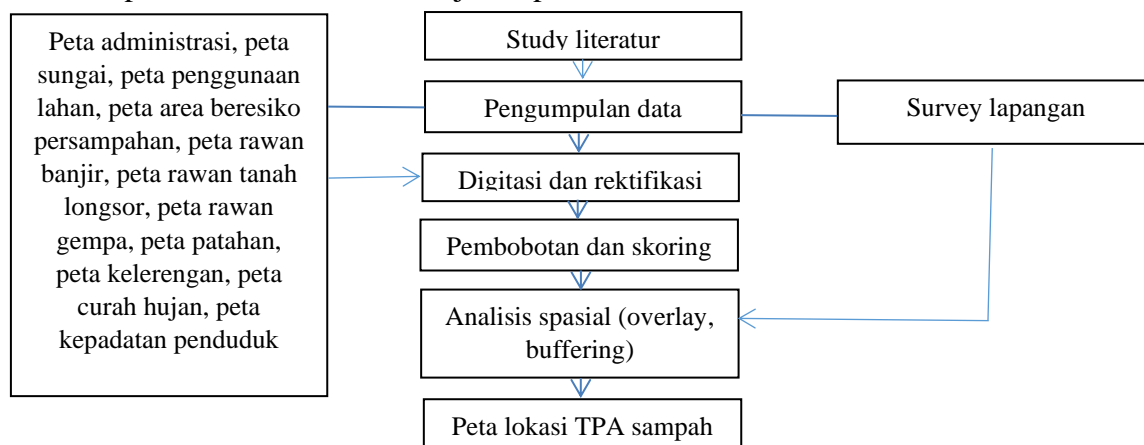
Penentuan lokasi TPA sampah diperoleh dari pemodelan spasial berdasarkan beberapa kriteria standar pada SNI No. 03-3241-1994 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3/PRT/M/2013 dan beberapa kriteria dari tinjauan literatur.

Jenis peta yang digunakan tertera pada Tabel 1. Peta yang digunakan dalam pemodelan spasial ini seluruhnya bersumber dari dinas-dinas di lingkungan Pemerintah Daerah Kabupaten Banyumas dengan skala peta 1: 300.000. Analisis spasial yang digunakan dalam SIG adalah analisis tumpang tindih/*overlay* dan *buffering*.

Tabel 1. Peta yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Peta	Skala	Sumber Peta
1	Peta administrasi Kabupaten Banyumas	1: 300.000	Bapeda Banyumas
2	Peta sungai di Kabupaten Banyumas	1: 300.000	Bapeda Banyumas
3	Peta penggunaan lahan	1: 300.000	Bapeda Banyumas
4	Peta area berisiko persampahan	1: 300.000	Bapeda Banyumas
5	Peta kawasan rawan banjir	1: 300.000	BPBD Banyumas
6	Peta berisiko tanah longsor	1: 300.000	Bapeda Banyumas
7	Peta kawasan rawan gempa bumi	1: 300.000	Bapeda Banyumas
8	Peta kelerengan	1: 300.000	BPBD Banyumas
9	Peta curah hujan	1: 300.000	BPBD Banyumas
10	Peta patahan	1: 300.000	BPBD Banyumas
11	Peta kepadatan penduduk	1: 300.000	BPBD Banyumas

Alur penelitian hasil sintesa tinjauan pustaka tertera Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

Untuk penentuan interval digunakan metode equal interval :

$$\text{Interval} = \frac{\text{Nilai maks} - \text{nilai min}}{\text{Kelas tingkat kesesuaian}} = \frac{49 - 14}{3} = 13$$

Dimana:

- Nilai maksimal adalah nilai tertinggi dari hasil perkalian bobot dan skor
- Nilai minimal adalah nilai terendah dari hasil perkalian bobot dan skor
- Kelas tingkat kesesuaian adalah jumlah kelas kesesuaian (Dalam penelitian ini jumlah kelas dibagi menjadi 3 kelas yaitu lokasi kesesuaian tinggi, lokasi kesesuaian sedang, dan lokasi kesesuaian rendah).

Tabel 2. Pembobotan dan skoring peta

No	Peta	Bobot	Skoring	Bobot x skoring	
1	PENGGUNAAN LAHAN				
		Belukar/Semak	3	3	9
		Kebun	3	3	9
		Rumput	3	3	9
		Tegalan	3	3	9
		Hutan	3	2	6
		Tanah Berbatu	3	2	6
		Air Tawar	3	1	3
		Gedung	3	1	3
		Pemukiman	3	1	3
		Sawah Irigasi	3	1	3
		Sawah Tadah Hujan	3	1	3
2	KEPADATAN PENDUDUK				
		486 - 1000	3	3	9
	1000 - 2000	3	2	6	

30 **Siti Nurhayati**, Geo Visualisasi Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Di Kabupaten Banyumas

No	Peta	Bobot	Skoring	Bobot x skoring
3	2000 - 4000	3	2	6
	4000 - 7135	3	1	3
	CURAH HUJAN			
	2750	1	3	3
	3250	1	2	2
	3750	1	2	2
	4250	1	2	2
	4750	1	2	2
	5500	1	1	1
4	6500	1	1	1
	KELAS LERENG			
	0 - 8 %	1	3	3
	8 - 15 %	1	3	3
	15 - 25 %	1	2	2
	25 - 40 %	1	2	2
5	> 40 %	1	1	1
	PATAHAN			
	1 Km	2	1	2
	2 Km	2	2	4
6	3 Km	2	3	6
	GEMPA BUMI			
	Rendah	2	3	6
	Menengah	2	2	4
7	Tinggi	2	1	2
	RAWAN LONGSOR			
	Rendah	2	3	6
	Sedang	2	2	4
8	Tinggi	2	1	2
	RAWAN BANJIR			
	Rendah	2	3	6
	Sedang	2	2	4
	Tinggi	2	1	2

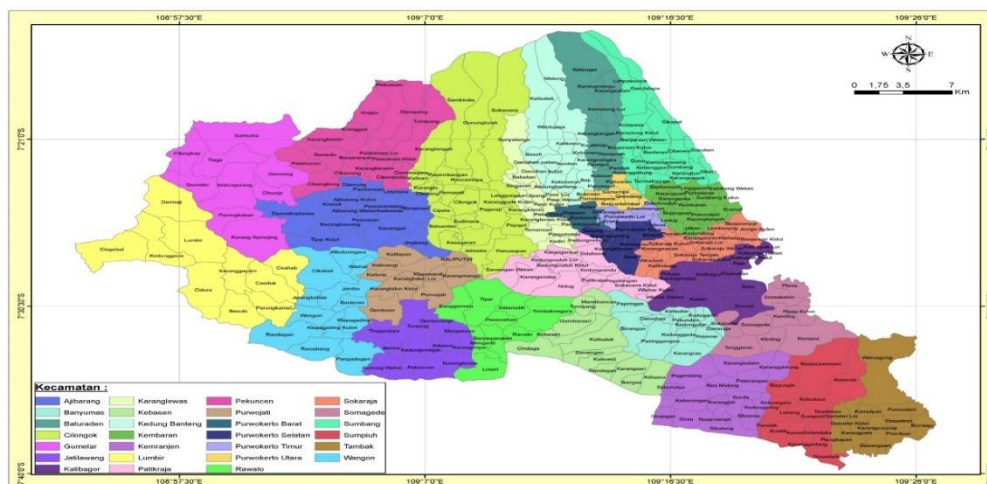
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis *overlay* peta untuk memperoleh peta kesesuaian lokasi TPA memerlukan peta administrasi, peta penggunaan lahan, peta rawan

banjir, peta rawan tanah longsor, peta gempa, peta patahan, peta kelerengan, peta curah hujan dan peta kepadatan penduduk. Peta-peta tematik yang didapatkan adalah sebagai berikut

1. Peta admistrasi

Gambar peta administrasi Kabupaten Banyumas, tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta administrasi Kabupaten Banyumas

Kabupaten Banyumas terdiri dari 27 kecamatan, 301 desa, 30 kelurahan. Wilayah Kabupaten Banyumas terletak di sebelah Barat Daya dan bagian dari Propinsi Jawa Tengah. Terletak di antara garis Bujur Timur 108° 39'17" sampai 109° 27' 15" dan di antara garis Lintang Selatan 7° 15'05" sampai 7° 37'10" yang berarti berada di belahan selatan garis khatulistiwa. Batas-batas Kabupaten Banyumas adalah :

- a. Sebelah Utara: Gunung Slamet, Kabupaten Tegal dan Kabupaten Pemalang.
- b. Sebelah Selatan: Kabupaten Cilacap

- c. Sebelah Barat: Kabupaten Cilacap dan Kabupaten Brebes
- d. Sebelah Timur: Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Kebumen dan Kabupaten Banjarnegara.

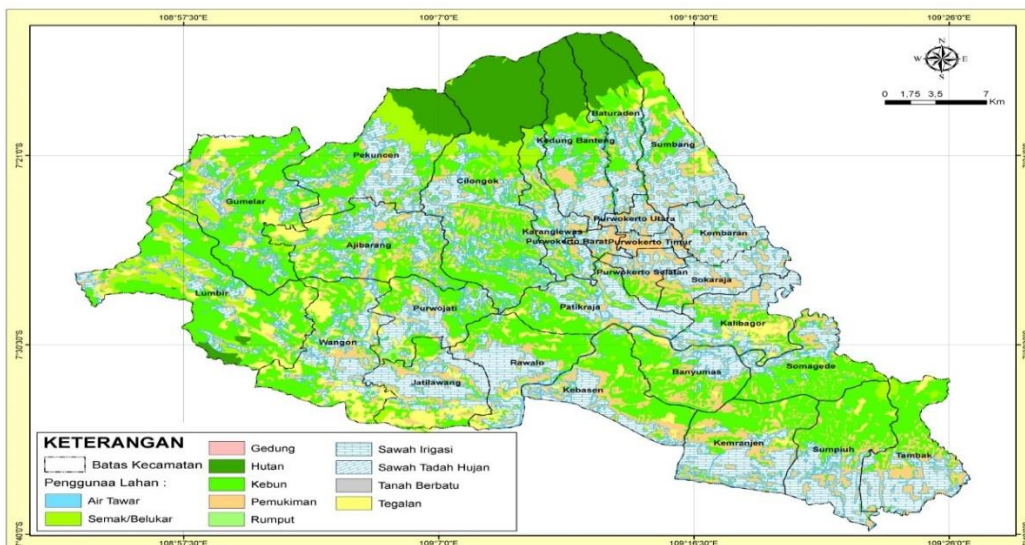
Luas wilayah Kabupaten Banyumas sekitar 1.327,60 km² atau setara dengan 132.759,56 ha (Pemkab Banyumas, 2021). Kriteria penyisih dalam SNI nomor 03-3241-1994 tentang tata cara pemilihan lokasi TPA sampah, sebaiknya lokasi berada pada wilayah administrasi kabupaten (dalam batas administrasi). Hal penting yang diatur dalam pedoman ini adalah kesesuaian lokasi TPA dengan RTRW, dimana dinyatakan

bahwa lokasi yang digunakan untuk TPA telah ditetapkan dalam RTRW sebagai lokasi TPA. Keterkaitan lokasi TPA dengan wilayah lain di luar batas administrasi sebenarnya diatur juga dalam pedoman ini. Namun demikian kriteria ini menggunakan asumsi bahwa lokasi TPA berada dalam wilayah administrasi yang sama dengan daerah pelayanannya. Dalam kenyataannya banyak lokasi TPA yang tidak berada dalam wilayah administrasi yang sama dengan wilayah pelayanannya. Beberapa kota yang umumnya mempunyai lahan yang terbatas, tidak dapat menyediakan lahan untuk TPA, seperti DKI Jakarta. Beberapa kota menggunakan lahan TPA pada wilayah administrasi lain yang berdekatan yang mampu menyediakan lahan yang cukup luas (Maryati, 2019). Menurut Nugroho dan Firmansyah (2017) jarak terhadap perbatasan daerah juga perlu

dipertimbangkan, lokasi TPA harus berjarak lebih dari 1000 m dari perbatasan daerah.

2. Peta penggunaan lahan

Menurut BPS Kabupaten Banyumas (2018) penggunaan lahan sawah di Kabupaten Banyumas seluas 32.528 ha, lahan pertanian bukan sawah 69.026 ha, dan lahan bukan pertanian 31.204 ha. Kriteria penyisih untuk penggunaan lahan (SNI nomor 03-3241-1994) antara lain tidak berada di lahan produktif dengan daya tampung lahan yang banyak serta umur penggunaan lebih lama. Kawasan TPA sampah ramah lingkungan menurut (Manurung dan Santoso, 2019) lokasi TPA bukan merupakan kawasan produktif pertanian dan harus berjarak sejauh lebih dari 150 m dari kawasan budidaya pertanian. Peta tematik penggunaan lahan di Kabupaten Banyumas, tertera dalam Gambar 3.

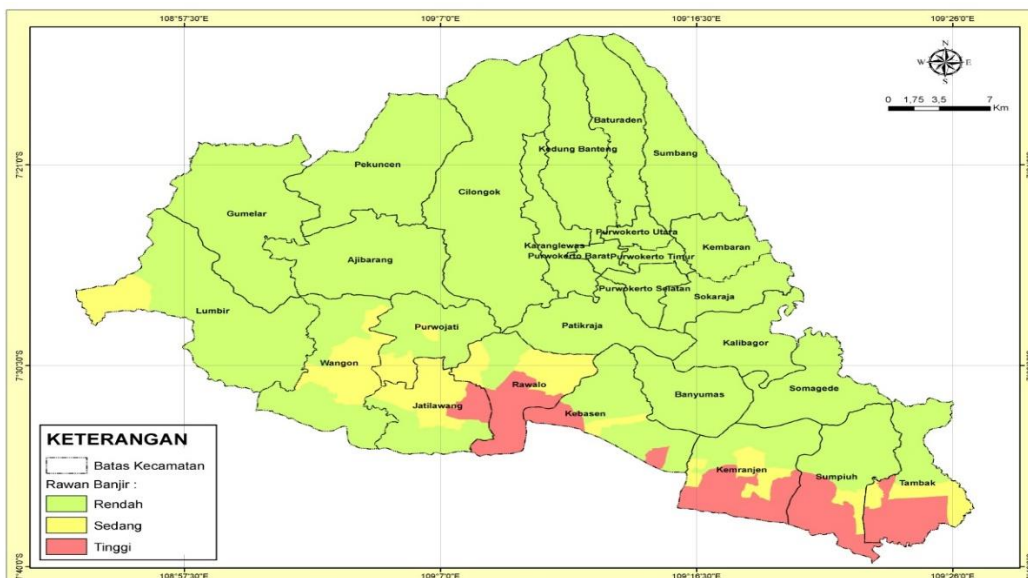


Gambar 3. Peta tematik penggunaan lahan di Kabupaten Banyumas

3. Peta rawan banjir

Kabupaten Banyumas adalah wilayah rawan banjir dan longsor, tahun 2020 kejadian 20 tanah longsor dan 18 kejadian banjir. Kecamatan rawan banjir adalah Tambak, Sumpiuh, Kemranjen, Kebasen, Rawalo dan Jatilawang. Banjir dapat disebabkan oleh kondisi alam yang statis seperti geografis, topografis, dan geometri alur sungai. Peristiwa alam yang dinamis seperti curah hujan yang tinggi, pembendungan dari laut/pasang pada sungai induk, amblesan tanah dan pendangkalan akibat sedimentasi, serta aktivitas

manusia yang dinamis seperti adanya tataguna dilahan dataran banjir yang tidak sesuai, yaitu: dengan mendirikan pemukiman dibantaran sungai, kurangnya prasarana pengendalian banjir, amblesan permukaan tanah dan kenaikan muka air laut akibat global warming (Badan Nasional Penanggulangan Bencana RI, 2021). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 03-3241-1994, daerah layak untuk dijadikan lokasi tempat pembuangan akhir sampah yaitu daerah yang terbebas akan banjir selama 25 tahunan.



Gambar 4. Peta tematik daerah rawan banjir di Kabupaten Banyumas

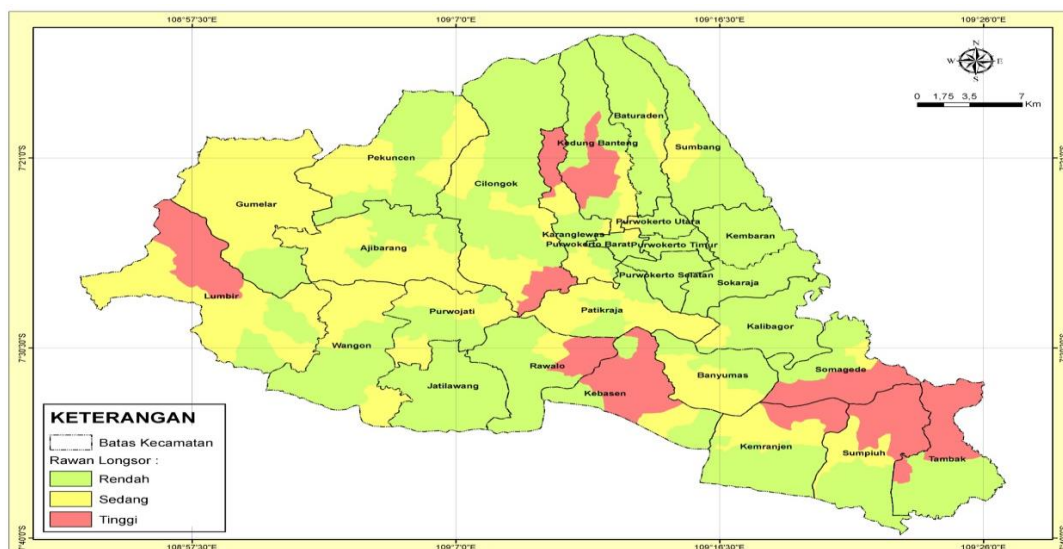
4. Peta rawan tanah longsor

Kecamatan rawan longsor di Kabupaten Banyumas adalah Lumbir, Cilongok, Kedung Banteng, Rawalo, Kebasen, Kemranjen, Sumpiuh, Tambak, yang secara letak geografis kecamatan tersebut ada di perbukitan dan dataran tinggi. Lokasi untuk TPA sampah sebaiknya bukan daerah rawan topografis (kemiringan lahan yang lebih dari 20%). Gerakan tanah atau dikenal sebagai tanah longsor merupakan fenomena alam yang dikontrol oleh kondisi geologi, curah hujan dan pemanfaatan lahan pada lereng. Bencana longsor sampah mirip dengan longsor tanah. Secara

teoritis, pada lokasi yang berbeda ketinggian akan ada gaya dorong sehingga sampah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak ke arah bawah. Kekuatan gaya tahan material sampah pada suatu lereng dapat dilampau oleh gaya dorong karena beberapa hal seperti penambahan kadar air sampah akibat infiltrasi air hujan; rendahnya kekuatan ikatan antar partikel sampah karena kurangnya pemadatan sampah dan karakter sampah; bentuk geometris penampang lereng misalnya ketinggian dan kemiring lereng; jenis dan keadaan lapisan dasar TPA misalnya tanah menjadi lunak karena adanya infiltrasi air;

getaran sampah misalnya akibat aktivitas penurunan sampah dari truk dan gerakan buldozer.

Gambar 5. menunjukan peta tematik rawan longsor di Kabupaten Banyumas.

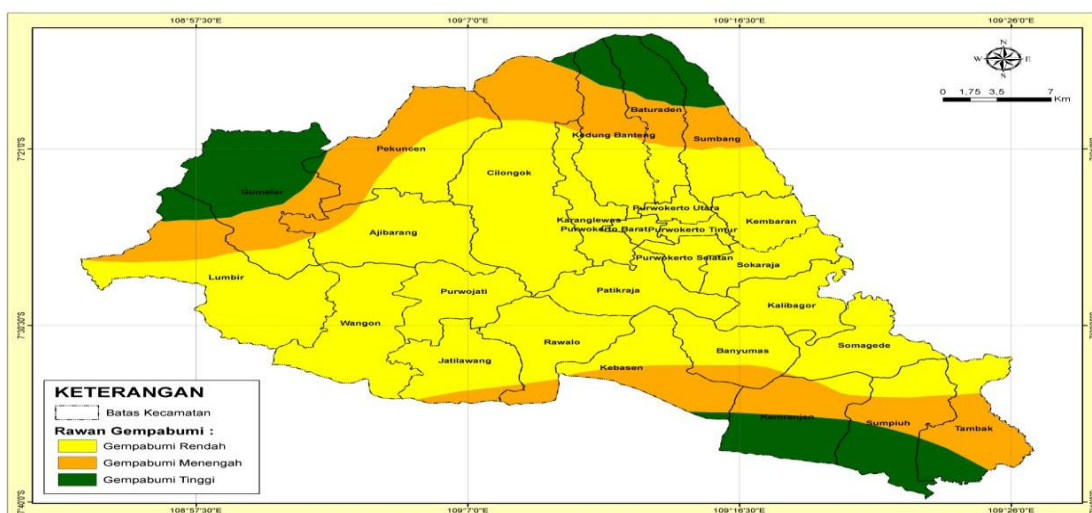


Gambar 5. Peta tematik daerah rawan longsor

5. Peta gempa

Gambar 6. menunjukan peta tematik daerah rawan gempa bumi di Kabupaten Banyumas. Kecamatan rawan gempa bumi

adalah Baturraden, Sumbang, Kedung Banteng, Kemranjen, Sumpiuh, Tambak, Gumelar, dan Lumir.



Gambar 6. Peta tematik daerah rawan gempa bumi di Kabupaten Banyumas

Lokasi dengan tingkat bahaya gempa dan bahaya longsor yang tinggi tidak disarankan untuk dijadikan lokasi Tempat Pembuangan Akhir sampah. Analisa terhadap potensi bahaya seismik, sangat penting dilakukan. Menurut (Putra *dkk.*, 2021) lokasi TPA sebaiknya tidak berlokasi di zona *holocene fault* dan tidak berada dalam zona bahaya geologi (seperti daerah gempa dan sesar). Hal ini untuk mengendalikan risiko dampak TPA sebagai sumber polutan terhadap lingkungan. Tidak dapat dipungkiri bahwa keberadaan TPA pada suatu wilayah akan meningkatkan bahaya dan risiko pencemaran air, udara, tanah. Daerah dengan keterbatasan kondisi geologi, akan mempunyai risiko yang lebih tinggi, sehingga daerah tersebut akan lebih rentan terhadap bahaya akibat gempa. Daerah dengan tingkat kerentanan gempa yang lebih tinggi akan mengakibatkan persebaran lindi dan akan membahayakan bagi daerah sekitar (Pamungkas, 2019).

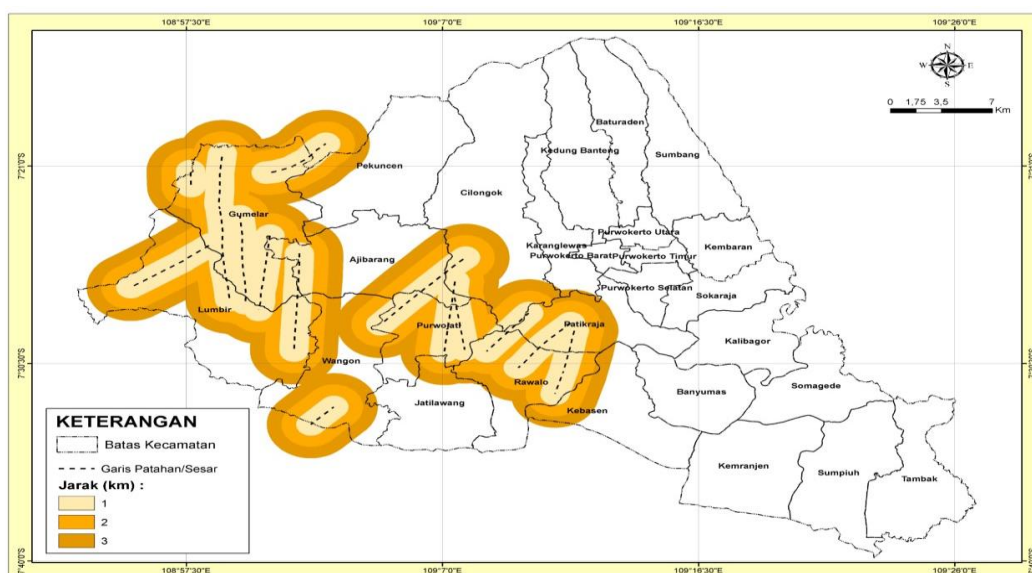
Gempa juga menyebabkan terganggunya stabilitas timbunan sampah yang sangat memberikan efek terhadap lingkungan sekitar. Salah satunya adalah penyebab terjadinya kelongsoran tempat pembuangan akhir sampah dikarenakan besarnya *displacement* dan *shear strain* akibat pergeseran antara tanah dasar yang mempunyai kekuatan geser yang rendah akibat gempa. Diperlukan mengantisipasi potensi kerusakan lingkungan, infrastruktur maupun crack yang terjadi di bawah timbunan sampah akibat gempa agar terhindar dari kebocoran dan penyebaran lindi, yang memberikan efek negatif berupa pencemaran air tanah terhadap lingkungan sekitar (Fitri, 2018).

6. Peta patahan/sesar

Data sesar yang digunakan berasal dari Peta patahan BPBD Kabupaten Banyumas. Peta tersebut didigitasi secara teliti untuk memperoleh zonasi sesar di Wilayah Banyumas. Sesar Ajibarang adalah salah satu sesar aktif di wilayah Jawa Tengah. Sesar tersebut ada di wilayah

kecamatan Aji Barang, Purwojati, Rawalo, Patikraja, Kebasen, Wangon, Lumbir dan Gumelar. Dengan demikian lokasi TPA sampah seharusnya tidak berada di lokasi sesar aktif, atau disekitar. Perilaku patahan perlu dipahami untuk mengetahui pemodelan sesar yang ada di bawah permukaan daerah TPA. Struktur patahan di bawah permukaan ini

mempunyai peranan penting terhadap proses-proses yang terjadi pada lapisan batuan di atasnya. Dengan mengetahui jalur sesar yang ada di daerah TPA, maka proses yang mungkin terjadi berkaitan dengan aktivitas patahan dapat dipahami dengan baik (Anggara, 2021). Gambar 7. merupakan peta tematik sesar di wilayah Banyumas.



Gambar 7. Peta tematik daerah sesar aktif di Kabupaten Banyumas

7. Peta kelerengkan

Berdasarkan kemiringan tanahnya wilayah Kabupaten Banyumas diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Kemiringan 0 – 2% meliputi areal seluas 42.629,09 ha atau 32,11 % dari luas wilayah Kabupaten Banyumas.

Wilayah dengan kemiringan ini meliputi Kota Purwokerto, Kecamatan Sokaraja, Kecamatan Kembaran, bagian selatan Kabupaten Banyumas antara lain Kecamatan Tambak, Kecamatan Sumpiuh, Kecamatan Kemranjen,

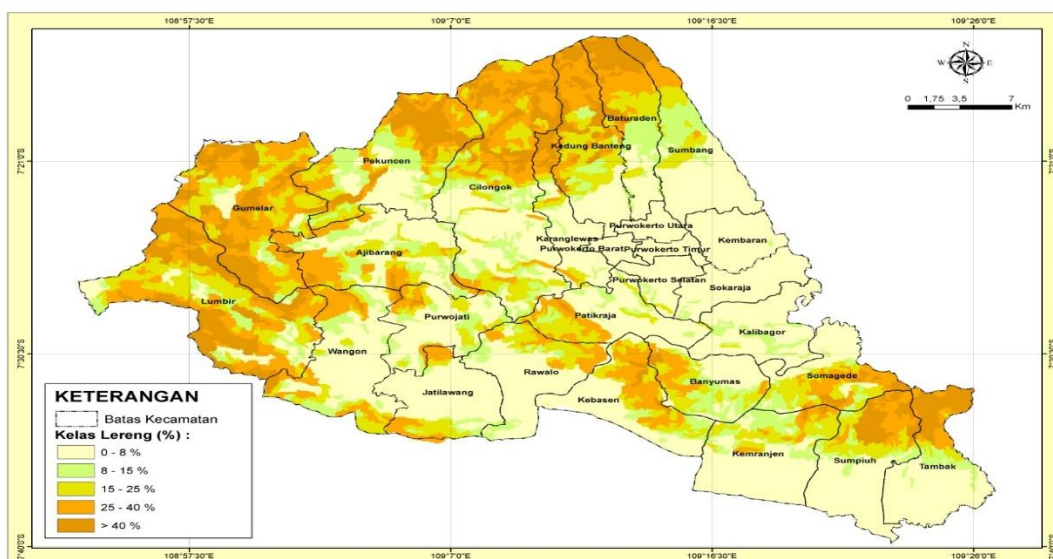
38 **Siti Nurhayati**, Geo Visualisasi Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Di Kabupaten Banyumas

- Kecamatan Kebasen, Kecamatan Rawalo, Kecamatan Kalibagor bagian timur, sebagian Kecamatan Patikraja, dan disekitar Sungai Serayu.
- b. Kemiringan $>2 - 8\%$ meliputi areal seluas 19.940,49 ha atau 15,02 % dari luas wilayah Kabupaten Banyumas. Wilayah dengan kemiringan ini adalah sebagian Kecamatan Pekuncen, Kecamatan Cilongok, Kecamatan Karanglewas, Kecamatan Sumbang, Kecamatan Wangon sebelah selatan.
- c. Kemiringan $>8 - 15\%$ meliputi areal seluas 13.979,58 ha atau 10,53 % dari luas wilayah Kabupaten Banyumas. Wilayah ini meliputi sebagian Kecamatan Ajibarang, Kecamatan Pekuncen, Kecamatan Cilongok dan Kecamatan Kalibagor.
- d. Kemiringan $>15 - 25\%$ meliputi areal seluas 16.820,64 ha atau 12,67 % dari luas wilayah Kabupaten Banyumas. Wilayah ini meliputi Kecamatan Gumelar, Kecamatan Lumbir, Kecamatan Wangon bagian utara, Kecamatan Pekuncen bagian barat, Kecamatan Sumbang bagian timur.
- e. Kemiringan $>25 - 40\%$ meliputi areal seluas 13.740,61 ha atau 10,35 % dari luas wilayah Kabupaten Banyumas. Wilayah ini meliputi sebagian Kecamatan Rawalo, Kecamatan Kemranjen, Kecamatan Gumelar, Kecamatan Wangon, Kecamatan Kedungbanteng dan Kecamatan Baturraden.
- f. Kemiringan $>40\%$ meliputi areal seluas 25.649,15 ha atau 19,32% dari luas wilayah Kabupaten Banyumas. Wilayah ini meliputi Lereng Gunung Merak, sebagian Kecamatan Sumpiuh, Kecamatan Tambak, Kecamatan Somagede.
- Berdasarkan Gambar 8. peta tematik kemiringan lereng Kabupaten Banyumas

menunjukkan bahwa pada wilayah yang berwarna krem dan hijau muda menunjukkan wilayah yang memiliki kemiringan lereng 0 – 15% sehingga wilayah tersebut layak untuk dijadikan lokasi TPA sampah sedangkan wilayah yang berwarna kuning, orange dan coklat menunjukkan wilayah dengan kemiringan di atas 15% yang menunjukkan wilayah tidak layak untuk dijadikan lokasi TPA sampah.

Kriteria kemiringan/kelas lereng adalah sebagai berikut: 0-8 (datar); 8-15 (landai); > 15-

25 (agak curam); > 25-45 (curam) dan > 45 (sangat curam). Berdasarkan parameter Standar Nasional Indonesia SNI nomor 03-3241-1994 untuk kemiringan lereng harus kurang dari 20%. Hal ini dikarenakan pada kemiringan lereng > 20% memungkinkan adanya pergerakan sampah maupun aliran limbah menuju tempat yang lebih rendah. Bentuk geometris penampang lereng misalnya ketinggian dan kemiringan lereng juga akan mempengaruhi potensi longsor, banjir dan pencemaran air lindi.



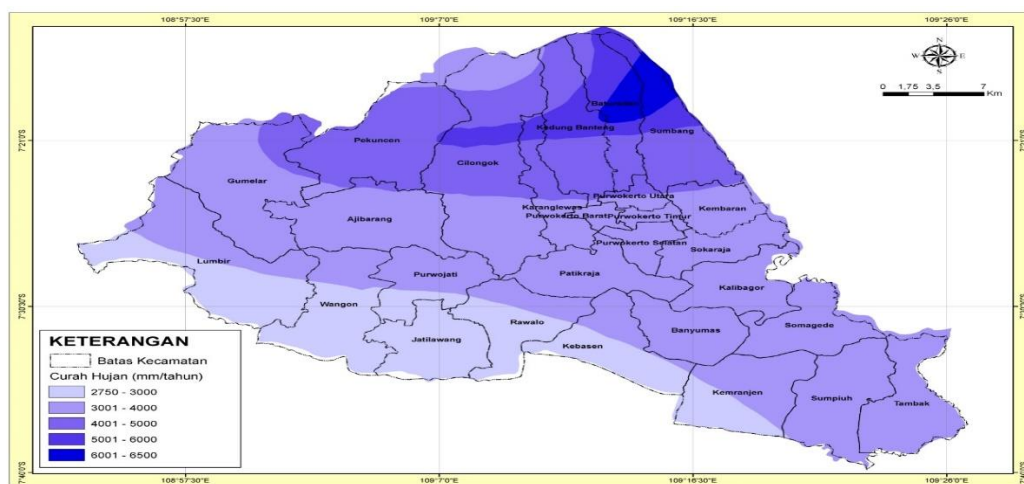
Gambar 8. Peta tematik kemiringan lereng

8. Peta curah hujan

Curah hujan di wilayah Kabupaten Banyumas pada tahun 2020 rata-rata sebesar 2.750 mm/tahun. Angka ini menunjukkan bahwa di wilayah Kabupaten Banyumas memiliki curah hujan yang cukup tinggi. Curah hujan tertinggi ada di Kecamatan Baturraden dan Sumbang karena terletak di lereng Gunung Slamet. Gambar 9. menunjukkan peta tematik curah hujan di Kabupaten Banyumas.

Menurut SK SNI 03-3241-1994

parameter yang tercantum adalah intensitas hujan namun sebenarnya yang perlu dilakukan adalah mengetahui curah hujan (volume curah hujan). Daerah dengan intensitas hujan lebih besar dari 1000 mm/tahun kurang baik untuk lokasi TPA sampah, karena curah hujan yang tinggi berpotensi terjadi banjir/genangan dan longsor di lokasi TPA, serta pencemaran udara akibat bau dari pembusukan sampah pada lahan yang lembab/basah.



Gambar 9. Peta tematik curah hujan

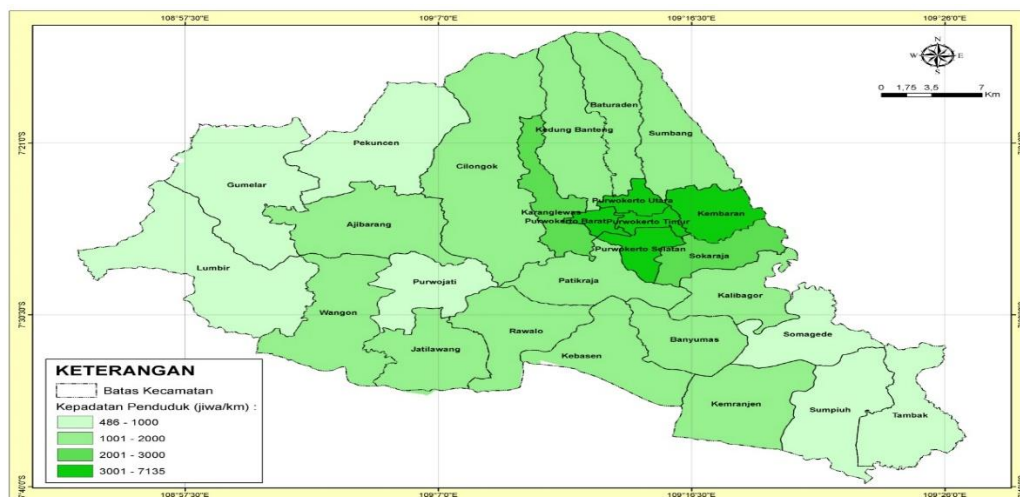
9. Peta kepadatan penduduk.

Kepadatan penduduk di Banyumas tahun 2020 mencapai 1338 jiwa/km². Kepadatan penduduk di 27 kecamatan cukup beragam dengan kepadatan penduduk tertinggi terletak

di Kecamatan Purwokerto Barat dengan kepadatan sebesar 7.135 jiwa/km² dan terendah di Kecamatan Lumbir sebesar 486 jiwa/Km² (BPS Kabupaten Banyumas, 2020).

Menurut kriteria demografi daerah dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi tidak sesuai untuk lokasi TPA sampah. Hal ini untuk menghindari adanya masalah

kesehatan masyarakat yang timbul karena adanya TPA sampah, seperti munculnya penyakit bersumber sampah, munculnya hewan vektor penyakit dan pencemaran lingkungan.



Gambar 10. Peta tematik kepadatan penduduk di Kabupaten Banyumas

10. Peta tematik kesesuaian lahan tempat pembuangan akhir sampah

Untuk menetapkan kesesuaian lahan dipakai beberapa parameter dalam SNI nomor 03-3241-1994 seperti penggunaan lahan, rawan banjir, rawan longsor, rawan gempa, daerah patahan/sesar, tingkat kelerengan/kemiringan, intensitas hujan, kepadatan penduduk). Masing-masing parameter diberi bobot dan nilai/skor yang dimaksudkan untuk menghindari subyektivitas. Bobot berarti peringkat kepentingan setiap parameter terhadap kesesuaian lahan bagi lokasi TPA. Besarnya bobot dari

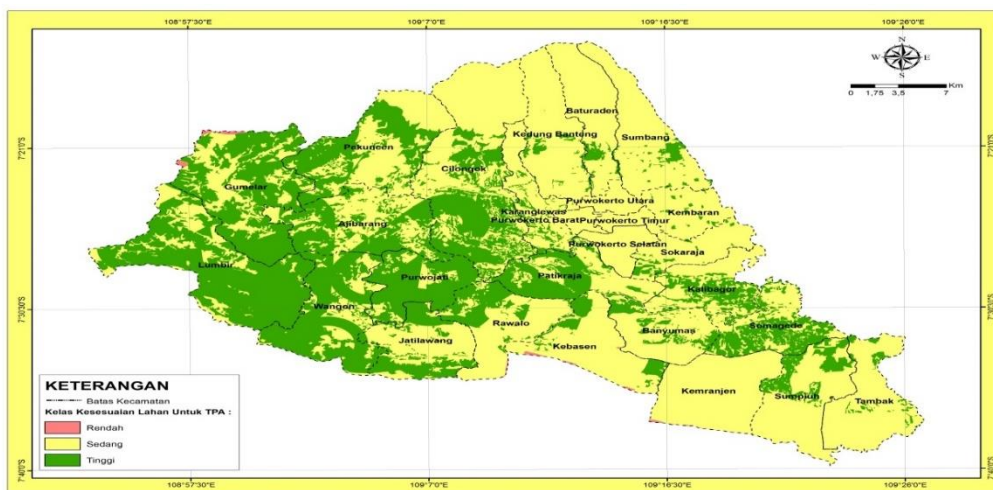
masing-masing parameter ditentukan atas dasar besarnya pengaruh kepentingannya. Penentuan skor masing-masing parameter didasarkan atas pembobotan parameter-parameter. Metode skoring melalui pembobotan dan penilaian terhadap parameter yang mempengaruhi kelayakan TPA sampah berdasarkan hasil kajian terhadap kriteria pemilihan lokasi TPA sampah.

Tahap selanjutnya menggunakan teknik weighted overlay atau penggabungan peta yang sudah memiliki skor sehingga diperoleh lokasi TPA yang sesuai. Peta

42 **Siti Nurhayati**, Geo Visualisasi Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Di Kabupaten Banyumas

kesesuaian lahan TPA sampah merupakan peta hasil overlay gabungan dari peta-peta (peta administrasi, penggunaan lahan, rawan banjir, rawan longsor, rawan gempa, daerah patahan/sesar, tingkat

kelerengan/kemiringan, intensitas hujan, kepadatan pendudukan) yang sudah diberi penilaian. Gambar 11. menunjukkan peta kesesuaian lahan TPA sampah di Kabupaten Banyumas.



Gambar 11. Peta tematik kesesuaian lahan TPA sampah di Kabupaten Banyumas tahun 2021

Pada peta tersebut terdapat 3 kategori atau kelas yang membedakan besarnya skor yaitu :

- Kesesuaian lahan rendah dengan interval skor 10 sampai dengan 22 (warna merah pada peta). Berada di sebagian kecil kecamatan Kemranjen, Kebasen, Gumelar.
- Kesesuaian lahan sedang dengan interval skor 23 sampai dengan 35 (warna kuning pada peta). Berada di sebagian besar wilayah Kabupaten Banyumas sebelah timur dan utara.

- Kesesuaian lahan tinggi dengan interval skor 36 sampai dengan 48 (warna hijau pada peta). Berada di sebagian besar wilayah Kabupaten Banyumas sebelah barat.

Pemerintah kabupaten/kota harus dapat melakukan estimasi kebutuhan luas lahan yang dibutuhkan dalam penyediaan infrastruktur TPA sampah. Bila dihitung menggunakan formula metode perhitungan cepat dari Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, Subdirektorat Pengelolaan

Persampahan, yaitu: Luas TPA sampah (hektar) = $7,543 \times 10^{-5} \times$ jumlah penduduk (jiwa). Asumsi perhitungan ini diambil dengan pendekatan Gerakan 100-0-100/Akses Universal, bahwa sampah diangkut dari kota sebanyak 50% dengan pendekatan kumpul-angkut-buang ke TPA sampah 50% diolah di Tempat Pengolahan Sampah Reduce-Reuse-Recycle/TPS 3R yang residunya (sejumlah 15% dari total timbulan sampah) diolah di TPA sampah, sehingga menghasilkan kuantitas sampah terolah di TPA sampah sebanyak 65% dari jumlah penduduk. Tinggi tumpukan sampah diasumsikan sebesar 15 meter (tergantung pada kekuatan tanah berdasarkan hasil tes sondir dan tes boring), faktor bentuk

lahan 0,7, timbulan sampah sebesar 3 liter sampah tercampur/orang/hari, densitas sampah meningkat dari semula 250 kg/m^3 menjadi 750 kg/m^3 di TPA sampah, umur sebuah unit pengolahan sampah adalah 5 tahun, umur teknis 4 buah unit pengolahan sampah adalah 20 tahun, serta tingkat okupasi unit pengolahan sampah adalah 60% dari luas keseluruhan TPA sampah. Bila jumlah penduduk Kabupaten Banyumas pada tahun 2021 adalah sekitar 1.776.918 (atau mendekati 1.840.156) maka kebutuhan luas TPA sampah minimal berkisar 135,774 hektar.

Berikut ini adalah desa-desa dengan skor kesesuaian lahan tertinggi, tertera dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data Alternatif Lokasi TPA Kabupaten Banyumas Tahun 2021

No	Desa	Kecamatan	Total skor	Luas Lahan TPA (ha)
1.	Besuki	Lumbir	48	755.028652
2.	Karangtalun kidul	Purwojati	48	597.708483
3.	Canduk	Lumbir	47	921.569005
4.	Kali Putih	Purwojati	47	223.663893
5.	Randegan	Wangon	47	1014.930378
6.	Kedunggede	Lumbir	46	936.795049
7.	Parungkamal	Lumbir	46	700.401978
8.	Karanggayam	Lumbir	46	556.992157
9.	Cidora	Lumbir	46	1155.288896
10.	Banteran	Wangon	46	118.173193
11.	Jambu	Wangon	46	312.033068
12.	Purwojati	Purwojati	46	583.082314
13.	Tunjung	Jatilawang	46	407.656724
14.	Karang Kemojing	Gumelar	45	1369.745437
15.	Karang mangu	Purwojati	45	409.606667

Ada limabelas desa yang mempunyai skor tertinggi, sekaligus juga memenuhi kebutuhan luas lahan minimal bagi TPA sampah (minimal 135,774 ha). Desa-desanya ada di Kecamatan Lumbir, Purwojati, Wangon, Gumelar dan Jatilawang. Karakteristik topografi di wilayah kecamatan-kecamatan tersebut identik dengan kondisi ketinggian lahan dan kemiringan lahan. Berdasarkan ketinggian lahan berada pada kawasan dataran tinggi dengan ketinggian >100 – 500 meter dpl. Berdasarkan kemiringan tanah berada pada kemiringan > 8 – 15%, hanya Wangon dan Purwojati dengan tingkat kemiringan 0 – 8%, cukup aman untuk bahaya tanah longsor. Penggunaan lahan di kecamatan-kecamatan tersebut didominasi oleh tanah kering, sawah, hutan. Urutan kepadatan penduduk mulai dari terendah adalah di Kecamatan Lumbir, Gumelar, Purwojati, Jatilawang dan Wangon. Kecamatan-kecamatan tersebut cukup jauh dari daerah rawan gempa dan sesar aktif, hanya Wangon dan Purwojati yang terdekat dengan jalur sesar Ajibarang. Keempat kecamatan tersebut memiliki curah hujan yang cukup rendah dan merupakan daerah

kering di Banyumas. Curah hujan berpengaruh dalam proses terjadinya banjir. Semakin tinggi intensitas curah hujan di suatu daerah, maka semakin tinggi terjadinya potensi banjir di wilayah tersebut.

Namun hasil analisis tersebut sebatas merekomendasikan lokasi desa yang paling sesuai berdasarkan teknik skoring peta. Pemilihan alternatif lokasi TPA perlu dikaji lagi dengan mempertimbangkan aspek fisik seperti arah angin, luas lahan, radius pencemaran terhadap lingkungan sekitar, zona penyangga, estetika, aspek sosio-ekonomi dan aspek penentuan yang bersifat politis dan kepentingan Pemerintah Daerah Kabupaten Banyumas. Pemilihan lokasi TPA merupakan upaya penting yang harus dilakukan dengan sangat hati-hati, karena TPA berpotensi menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan lingkungan sekitarnya. Memilih lokasi yang cocok untuk tempat pembuangan sampah tergantung pada beberapa faktor dan merupakan prosedur yang rumit. Faktor yang paling banyak digunakan untuk memilih lokasi TPA adalah kedalaman air tanah, sumber air permukaan, elevasi, kemiringan lahan,

permeabilitas tanah, stabilitas tanah, kerentanan banjir, litologi dan stratifikasi, sesar, jenis penggunaan lahan, pemukiman dan urbanisasi terdekat, budaya dan lindung sekitar lokasi, arah angin, jalan, rel kereta api, kedekatan dengan bahan bangunan, jaringan pipa dan saluran listrik, dan kedekatan dengan bandara (Rezaeisabzevar *et al.*, 2020). Pendapat Bariş Özkan *et al* (2019) penentuan lokasi TPA merupakan tugas yang sulit dan kompleks karena bergantung pada banyak faktor seperti sosial, lingkungan, teknis, ekonomi, dan hukum. Faktor lingkungan lebih penting daripada faktor sosial ekonomi. Aspek kunci yang mempengaruhi keputusan akhir lokasi adalah: perlindungan lingkungan, meminimalkan dampak negatif pada kualitas kehidupan perkotaan dan masalah ekonomi. Pengambilan keputusan multikriteria untuk pemilihan lokasi TPA sangat terbantu oleh SIG (Muge Unal *et al.*, 2020) dan (Coban *et al*, 2018). Teknik-teknik dalam SIG memberikan dukungan untuk memecahkan masalah menentukan lokasi tempat pembuangan akhir sampah secara efektif (Ajay, 2019). SIG

menggambarkan potensial dan efisiennya teknik geomatika dalam menganalisis berbagai kriteria yang kompleks untuk kesesuaian ketentuan lokasi TPA dengan variasi analisis yang diterapkan antara lain digitizing, buffering, overlay dan query. Keuntungan dari pendekatan berbasis SIG, menghemat waktu, biaya, proses, energi untuk pemilihan lokasi, menyediakan inventaris data digital, efisiensi menampilkan dan mengelola data dari berbagai sumber dan untuk pemantauan lokasi dalam kurun waktu jangka panjang (Onosemuode and Osemwegie, 2017).

Penerapan GIS mampu memvisualisasikan dengan tepat dan jelas untuk pemilihan, pemetaan dan analisis distribusi spasial lokasi pembuangan limbah, tidak hanya prediksi yang akurat tetapi juga penanganan yang mudah dari setiap perubahan dalam ruang atau domain yang sedang dipertimbangkan. Integrasi data, manajemen, dan visualisasi dalam lingkungan GIS relatif efisien, ini akan membantu mengidentifikasi dampak dari lokasi pembuangan terhadap lingkungan secara spasial dan juga membantu memantau kemungkinan masalah

bahaya lingkungan untuk pengelolaan limbah di lokasi pembuangan (Mussa and Suryabhagaran, 2019).

Penelitian ini mempertimbangkan strategi berbasis geospasial pemilihan lokasi TPA dengan menggunakan literatur terkait. Keuntungan lain menerapkan SIG dalam proses penentuan lokasi TPA dan solusi manajemen lingkungan, dengan SIG memungkinkan organisasi untuk :

- a. Mendukung pelaporan yang akurat dengan pengumpulan data yang lebih baik
- b. Meningkatkan kualitas pengambilan keputusan,
- c. Meningkatkan produktivitas dengan proses kerja yang efisien
- d. Menyediakan analisis data dan pilihan presentasi yang lebih baik
- e. Memodelkan fenomena lingkungan yang dinamis
- f. Membuat skenario prediksi untuk studi dampak lingkungan
- g. Mengotomatiskan proses kesesuaian terhadap peraturan/ketentuan
- h. Menyebarkan peta dan berbagi data peta di internet (Vaishampayan, 2016).

SIG memiliki kapasitas penyimpanan, manajemen dan maintainan yang mudah dalam menganalisis data geografis, dan dirancang dengan baik untuk spasial dan data non spasial, membantu mengcapture, menyimpan, menganalisis, mengelola, dan menyajikan data yang ditautkan ke lokasi. Ini adalah penggabungan kartografi yang didesain komputer / perancangan sistem (CAD), alat analisis statistik, dan teknologi basis data yang membantu pengambilan keputusan berdasarkan spasial (Zulu and Jerie, 2017) dan (Aslı Çalış Boyacı *et al.*, 2021). Kemampuan analisis spasial dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam perencanaan, dan monitoring program kesehatan (Nurlianna *dkk.*, 2021). Kemampuan analisis spasial SIG seperti: digitasi, buffering, overlay, queri, dan analisis jaringan, bersama model lingkungan dan berbagai data geospasial terkait, dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi guna evaluasi yang memunculkan analisis dan pemodelan yang sesuai untuk pengampilan keputusan yang tepat (Kallel *et al.*, 2016).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis spasial dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis diperoleh informasi alternatif lokasi TPA sampah di Kabupaten Banyumas adalah di wilayah Kecamatan Lumbir, Purwojati, Wangon, Gumelar dan Jatilawang. Ada limabelas desa yang mempunyai skor tertinggi, sekaligus juga memenuhi kebutuhan luas lahan minimal bagi TPA (minimal 135,774 ha). Desa-desa di wilayah Kecamatan Lumbir adalah Besuki, Canduk, Kedunggede, Parungkamal, Cidora, Karanggayam. Desa-desa di wilayah Kecamatan Purwojati adalah Karangtalun Kidul, Kali Putih, Karangmangu, Purwojati. Desa-desa di wilayah Kecamatan Wangon adalah Banteran, Jambu, Randegan. Di Kecamatan Jatilawang adalah desa Tunjung. Di Kecamatan Gumelar adalah Karang Kemojing. Penambahan analisis ekonomi, sosial, politik dan demografi perlu dipertimbangkan dalam penentuan lebih lanjut lokasi TPA.

DAFTAR PUSTAKA

Abujayyab, SKM., Sanusi, MS. Ahamad, Yahya, AS., Mohammed J.K. Bashir, MJK., Aziz, HA. GIS

modelling for new landfill sites: critical review of employed criteria and methods of selection criteria. 8th IGRSM International Conference and Exhibition on Remote Sensing & GIS (IGRSM 2016) IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 37(2016) 012053 doi:10.1088/1755-1315/37/1/012053
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/37/1/012053/pdf>

Ajay, S. 2019. Remote sensing and GIS applications for municipal waste management. *Journal of Environmental Management*, Aug 1; 243, 22–29. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.05.017. Epub 2019 May 9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31077867>

Anggara, O., Febrina, I.N., Krama, A.V., Hakim, D.M. 2021. Penentuan Alternatif Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Kota Bandar Lampung Menggunakan SIG. *Jurnal Geodika : Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*. Vol.5 Nomer 1 Juni 2021. <http://e-journal.hamzanwadi.ac.id>

Aslı Çalış Boyacı, Aziz Şişman, Köksal Sarıcaoğlu. 2021. Site selection for waste vegetable oil and waste battery collection boxes: a GIS-based hybrid hesitant fuzzy decision-making approach. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2021 Apr;28(14):17431-17444. doi: 10.1007/s11356-020-12080-5. Epub 2021 Jan 4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33398726>

Barış Özkan , Eren Özceylan, İnci Sarıççek. 2019. GIS-based MCDM modeling for landfill site suitability analysis: A comprehensive review of the literature. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019 Oct;26(30):30711-30730. doi: 10.1007/s11356-019-06298-1. Epub 2019 Sep 6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>

Badan Nasional Penanggulangan Bencana RI, 2021. Indeks Risiko Bencana Indonesia 2020. <https://inarisk.bnpb.go.id>.

48 **Siti Nurhayati**, Geo Visualisasi Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Di Kabupaten Banyumas

- Badan Penanggulangan Bencana Daerah, 2021. Kajian Risiko Bencana Jawa Tengah 2016-2020. <https://bpbd.jatengprov.go.id>
- BPS Prov. Jateng 2018, Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah, 2015, 2016, 2017, Badan Pusat Statistik Provinsi Jateng, Semarang.
- BPS Kab. Banyumas ,2018, Kabupaten Banyumas dalam Angka 2018, Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyumas, Purwokerto. <https://data.go.id>
- BPS, 2020. Sensus Penduduk 2020. <https://banyumaskab.bps.go.id>
- BPS Kab Banyumas, 2021. Kabupaten Banyumas dalam Angka 2021. <https://www.bps.banyumas.go.id>
- Coban, A., Ertis, I. F., and Cavdaroglu, N. A. 2018. Municipal solid waste management via multi-criteria decision making methods: A case study in Istanbul, Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 180, 159–167. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>
- DLH Kab Banyumas 2018, Laporan Periodik Sampah Harian Kabupaten Banyumas Tahun 2018, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas, Purwokerto.
- Fitri, S.N., 2018. Penilaian Stabilitas Timbunan dan Potensi Kebocoran Lindi Akibat Pengaruh Seismik di Tempat Pembuangan Akhir Ngipik, Gresik, Tesis. <https://repository.ITS.ac.id>
- Kallel, A.,Serbaji,M.M.,and Zairi1, M. 2016. Using GIS-Based Tools for the Optimization of Solid Waste Collection and Transport: Case Study of Sfax City, Tunisia. *Journal of Engineering* Volume 2016, Article ID 4596849, 7 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2016/459684> . Hindawi Publishing Corporation. <https://downloads.hindawi.com>
- Kamble, S.K., Patil, K., Pawar, U.C. 2019. GIS in Municipal Solid Waste Management. *International Journal of Scientific & Engineering Research* Volume 10, Issue 5, May-2019. ISSN 2229-5518. <https://www.ijser.org/researchpaper/GIS-in-Municipal-Solid-Waste-Management.pdf>
- Manurung, D.W dan Santoso, 2019. Penentuan Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah yang Ramah Lingkungan Di Kabupaten Bekasi. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 8, No 2 (2019) <https://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/48801>
- Maryati, S. 2019. Penyediaan Infrastruktur dan Enviromental justice: Dampak Keberadaan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Bagi Masyarakat Sekitar. *Planners InSight* Vol. 2 No.1 Februari 2019.
- Muge Unal, Ahmet Cilek, Esra Deniz Guner. 2020. Implementation of fuzzy, Simos and strengths, weaknesses, opportunities and threats analysis for municipal solid waste landfill site selection: Adana City case study. *Waste Manag Res* 2020 May;38(1_suppl):45-64. doi: 10.1177/0734242X19893111. Epub 2019 Dec 17. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X19893111>
- Mussa, A and K. V. Suryabagavan, 2019.Solid waste dumping site selection using GIS-based multi-criteria spatial modeling: a case study in Logia town, Afar region, Ethiopia. *Geology, Ecology, and Landscapes*. DOI: 10.1080/24749508.2019.1703311. <https://www.tandfonline.com/doi/full/>
- Ngumom, TM., and Terseer, HW. 2017. Site Suitability Analysis for Solid Waste Disposal using Geospatial Technology: A Case Study of Katsina-Ala Township, Katsina-Ala, Benue State. *Volume 6 Issue 3, March 2017*. ISSN (Online): 2319-7064. DOI: 10.21275/ART20171540. www.ijser.net
- Nurlianna, F., Siswati, T., Oktasari, R. 2021; Mapping of Economic Status with Malnutrition of the Children Age 0-59 Months. *Jurnal Kesmas Indonesia*,

- Volume 13. No 1, Januari 2021, Hal 111-125. <http://jos.unsoed.ac.id/>
- Nugroho, H dan Firmansyah, M. N. 2017, "Penentuan Tempat Pembuangan Akhir Sampah di Kabupaten Sumedang Menggunakan Pemodelan Spasial," *Reka Geomatika*, vol. 2017, no. 1, 2017.
- Onosemuode, C., and Osemwegie, O. 2017. The Use of Geoinformatics Techniques in Site Selection for Solid Waste Dump: A Case Study of Warri and Environ. *International Journal of Science and Research (IJSR)* ISSN (Online). <https://www.ijsr.net/archive/v6i8/29071701.pdf>.
- Pamungkas, G.S. dan Mei, E.T.W. 2019. Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Di Wilayah Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman dan Bantul (Kartamantul). *Jurnal Bumi Indonesia* Vol.8 No.3 2019. <http://lib.geo.ugm.ac.id/>
- Pemerintah Kabupaten Banyumas, 2021. Banyumas dalam Angka 2021. <https://www.banyumaskab.go.id>.
- Putra, D.P.E., Atmaja, R.R.S., Wilopo, W., Hadi, P. 2021. Kajian Daya Dukung Geologi Rencana Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Di Desa Botok, Magetan, Jawa Timur. *Jurnal Majalah Geografi Indonesia*. Vol.35. No. 1 Maret 2021. <https://journal.ugm.ac.id>
- Rezaeisabzevar, Y., Bazargan, A., Zohourian, B. 2020. Landfill site selection using multi criteria decision making: Influential factors for comparing locations. *Journal of Environmental Sciences*. Volume 93, July 2020, Pages 170-184. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/37/1/012053/pdf>
- SNI 19-3241-1994. Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA.
- Vaishampayan, G. 2016. A study Report on Implementation of GIS in Solid Waste Management. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)* ISSN: 2349-2763. Issue 04, Volume 3 (April 2016). <https://ijirae.com/volumes/Vol3/iss4/23.APAE10085.pdf>