

PROYEKSI LAJU SAMPAH DAN PERTUMBUHAN PENDUDUK (STUDY KASUS: TANJUNG BALAI KARIMUN PROVINSI KEPULAUAN RIAU)

Rezzy Eko Caraka^{12*)}

¹⁾ Bioinformatics and Data Science Research Center, Bina Nusantara University

²⁾ School of Mathematical Sciences, Faculty of Science and Technology,

The National University of Malaysia

*E-mail: rezzyekocaraka@gmail.com

ABSTRACT

PROJECTED RATE OF WASTE AND POPULATION GROWTH (STUDY CASE: TANJUNG BALAI KARIMUN RIAU ISLANDS PROVINCE)

High population growth makes the activity increases. Activities undertook communities directly affected the environment. The problem that often arises is the rising trash. The impact littering has a direct impact on the health and socio-economics. The government should have the policy to deal with the waste by making rules or regulations as well as the right calculation in dealing with the population growth rate of the volume of waste. Based on this research, population projections using arithmetic concepts acquired in 2024 a population of 230.365 inhabitants Tanjung Balai Karimun and would produce waste as much as 138.219 kg / day or 50,449.94Kg / year and therefore the government must have a land area of demand planning and landfill capacity and needs vehicles for transporting garbage

Keywords: Projections, Population, Waste, Environment.

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi, pertumbuhan penduduk semakin meningkat dengan pesat khususnya di negara berkembang seperti di Indonesia. Indonesia adalah negara dengan penduduk terbesar ke-4 di dunia saat ini sehingga diperlukan perhatian khusus atas berbagai permasalahan yang timbul karenanya. Salah satu kota yang memerlukan perhatian khusus terhadap permasalahan ini yaitu kota Tanjung Balai Karimun yang terletak di provinsi kepulauan riau. Timbunan sampah adalah volume sampah atau berat sampah yang dihasilkan dari jenis sumber sampah di wilayah tertentu per satuan waktu (Departemen PU, 2004). Setiap aktivitas manusia menghasilkan sampah, dengan bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan sampah yang dihasilkan semakin besar. Hal ini menyebabkan masalah sampah mulai mengganggu baik terhadap kesehatan manusia maupun terhadap lingkungan yang menyebabkan tercemarnya tanah, air dan udara. Maka dari itu sampah tersebut perlu pengelolaan khusus agar tidak membahayakan kesehatan manusia, lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Data Timbulan sampah sangat diperlukan untuk menentukan dan mendesain peralatan yang digunakan dalam transportasi sampah dan fasilitas Lokasi Pemrosesan Akhir Sampah (TPA).

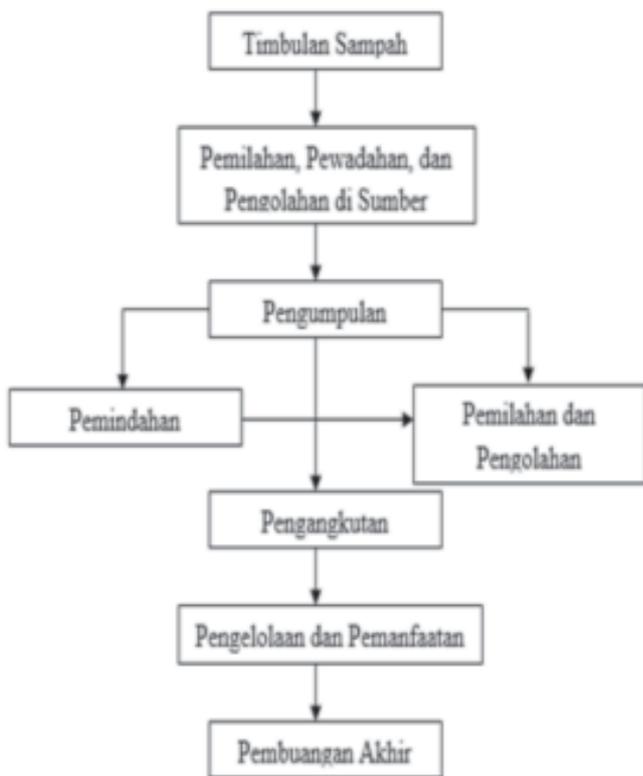
Menurut UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) adalah tempat untuk memproses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan. Ada beberapa

jenis TPA yaitu salah satunya adalah TPA dengan sistem *Sanitary Landfill*. Metode *Sanitary Landfill* adalah membuang dan menumpuk sampah ke suatu lokasi yang cekung, memadatkan sampah tersebut kemudian menutupnya dengan tanah. Metode ini dapat menghilangkan polusi udara. Definisi lainnya yaitu sistem *Sanitary Landfill* merupakan sarana pengurangan sampah ke lingkungan yang disiapkan dan dioperasikan secara sistematis. Ada proses penyebaran dan pemadatan sampah pada area pengurangan dan penutupan sampah setiap hari. Penutupan sampah dengan sel sampah dengan tanah penutup juga dilakukan setiap hari. Metode ini merupakan metode standar yang dipakai secara internasional. Metode *Sanitary Landfill* dianjurkan untuk diterapkan di kota besar. Metode ini dapat diterapkan di Tanjung Balai Karimun yang diproyeksikan untuk dibangun. Diharapkan dengan adanya TPA dengan metode *Sanitary Landfill* di Tanjung Balai Karimun dapat mengurai permasalahan yang ditimbulkan oleh sampah yang di hasilkan oleh masyarakat, sehingga dapat terciptanya Tanjung Balai Karimun yang sehat dan bersih dari sampah. Oleh karena itu, perlu adanya pengolahan dengan sistem *sanitary landfill* agar timbulan sampah dapat dikurangi tanpa menyebabkan pencemaran lingkungan khususnya pencemaran udara. Disadari atau tidak, saat ini sampah sudah menjadi satu diantara bagian penting bahkan esensial dalam kehidupan manusia. Sampah juga semakin banyak membutuhkan ruang dan tempat untuk pembuangannya sehingga semakin mempersempit ruang gerak yang dibutuhkan

manusia dalam melakukan kegiatan kesehariannya. Supaya keseimbangan alami yang higienis dapat dipertahankan, persaingan ruang dan tempat antara manusia dan sampah harus dikelola dengan sebaik-baiknya. Dalam kegiatan kehidupan domestiknya, setiap manusia memproduksi sejumlah sampah dalam bentuk padatan dengan volume ruang antara 3-5 liter atau sekitar 1-3 kg sampah per hari, baik sampah organik (tinja, sisa dapur, sisa makanan) maupun sampah anorganik (kertas, plastik, kaca, dsb.). Rasio bahan organik dengan bahan anorganik sampah adalah antara 1:3. Jumlah tersebut tidak termasuk cairan (urin dan cairan sanitasi) yang dapat mencapai 50-350 liter per hari. Pengertian sampah adalah suatu yang tidak dikehendaki lagi oleh yang punya dan bersifat padat. Sementara di dalam UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, disebutkan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan (Slamet, 2002). Secara alami, sampah organik dalam kondisi aerob (ada udara atau oksigen) dapat tercerna kembali menjadi bahan anorganik alami (ion dan senyawa unsur-unsur kimia) dalam waktu 3-6 bulan. Waktu cerna tersebut dalam kondisi anaerob (rapat udara) dapat mencapai lebih dari satu tahun lebih bahkan bertahun-tahun, bergantung kepada kuantitas dan komposisi kimia sampah organik tersebut. Proses penguraian sampah dari bentuk organik menjadi bentuk anorganik tersebut dapat dipercepat dengan penerapan teknologi pengomposan, melalui kegiatan aktif mikroba aerob atau anaerob (bakteri, jamur). Proses ini misalnya, telah sangat dipercepat dengan menggunakan sejenis bakteri aerob yang disebut EM-4, yang dapat mengurai sampah menjadi kompos dalam waktu 28-36 hari. Sampah yang dihasilkan mempunyai dampak bagi semua aspek kehidupan. Menurut Nur (2008), dampak dari adanya sampah dapat mengganggu kesehatan. Sampah yang ditempatkan di suatu kawasan atau tempat yang tidak memadai dapat dijadikan tempat berkembangnya beberapa organisme pembawa penyakit (vektor penyakit), seperti contoh timbulnya penyakit jamur, diare, kolera, demam berdarah (*haemorrhagic fever*). Selain itu juga dapat menimbulkan penyakit taenia serta keracunan akibat adanya sampah B3. Selain berbahaya bagi kesehatan, ternyata sampah juga dapat menyebabkan pencemaran bagi lingkungan. Sebagai contoh adanya tumpukan sampah akan menghasilkan lindi (*leachate*) sehingga dapat memcemari air dan tanah yang berada disekitarnya. Selain itu sampah yang dibuang ke dalam saluran air entah itu got, selokan ataupun sungai dapat mengakibatkan penyumbatan aliran air, sehingga

dapat mengakibatkan pendangkalan bahkan banjir. Sampah yang dibuang sembarangan tempat jika sudah mengering akan mudah terbakar, sehingga dapat memicu kebakaran. Adanya sampah yang berpengaruh dalam sektor kesehatan dan lingkungan, akan berdampak juga pada aspek sosial dan ekonomi. Lingkungan yang kotor dapat mengakibatkan keadaan yang kurang nyaman, entah dari bau yang menyengat atau pandangan yang tidak enak. Jika hal tersebut terjadi seperti di tempat pariwisata, maka akan mengurangi jumlah pengunjung yang datang. Tidak hanya itu, karena sampah juga dapat berdampak pada kesehatan, maka jika dalam suatu kawasan terserang penyakit secara luas, maka akan ada peningkatan biaya hidup secara tidak langsung (Basriyanta, 2007). Berdasarkan Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengolahan Sampah, pengolahan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan sampah. Pengolahan sampah bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya. Pengertian lainnya, pengolahan sampah adalah suatu bidang yang berhubungan dengan peraturan terhadap penimbunan. Penyimpanan (sementara), pengumpulan, pemindahan, dan pengangkutan, pemrosesan, dan pembuangan sampah dengan suatu cara yang sesuai dengan prinsip-prinsip terbaik dari kesehatan masyarakat, ekonomi, teknik, perlindungan alam, keindahan, dan pertimnangan lingkungan lainnya dan juga mempertimbangkan sikap masyarakat. Berdasarkan SNI-19-2454-2002, teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan terdiri dari kegiatan pewadahan sampai dengan pembuangan akhir sampah harus bersifat terpadu dengan melakukan pemilahan sejak dari sumbernya. Skema teknik operasional pengelolaan persampahan dapat dilihat pada gambar 1.

Pramartha, dkk (2013) melakukan kajian tentang Pengelolaan Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Klungkung Kabupaten Klungkung dilakukan perhitungan *dump truck* dan *arm roll truck* yang dibutuhkan untuk mengangkut sampah yang dihasilkan di Kecamatan Klungkung ke tempat pembuangan akhir sampah setempat. Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data survei timbulan sampah per kapita dan jumlah penduduk untuk menghitung timbulan sampah Kecamatan Klungkung, serta data survei pengangkutan sampah, yaitu kapasitas bak truk pengangkut sampah, waktu memuat dan menurunkan sampah, waktu perjalanan, jarak perjalanan, dan rute perjalanan. Data sekunder yang dikumpulkan adalah peta Kecamatan Klungkung, rute kendaraan pengangkut, jumlah alat angkut sampah berupa *dump truck* dan *arm roll truck*, jumlah penduduk, dan jumlah pasar.



Gambar 1. Diagram Teknik Operasional Pengelolaan Persampahan

Pranata (2014) melakukan Studi alternatif pengelolaan sampah domestik bandara sultan hasanuddin.

Pengolahan sampah adalah suatu proses untuk mengurangi volume sampah dan atau mengubah bentuk sampah menjadi yang bermanfaat. Teknik-teknik pengolahan sampah dapat berupa:

- A. Pengomposan
 - 1) Berdasarkan kapasitas (individual, komunal, skala lingkungan).
 - 2) Berdasarkan proses (alami, biologis dengan cacing, biologis dengan mikroorganisme tambahan).
- B. Insinerasi yang Berwawasan Lingkungan.
- C. Daur ulang
 - 1) Sampah anorganik disesuaikan dengan jenis sampah.
 - 2) Menggunakan kembali sampah organik sebagai makanan ternak.
- D. Pengurangan volume sampah dengan pencacahan atau pepadatan.
- E. Biogasifikasi (pemanfaatan energi hasil pengolahan sampah).

Pengangkutan sampah berkaitan dengan kegiatan membawa sampah dari lokasi pemindahan ke lokasi pembuangan akhir. Syarat alat pengangkut sampah :

- 1) Alat pengangkut sampah harus dilengkapi dengan penutup sampah, minimal dengan jaring.

- 2) Tinggi bak maksimum 1,6 meter.
- 3) Sebaiknya ada alat untkit.
- 4) Kapasitas disesuaikan dengan kelas jalan yang akan dilalui.
- 5) Bak truk/dasar kontainer sebaiknya dilengkapi pengaman air sampah

Pengangkutan Sampah terdapat beberapa jenis antara lainnya adalah Pengangkutan sampah dengan sistem pengumpulan individual langsung (*door to door*).

- 1) Truk pengangkut sampah dari *pool* menuju titik sumber sampah pertama untuk mengambil sampah,
- 2) Selanjutnya meengambil sampah pada titik-titik sumber sampah berikutnya sampai truk penuh sesuai dengan kapasitasnya,
- 3) Selanjutnya diangkut ke TPA sampah,
- 4) Setelah pengosongan di TPA, truk menuju lokasi sumber sampah berikutnya, Sampai terpenuhi ritasi yang telah ditetapkan.

Sedangkan pengumpulan Sampah melalui Sistem Pemindahan di Transfer Depo Tipe I dan II

- 1) Kendaraan pengangkut sampah keluar dari *pool* langsung menuju lokasi pemindahan di transfer depo untuk mengangkut sampah ke TPA.
- 2) Dari TPA, Kendaraan tersebut kembali ke transfer depo untuk pengangmbilan pada rit berikutnya:

Untuk pengumpulan sampah dengan sistem kontainer (transfer tipe III), pola pengangkutan adalah sebagai berikut:

- a) Kendaraan dari *pool* menuju kontainer isi pertama untuk mengangkut sampah ke TPA
- b) Kontainer kosong dikembalikan ketempat semula
- c) Menuju ke kontainer isi berikutnya untuk diangkut ke TPA
- d) Kontainer kosong dikembalikan ketempat semula, dan
- e) Demikian seterusnya sampai rit terakhir.

Pola pengangkutan sistem pengosongan kontainer cara II (SNI, 2002)

- a) Kendaraan dari *pool* menuju kontainer isi pertama untuk mengangkut sampah ke TPA
- b) Dari TPA kendaraan tersebut dengan kontainer kosong menuju lokasi ke-2 untuk menurunkan kontainer kosong dan membawa kontainer isi untuk diangkut ke TPA
- c) Demikian seterusnya sampai rit terakhir.
- d) Pada rit terakhir, dengan kontainer kosong, dari TPA menuju ke lokasi kontainer pertama, kemudian truk kembali ke *pool* tanpa kontainer
- e) Sistem ini diberlakukan pada kondisi tertentu (misal: pengambilan pada jam tertentu, atau mengurangi kemacetan lalu lintas)

Pola pengangkutan sistem pengosongan kontainer cara III (SNI, 2002).

- a) Kendaraan dari *pool* dengan membawa kontainer kosong menuju ke lokasi kontainer isi untuk mengganti/mengambil dan langsung membawa ke TPA,
 - b) Kendaraan dengan membawa kontainer kosong ke TPA menuju ke kontainer isi berikutnya, dan
 - c) Demikian seterusnya sampai rit terakhir.
- Pola pengangkutan sampah dengan sistem kontainer tetap biasanya diterapkan untuk kontainer kecil serta alat angkut berupa truk pematat atau *dump truck* atau truk.

Pada umumnya proses pengelolaan sampah di perkotaan terdiri atas beberapa tahapan proses, antara lain:

- a) Pewadahan di tempat timbulan
- b) Pengumpulan dari wadah tempat timbulan ke tempat pemindahan (tempat spembuangan sementara)
- c) Pemindahan dari wadahnya di alat pengangkut
- d) Pengangkutan ke tempat pembuangan atau ke tempat pengolahan
- e) Pengolahan sampah untuk dimanfaatkan
- f) Pembuangan akhir.

Kegiatan pengolahan dan pemanfaatan sampah ini ditujukan untuk mendaur ulang sampah yang ada untuk kegunaan yang lain. Pengolahan sampah dapat dilakukan dengan proses pengomposansampah organik (*Composting*), yang menghasilkan kompos, proses pengepakan sampah (*Packing*) anorganik dan proses pembakaran (*Inceneration*), yang dapat dimanfaatkan energi panasnya.

Proses pengomposan adalah seluruh operasi yang memungkinkan dihasilkan kompos dengan karakter seperti tanah yang berguna untuk tanaman (DPU, 1996). Proses dasar yang terjadi pada pengomposan disebut proses aerobik, atau proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dengan menggunakan oksigen. Pembuangan akhir sampah merupakan tempat proses terakhir dalam siklus pengelolaan persampahan formal. Fase ini dapat menggunakan berbagai metode dari yang sederhana hingga tingkat teknologi tinggi. Secara umum teknologi pengolahan sampah dibedakan menjadi 3 metode yaitu:

A. Open Dumping

Metode *open dumping* ini merupakan sistem pengolahan sampah dengan hanya membuang/ menimbun sampah disuatu tempat tanpa ada perlakuan khusus atau sistem pengolahan yang benar, sehingga sistem *open dumping* menimbulkan gangguan pencemaran lingkungan.

B. Controlled Landfill

Metode *controlled landfill* adalah sistem open dumping yang diperbaiki yang merupakan sistem pengalihan open dumping dan *sanitary landfill* yaitu dengan penutupan sampah dengan lapisan tanah dilakukan setelah TPA penuh yang dipadatkan atau setelah mencapai periode tertentu.

C. Sanitary Landfill

Metode pembuangan akhir sampah yang dilakukan dengan cara ditimbun dan dipadatkan, kemudian di tutup dengan tanah sebagai lapisan penutup. Pekerjaan pelapisan tanah penutup di lakukan setiap hari pada akhir jam operasi.

2. METODOLOGI

2.1. Profil Tanjung Balai Karimun

Kabupaten Karimun adalah salah satu kabupaten di Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia. Ibu kota Kabupaten Karimun terletak di Tanjung Balai Karimun. Kabupaten ini memiliki luas wilayah 7.984 km², dengan luas daratan 1.524 km² dan luas lautan 6.460 km². Kabupaten Karimun terdiri dari 198 pulau dengan 67 diantaranya berpenghuni. Karimun memiliki jumlah penduduk sebanyak 174.784 jiwa. Kabupaten Karimun Berbatasan dengan Kepulauan Meranti di sebelah Barat, Pelalawan dan Indragiri Hilir di Selatan, Selat Malaka di sebelah utara, dan Kota Batam di sebelah Timur. Secara geografis, letak Kabupaten Karimun berada diantara 00° 24'36" sampai 01° 13'12" Lintang Utara dan 103° 13'12" LU sampai 104° 00'36" Bujur Timur. Kabupaten Karimun memiliki posisi yang strategis karena letaknya berbatasan dengan negara Malaysia dan Singapura. Dengan potensi tersebut maka Kabupaten Karimun ditetapkan sebagai salah satu daerah FTZ (Free Trade Zone). Kabupaten Karimun secara administratif dikembangkan sebagai daerah otonom tingkat II sejak tahun 1999. Sebelumnya Kabupaten Karimun berada dalam wilayah administrasi Provinsi Kepulauan Riau. Pada saat awal terbentuknya berdasarkan UU No.53 Tahun 1999, Kabupaten Karimun terdiri atas 3 kecamatan, 6 kelurahan, dan 24 desa. Namun sejalan dengan semakin meningkatnya kebutuhan untuk lebih mempercepat pembangunan diberbagai wilayah, maka saat ini Kabupaten Karimun telah dimekarkan menjadi 12 kecamatan dengan jumlah desa sebanyak 45 desa dan jumlah kelurahan sebesar 29 kelurahan.

2.2. Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk adalah perhitungan jumlah penduduk (menurut komposisi umur dan jenis



Gambar 2.
Kabupaten Karimun

kelamin) di masa yang akan datang berdasarkan asumsi arah perkembangan fertilitas, mortalitas dan migrasi. Menurut Hauser dan Duncan (1959), mendefinisikan demografi yaitu demografi mempelajari jumlah, persebaran, teritorial, dan komposisi penduduk serta perubahan-perubahannya dan sebab-sebab perubahan itu, yang biasanya timbul karena natalitas (fertilitas), mortalitas, gerak teritorial (migrasi) dan mobilitas social (perubahan status). Data demografi sering juga disebut statistic demografi. Untuk mendapatkan data jumlah penduduk suatu negara atau daerah dibuat sistem pengumpulan data penduduk.

Berbagai hal dapat digunakan untuk menggambarkan perhitungan masa lalu dan masa depan tentang populasi penduduk. Sebuah proyeksi penduduk merupakan kajian demografi yang menarik. Beberapa kajian proyeksi menyebut jumlah penduduk dibagikan atas usia, jenis kelamin, ras, dan karakteristik lainnya. Beberapa fokus lainnya pada perubahan total penduduk sementara yang lain membedakan antara individu komponen pertumbuhan-kelahiran, kematian, dan migrasi. Proyeksi penduduk dapat diartikan sebagai pernyataan kondisional tentang masa depan dengan pembatas kesalahan matematika dalam perhitungan. Demografi secara tradisional digunakan istilah proyeksi untuk menggambarkan

perhitungandari populasi di masa depan. Ada beberapa alasan untuk memilih terminologi ini. Pertama, proyeksi adalah istilah yang lebih inklusif dari perkiraan. Sebuah ramalan adalah jenis tertentu dari proyeksi; yaitu, proyeksi analisis percaya adalah yang paling cenderung memberikan prediksi yang akurat dari populasi di masa depan. Semua perkiraan adalah proyeksi tetapi tidak semua proyeksi merupakan ramalan. Ahli demografi sering menggunakan perhitungan mereka untuk analisis penduduk masa depan untuk sekadar menggambarkan daripada prediksi. Proyeksi penduduk dapat memainkan sejumlah peran. Yang paling mendasar adalah untuk memprediksi perubahan populasi masa depan. Sebagian besar pengguna data (khususnya di tingkat lokal) menggunakan proyeksi sebagai panduan untuk pengambilan keputusan. Penelitian sebelumnya tentang proyeksi penduduk dilakukan oleh Utomo, dkk (2015) menggunakan Metode campuran dengan study kasus provinsi Riau Hasil proyeksi penduduk Provinsi Riau tahun 2010-2015 mengikuti trend linear serta pertumbuhannya cenderung naik setiap tahunnya. Ada beberapa pendekatan dalam melakukan proyeksi dengan Metode *Least Square*, Metode Aritmetika, dan Metode Geometrik. Pada penelitian ini akan digunakan konsep aritmatika Dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o) \tag{1}$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} \tag{2}$$

Keterangan:

- P_n = jumlah penduduk tahun ke-n
- P_o = jumlah penduduk tahun dasar
- T_n = tahun ke-n
- T_o = tahun dasar
- K_a = konstanta aritmatik
- P₁ = jumlah penduduk yang diketahui tahun ke I
- P₂ = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir
- T₁ = tahun ke I yang diketahui
- T₂ = tahun ke II yang diketahui

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian studi pustaka dengan penelitian deskriptif. Secara garis besar dengan alir perencanaan dapat digambarkan sebagai berikut:

- 1) Identifikasi masalah
Mengidentifikasi adanya permasalahan persampahan yaitu, penambahan penduduk menyebabkan semakin tingginya volume sampah yang harus masuk ke TPA dengan keadaan TPA yang *overload*. Oleh karena itu, diperlukan inovasi baru bagaimana mengurangi volume sampah yang masuk ke TPA.
- 2) Tahap kajian pustaka
Pada tahap ini dilakukan pencarian studi literatur mengenai komponen-komponen dalam perencanaan redesain TPA.
- 3) Tahap survey dan pengumpulan data
Survey yang dilakukan meliputi pengamatan langsung ke daerah perencanaan untuk memperoleh data-data primer dan ke instansi terkait untuk memperoleh data-data sekunder. Data sekunder yang diperlukan pada perencanaan ini adalah:
 - a) Data administratif berupa data luas wilayah dan batas wilayah
 - b) Data jumlah penduduk
- 4) Tahap analisa data
Tahap ini dilakukan proses analisa data dan evaluasi kondisi eksisting mengenai pengelolaan sampah dan umur pakai TPA. Kegiatan analisa data dilakukan setelah data dari seluruh sumber terkumpul. Teknik analisis data dalam perencanaan deskriptif ini menggunakan kuantitatif deskriptif.

Dengan luas wilayah daratan sekitar 1.524 km², maka pada tahun 2014 setiap km² ditempati penduduk sebanyak 146 orang. Kecamatan Karimun merupakan daerah terpadat dengan kepadatan penduduk sebesar 740/km²

Tabel.1 Jumlah Penduduk Karimun

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2013	220,882
2	2014	223,117
Total		443,999
Rata-Rata		222,000

Proyeksi penduduk karimun dengan perhitungan berdasarkan tabel 1 dapat dihitung menggunakan konsep aritmatika sesuai persamaan aritmatika. Sehingga dapat dihitung bahwa:

$$P_{2015} = 220,882 + 2,235 * (2015 - 2013)$$

$$P_{2015} = 225,352 \text{ jiwa}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa pada tahun 2015 proyeksi penduduk adalah 225,352 jiwa dengan standar deviasi 1825. Setelah itu dilakukan proyeksi yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2. Proyeksi Jumlah Penduduk Karimun 2015 - 2024

Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun	Jumlah Penduduk
2015	225,352	2020	227,866
2016	225,410	2021	228,111
2017	225,570	2022	228,761
2018	226,852	2023	229,888
2019	227,333	2024	230,365

3.1. Proyeksi Timbulan Sampah

Hingga akhir tahun 2014, BPS karimun mencatat jumlah penduduk ini mencapai 223,117 jiwa. Jika merujuk pada SNI 19-3964-1994, maka dapat dikatakan bahwa kota karimun merupakan salah satu kota kecil di Indonesia. Berikut ini klasifikasi kota berdasarkan jumlah penduduknya. Tabel 3 Klasifikasi Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk

Tabel 3. Klasifikasi Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk

No.	Klasifikasi Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	Metropolitan	>1.000.000
2	Besar	500.000 - 1.000.000
3	Sedang, kecil	3.000 - 500.000

Sumber: SNI 19-3964-1994

Menurut SNI 19-3964-1994, bila data pengamatan lapangan belum tersedia, maka untuk menghitung besaran timbulan sampah dapat digunakan nilai timbulan sampah sebagai berikut:

Tabel 4. Proyeksi Jumlah Sampah

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Sampah					
		L/Hari	L/Tahun	M ³ /Hari	M ³ /Tahun	Kg/Hari	Kg/Tahun
2015	225,352	338028	123380220	338.03	123380.2	135.2112	49352.09
2016	225,410	338115	123411975	338.12	123412	135.246	49364.79
2017	225,570	338355	123499575	338.36	123499.6	135.342	49399.83
2018	226,852	340278	124201470	340.28	124201.5	136.1112	49680.59
2019	227,333	340999.5	124464818	341.00	124464.8	136.3998	49785.93
2020	227,866	341799	124756635	341.80	124756.6	136.7196	49902.65
2021	228,111	342166.5	124890773	342.17	124890.8	136.8666	49956.31
2022	228,761	343141.5	125246648	343.14	125246.6	137.2566	50098.66
2023	229,888	344832	125863680	344.83	125863.7	137.9328	50345.47
2024	230,365	345547.5	126124838	345.55	126124.8	138.219	50449.94

- 1) Satuan timbulan sampah kota besar: 2 - 2,5 liter/orang/hari, atau 0,4 - 0,5 kg/orang/hari.
 - 2) Satuan timbulan sampah kota sedang/kecil: 1,5 - 2 liter/orang/hari, atau 0,3 - 0,4 kg/orang/hari.
- Sehingga digunakan Asumsi Laju Timbulan Sampah sebesar 2 liter/orang/hari dan digunakan densitas sampah sebesar 0,4 kg/L. seperti terlihat pada tabel 4.

Salah satu alternative metode pembuangan yang dapat dilakukan ialah metode *Sanitary Landfill*. Metode ini merupakan sarana pengurangan sampah ke lingkungan yang disiapkan dan dioperasikan secara sistematis namun memerlukan penyediaan prasarana dan sarana yang cukup mahal terutama lahan pengurangan yang luas bila dibandingkan dengan menggunakan metode *open dumping*. Namun dengan penerapan metode ini, potensi gangguan seperti pencemaran udara yang timbul serta tidak terkontrolnya pencemaran air akibat *leachate* dapat diminimalkan. Oleh karena itu, perlu direncanakan terlebih dahulu luas lahan dan kapasitas TPA sebagai berikut.

3.2. Perencanaan Kebutuhan Luas Lahan dan Kapasitas TPA

Umur TPA yang direncanakan adalah 10 tahun dan laju timbulan sampah rata-ratanya ialah sebesar 338,03 m³/hari. Volume tanah yang telah dipadatkan densitasnya menjadi 600 kg/m³, sedangkan sebelum dipadatkan hanya 200 kg/m³, sehingga diketahui tingkat pemadatannya mencapai 300% lebih padat. Perhitungan awal kebutuhan lahan TPA per tahun adalah sebagai berikut:

$$L = \frac{V \times 300 \times 0,70 \times 1,15}{T} \tag{3}$$

dimana:

- L = Luas lahan yang dibutuhkan setiap tahun (m²)
- T = Ketinggian timbunan yang direncanakan (m) 15% rasio tanah penutup

V = Volume sampah yang telah dipadatkan (m³/hari)

Dimana $V = A \cdot E$ (4)

A = Volume sampah yang dibuang (Jumlah penduduk ' laju timbulan sampah)

E = Tingkat pemadatan (kg/m³) rata-rata 600 kg/rn³

$$\begin{aligned} \text{Volume Sampah (V)} &= A \cdot E \\ &= (174529 \text{ orang} \cdot 2 \text{ L/orang/Hari}) \cdot \\ &\quad (600 \text{ kg/rn}^3 / 250 \text{ kg/rn}^3) \\ &= 1105752.00 \\ &= 1105,7 \text{ m}^3/\text{tahun} \end{aligned}$$

Ketinggian timbunan sampah yang direncanakan 13 m, dan ketinggian timbunan tanah penutupnya sebesar 2 m, maka

$$\text{Luas Lahan} = \frac{V \times 300}{T} \times 0,70 \times 1,15$$

$$\text{Luas Lahan} = \frac{837,7 \text{ m}^3 \times 300}{15 \text{ m}} \times 0,70 \times 1,15$$

$$\text{Luas Lahan} = 13487 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

Untuk mengetahui kebutuhan luas lahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H = L \times I \times J \tag{5}$$

dimana,

- H = Luas total lahan (m²)
- L = Luas lahan setahun
- I = umur lahan (tahun)
- J = ratio luas lahan total dengan luas lahan efektif adalah 1,2

$$\begin{aligned} \text{Maka, kebutuhan Luas Lahan (H)} &= L \times I \times J \\ &= 13487 \text{ m}^2/\text{tahun} \cdot 10 \cdot 1,2 \end{aligned}$$

$$= 161844 \text{ m}^2$$

$$= 16,2 \text{ Ha}$$

3.3. Analisa Kebutuhan Kendaraan Pengangkut

Beberapa kendaraan pengangkut yang digunakan ialah gerobak sampah, becak motor, *dump truck*, dan *armroll truck*.

- 1) Gerobak sampah kapasitas 3 m³
Ritasi gerobak sampah untuk mengangkut sampah 2 kali dalam sehari (pagi dan sore). Diasumsikan daerah yang terlayani gerobak sampah hanya 25%, sehingga gerobak sampah yang dibutuhkan:

$$\text{Jumlah sampah} = 25\% \times 338,03 \text{ m}^3 = 84,51 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah gerobak sampah} = \frac{\text{jumlah sampah}}{\text{kapasitas gerobak} \times \text{ritasi}} = \frac{84,51 \text{ m}^3}{3 \text{ m}^3 \times 2 \text{ kali}}$$

$$= 14,08 \text{ buah} \text{ H}'' 14 \text{ buah}$$

- 2) Becak motor kapasitas 3 m³
Becak motor untuk mengangkut sampah 3 kali dalam sehari (pagi, siang, dan sore). Diasumsikan daerah yang terlayani gerobak sampah hanya 25%, sehingga gerobak sampah yang dibutuhkan:

$$\text{Jumlah sampah} = 25\% \times 338,03 \text{ m}^3 = 84,51 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah becak motor} = \frac{\text{jumlah sampah}}{\text{kapasitas becak} \times \text{ritasi}} = \frac{84,51 \text{ m}^3}{3 \text{ m}^3 \times 3 \text{ kali}}$$

$$= 9,38 \text{ buah} \text{ H}'' 9 \text{ buah}$$

- 3) *Dump truck* kapasitas 10 m³
Diasumsikan bahwa pelanggan yang terlayani door to door dengan *dump truck* hanya sekitar 10% dengan ritasi 1 kali. Selain door to door juga mengangkut sampah dari tong sampah pinggir jalan. *Dump truck* yang lainnya mengangkut sampah dari kontainer kecil dan TPS.

$$\text{Jumlah sampah} = 10\% \times 338,03 \text{ m}^3 = 33,803 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah dump truck} = \frac{\text{jumlah sampah}}{\text{kapasitas bak} \times \text{ritasi}} = \frac{33,803 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3 \times \text{kali}}$$

$$= 3,38 \text{ buah} \text{ H}'' 3 \text{ buah}$$

Jumlah *dump truck* yang mengangkut sampah dari TPS dan kontainer kecil memiliki kapasitas yang sama yaitu 10 m³ dengan ritasi 3 kali.

$$\text{Jumlah sampah} = \text{jumlah TPS} \times \text{kapasitas TPS} = 10 \times 10 \text{ m}^3 = 90 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah dump truck}$$

$$= \frac{\text{jumlah sampah}}{\text{kapasitas bak} \times \text{ritasi}}$$

$$= \frac{100 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3 \times 3 \text{ kali}}$$

$$= 3,33 \text{ buah} = 3 \text{ buah}$$

Disediakan 6 buah *dump truck* (termasuk mengangkut dari kontainer kecil). Jadi jumlah total *dump truck* yang dibutuhkan adalah sebanyak 9 buah.

- 4) *Armroll truck*

Ritasi dari *armroll truck* adalah 3 kali. Jumlah kendaraan *armroll truck* disesuaikan dengan jumlah kontainer yang ada di TPS, sehingga jumlah *armroll truck* yang dibutuhkan = jumlah kontainer/ritasi
= 18/3 = 6 buah

Dikarenakan pola pengangkutan *armroll* membawa kontainer kosong dari pool, maka jumlah kontainer yang dibutuhkan ditambah sebanyak *armroll* yang ada sehingga kontainer yang dibutuhkan sebanyak 24 buah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan penduduk di Tanjung Balai Karimun terus meningkat pada tahun 2024 diproyeksikan sebesar 230,365 jiwa dan akan menyebabkan sampah sebesar 126124838 L/tahun atau 50449.94 KG/tahun. Untuk mengantisipasi tersebut pemerintah harus menyiapkan kebijakan atau peraturan yang relevan diantaranya adalah mempersiapkan lahan TPA yang memadai, dan fasilitas untuk membuang sampah yang lengkap. Selain itu dalam perencanaan pembuatan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah harus didapat data yang akurat mengenai jumlah penduduk dan timbulan sampah yang dihasilkan agar dapat terbentuknya TPA baru yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat dan juga perlu adanya perhatian lebih dari pemerintah daerah wilayah-wilayah tertentu mengenai pengadaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah demi terciptanya kota yang lebih bersih dan teratur.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Karimun, 2015. Karimun Dalam Angka 2014, Karimun.
- Basriyanta, 2007. *Memanen Sampah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Damanhuri, Enri. 2008. *Diktat Kuliah Teknik Lingkungan Teknik Pembuangan Akhir*, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung, Bandung.

- Eberhardt, L.L. 1987. Population Projections from Simple Models. *Journal of Applied Ecology* 24, 103-118
- Kastaman, R., dan Kramadibrata. A. M., 2007. Sistem Pengelolaan Reaktor Sampah Terpadu Silarsatu. Bandung. 69-138 : LPM Universitas Padjajaran (Unpad)
- Modul 06 Penyusunan DED Pemrosesan Akhir Sampah Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Pramatha, I.K.T.S., Widhiawati, I.A.R., Dan Ciawi Y. 2013. Analisis Pengelolaan Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Klungkung Kabupaten Klungkung. *Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil*, Volume 2, No. 2
- SNI19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan.
- Pranata, D., 2014. Studi Alternatif Pengelolaan Sampah Domestik Bandara Sultan Hasanuddin.