

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian – penelitian terdahulu menjadi salah satu bahan acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya ilmu dasar teori dan pengetahuan sehingga digunakan untuk mengkaji dan mengembangkan penelitian yang akan dilakukan. Beberapa hasil penelitian dari peneliti terdahulu dijadikan penulis sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian terhadap penelitian saat ini.

##### 2.1.1 Penelitian Terdahulu

- **Perencanaan Pengembangan TPA Kota Probolinggo Dengan *Sanitary Landfill*, Yaaresya William Kristi (2014)**

Pembuatan sel landfill baru sebagai pengganti sel landfill lama yang sudah hampir penuh. Pembuatan sel landfill baru menggunakan *metode weight-volume analysis* sebagai proyeksi timbunan sampah. TPA pengembangan menggunakan landfill semi anaerobik yang terdiri dari 1 zona yang besar mempunyai luas 3,2 Ha. Umur masa pakai TPA 5 tahun.

- **Estimasi Daya Tampung Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Di Kotamadya Surakarta Pada Tahun 2015, Rizal Drajat Pramono (2011)**

Metode pengolahan data menggunakan perhitungan secara manual dengan rumus persamaan geometric untuk memprediksi jumlah sampah

yang masuk di TPA pada tahun 2009 – 2015. Hasilnya hingga tahun 2015 produksi sampah tiap penduduk 83.190,98 ton dan tinggi timbunan 5,4163 meter. Yang artinya sudah overload dan melebihi batas tinggi timbunan.

- **Perencanaan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Menggunakan Metode *Sanitary Landfill* Study Kasus : Zona 4 TPA Jatiwaringin, Kabupaten Tangerang, Widyono Astono, Pramiati Purwaningrum, Rima Wahtydyanti (2015)**

TPA Jatiwaringin masih menggunakan metode open dumping. Menurut PerMen PU No. 21 tahun 2006 TPA di kota besar dan metropolitan harus direncanakan TPA Jatiwaringin memiliki tambahan umur pakai 2 tahun 15 hari. Pemasangan pipa leachate menggunakan metode tulang ikan dengan diameter pipa utama 30cm dan pipa cabang 10cm.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1 Definisi Sampah**

Sampah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Sementara didalam 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 kelingkungan (Muchlisin Riyadi, 2015). Sampah berasal dari beberapa tempat, yakni :

a. Sampah Pemukiman, Perdagangan dan Perkantoran yang disebabkan oleh :

- 1) Penduduk yang tinggal di sepanjang sungai dan pemukiman padat langsung membuang sampah ke sungai dan saluran pembuangan.
- 2) Limpasan air hujan yang membawa sampah dari pasar-pasar maupun pusat-pusat kegiatan dan pemukiman
- 3) Sampah perkantoran terdiri dari kertas, alat tulis menulis, toner foto caopy, baterai, dll.

b. Sampah Pertanian dan Perkebunan

Sampah dari kegiatan pertanian tergolong bahan organik, seperti jerami dan sejenisnya. Sebagian besar sampah yang dihasilkan selama musim panen dibakar atau dimanfaatkan untuk pupuk.

c. Sampah Bangunan dan Gedung

Sampah yang berasal dari kegiatan pembangunan dan pemugaran gedung dapat berupa organik maupun anorganik. Sampah organik : kayu, bambu, triplek dll. Sampah Anorganik : semen, ubin, besi, baja, kaleng, kaca, dll (Zaenab, 2009).

Jenis-jenis sampah jenis sampah yang ada di sekitar kita cukup beraneka ragam, ada yang berupa sampah rumah tangga, sampah industri, sampah pasar, sampah rumah sakit, sampah pertanian, sampah perkebunan, sampah peternakan, sampahnstitusi/kantor/sekolah, dan sebagainya. Berdasarkan asalnya, sampah padat dapat digolongkan menjadi 2 (dua) yaitu sebagai berikut :

1. Sampah organik, adalah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan hayati yang dapat didegradasi oleh mikroba atau bersifat biodegradable. Sampah ini dengan mudah dapat diuraikan melalui proses alami. Sampah rumah tangga sebagian besar merupakan bahan organik. Termasuk sampah organik, misalnya sampah dari dapur, sisa-sisa makanan, pembungkus (selain kertas, karet dan plastik), tepung, sayuran, kulit buah, daun dan ranting. Selain itu, pasar tradisional juga banyak menyumbangkan sampah organik seperti sampah sayuran, buah-buahan dan lain-lain.
2. Sampah Anorganik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan non hayati, baik berupa produk sintetik maupun hasil proses teknologi pengolahan bahan tambang. Sampah anorganik dibedakan menjadi : sampah logam dan produk-produk olahannya, sampah plastik, sampah kertas, sampah kaca dan keramik, sampah detergen. Sebagian besar anorganik tidak dapat diurai oleh alam/ mikroorganisme secara keseluruhan (unbiodegradable). Sementara, sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang lama. Sampah jenis ini pada tingkat rumah tangga misalnya botol plastik, botol gelas, tas plastik, dan kaleng, (Gelbert, 1996).

Berdasarkan wujud atau bentuknya dikenal tiga macam sampah atau limbah yaitu : limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Contoh limbah cair yaitu air cucian, air sabun, minyak goreng sisa, dll. Contoh limbah padat yaitu bungkus snack, ban bekas, botol air minum, dll. Contoh limbah gas yaitu karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), HCl, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dll. Dampak negatif

sampah-sampah padat yang bertumpuk banyak tidak dapat teruraikan dalam waktu yang lama akan mencemarkan tanah. Yang dikategorikan sampah disini adalah bahan yang tidak dipakai lagi ( refuse) karena telah diambil bagian-bagian utamanya dengan pengolahan menjadi bagian yang tidak disukai dan secara ekonomi tidak ada harganya (Muchlisin Riyadi, 2015).

### **2.3. Dampak Sampah**

Menurut Gelbert (1996) ada tiga dampak sampah terhadap manusia dan lingkungan yaitu:

#### **a. Dampak terhadap kesehatan**

Lokasi dan pengelolaan sampah yang kurang memadai (pembuangan sampah yang tidak terkontrol) merupakan tempat yang cocok bagi beberapa organisme dan menarik bagi berbagai binatang seperti, lalat dan anjing yang dapat menjangkitkan penyakit. Potensi bahaya kesehatan yang dapat ditimbulkan adalah sebagai berikut :

- Penyakit diare, kolera, tifus menyebar dengan cepat karena virus yang berasal dari sampah dengan pengelolaan tidak tepat dapat bercampur air minum. Penyakit demam berdarah (haemorrhagic fever) dapat juga meningkat dengan cepat di daerah yang pengelolaan sampahnya kurang memadai.
- Penyakit jamur dapat juga menyebar (misalnya jamur kulit).
- Penyakit yang dapat menyebar melalui rantai makanan. Salahsatu contohnya adalah suatu penyakit yang ditjangkitkan oleh cacing pita(taenia).

Cacing ini sebelumnya masuk kedalam pencernaan binatang ternak melalui makanannya yang berupa sisa makanan/sampah.

b. Dampak terhadap lingkungan

Cairan rembesan sampah yang masuk kedalam drainase atau sungai akan mencemari air. Berbagai organisme termasuk ikan dapat mati sehingga beberapa spesies akan lenyap, hal ini mengakibatkan berubahnya ekosistem perairan biologis. Penguraian sampah yang di buang kedalam air akan menghasilkan asam organik dan gas cair organik, seperti metana. Selain berbau kurang sedap, gas ini pada konsentrasi tinggi dapat meledak.

c. Dampak Terhadap Keadaan Sosial dan Ekonomi

Dampak-dampak tersebut adalah sebagai berikut :

- Pengelolaan sampah yang tidak memadai menyebabkan rendahnya tingkat kesehatan masyarakat. Hal penting disini adalah meningkatnya pembiayaan (untuk mengobati kerumah sakit).
- Infrastruktur lain dapat juga dipengaruhi oleh pengelolaan sampah yang tidak memadai, seperti tingginya biaya yang diperlukan untuk pengolahan air. Jika sarana penampungan sampah kurang atau tidak efisien, orang akan cenderung membuang sampahnya di jalan. Hal ini mengakibatkan jalan perlu lebih sering dibersihkan dan diperbaiki.

## 2.4. Pengolahan Sampah

Pengelolaan sampah kota merupakan salah satu isu hangat yang telah banyak dibicarakan oleh masyarakat dunia beberapa tahun belakangan ini. Di mana berkaitan juga dengan pelayanan sanitasi dan pencegahan pencemaran lingkungan. Sampah perkotaan ini jika tidak diolah dengan baik, dapat merusak estetika kota, menimbulkan bau dan mencemari lingkungan. Pengelolaan limbah padat terpadu merupakan tugas yang mencakup pemenuhan kendala dari aspek teknis, ekonomis dan sosial. Hal ini mengombinasikan antara jarak pengumpulan dan metode pengolahan yang digunakan untuk menangani semua material dalam sampah dengan cara yang efektif, ramah lingkungan, ekonomis dan segi sosial yang dapat diterima (McDougall *et al*, 2001).

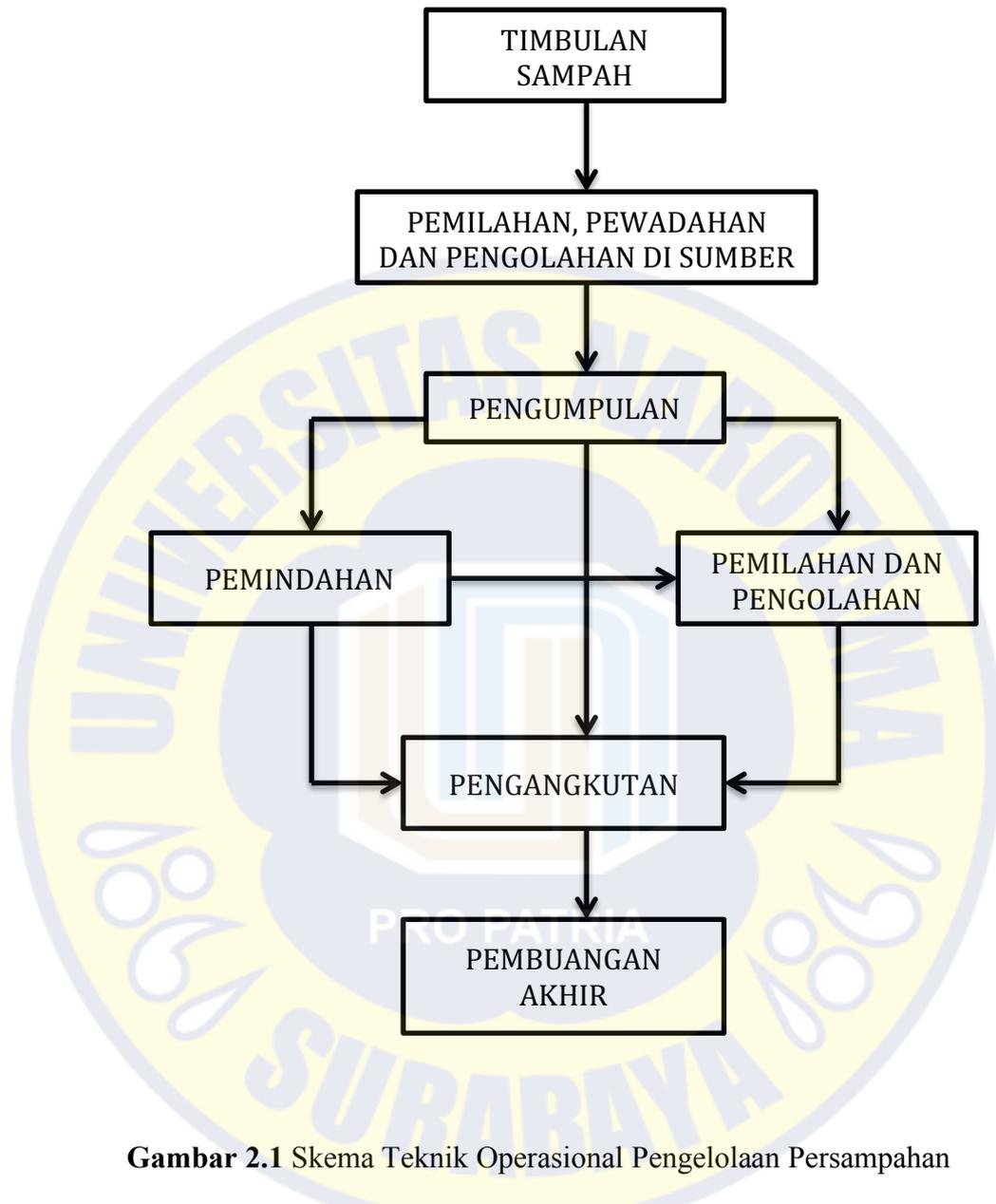
Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No.18 Tahun 2008, pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah (Gambar 2.1). Terdapat 2 kelompok utama pengelolaan sampah, yaitu:

- a) Pengurangan sampah (*waste minimization*), yang terdiri dari pembatasan terjadinya sampah, guna-ulang dan daur-ulang
- b) Penanganan sampah (*waste handling*) menurut (Drajat, 2011) yang terdiri dari:
  - Pemilahan: dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah .
  - Pengumpulan: dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau

tempat pengolahan sampah terpadu. Pengumpulan ternagi menjadi 4 pola pegumpulan, antara lain : individual langsung, individual tidak langsung, komunal langsung, komunal tidak langsung.

- Pengangkutan: dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir. Untuk menunjang kelancaran proses pengangkutan, tempat untuk proses pengangkutan harus disesuaikan dengan proses pengumpulan, sehingga perlu ditentukan titik pengangkutan dan pengumpulan.
- Pengolahan: dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah
- Pemrosesan akhir sampah: dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

Pengelolaan sampah didefinisikan sebagai kontrol terhadap timbulan sampah, pewadahan, pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan, serta proses dan pembuangan akhir sampah dimana semua hal tersebut dikaitkan dengan prinsip-prinsip terbaik untuk kesehatan, ekonomi, keteknikan, konservasi, estetika, lingkungan dan juga sikap masyarakat (Tchobanoglous *et al.*, 1993).



**Gambar 2.1** Skema Teknik Operasional Pengelolaan Persampahan

(Sumber : SNI 19-2454-2002)

## 2.5. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Tempat Pemrosesan Akhir merupakan tahapan akhir dalam proses pengelolaan sampah. TPA merupakan tempat dimana sampah diolah secara aman

agar tidak menimbulkan berbagai macam gangguan terhadap lingkungan disekitarnya. Berdasarkan SNI 03-3241-1994 TPA sampah adalah sarana fisik untuk berlangsungnya kegiatan pembuangan akhir sampah yang selanjutnya disebut Tempat Pemrosesan akhir (TPA). Pembuangan akhir sampah adalah tempat untuk menyingkirkan/ mengkarantinakan sampah kota sehingga aman..

Menurut Fathin (2015), Lazimnya syarat yang harus dipenuhi dalam membangun TPA sampah adalah :

1. Tidak dibangun berdekatan dengan sumber air minum atau sumber air lainnya yang dipergunakan oleh manusia seperti mandi, mencuci, kakus dan sebagainya. Adapun jarak yang sering dipakai sebagai pedoman ialah lebih dari 200 meter dari sumber air.
2. Tidak dibangun pada tempat yang sering terkena banjir.
3. Dibangun pada tempat yang jauh dari tempat tinggal manusia yaitu sekitar 2 km dari pemukiman penduduk, serta kurang dari 15 km dari laut.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia nomor 3 tahun 2013, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuangan sampah di TPA ini. Pemrosesan akhir sampah sebagaimana dimaksud dilakukan dengan menggunakan:

- a. metode lahan urug terkendali
- b. metode lahan urug saniter; dan/atau
- c. teknologi ramah lingkungan.

Pemrosesan akhir sampah sebagaimana dimaksud dilakukan di TPA, meliputi kegiatan:

- a. penimbunan/pemadatan;
- b. penutupan tanah;
- c. pengolahan lindi; dan
- d. penanganan gas.

Pemrosesan akhir sampah di TPA sebagaimana dimaksud harus memperhatikan :

- a. Sampah yang boleh masuk ke TPA adalah sampah rumah tangga, sampah sejenis sampah rumah tangga, dan residu;
- b. Limbah yang dilarang diurug di TPA meliputi:
  - 1). limbah cair yang berasal dari kegiatan rumah tangga;
  - 2). limbah yang berkategori bahan berbahaya dan beracun sesuai peraturan perundang-undangan; dan
  - 3). limbah medis dari pelayanan kesehatan.
- c. Residu sebagaimana dimaksud pada huruf a tidak berkategori bahan berbahaya dan beracun atau mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun;
- d. Dalam hal terdapat sampah yang berkategori bahan berbahaya dan beracun atau mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun di TPA harus disimpan di tempat penyimpanan sementara sesuai dengan ketentuan peraturan perundangan mengenai pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun; dan
- e. Dilarang melakukan kegiatan peternakan di TPA.

Perencanaan TPA dilakukan sebagai metode kontrol pembuangan sampah. Lokasi TPA harus memperhatikan keadaan geologis, hidrologi, dan kesesuaian dengan lingkungan. Sebuah TPA seharusnya tidak bersistem *open dumping*, karena menyebabkan bau, asap, tidak sedap dipandang mata, masalah serangga dan binatang pengerat, dan lain sebagainya. Syarat terpenting dari TPA adalah tidak menghasilkan polutan dan mampu didegradasi oleh lingkungan (Yaaresya, 2014).

## 2.6. Definisi *Open Dumping*

Beberapa definisi *open dumping* dari beberapa orang yang sudah lebih dulu meneliti atau mengevaluasi sampah yang pada intinya tidak jauh berbeda. *Open dumping* adalah salah satu sistem penanganan sampah yang paling sederhana yaitu sampah ditimbun di area tertentu secara terus menerus tanpa ditimbun dengan tanah penutup (penimbunan secara terbuka). Pembuangan sistem *open dumping* sangat tidak dianjurkan karena dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan yaitu akan menimbulkan *leacheate* di dalam lapisan timbunan dan seterusnya akan merembes ke lapisan tanah di bawahnya. *Leacheate* ini sangat merusak dan dapat menimbulkan bau tidak enak (Silvia, 2011).

Sistem *open dumping*, yakni pembuangan sampah di lahan tanah lapang tanpa ada pengolahan lebih lanjut. Seperti dikutip dari data KLH, sebagian besar TPA di Indonesia saat ini masih menggunakan sistem *open dumping*, padahal sistem ini sangat tidak ramah lingkungan dan tidak efektif menangani volume sampah yang terus menggunung dari hari ke hari (Erwansyah 2003).

Metode ini merupakan metode yang tertua yang dikenal manusia dalam sistem pembuangan sampah. Pada metode ini sampah hanya dibuang atau ditimbun di suatu tempat tanpa dilakukan penutupan dengan tanah, sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan seperti perkembangan sektor penyakit, bau, pencemaran air permukaan dan air tanah, serta bahaya kebakaran (Ismeidi, 2006).

Resistensi sosial terhadap keberadaan TPA jenis ini juga terus mengalir dari berbagai tempat, penduduk sekitar TPA umumnya tidak setuju ada TPA open dumping di dekat rumah mereka, karena bau serta penyakit dari gunung-gunung sampah itu sangatlah mengganggu. Open dumping merupakan jenis pembuangan sampah akhir yang tidak saniter karena pada sampah basah dapat menjadi media yang baik untuk lalat dan tikus dan dapat menimbulkan bau yang tidak sedap serta tidak menimbulkan pemandangan yang tidak sedap. Jenis pembuangan sampah akhir dengan open dumping dapat menjadi media penularan penyakit sehingga tidak dianjurkan untuk digunakan. Oleh karena itu penanganan sampah yang tidak baik atau tidak memenuhi syarat kesehatan seperti open dumping akan meningkatkan populasi lalat sehingga kemungkinan penyakit diare akan meningkat.

Open dumping bukan merupakan cara pemusnahan yang baik. Walaupun secara teknis pelaksanaan mudah namun kemungkinan dampak lingkungan serta tidak dapat digunakannya kembali lahan dalam waktu yang lama menyebabkan metode ini diabaikan untuk diterapkan.

## 2.7. Definisi *Sanitary Landfill*

Pemusnahan sampah dengan metode *Sanitary Landfill* adalah membuang dan menumpuk sampah di suatu lokasi yang cekung, memadatkan sampah tersebut kemudian menutupnya dengan tanah, metode ini dapat menghilangkan polusi udara (Renhard, 2014). Sederhananya metode *Sanitary landfill* adalah mengurugan sampah kedalam tanah, dengan menyebarkan sampah secara lapis – lapis pada sebuah site (lahan) yang telah siapakan, kemudian dilakukan pemadatan dengan alat berat, dan pada akhir hari operasi, urugan sampah tersebut kemudian ditutup dengan tanah penutup (Rieke Yuliasuti, 2016)

**Tabel 2.1** Perbedaan *Controlled Landfill* dan *Sanitary Landfill*

NO	PARAMETER	CONTROLLED LANDFILL	SANITARY LANDFILL
A	PROTEKSI TERHADAP LINGKUNGAN		
1	Dasar landfill menuju suatu titik tertentu	Tanah setempat dipadatkan, liner dasar dengan tanah permeabilitas rendah	Tanah setempat dipadatkan, liner dengan tanah permeabilitas rendah, bila diperlukan gunakan geomembran
2	Liner dasar	Tanah dengan permeabilitas rendah dipadatkan 2 x 30 cm, bila perlu digunakan geomembran HDPE	Tanah dengan permeabilitas rendah dipadatkan 3 x 30 cm, bila perlu gunakan geomembran HDPE
3	Karpet kerikil minimum 20 cm	Dianjurkan	Diharuskan
4	Pasir pelindung minimum 20 cm	Dianjurkan	Diharuskan
5	Drainase / tanggul keliling	Diharuskan	Diharuskan
6	Drainase lokal	Diharuskan	Diharuskan
7	Pengumpul lindi	Minimal saluran kerikil	Sistem saluran dan pipa perforasi

8	Kolam penampung lindi	Diharuskan	Diharuskan
9	Resirkulasi lindi	Dianjurkan	Diharuskan
10	Pengolah lindi	Kolam - kolam stabilisasi	Pengolahan biologis, bila perlu ditambah pengolahan kimia dan landtreatment
11	Sumur pantau	Minimum 1 hulu dan 1 hilir sesuai arah aliran air tanah	Minimum 1 hulu, 2 hilir dan 1 unit di luar lokasi sesuai arah aliran air tanah
12	Ventilasi gas	Minimum dengan kerikil horizontal - vertikal	Sistem vertikal dengan beronjong kerikil dan pipa, karpet kerikil setiap 5 m lapisan, dihubungkan dengan perpipaan recovery gas
13	Sarana lab analisa air	-	Dianjurkan
14	Jalur hijau penyangga	Diharuskan	Diharuskan
15	Tanah penutup rutin	Minimum setiap 7 hari	Setiap hari
16	Sistem penutup antara	Bila tidak digunakan lebih dari 1 bulan	Bila tidak digunakan lebih dari 1 bulan, dan setiap mencapai ketinggian lapisan 5 m
17	Sistem penutup final	Minimum tanag kedap 20 cm, ditambah sub-drainase air permukaan, ditambah top soil	Sistem terpadu dengan lapisan kedap, sub-drainase air permukaan, pelindung, karpet penangkap gas, bila perlu dengan geosintesis, diakhiri dengan top soil minimum 60 cm
18	Pengendali vektor dan bau	Diharuskan	Diharuskan
<b>B</b>	<b>PENGOPERASIAN LANDFILL</b>		
1	Alat berat	Dozer dan loader, dianjurkan dilengkapi excavator	Dozer, loader, dan excavator
2	Transportasi lokal	Dianjurkan	Diharuskan
3	Cadangan bahan bakar	Diharuskan	Diharuskan
4	Cadangan insektisida	Diharuskan	Diharuskan

5	Peralatan unloading dan manuver	Diharuskan	Diharuskan
6	Jalan operasi utama	Diharuskan	Diharuskan
7	Jalan operasi dalam area	Diharuskan	Diharuskan
8	Jembatan timbang	Diharuskan	Diharuskan
9	Rung registrasi	Diharuskan, minimum manual	Diharuskan, digital
<b>C</b>	<b>PRASARANA - SARANA</b>		
1	Papan nama	Diharuskan	Diharuskan
2	Pintu gerbang - pagar	Diharuskan	Diharuskan
3	Kantor TPA	Minimum gabung dengan pos jaga	Diharuskan
4	Garasi alat berat	Diharuskan	Diharuskan
5	Gudang	Dianjurkan	Diharuskan
6	Workshop dan peralatan	Dianjurkan	Diharuskan
7	Pemadam kebakaran	Diharuskan	Diharuskan
8	Fasilitas toilet	MCK	Kamar madi dan WC terpisah
9	Cuci kendaraan	Minimum ada faucet	Diharuskan
10	Penyediaan air bersih	Diharuskan	Diharuskan
11	Listrik	Diharuskan	Diharuskan
12	Alat komunikasi	Diharuskan	Diharuskan
13	Ruang jaga	Diharuskan	Diharuskan
14	Area khusus daur ulang	Diharuskan	Diharuskan
15	Area transit limbah B3 rumah tangga	Diharuskan	Diharuskan
16	P3K	Diharuskan	Diharuskan
17	Tempat ibadah	Dianjurkan	Diharuskan
<b>D</b>	<b>PETUGAS TPA</b>		

1	Kepala TPA	Diharuskan, pendidikan minimal D3 teknik, atau yang berpengalaman	Diharuskan, pendidikan minimal D3 teknik atau yang berpengalaman
2	Petugas registrasi	Dianjurkan	Diharuskan
3	Pengawas operasi	Diharuskan, minimal dirangkap kepala TPA	Diharuskan
4	Supir alat berat	Diharuskan	Diharuskan
5	Tehnisi	Diharuskan	Diharuskan
6	Satpam	Diharuskan	Diharuskan

Sumber : Damanhuri *et al.*, 2006

### 2.7.1. Sistem Lapisan Landfill

Pada buku karya Enri Damanhuri *et al.*, 2006, Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk menentukan sistem lapisan dasar landfill, antara lain :

- a) Melakukan penelitian kembali untuk elevasi muka air tanah, yaitu minimum 3 meter sebelum tanah dasar dikupas dan dipadatkan.
- b) Tanah dasar harus dipadatkan dengan menggunakan alat berat, dan kemiringan diarahkan menuju system pengumpul lindi. Syarat lapisan tanah dasar :
  - Tidak tergerus selama menunggu penggunaan, seperti terpapar hujan dan panas
  - Tidak tergerus akibat operasi rutin, khususnya akibat truk pengangkut sampah dan operasi alat berat yang lalu di atasnya
  - Sampah halus tidak ikut terbawa ke dalam sistem pengumpul lindi, dan memungkinkan lindi mengalir dan terarah ke bawahnya.
- c) Bila menggunakan tanah liat, lakukan pemadatan lapis- per lapis minimum

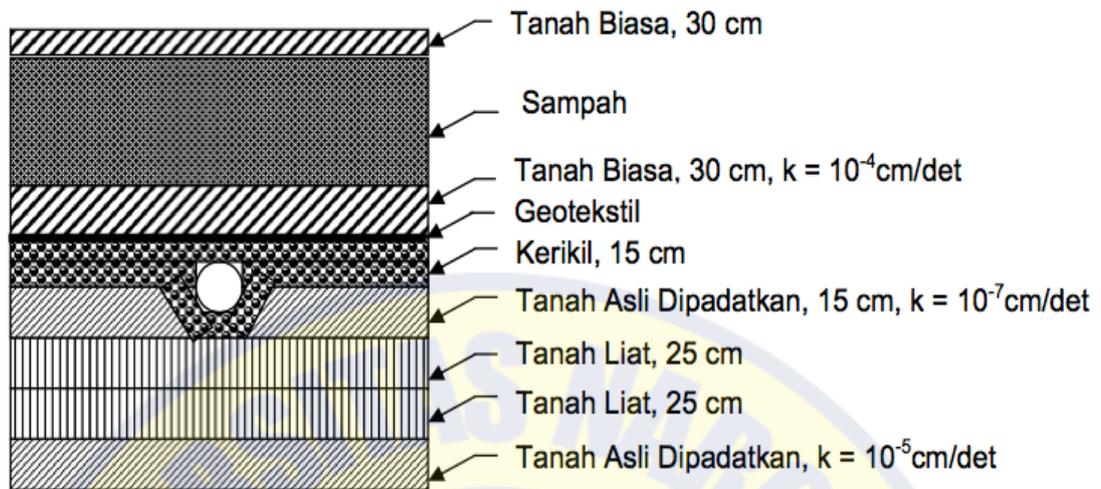
2 lapisan dengan ketebalan masing- masing minimal 250 mm, sampai mencapai kepadatan 95%. Kelulusan minimal dari campuran tanah tersebut mempunyai kelulusan maksimum  $1 \times 10^{-7}$  cm/det.

d) Lakukan pengukuran kemiringan lapisan dasar TPA yaitu dengan kemiringan yang disyaratkan 1-2 % ke arah tempat pengumpulan/pengolahan lindi.

– Sanitary landfill, yang terdiri dari :

- Lapisan tanah pelindung setebal minimum 30 cm
- Di bawah lapisan tersebut terdapat lapisan penghalang dari geotekstil atau anyaman bambu, yang menghalangi tanah pelindung dengan media penangkap lindi
- Media karpet kerikil penangkap lindi setebal minimum 15 cm, menyatu dengan saluran pengumpul lindi berupa media kerikil berdiameter 30 – 50 mm, tebal minimum 20 cm yang mengelilingi pipa perforasi 8 mm dari PVC, berdiameter minimal 150 mm. Jarak antar lubang (prforasi) adalah 5 cm. Di atas media kerikil.

e) Bila menurut desain perlu digunakan geosintetis seperti geomembran, geotekstil, non-woven, geonet, dan sebagainya, pemasangan bahan ini hendaknya disesuaikan spesifikasi teknis yang telah direncanakan, dan dilaksanakan oleh kontraktor yang berpengalaman dalam bidang ini.



**Gambar 2.2** Susunan Lapisan Landfill

(Sumber : Damanhuri et al., 2006)

### 2.7.2. Sistem Perencanaan Sanitary Landfill

Perencanaan system sanitary landfill diawali dengan mengamati lahan yang nantinya akan dijadikan sel landfill. Pemilihan lahan dilakukan untuk mencapai poin-poin yang disyaratkan. Penentuan area untuk lahan urug saniter dan urug terkendali, harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Lahan yang dipakai dimanfaatkan semaksimal dan seoptimal mungkin, sehingga tidak ada sisa lahan yang tidak termanfaatkan.
- 2) Lokasi TPA harus terlindung dan jalan umum yang melintas TPA. Hal ini dapat dilakukan dengan menempatkan pagar hidup disekeliling TPA, yang sekaligus dapat berfungsi sebagai zona penyangga.
- 3) Kolam pengolahan lindi dibuat sehingga air lindi dapat mengalir kearah grafitasi.

- 4) Penempatan jalan operasional harus disesuaikan dengan sel landfill, sehingga semua area/sisi penimbunan sampah dapat dijangkau oleh truk.

Seleain menentukan lahan/area yang nantiya akan dijadikan sebagai tempat menimbunan/sel landfill, sarana dan prasarana yang memadahi juga menjadi salah satu penunjang sistem perencanaan sanitary landfill. Fasilitas umum yang menunjang antara lain :

- a) Jalan Masuk TPA harus memenuhi syarat dapat dilalui truk sampah 2 arah. Lebar jalan minimum 7 m dan kemiringan permukaan 2-3% ke arah saluran drainase. Tipe jalan termasuk kelas 3 yang mampu menahan beban dengan tekanan gandar 10T dan kecepatan kendaran 30 km/jam.
- b) Jalan operasi untuk penimbunan sampah yang bersifat temporer yang setiap saat dapat ditimbun/berubah fungsi. Dan jalan penghubung antar fasilitas, yaitu kantor, pos jaga, Gedung IPLT, dan fasilitas lain yang jalannya bersifat permanen.
- c) Bangunan Penunjang yang luasnya tergantung pada lahan yang akan dialokasikan dengan pertimbangan rencana kegiatan yang akan dilaksanakan nantinya. Antara lain pencatatan sampah yang masuk, tampilan rencana tapak, rencana pengoprasian TPA, kamar mandi/WC dan gudang.
- d) Drainase TPA yang berfungsi emngurangi voume air hujan yang jatuh di area timbunan. Jenis drainase yang dipakai terdiri dari drainase permanen dan sementara. Drainase permanen dipakai untuk di jalan utama, disekeliling timbunan akhir, disekitar bangunan penunjang. Sedangkan

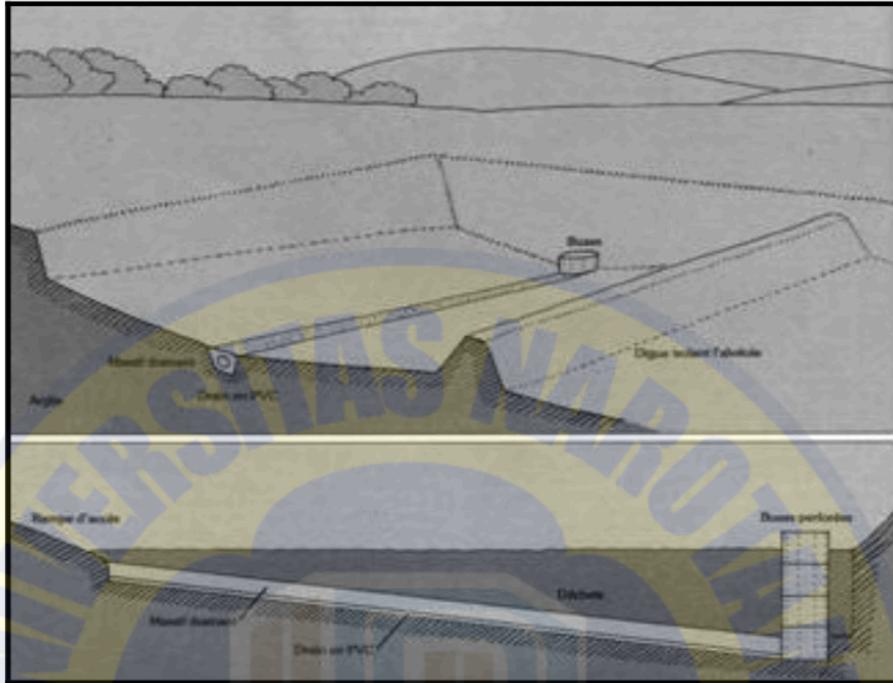
drainase sementara dibuat secara lokal pada zona penimbunan.

- e) Pagar yang berfungsi menjaga keamanan TPA yang bias berupa pagar tanaman yang bias berfungsi ganda sebagai daerah penyangga.

### **2.7.3. Konstruksi Pengumpul Lindi**

Dalam pembuatan kolam pengumpul lindi, harus diperhatikan beberapa hal berikut:

- a) Teliti kembali pola pemasangan sistem under-drain tersebut sesuai dengan dengan perencanaan, yaitu dapat berupa pola tulang ikan atau pola lurus.
- b) Teliti kembali dan kalau perlu revisi desain jaringan under- drain penangkap dan pengumpulan leachate agar fungsinya tercapai.
- c) Kemiringan saluran pengumpul lindi antara 1 - 2 % dengan pengaliran secara gravitasi menuju instalasi pengolah lindi (IPL)
- d) Sistem penangkap lindi diarahkan menuju pipa berdiamter minimum 150 mm, atau saluran pengumpul lindi. Pada sanitary landfill, pertemuan antar pipa penangkap atau antara pipa penangkap dengan pipa pengumpul dibuat bak kontrol (junction- box), yang dihubungkan sistem ventilisasi vertikal penangkap atau pengumpul gas.



**Gambar 2.3** Desain Pemasangan Pipa Lindi

(Sumber : Enri Damanhuri et al., 2006)

#### 2.7.4. Pemasangan Sistem Penanganan Gas

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan mengenai sistem penanganan gas pada landfill. Hal ini menyangkut upaya pencegahan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari *gas landfill*, yaitu :

- a) Gas yang ditimbulkan dari proses degradasi di TPA harus dikontrol di tempat agar tidak mengganggu kesehatan pegawai, orang yang menggunakan fasilitas TPA, serta penduduk sekitarnya.
- b) Gas hasil biodegradasi tersebut dicegah mengalir secara literal dari lokasi pengurugan menuju daerah sekitarnya.

- c) Setiap 1 tahun sekali dilakukan pengambilan sampel gas-bio pada 2 titik yang berbeda, dan dianalisis terhadap kandungan CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub>.
- d) Pada sistem *sanitary landfill*, gasbio harus dialirkan ke udara terbuka melalui ventilasi sistem penangkap gas, lalu dibakar pada gas-flare. Sangat dianjurkan menangkap gasbio tersebut untuk dimanfaatkan.
- e) Pemasangan penangkap gas sebaiknya dimulai dari saat lahan- urug tersebut dioperasikan, dengan demikian metode penangkapannya dapat disesuaikan antara dua cara tersebut.
- f) Metode untuk membatasi dan menangkap pergerakan gas adalah :
- Menempatkan materi vertical pada atau di luar perbatasan landfill untuk menghalangi aliran gas
  - Menempatkan materi granular pada atau di luar perbatasan landfill (perimeter) untuk penyaluran dan atau pengumpulan gas
  - Pembuatan sistem ventilasi penagkap gas di dalam lokasi ex- TPA.
- g) Sistem penangkap gas dapat berupa :
- Ventilasi horizontal : yang bertujuan untuk menangkap aliran gas dalam dari satu sel atau lapisan sampah
  - Vantilasi vertical : merupakan ventilasi yang mengarahkan dan mengalirkan gas yang terbentuk ke atas
  - Ventilasi akhir : merupakan ventilasi yang dibangun pada saat timbunan akhir sudah terbentuk, yang dapat dihubungkan pada pembakar gas (gas-flare) atau dihubungkan dengan sarana

pengumpul gas untuk dimanfaatkan lebih lanjut. Perlu dipahami bahwa potensi gas pada ex-TPA ini sudah mengecil sehingga mungkin tidak mampu untuk digunakan dalam operasi rutin.

h) Timbulan gas harus dimonitor dan dikontrol sesuai dengan perkiraan umurnya.

i) Beberapa vertical desain perpipaan vertical pipa biogas :

- Pipa gas dengan casing PVC atau PE : 100 - 150 mm
- Lubang bor berisi kerikil : 50 – 100 cm
- Perforasi : 8 – 12 mm
- Kedalaman : 80 %
- Jarak antara ventilasi vertical : 25 – 50 m.

## **2.8. Metode Pengolahan Sampah**

Pengolahan sampah di TPA terdiri dari banyak metode, selain metode yg sudah kita kenal seperti open dumping, controlled landfill, dan sanitary landfill, ada beberapa metode lain untuk pengelolaan sampah di TPA menurut Hoesein (2010), antara lain :

- Metode Gas Metana : metode ini menggunakan Teknik fermentasi secara anaerobic terhadap sampah organik. Secara teknik sampah disortir menjadi sampah organik dan anorganik. Sampah organik dicampur dengan air dan digester (dimasukkan dalam tempat kedap udara) selama kurang lebih dua pekan dan akan menghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang bias digunakan

sebagai energi listrik. Metode ini menguntungkan karena bias menghasilkan energi terbarukan.

- Metode Autoclave : metode ini melakukan pembongkaran langsung dari dump truk lalu dimasukkan di mesin autoclave. Di dalam autoclave sampah diinjeksi dengan uap bersuhu 160°C selama 2 jam. Sampah kemudian secara otomatis disalurkan melalui belt conveyor ke mesin penyortiran. Proses pada system ini ramah lingkungan dan berpeluang mendapat kredit karbon.
- Metode Komposting : Metode ini menggunakan system dasar pendegradasian bahan-bahan organik secara terkontrol menjadi pupuk dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme. Aktivitas mikroorganisme bias dioptimalisasi pertumbuhannya dengan pengkondisian sampah dalam keadaan basah (nitrogen), suhu dan kelembaban udara (tidak terlalu basah dan tidak terlalu kering), dan aerasi yang baik (kandungan oksigen)

Selain metode yang disebutkan diatas, di negara berkembang seperti Singapura menerapkan system pengolahan sampah dengan metode *Waste to Energy-Insenerator*. Metode ini merupakan teknologi pengolahan sampah yang melibatkan pembakaran bahan organik dan anorganik tanpa harus dipisahkan. Insinerasi dan pengolahan sampah bersuhu tinggi lainnya didefinisikan sebagai pengolahan termal. Iniserasi material sampah mengubah sampah menjadi abu, gas sisa hasil pembakaran, partikulat, dan panas. Gas yang dihasilkan harus dibersihkan dari polutan sebelum dilepas ke atmosfer. Panas yang dihasilkan nisa

dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik. Insinerator mampu mengurangi sampah hingga 95-96%, tergantung komposisi dan derajat recovery sampah. Ini berarti insinerasi tidak sepenuhnya mengganti penggunaan lahan sebagai area pembuangan akhir, tapi insinerasi mengurangi volume sampah yang dibuang dalam jumlah yang signifikan. Insinerasi memiliki banyak manfaat untuk mengolah berbagai jenis sampah seperti sampah medis, dan beberapa jenis sampah berbahaya dimana pathogen dan racun kimia bias hancur dengan temperature tinggi (Dina Arifia, 2014).

## **2.9. Gambaran Umum Kota Surakarta**

Secara geografis wilayah Kota Surakarta  $110^{\circ}45'15''$  –  $110^{\circ}45'35''$  BT dan  $7^{\circ}36'00''$  –  $7^{\circ}56'00''$  LS dengan luas wilayah 44,04 Km<sup>2</sup> dengan batas – batas sebagai berikut :

- Batas Utara : Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Boyolali
- Batas Selatan : Kabupaten Sukoharjo dan Kabupaten Karanganyar
- Batas Timur : Kabupaten Sukoharjo
- Batas Barat : Kabupaten Sukoharjo dan Kabupaten Karanganyar

Kota Surakarta terdiri dari lima kecamatan, yaitu : Kecamatan Laweyan, Serengan, Pasar Kliwon, Jebres, Bajarsari. Kecamatan yang mempunyai luas wilayah paling besar yaitu Kecamatan Banjarsari (14,81 Km<sup>2</sup>) sedangkan kecamatan yang mempunyai luas paling kecil yaitu Kecamatan Serengan.

Jumlah penduduk Kota Surakarta tahun 2014 adalah 585.486 jiwa. Luas wilayah per kecamatan dan jumlah penduduk Kota Surakarta per kecamatan pada

**Tabel 2.2.**

**Tabel 2.2.** Data Luas Wilayah dan Tingkat Kepadatan Penduduk Kota Surakarta

NO	KECAMATAN	LUAS (KM2)	JUMLAH PENDUDUK	KEPADATAN (Jiwa/km2)
1	Laweyan	8.64	109,264	12,646
2	Serengan	3.19	61,179	19,178
3	Pasar Kliwon	4.82	91,222	18,926
4	Jebres	12.58	148,442	11,800
5	Banjarsari	14.81	175,379	11,842
<b>KOTA</b>		<b>44.04</b>	<b>585,486</b>	<b>13,294</b>

Sumber : BPS Kota Surakarta, 2014

Kota Surakarta mempunyai 59 kelurahan yang tersebar dalam 5 kecamatan tersebut, berikut persebarannya :

- Kecamatan Laweyan : 11 kelurahan
- Kecamatan Serengan : 7 kelurahan
- Kecamatan Pasar Kliwon : 9 kelurahan
- Kecamatan Jebres : 11 kelurahan
- Kecamatan Banjarsari : 13 kelurahan

## 2.10. Kondisi Eksisting TPA Kota Surakarta

TPA di Kota Surakarta diberi nama TPA Putri Cempo. TPA Kota Surakarta beroperasi sejak tahun 1986, menggunakan metode *open dumping*, dan metode *sanitary landfill* belum mulai diterapkan. Berikut profil singkat nya berdasarkan data dari BLH Kota Surakarta tahun 2016.



**Gambar 2.4.** Pintu Gerbang TPA Kota Surakarta



**Gambar 2.5** Tumpukan Sampah TPA Putri Cempo

Nama	: TPA Putri Cempo
Lokasi	: Kecamatan Jebres
Instansi Pengelola	: Dinas Kebersihan dan Pertamanan
Luas Lahan	: 17 Ha
Jarak ke Pusat Kota	: 15 Km
Metode Operasional	: Open Dumping
Pelayanan	: 71 TPS

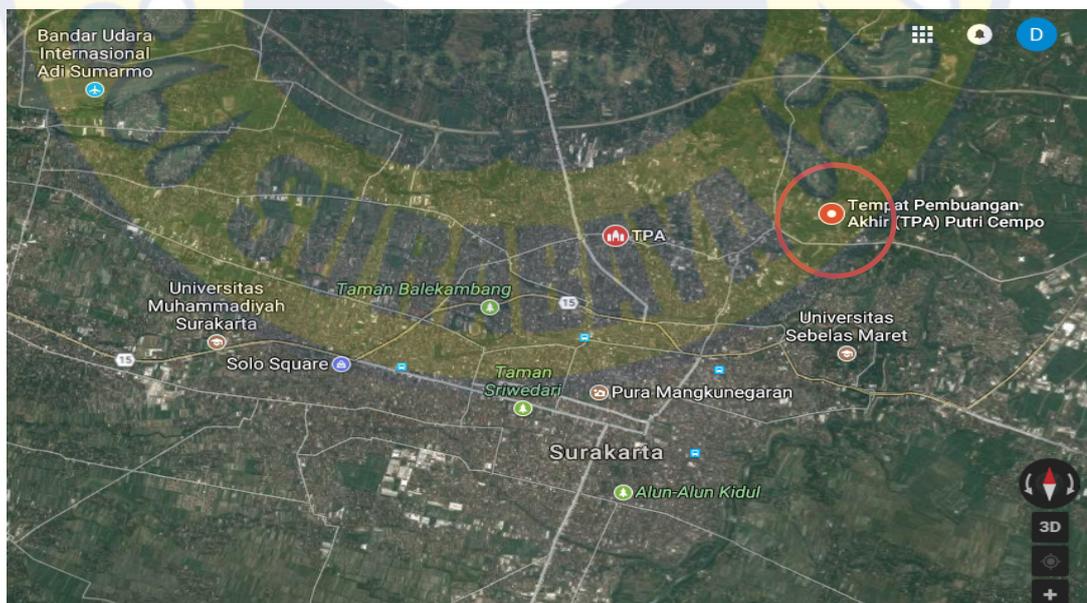
**Tabel 2.3.** Sarana dan Prasarana TPA Kota Surakarta 2016

NO	KECAMATAN	JENIS ALAT ANGKUT	JUMLAH	KAPASITAS
1	Laweyan	Germosa	14	1 m <sup>3</sup>
		Gerobak	94	1 m <sup>3</sup>
		L300	17	6 m <sup>3</sup>
2	Serengan	Germosa	8	1 m <sup>3</sup>
		Gerobak	55	1 m <sup>3</sup>
		L300	10	6 m <sup>3</sup>
3	Pasar Kliwon	Germosa	8	1 m <sup>3</sup>
		Gerobak	85	1 m <sup>3</sup>
		L300	15	6 m <sup>3</sup>
4	Jebres	Germosa	10	1 m <sup>3</sup>
		Gerobak	108	1 m <sup>3</sup>
		L300	21	6 m <sup>3</sup>
5	Banjarsari	Germosa	13	1 m <sup>3</sup>
		Gerobak	168	1 m <sup>3</sup>
		L300	24	6 m <sup>3</sup>

Sumber : Dinas Cipta Karya Kota Surakarta

Gambar lokasi TPA Putri Cempo di Kecamatan Jebres, Kota Surakarta

(Gambar 2.6) dan gambar perbesaran lokasi TPA (Gambar 2.7)



**Gambar 2.6** Lokasi TPA Putri Cempo, Kota Surakarta

(Sumber : Google Earth, 2017)



*Peta Kawasan TPA Putri Cempo*

**Gambar 2.7** Lokasi TPA Putri Cempo dengan perbesaran

(Sumber : Google Earth, 2017)

