

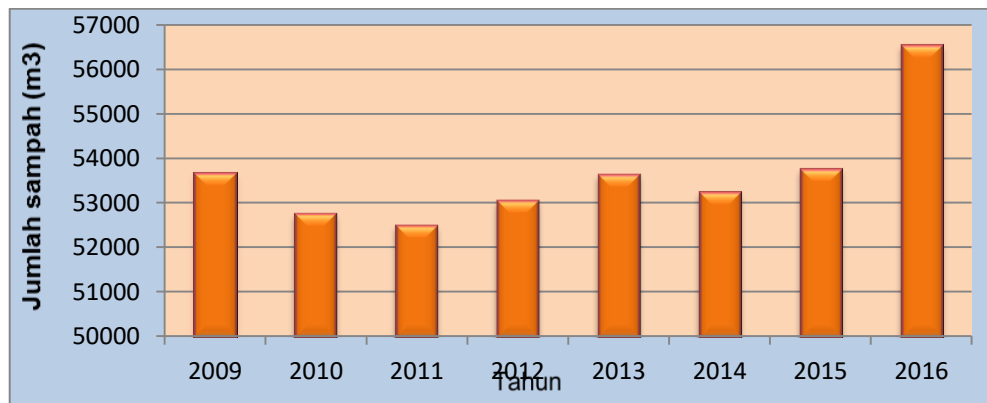
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Prediksi Jumlah Sampah

Data primer dan data sekunder yang digunakan untuk analisis daya tampung Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Mrican sebagai berikut:

Tabel 5.1 Jumlah volume timbulan sampah dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2016 (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Ponorogo)

Tahun	Volume timbulan sampah m ³ /tahun
2009	53.646
2010	52.758
2011	52.491
2012	53.052
2013	53.640
2014	53.238
2015	53.760
2016	56.544



Gambar 5.1 Volume timbulan sampah tahun 2009 sampai tahun 2016 (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Ponorogo)

Sarana pengumpul sampah






1. TPS : 26 unit
2. Sarana pengangkut sampah
 - a) *Dump truck* : 2 unit
 - b) *Arm roll truck* : 6 unit

- a) *Pick up* : 1 unit
3. TPA Mrican
- a) Luas TPA : Luas lahan TPA saat ini seluas 3.01 Ha, luas lahan yang sudah dipakai untuk ekisting penimbunan sampah adalah 1.87 Ha.
- b) Tinggi timbunan sampah : TPA Mrican terdapat 4 *lift landfill*
- c) Umur rencana : 2010 sampai dengan 2020
- d) Peralatan dan sarana yang terdapat di TPA Mrican
- 1) *Excavator* : 1 unit
 - 2) *Bulldozer* : 1 unit
 - 3) Alat composer
- e) Kegiatan di TPA
- 1) Kegiatan pemulung
 - 2) Pengkomposan
 - 3) Pemadatan sampah
 - 4) Pengurukan sampah
- f) Prasarana TPA Mrican

Tabel 5.2 Prasarana TPA Mrican

Prasarana TPA Mrican	Gambar	Keterangan
Kantor Administrasi		Tempat administrasi dan pengawasan keluar masuknya kendaraan pengangkut sampah dan tamu.
Akses masuk ke area penimbunan sampah		Terdapat jalan dan portal untuk menuju area penimbunan sampah dengan keadaan portal yang harus diperbaiki atau diganti
Garasi Armada Angkutan sampah		Selain berfungsi sebagai tempat parkir armada pengangkut sampah (<i>excavator</i> dan <i>bulldozer</i>) juga sebagai tempat parkir kendaraan petugas TPA

Tabel 5.2 Prasarana TPA Mrican (lanjutan)

Prasarana TPA Mrican	Gambar	Keterangan
Tempat pembuatan kompos		Lokasi ini menyimpan alat-alat untuk keperluan pengolahan sampah organik menjadi kompos
Tempat pengepakan kompos		tempat untuk pengepakan kompos hingga dapat digunakan untuk keperluan pengomposan
Bak lindi		Unit pengelolaan air lindi, berguna untuk menampung dan mengolah air lindi yang dihasilkan dari penumpukan sampah di <i>Landfill</i> sebelum dilepas ke lingkungan
Area penimbunan sampah		Area penimbunan sampah yang sebagian telah diurug terdapat 4 <i>lift landfill</i> , dan sebagian lokasi dalam proses penimbunan
Area pemilahan sampah		Area ini berguna untuk tempat pemulung dan sebagai tempat pemilahan sampah non organik.

1. Pemilihan metode prediksi jumlah sampah

Untuk menganalisis prediksi jumlah sampah yang pertama dilakukan adalah menentukan metode mana yang paling mendekati kebenaran dengan mencari standar deviasi nilai yang terkecil. Yang pertama dilakukan adalah menghitung kembali jumlah sampah dengan menggunakan metode persamaan geometrik dan regresi linier:

a) Metode geometrik

Mencari pertambahan sampah pertahun, perhitungan awal untuk perhitungan geometrik dapat diuraikan sebagai berikut:

Tahun 2009 – 2010

$$= \frac{\text{jumlah sampah tahun 2010} - \text{jumlah sampah tahun 2009}}{\text{jumlah sampah tahun 2009}} \times 100\%$$

$$= \frac{52.758 - 53.646}{53.646} \times 100\%$$

$$= -1,66 \%$$

Tabel 5.3 Perhitungan statistik jumlah sampah tahun 2009 – tahun 2016

Jumlah sampah Kab Ponorogo tahun 2009 – 2016				
No	Tahun	Jumlah sampah (m ³)	Pertambahan	
			m ³	(X) %
1	2009	53.646	-	-
2	2010	52.758	-888	-1,66
3	2011	52.491	-267	-0,51
4	2012	53.052	561	1,07
5	2013	53.640	588	1,11
6	2014	53.238	-402	-0,75
7	2015	53.760	522	0,98
8	2016	56.544	2.784	5,18
Jumlah		429.129	2.898	5,42
Rata-rata			414	0,77

Mencari hasil perhitungan persamaan geometrik tahun tahun 2009 sampai tahun 2016, contoh perhitungan sebagai berikut :

$$P_{2009} = \frac{P_{2016}}{(1+0.0077)^{(2016-2009)}}$$

$$P_{2009} = 53.588,02$$

$$P_{2016} = \frac{P_{2016}}{(1+0.0077)^{(2016-2016)}}$$

$$P_{2016} = 56.544$$

Hasil perhitungan jumlah timbulan sampah menggunakan metode persamaan geometrik dapat dilihat pada Tabel 5.4 :

Tabel 5.4 Hasil perhitungan jumlah sampah tahun 2009 – tahun 2016 menggunakan metode geometrik

Tahun	Jumlah sampah (m ³)	Perhitungan geometrik (m ³)
2009	53.646	53.588,02
2010	52.758	54.000,65
2011	52.491	54.416,45
2012	53.052	54.835,46
2013	53.640	55.257,69
2014	53.238	55.683,18
2015	53.760	56.111,94
2016	56.544	56.544

b) Metode regresi linier

Perhitungan sampah pertahun, perhitungan awal untuk nilai X dan Y metode regresi linier dapat diuraikan pada Tabel 5.5:

Tabel 5.5 Perhitungan statistik nilai X dan Y untuk metode regresi linier

Tahun	x	Jumlah sampah (y)	XY	X ²
2009	1	53.646	53.646	1
2010	2	52.758	105.516	4
2011	3	52.491	157.473	9
2012	4	53.052	212.208	16
2013	5	53.640	268.200	25
2014	6	53.238	319.428	36
2015	7	53.760	376.320	49
2016	8	56.544	452.352	64
16100	36	429.129	1.945.143	204

Contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai a dan b :

$$b = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{8 \cdot (1.945.143) - 36 \cdot (429.129)}{8 \cdot (204) - (36)^2}$$

$$b = 334,82$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \left(\frac{\sum X}{n} \right)$$

$$a = \frac{429.129}{8} - 334,82 \cdot \left(\frac{36}{8} \right)$$

$$a = 52.134,43$$

Mencari hasil perhitungan metode regresi linier tahun tahun 2009 sampai tahun 2016, contoh perhitungan sebagai berikut :

$$Y_{2009} = 5.213,43 + 334,821 (2009 - 2009)$$

$$Y_{2009} = 52.134,43$$

$$Y_{2016} = 52.134,43 + 334,821 (2016 - 2009)$$

$$Y_{2016} = 54.478,18$$

Hasil perhitungan jumlah timbunan sampah menggunakan metode persamaan geometrik dapat dilihat pada tabel 5.6 :

Tabel 5.6 Hasil perhitungan jumlah sampah tahun 2009 – tahun 2016 menggunakan metode regresi linier

Tahun	Jumlah sampah (m ³)	Hasil perhitungan regresi (m ³)
2009	53.646	52.134,43
2010	52.758	52.469,25
2011	52.491	52.804,07
2012	53.052	53.138,89
2013	53.640	53.473,71
2014	53.238	53.808,54
2015	53.760	54.143,36
2016	56.544	54.478,18

Langkah berikutnya adalah mencari standar deviasi metode persamaan geometrik dan metode regresi linier. Untuk menentukan metode yang dipilih maka dipilih hasil standar deviasi terkecil antara metode persamaan geometric

dengan metode regresi linier, perhitungan standar deviasi dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 5.7 Perhitungan statistik jumlah sampah tahun 2009 – tahun 2016 menggunakan metode geometrik

Tahun	No	Jumlah sampah (Y)	Perhitungan geometrik (Yi)	Yi-Ymean	(Yi - Ymean) ²
2009	1	53.646	53.588,02	-53,11	2.820,58
2010	2	52.758	54.000,65	359,52	129.253,65
2011	3	52.491	54.416,45	775,32	601.126,74
2012	4	53.052	54.835,46	1.194,33	1.426.424,93
2013	5	53.640	55.257,69	1.616,56	2.613.277,13
2014	6	53.238	55.683,18	2.042,05	4.169.958,44
2015	7	53.760	56.111,94	2.470,81	6.104.892,55
2016	8	56.544	56.544	2.902,87	8.426.654,24
Jumlah	36	429.129	-	-	23.474.408,25
Ymean		53.641,13	-	-	-

Tabel 5.8 perhitungan statistik jumlah sampah tahun 2009 – tahun 2016 menggunakan metode regresi linier

Tahun	No	Jumlah sampah (Y)	Perhitungan regresi (Yi)	Yi-Ymean	(Yi-mean) ²
2009	1	53.646	52.134,43	-1.506.70	2.270.134,13
2010	2	52.758	52.469,25	-1.171.88	1.373.291,02
2011	3	52.491	52.804,07	-837.05	700.658,68
2012	4	53.052	53.138,89	-502.23	252.237,13
2013	5	53.640	53.473,71	-167.41	28.026,35
2014	6	53.238	53.808,54	167.41	28.026,35
2015	7	53.760	54.143,36	502.23	252.237,13
2016	8	56.544	54.478,18	837.05	700.658,68
jumlah	36	429.129	-	-2.678.57	5.605.269,45
Ymean		53.641.13	-	-	-

Contoh perhitungan standar deviasi :

$$s = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - Y)^2}{n-1}}$$

a. Geometrik

$$s = \sqrt{\frac{23.474.408,25}{8-1}}$$

$$s = 1.712,98$$

b. Regresi linier

$$s = \sqrt{\frac{5.605.269,45}{8-1}}$$

$$s = 894,85$$

Dari perhitungan Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 diketahui nilai standar deviasi metode geometrik sebesar 1.712,98 sedangkan metode regresi linier sebesar 894,85, dapat disimpulkan bahwa standar deviasi metode regresi linier mempunyai angka yang lebih kecil dibandingkan standar deviasi metode geometrik. Sehingga semakin kecil nilai standar deviasi maka hasil mendekati kebenaran. Dari perbandingan standar deviasi Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 maka untuk menghitung prediksi timbulan sampah tahun 2017 sampai tahun 2025 menggunakan metode regresi linier.

2. Perhitungan prediksi jumlah sampah tahun 2017 sampai tahun 2025

Pada perhitungan prediksi jumlah sampah tahun 2017 sampai tahun 2025 menggunakan metode regresi linier karena pada perbandingan nilai standar deviasi, metode regresi linier memiliki nilai terkecil.

Tabel 5.9 Perhitungan nilai variabel X dan Y metode regresi linier untuk prediksi sampah

Tahun	X	Y	XY	X ²	Y ²
2009	1	53.646	53.646	1	2.877.893.316
2010	2	52.758	105.516	4	2.783.406.564
2011	3	52.491	157.473	9	2.755.305.081
2012	4	53.052	212.208	16	2.814.514.704
2013	5	53.640	268.200	25	2.877.249.600
2014	6	53.238	319.428	36	2.834.284.644

Tabel 5.9 Perhitungan nilai variabel X dan Y metode regresi linier untuk prediksi sampah (lanjutan)

Tahun	X	Y	XY	X ²	Y ²
2015	7	53.760	376.320	49	2.890.137.600
2016	8	56.544	452.352	64	3.197.223.936
Σ	36	429.129	1.945.143	204	23.030.015.445

Mencari hasil laju pertumbuhan sampah dengan menentukan nilai a dan b :

$$b = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{8 \cdot (1.945.143) - 36 \cdot (429.129)}{8 \cdot (204) - (36)^2}$$

$$b = 334,82$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \left(\frac{\sum X}{n} \right)$$

$$a = \frac{429.129}{8} - 334,82 \cdot \left(\frac{36}{8} \right)$$

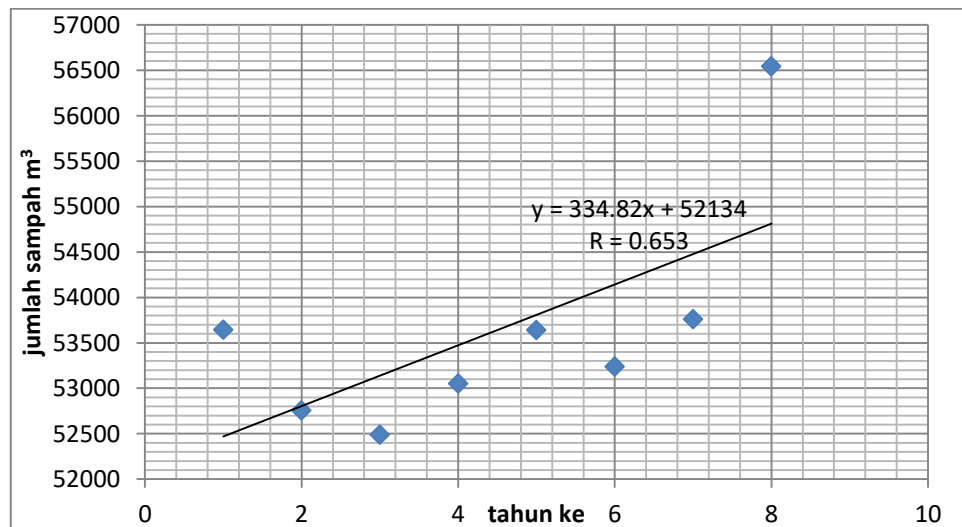
$$a = 52.134,43$$

Mencari korelasi untuk mengetahui seberapa kuat hubungan variabel x dan y untuk memprediksi jumlah sampah, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$R = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$R = \frac{(8 \times 1.945.143) - (36 \times 429.129)}{\sqrt{\{(8 \times 204) - 36^2\} \{8 \times 23.030.015.445 - 429.129^2\}}}$$

$$R = 0,653$$



Gambar 5.2 Garis hubungan regresi linier

Pada Gambar 5.2 didapatkan persamaan yang berada pada garis linier $Y = 334,82 X + 52.134$ dengan nilai koefisien korelasi $R = 0,653$, maka nilai

koefisien koleransi hubungan nilai x dan y berada diantara 0,60 – 0,79 (kuat). Sehingga metode regresi linier mendekati hasil kebenaran untuk perhitungan prediksi.

Sehingga perkiraan Y (jumlah sampah tahun proyeksi) sebagai berikut:

$$Y_{2017} = a + b \cdot x$$

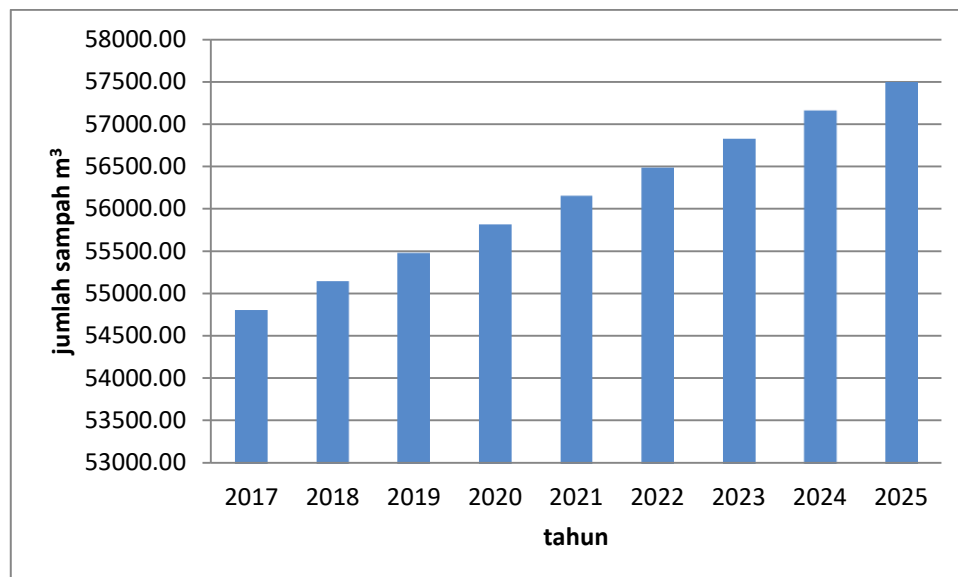
$$Y_{2017} = 52.134 + 334,821 (2017 - 2009)$$

$$Y_{2017} = 54.813$$

Dari perhitungan Y didapat hasil perkiraan pertambahan jumlah sampah di TPA Mrican dengan metode regresi linier pada tahun proyeksi 2017 sampai tahun 2025 sebagai berikut:

Tabel 5.10 Perhitungan jumlah sampah tahun 2017 sampai tahun 2025

Tahun	Jumlah sampah (m ³)	Peningkatan (m ³)	Peningkatan (%)
2017	54.813	-1.731	-3,06
2018	55.147,82	334,82	0,61
2019	55.482,64	334,82	0,61
2020	55.817,46	334,82	0,60
2021	56.152,29	334,82	0,60
2022	56.487,11	334,82	0,60
2023	56.821,93	334,82	0,59
2024	57.156,75	334,82	0,59
2025	57.491,57	334,82	0,59
Jumlah	505.370,6	-	-
Rata-rata		105,29	0,19



Gambar 5.3 Prediksi jumlah sampah tahun 2017 sampai tahun 2025

Pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.2 dalam analisis perhitungan prediksi jumlah sampah tahun 2017 sampai tahun 2025 menggunakan metode regresi linier dapat dilihat pada tahun 2017 jumlah sampah sebanyak 54.813 m^3 , tahun 2018 sebanyak $55.147,82 \text{ m}^3$, tahun 2019 sebanyak $55.482,64 \text{ m}^3$, tahun 2020 sebanyak $55.817,46 \text{ m}^3$, tahun 2021 sebanyak $56.152,29 \text{ m}^3$, tahun 2022 sebanyak $56.487,11 \text{ m}^3$, tahun 2023 sebanyak $56.821,93 \text{ m}^3$, tahun 2024 sebanyak $57.156,75 \text{ m}^3$, tahun 2025 sebanyak $57.491,57 \text{ m}^3$, dengan rata-rata pertambahan jumlah sampah pertahun adalah $105,29 \text{ m}^3$ (0,19%) dan total sampah tahun 2017 sampai 2025 sebanyak $505.370,6 \text{ m}^3$.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah penduduk yang meningkat produksi sampah juga mengikuti peningkatan. Pada Tabel 5.10 dan Gambar 5.3 menunjukkan prediksi jumlah sampah tahun 2017 sampai tahun 2025 terus meningkat. Adapun cara untuk mengurangi peningkatan jumlah sampah tersebut, masyarakat harusnya mengurangi produksi atau mengelola sampah khususnya sampah non-organik, karena sampah non-organik sulit untuk terurai ke alam. Adapun pengelolaan sampah 3R (*reduse, reuse, recycle*) sangat membantu untuk mengurangi timbulan sampah.

B. Kapasitas Daya Tampung Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Dari analisis prediksi jumlah timbulan sampah dengan menggunakan metode regresi linier, maka setelah itu mengitung kapasitas daya tampung TPA

Mrican untuk periode tahun 2010 sampai tahun 2020, dengan data sebagai berikut:

Kapasitas daya tampung TPA

Luas lahan TPA = 1,87 Ha = 18.700 m²

Tinggi rencana = 10 m

Umur rencana = 10 tahun (tahun 2010 – tahun 2020)

Tingkat faktor pemadatan = 70%

Volume sampah setelah dipadatkan = volume sampah masuk x 30%

Kapasitas daya tampung = L TPA x t TPA

= 18.700 m² x 10 m

= 187.000 m³

Sampah yang masuk ke TPA akan disebar kemudian digilas dengan menggunakan *bulldozer* hingga mencapai tingkat pemadatan sampah sebesar 70%. Sehingga jumlah proyeksi sampah dikurangi tingkat pemadatan, hasil dari jumlah sampah disajikan pada Tabel 5.11.

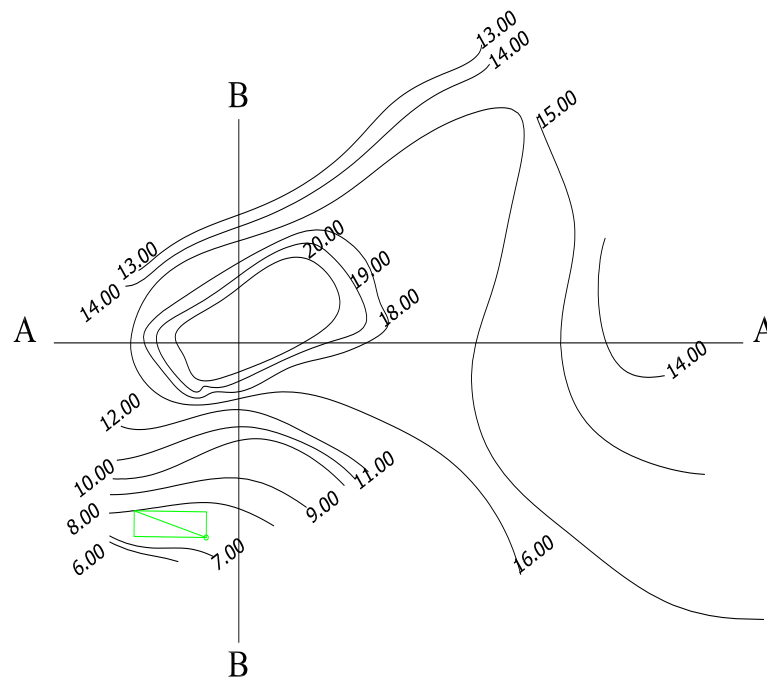
Tabel 5.11 Hasil perhitungan setelah pemadatan

Tahun	Jumlah sampah m ³	Pemadatan m ³	Komulatif m ³
2009	53.646	16.093,80	16.093,80
2010	52.758	15.827,40	31.921,20
2011	52.491	15.747,30	47.668,50
2012	53.052	15.915,60	63.584,10
2013	53.640	16.092	79.676,10
2014	53.238	15.971,40	95.647,50
2015	53.760	16.128	111.775,50
2016	56.544	16.963,20	128.738,70
2017	54.813	16.443,90	145.182,60
2018	55.147,82	16.544,35	161.726,95
2019	55.482,64	16.644,79	178.371,74
<i>Overload 8116.98 m³</i>			
2020	55.817,46	16.745,24	195.116,98
2021	56.152,29	16.845,69	211.962,66
2022	56.487,11	16.946,13	228.908,80

Tabel 5.11 Hasil perhitungan setelah pemadatan (lanjutan)

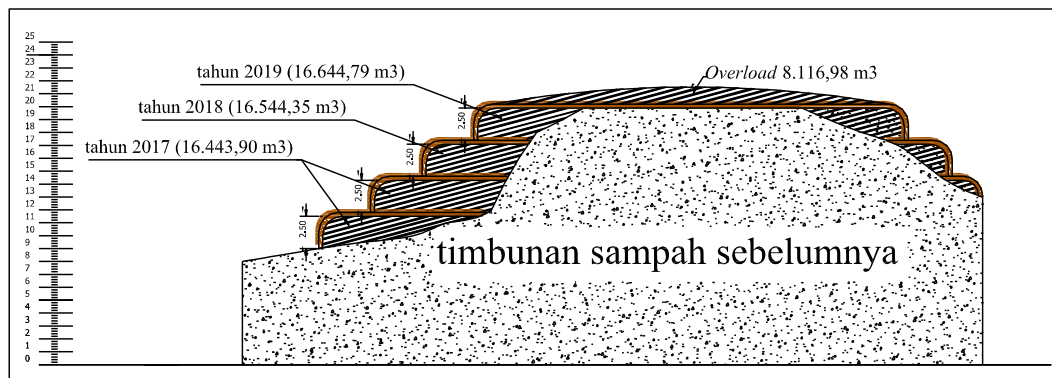
Tahun	Jumlah sampah m ³	Pemadatan m ³	Kumulatif m ³
2023	56.821,93	17.046,58	245.955,38
2024	57.156,75	17.147,03	263.102,40
2025	57.491,57	17.247,47	280.349,87

Dari Tabel 5.11 dapat diperkirakan tinggi timbunan sampah dengan penanganan menggunakan metode *controlled landfill* dengan pengurangan timbunan sampah menggunakan tanah setebal 30 cm di setiap *landfill* sampah. Metode penghamparan yaitu sampah ditebarkan pada area yang belum digunakan untuk penimbunan sampah dan digilas dengan menggunakan *bulldozer*.

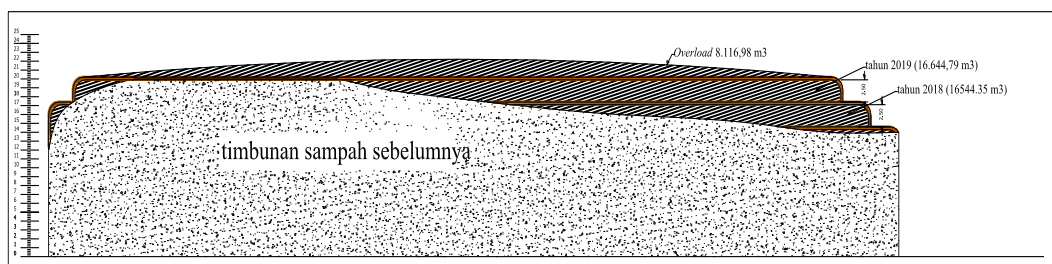


Gambar 5.4 Topografi area TPA

Sampah disebar dan dipadatkan lapis per-lapis sampai ketebalan sekitar 2,5 m sesuai ketebalan *lift landfill* TPA Mrican. *Lift landfill* terdiri dari lapisan-lapisan sampah yang digilas dengan *steel wheel compactor* atau *dozer* setiap harinya hingga sampah mengalami kepadatan, sehingga menjadi sel-sel sampah. Setelah terbentuk ketinggian tersebut, timbunan kemudian diurug dengan tanah penutup setebal minimum 30 cm.



Gambar 5.5 Potongan A



Gambar 5.6 Potongan B

Perkiraan tinggi timbunan sampah pada potongan Gambar 5.5 dan Gambar 5.6, dapat dilihat jika dengan 1 *lift landfill* sampah setebal 2,5 m dengan *lift landfill* TPA mrican terdapat 4 *lift landfill*. Tahun 2019 ketinggian timbunan telah mencapai 10 m tinggi rencana. Sehingga jika melebihi tinggi timbunan maka dinyatakan *overload*.

Dapat dilihat pada Tabel 5.11 setelah dilakukan pemadatan sampah hingga mencapai 70 % maka TPA akan mengalami *overload* tahun 2019 menuju tahun 2020, dengan kelebihan muatan sebesar 8.116,98 m³ dari kapasitas daya tampung TPA sebesar 187.000 m³. Maka untuk periode kapasitas layan TPA Mrican tahun 2010 sampai tahun 2020, TPA Mrican akan mengalami *overload* pada tahun 2019 menuju tahun 2020. Untuk beberapa tahun kedepan sesegera mungkin mencari lokasi TPA baru atau menambah luas lahan penimbunan sampah, sehingga kapasitas layan tampung sampah dapat bertambah. Ada baiknya kedepan TPA menggunakan sistem pengelolaan yang lebih baik lagi dengan menggunakan sistem *sanitary landfill* dan *inceneratting* agar dampak negatif pada lingkungan dapat diperkecil.