

LAMPIRAN A
KOORDINAT TITIK PATOK, TITIK TEMBAK DAN TITIK SOUNDING
DAERAH PENELITIAN

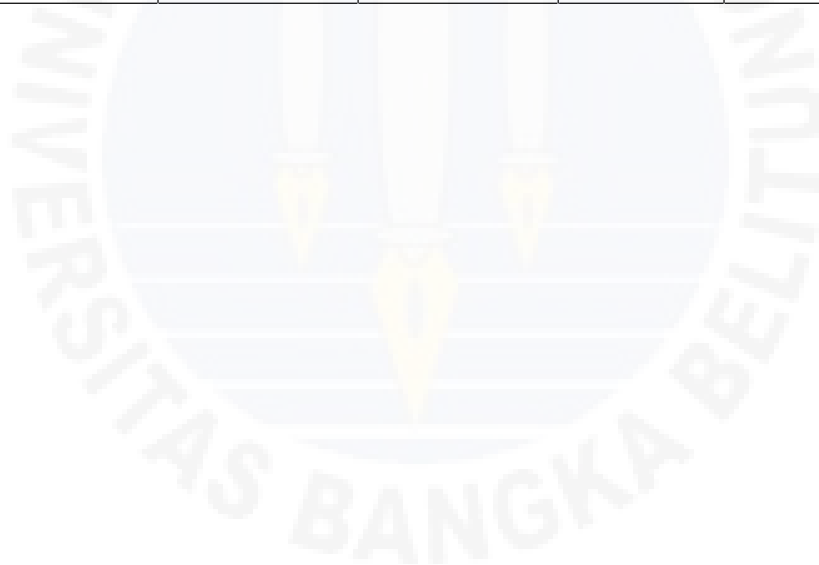
Koordinat basis atau patok awal yang digunakan pada daerah penelitian diperoleh dari pengukuran menggunakan GPS *Geodetik*, dimana patok tersebut telah ditentukan terlebih dahulu nilainya sesuai dengan Badan Standarisasi Nasional sebagai pengikat agar data yang diambil akurat. Koordinat titik patok dan titik tembak daerah penelitian diperoleh dari pengukuran menggunakan GPS *Garmin* serta *Total Station Leica* 11. Koordinat titik patok ini digunakan sebagai tempat berdirinya *Total Station* maupun sebagai patok tempat *backside* untuk penembakan detail pada bagian dalam daerah penelitian, sedangkan koordinat *sounding* daerah penelitian merupakan koordinat yang diperoleh dari pengukuran terdahulu menggunakan alat *Echosounder*. Berikut data koordinat titik patok, titik tembak serta titik *sounding* daerah penelitian pada Tabel A.1, A.2 dan A.3.

Tabel A.1 Koordinat titik patok daerah penelitian

NO	X	Y	Z	KODE
TS.1.12.A	625674,906	9780816,524	20,485	BASIS A
TS.1.12.B	625677,931	9780851,977	20,324	BASIS B
1	625652,197	9780743,742	21,375	P 1
2	624666,810	9780783,890	10,270	P 31
3	624801,770	9780752,620	9,730	P 28
4	624776,260	9780683,490	11,480	P 29
5	624840,450	9780647,290	10,550	P 26
6	624689,030	9780635,770	6,550	P 30
7	625570,370	9781118,810	15,330	P 10
8	625646,900	9781108,120	15,650	P 9
9	625538,280	9781077,670	15,250	P 11
10	625291,400	9781026,650	12,410	P 19
11	625201,700	9781007,720	12,260	P 20
12	625706,970	9780988,790	15,830	P 8
13	625520,170	9780981,390	16,840	P 12
14	624993,510	9780941,070	9,940	P 27
15	625505,360	9780860,420	15,170	P 14
16	625540,740	9780850,550	17,010	P 13

Sambungan Tabel A.1

NO	X	Y	Z	KODE
17	625172,080	9780843,960	14,240	P 21
18	625494,660	9780836,560	16,280	P 15
19	625302,100	9780803,640	15,810	P 17
20	625437,060	9780797,880	15,470	P 16
21	625222,280	9780783,890	18,000	P 18
22	625517,700	9780773,190	16,360	P 6
23	625078,270	9780717,230	14,570	P 22
24	625795,850	9780698,310	20,500	P 2
25	625172,080	9780687,610	19,090	P 23
26	625719,320	9780636,590	19,220	P 3
27	625078,270	9780578,160	14,960	P 24
28	625363,820	9780574,050	19,550	P 7
29	625196,770	9780549,360	15,710	P 25
30	625708,620	9780533,720	14,940	P 4
31	625525,110	9780459,660	19,410	P 5



Tabel A.2 Koordinat titik tembak daerah penelitian menggunakan *total station*

No	X	Y	Z	Kode	No	X	Y	Z	Kode	No	X	Y	Z	Kode
1	625601,64	9780736,16	20,17	GD	23	625538,28	9780723,82	20,36	GD	45	625632,09	9780712,30	26,18	GT2
2	625606,58	9780736,16	20,37	GD	24	625558,85	9780723,82	22,98	GT1	46	625651,84	9780712,30	20,09	GD
3	625592,59	9780734,52	20,40	GD	25	625581,89	9780722,99	25,92	GT2	47	625561,32	9780711,47	26,11	GT2
4	625586,00	9780733,69	20,14	GD	26	625592,59	9780722,99	26,01	GT2	48	625565,43	9780711,47	26,09	GT2
5	625612,34	9780733,69	20,17	GD	27	625614,81	9780722,99	23,12	GT1	49	625639,49	9780711,47	25,95	GT2
6	625579,42	9780732,87	19,95	GD	28	625538,28	9780722,17	20,36	GD	50	625646,08	9780711,47	22,99	GT1
7	625576,13	9780732,05	20,01	GD	29	625556,38	9780722,17	22,72	GT1	51	625544,04	9780710,65	20,11	GD
8	625599,99	9780732,05	23,29	GT1	30	625595,06	9780722,17	26,01	GT2	52	625646,90	9780710,65	23,07	GT1
9	625604,11	9780732,05	22,78	GT1	31	625577,78	9780721,35	26,05	GT2	53	625568,72	9780709,83	25,83	GT2
10	625592,59	9780731,22	22,97	GT1	32	625579,42	9780721,35	26,18	GT2	54	625655,95	9780709,83	20,12	GD
11	625569,55	9780730,40	20,01	GD	33	625566,25	9780720,53	26,03	GT2	55	625542,39	9780709,00	20,05	GD
12	625586,00	9780730,40	22,99	GT1	34	625572,01	9780720,53	25,93	GT2	56	625549,80	9780709,00	22,89	GT1
13	625567,08	9780729,58	20,03	GD	35	625644,43	9780720,53	20,09	GD	57	625573,66	9780709,00	26,01	GT2
14	625549,80	9780728,75	19,90	GD	36	625631,26	9780719,70	23,13	GT1	58	625650,19	9780709,00	22,84	GT1
15	625548,15	9780727,93	19,94	GD	37	625636,20	9780719,70	23,19	GT1	59	625656,77	9780709,00	20,27	GD
16	625606,58	9780727,93	22,91	GT1	38	625563,79	9780718,88	26,1	GT2	60	625642,79	9780708,18	25,97	GT2
17	625629,62	9780727,93	20,07	GD	39	625607,40	9780718,88	26,02	GT2	61	625540,74	9780707,36	20,16	GD
18	625543,21	9780727,11	20,14	GD	40	625553,09	9780718,06	23,04	GT1	62	625549,80	9780707,36	23,13	GT1
19	625558,03	9780727,11	19,97	GD	41	625562,96	9780718,06	26,08	GT2	63	625635,38	9780705,71	28,81	GA
20	625581,89	9780727,11	22,84	GT1	42	625613,16	9780718,06	26,08	GT2	64	625637,02	9780705,71	28,62	GA
21	625539,92	9780726,29	20,11	GD	43	625640,32	9780718,06	23,11	GT1	65	625655,13	9780705,71	23,13	GT1
22	625586,83	9780726,29	26,06	GT2	44	625646,90	9780718,06	20,11	GD	66	625631,26	9780704,89	28,96	GA



Tabel A.3 Koordinat titik *sounding* kolong

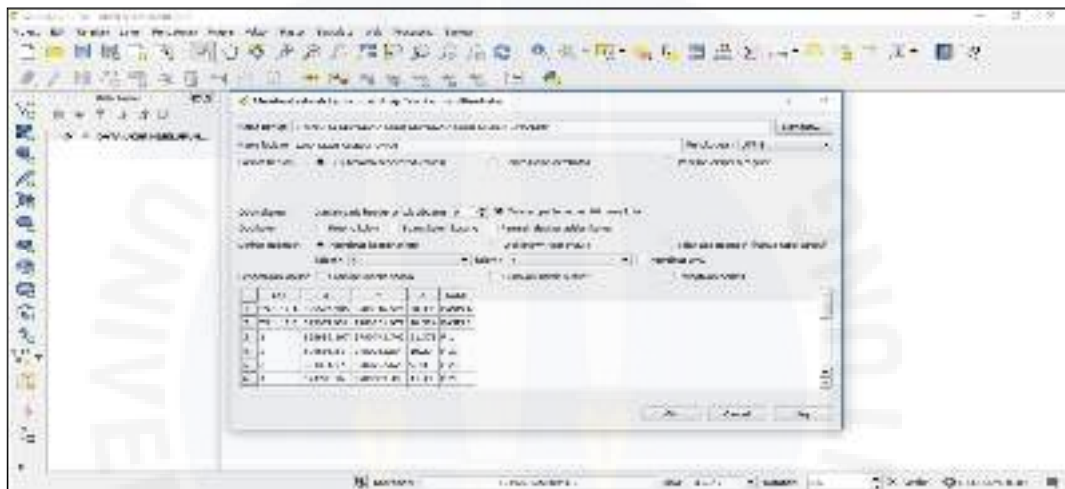
No	X	Y	Z	Kode	No	X	Y	Z	Kode	No	X	Y	Z	Kode
1	625053	9780940	3,77	S	23	625086	9780934	4,67	S	45	625085	9780921	7,27	S
2	625051	9780938	3,47	S	24	625084	9780933	4,57	S	46	625093	9780921	8,07	S
3	625052	9780936	4,27	S	25	625082	9780931	4,07	S	47	625103	9780892	4,37	S
4	625051	9780930	4,87	S	26	625081	9780930	3,37	S	48	625101	9780891	3,87	S
5	625050	9780928	5,67	S	27	625082	9780930	2,67	S	49	625101	9780890	3,17	S
6	625049	9780922	5,77	S	28	625080	9780929	2,27	S	50	625100	9780890	3,07	S
7	625046	9780922	6,37	S	29	625075	9780927	3,17	S	51	625098	9780890	3,77	S
8	625043	9780923	6,47	S	30	625071	9780929	4,97	S	52	625095	9780887	4,17	S
9	625041	9780922	7,17	S	31	625068	9780930	5,17	S	53	625094	9780888	3,47	S
10	625045	9780931	4,57	S	32	625078	9780937	3,47	S	54	625090	9780890	3,27	S
11	625051	9780929	3,87	S	33	625076	9780936	2,67	S	55	625089	9780892	3,67	S
12	625051	9780929	4,57	S	34	625074	9780936	2,27	S	56	625086	9780896	4,57	S
13	625051	9780929	5,27	S	35	625075	9780936	2,97	S	57	625085	9780896	6,27	S
14	625046	9780935	5,97	S	36	625073	9780934	3,17	S	58	625083	9780904	6,37	S
15	625041	9780922	7,27	S	37	625071	9780933	3,97	S	59	625087	9780907	7,07	S
16	625042	9780921	7,97	S	38	625076	9780930	4,57	S	60	625091	9780907	7,17	S
17	625040	9780924	3,97	S	39	625076	9780932	4,67	S	61	625091	9780907	7,77	S
18	625043	9780924	4,67	S	40	625079	9780933	5,47	S	62	625095	9780908	7,47	S
19	625044	9780925	5,47	S	41	625080	9780934	5,87	S	63	625092	9780909	4,77	S
20	625043	9780927	6,57	S	42	625082	9780935	6,57	S	64	625092	9780909	4,17	S
21	625063	9780941	5,27	S	43	625083	9780933	7,17	S	65	625086	9780907	4,07	S
22	625063	9780941	4,57	S	44	625094	9780908	5,77	S	66	625086	9780907	4,77	S



LAMPIRAN B
PROSES PENGOLAHAN TITIK KOORDINAT PENGUKURAN
MENGGUNAKAN *SOFTWARE* QUANTUM GIS 2.10.1 PISA

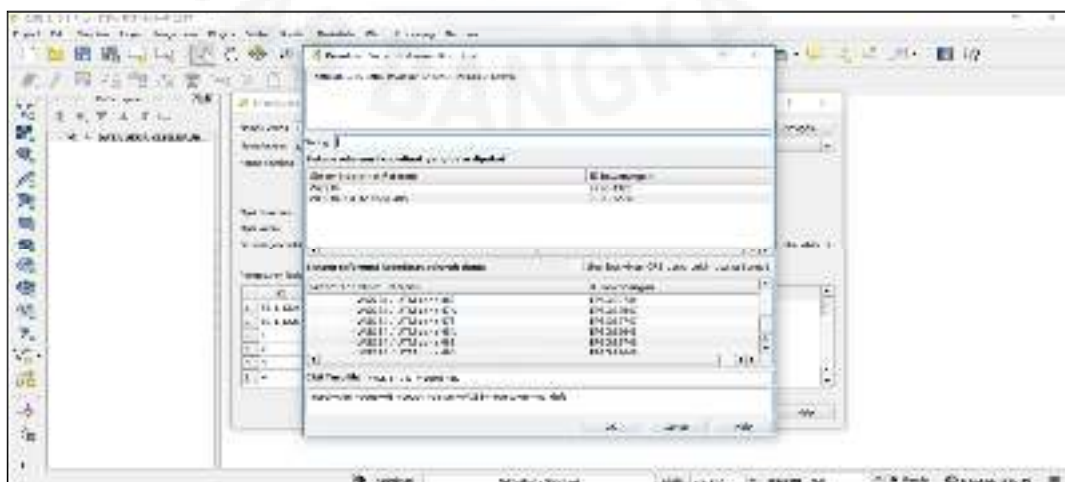
Berikut merupakan tahapan pengolahan titik koordinat hasil pengukuran yang kemudian diolah menggunakan *Software Quantum GIS 2.10.1 Pisa*, sehingga diperoleh peta situasi serta peta rencana penatagunaan lahan.

1. Buka data pengukuran penelitian dengan format *comma delimited (*csv)* pada *Software Quantum GIS 2.10.1 Pisa*.



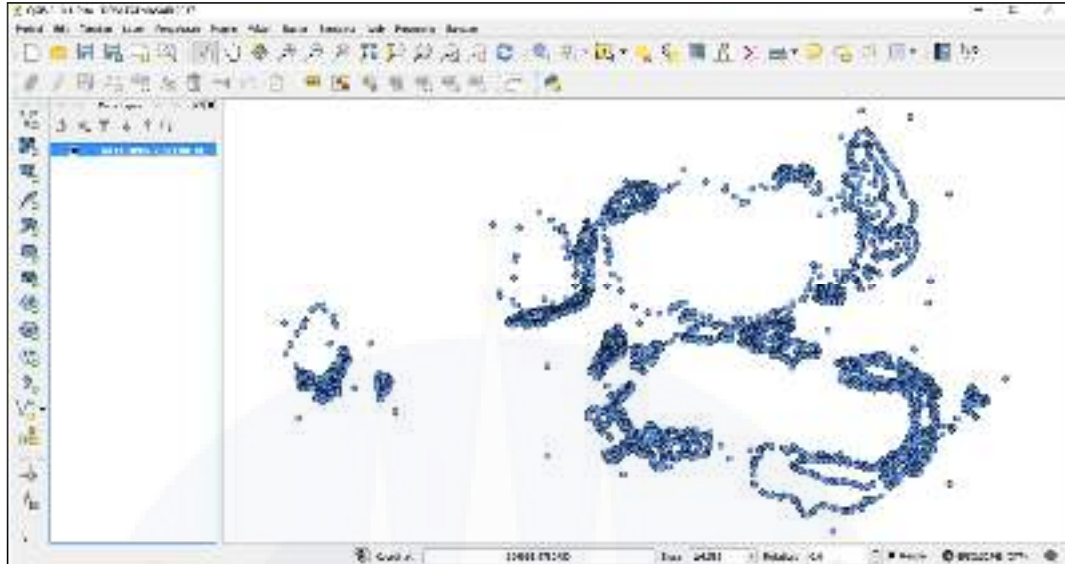
Gambar B.1 Data csv pada *software quantum GIS Pisa 2.10.1 pisa*

2. Pilih sistem referensikoordinat yang baru dipakaiserta referensi koordinat seluruh dunia dengan WGS 84/UTM zone 48 S.



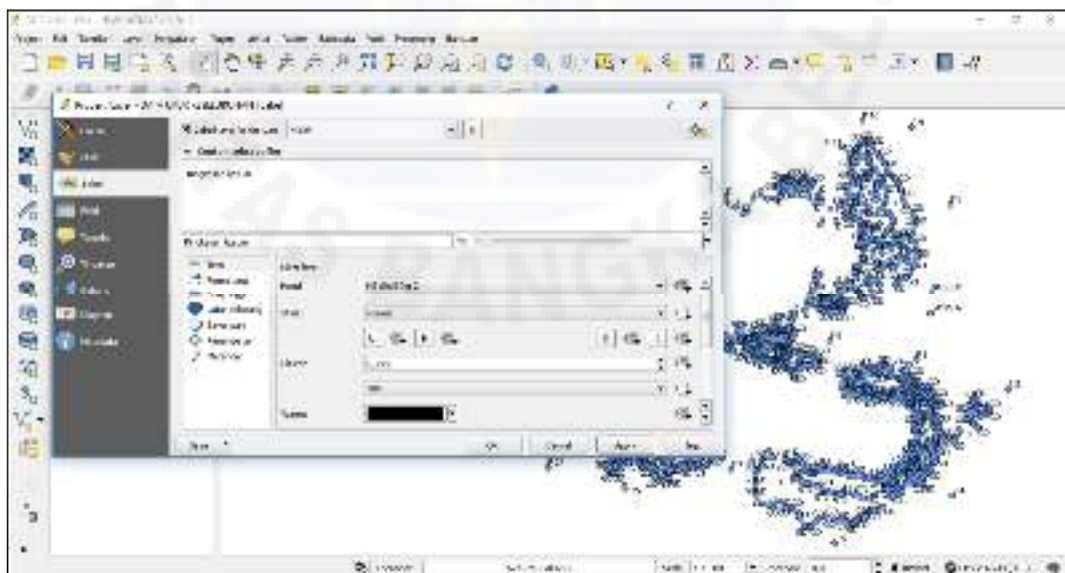
Gambar B.2 Menu pemilihan sistem referensi koordinat

3. Setelah memilih sistem koordinat akan muncul titik-titik hasil pengukuran seperti gambar dibawah ini.



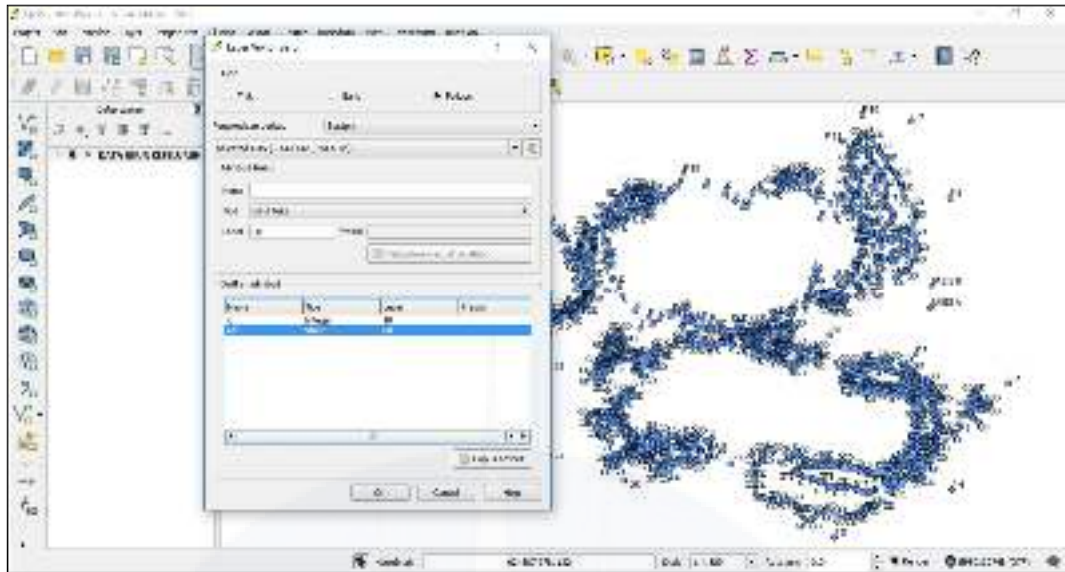
GambarB.3 *Point* hasil pengukuran daerah penelitian

4. Untuk mempermudah pembuatan poligon dari titik tembak daerah penelitian, terlebih dahulu klik kanan *layer* titik koordinat keseluruhan, kemudian pilih *properties* dan pilih label, setelah itu pilih label *KODE* untuk memunculkan kode pada titik-titik hasil pengukuran.

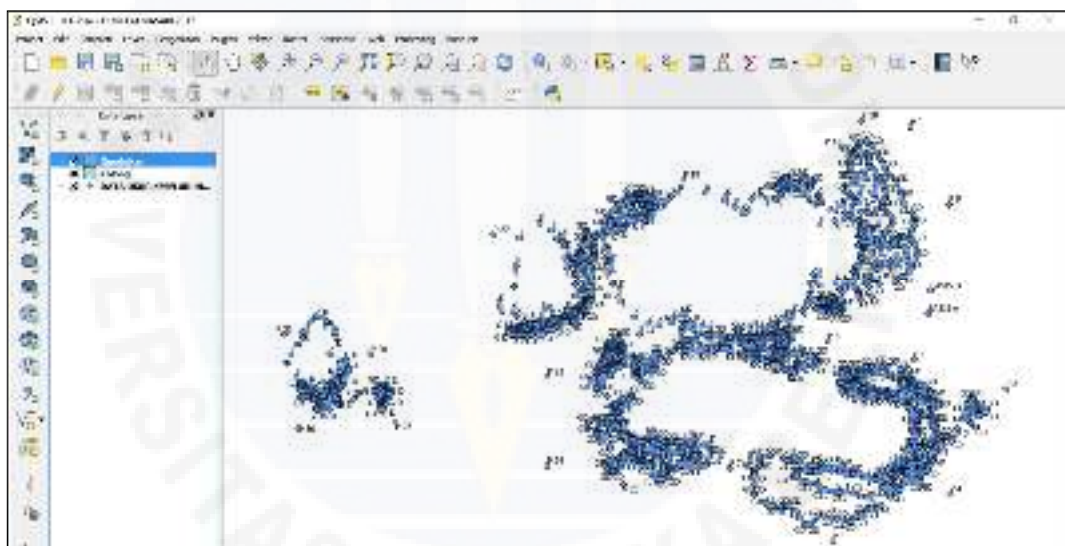


Gambar B.4 *Properties layer*

5. Selanjutnya buat *layer shapefile* baru dengan nama *gundukan* dan kolom untuk menyimpan poligon hasil pengukuran.

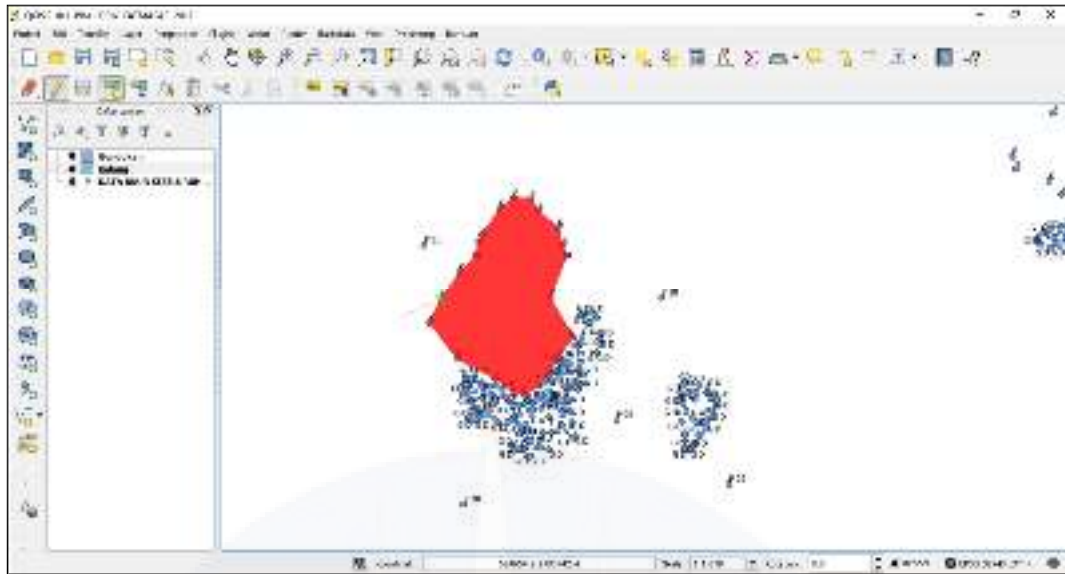


Gambar B.5 Menu *layer shapefile* baru

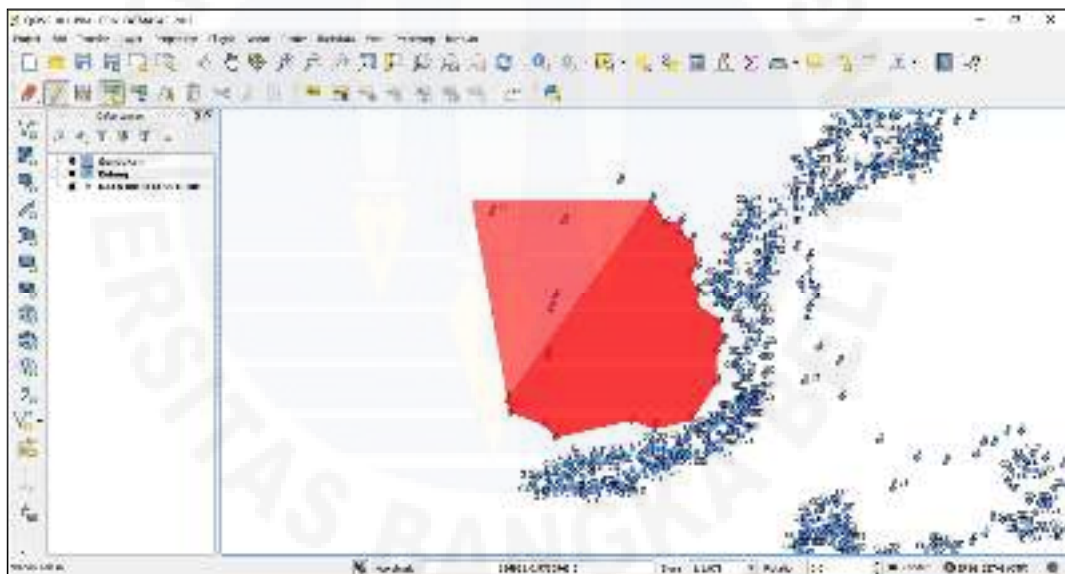


Gambar B.6 *Layer shapefile* baru dengan nama gunung dan kolom

6. Dalam pembuatan poligon, klik *layer* data ukur keseluruhan atau *layer* gunung, kemudian aktifkan *toggle* pada *layer* gunung dengan klik kanan kemudian pilih *toggle* untuk mengedit, begitupula untuk pembuatan poligon pada kolom. Setelah *toggle* untuk mengedit aktif, pilih tambahkan fitur lalu bidik titik-titik koordinat satu per satu untuk membuat poligon seperti gambar di bawah ini.

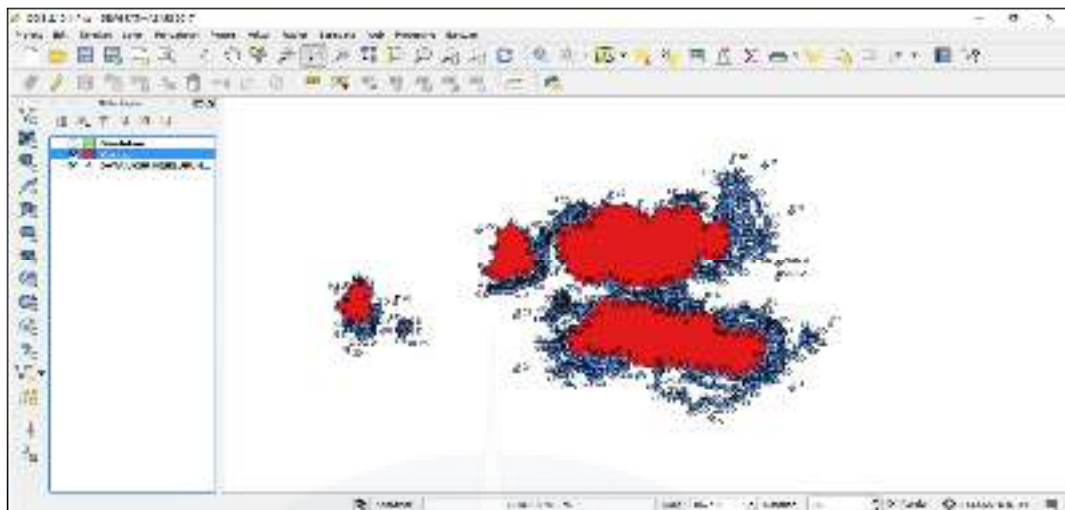


Gambar B.7Menyambungkan titik koordinat satu persatu pada kolom pertama menggunakan fitur



Gambar B.8Pembuatan poligon menggunakan fitur pada kolom kedua

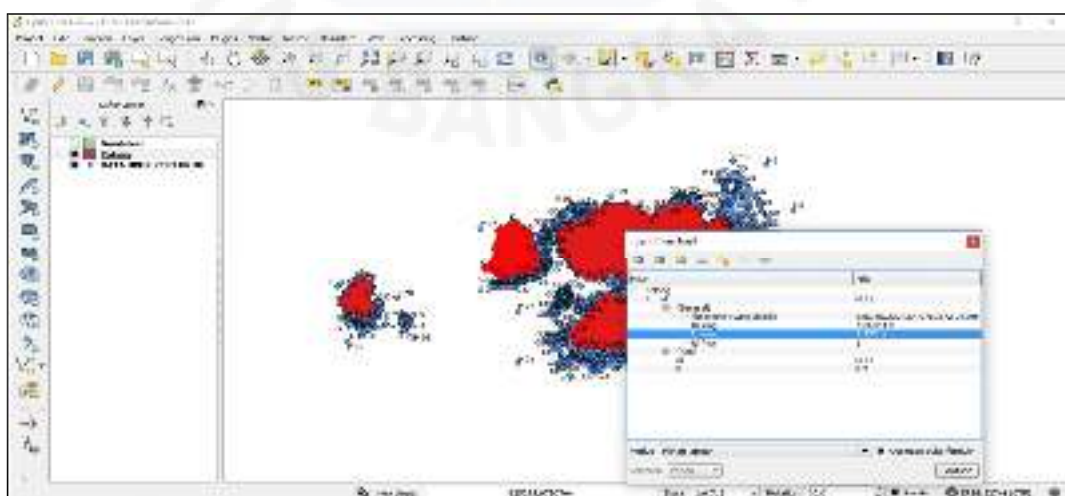
7. Setelah pembuatan poligon pada kolom selesai, lakukan hal yang sama pada gundukan untuk memperoleh poligon gundukan. Setelah itu, klik *layer* gundukan atau kolom, kemudian pilih identifikasi fitur untuk melihat luasan kolom maupun gundukan. Berikut merupakan gambar poligon kolom dan gundukan serta contoh identifikasi luas pada kolom pertama.



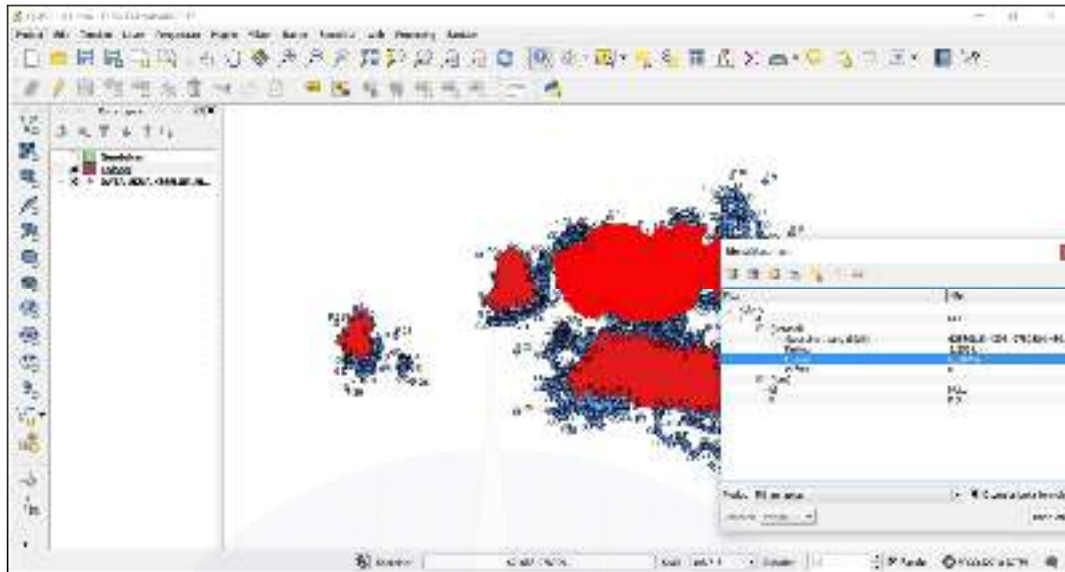
Gambar B.9 Poligon gundukan dan kolong pada daerah penelitian



Gambar B.10 Identifikasi luas kolong pertama

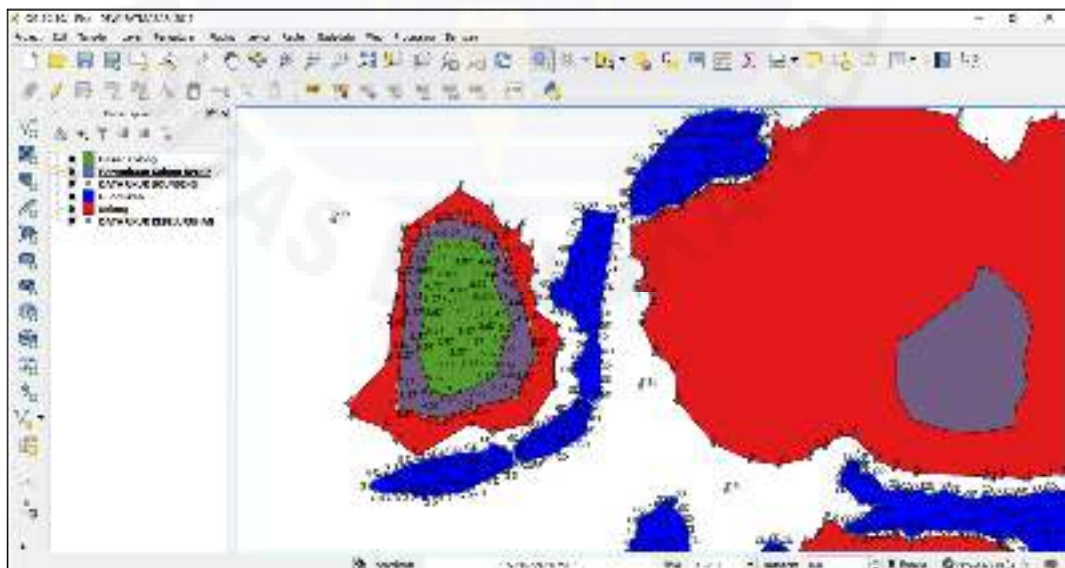


Gambar B.11 Identifikasi luas kolong kedua



Gambar B.12 Identifikasi luas kolong ketiga

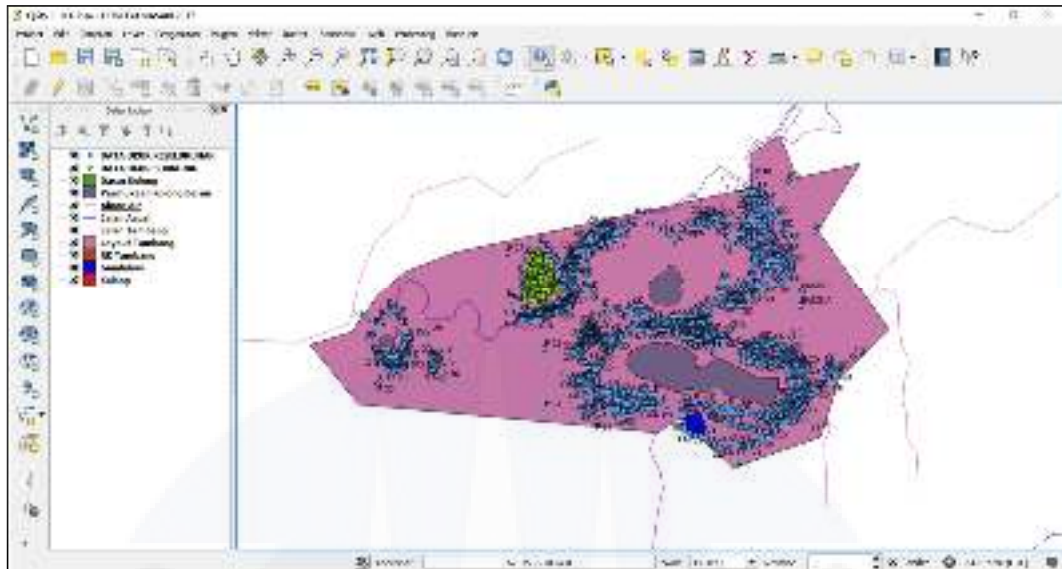
8. Untuk mengetahui kedalaman kolong, buka data pengukuran menggunakan alat *sounding* yang diperoleh dari PT Timah (Persero) Tbk dengan format *comma delimited (*csv)* pada *Software Quantum GIS 2.10.1 Pisa*, selanjutnya tampilkan juga *layer shapefile* dasar kolong dan permukaan berair seperti gambar dibawah ini. Perhitungan luas dasar kolong maupun permukaan berair dapat dilakukan dengan memilih identifikasi fitur .



Gambar B.13 *Sounding* kolong

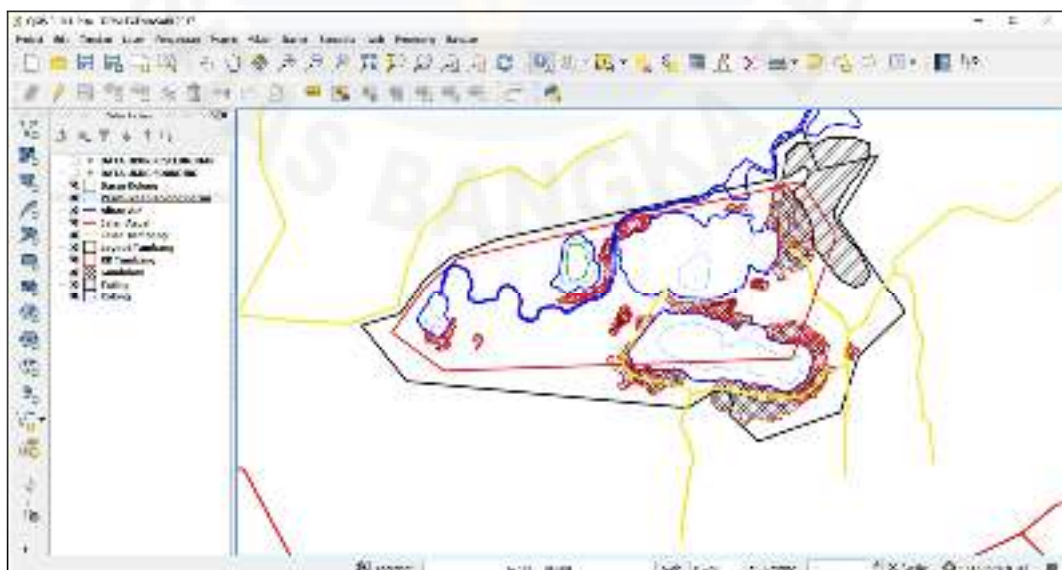
9. Setelah pembuatan poligon hingga perhitungan dimensi gundukan serta kolong selesai, masukkan data situasi yang ada berdasarkan pengukuran sebelumnya

yaitu, layout tambang, rk tambang, jalan tambang, jalan aspal, sehingga diperoleh peta situasi seperti gambar di bawah ini



Gambar B.14 Peta situasi lokasi TS 1.12 Air Jangkang

10. Pada pembuatan peta rencana penatgunaan lahan, peta yang diperoleh dari *ploting* koordinat hasil pengukuran di lapangan serta pengukuran terdahulu dapat dilakukan pengeditan warna dll dengan klik kanan properties pada layer yang hendak diedit. Berikut merupakan gambar peta rencana penatgunaan lahan pada Gambar B.15.



GambarG.16 Peta situasi lokasi TS 1.12 Air Jangkang setelah di edit

LAMPIRAN C
PERHITUNGAN VOLUME *OVERBURDEN*

Karena tidak tersedianya *disposal area* pada lahan bekas tambang TS 1.12 PT Timah (Persero) Tbk, maka digunakan material *overburden* untuk melakukan penataan lahan bekas tambang. Volume penataan diperoleh dari volume gundukan serta non gundukan, dimana kriteria gundukan serta non gundukan didasari pada ketinggian dari gundukan itu sendiri. Pada perhitungan volume material *overburden* dilakukan beberapa perhitungan terlebih dahulu sebagai berikut:

1. Perhitungan volume gundukan

Pada pengukuran luas perlapisan dan dimensi gundukan menggunakan alat *Total Station* yang kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan *Software Quantum GIS 2.10.1 Pisa*, sedangkan untuk mendapatkan volume gundukan dilakukan perhitungan secara manual menggunakan metode perubahan bertahap, dimana:

- a) Jika luas lapisan L1 berbanding L2 $\geq 0,5$, maka perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus *mean area*.

$$V = \frac{S1+S2}{2} \times t$$

Keterangan :

S1, S2 = Luas tampang tanah 1 dan 2

t = Tinggi

- b) Jika luas lapisan L1 berbanding L2 $\leq 0,5$, maka perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus *frustum*.

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

Keterangan:

t = Tinggi/jarak antara penampang atas dan bawah

A1 = Luas penampang atas

A2 = Luas penampang bawah

Adapun perhitungan volume masing- masing gundukan sebagai berikut:

(1) Gundukan 1

$$V = \frac{1}{3} \times t (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 183,56 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 504,34 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,52 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,36$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} \times 1,52 (183,56 + 504,34 + \sqrt{183,56 \times 504,34}) \\ &= 502,69 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(2) Gundukan 2

$$V = \frac{1}{3} \times t (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 334,58 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 806,19 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,6 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,42$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} \times 1,6 (334,58 + 806,19 + \sqrt{334,58 \times 806,19}) \\ &= 885,40 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(3) Gundukan 3

$$V = \frac{1}{3} \times t (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 212,94 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 654,87 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,88 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,33$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} \times 1,88 (212,94 + 654,87 + \sqrt{212,94 \times 654,87}) \\ &= 777,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(4) Gundukan 4

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 224,61 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 544,12 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,61 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,41$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} \times 1,61 (224,61 + 544,12 + \sqrt{224,61 \times 544,12}) \\ &= 600,17 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(5) Gundukan 5

Lapisan 1 :

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (S1)} = 346,44 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (S2)} = 642,56 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,54$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{346,44 + 642,56}{2} \times 1,5 \\ &= 741,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (S1)} = 642,56 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (S2)} = 952,04 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,03 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,67$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{642,56 + 952,04}{2} \times 1,03 \\ &= 821,22 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapisan 3 :

$$V = \frac{S1+S2}{2} \times t$$

Luas lapisan gundukan 2 (S1) = 952,04 m²

Luas lapisan gundukan 3 (S2) = 1.358,09 m²

Ketinggian (t) = 1,2 m

L1: L2 = 0,70

$$V = \frac{952,04 + 1.358,09}{2} \times 1,2$$

$$= 1.386,08 \text{ m}^3$$

Volume total = V1 + V2 + V3

$$= 741,75 + 821,22 + 1.386,08$$

$$= 2.949,05 \text{ m}^3$$

(6) Gundukan 6

Lapisan 1 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

Luas lapisan gundukan 1 (A1) = 146,80 m²

Luas lapisan gundukan 2 (A2) = 479,17 m²

Ketinggian (t) = 1,49 m

L1: L2 = 0,30

$$V = \frac{1}{3} \times 1,49 (146,80 + 479,17 + \sqrt{146,80 \times 479,17})$$

$$= 442,62 \text{ m}^3$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{S1+S2}{2} \times t$$

Luas lapisan gundukan 2 (S1) = 479,17 m²

Luas lapisan gundukan 3 (S2) = 742,63 m²

Ketinggian (t) = 0,94 m

L1: L2 = 0,65

$$V = \frac{479,17 + 742,63}{2} \times 0,94$$

$$= 574,25 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = V_1 + V_2$$

$$= 442,62 + 574,25$$

$$= 1.016,87 \text{ m}^3$$

(7) Gundukan 7

Lapisan 1 :

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (S1)} = 365,47 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (S2)} = 695,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 2,1 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,53$$

$$V = \frac{365,47 + 695,03}{2} \times 2,1$$

$$= 1.113,53 \text{ m}^3$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (S1)} = 695,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (S2)} = 980 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,71$$

$$V = \frac{695,03 + 980}{2} \times 1$$

$$= 837,52 \text{ m}^3$$

Lapisan 3 :

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (S1)} = 980 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 4 (S2)} = 1.959,19 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,83 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,50$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{980 + 1.959,19}{2} \times 1,83 \\ &= 2.688,44 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= V1 + V2 + V3 \\ &= 1.113,53 + 837,52 + 2.688,44 \\ &= 4.639,49 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(8) Gundukan 8

Lapisan 1 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 688,93 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 1.521,43 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,8 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,05$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} \times 1,8 (688,93 + 1.521,43 + \sqrt{688,93 \times 1.521,43}) \\ &= 1.940,50 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (S1)} = 1.521,43 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (S2)} = 2.067,69 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,74$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1.521,43 + 2.067,69}{2} \times 1,2 \\ &= 2.153,47 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapisan 3 :

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times t$$

$$\begin{aligned} \text{Luas lapisan gundukan 3 (S1)} &= 2.067,69 \text{ m}^2 \\ \text{Luas lapisan gundukan 4 (S2)} &= 2.842,76 \text{ m}^2 \\ \text{Ketinggian (t)} &= 0,99 \text{ m} \\ \text{L1: L2} &= 0,73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{2.067,69 + 2.842,76}{2} \times 0,99 \\ &= 2.430,67 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= V1 + V2 + V3 \\ &= 1.940,50 + 2.153,47 + 2.430,67 \\ &= 6.524,67 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(9) Gundukan 9

Lapisan 1 :

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times t$$

$$\begin{aligned} \text{Luas lapisan gundukan 1 (S1)} &= 239,87 \text{ m}^2 \\ \text{Luas lapisan gundukan 2 (S2)} &= 394,39 \text{ m}^2 \\ \text{Ketinggian (t)} &= 1,43 \text{ m} \\ \text{L1: L2} &= 0,61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{239,87 + 394,39}{2} \times 1,43 \\ &= 453,50 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times t$$

$$\begin{aligned} \text{Luas lapisan gundukan 2 (S1)} &= 394,39 \text{ m}^2 \\ \text{Luas lapisan gundukan 3 (S2)} &= 651,72 \text{ m}^2 \\ \text{Ketinggian (t)} &= 1,21 \text{ m} \\ \text{L1: L2} &= 0,61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{394,39 + 651,72}{2} \times 1,21 \\ &= 632,90 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapisan 3 :

$$V = \frac{S1+S2}{2} \times t$$

Luas lapisan gundukan 3 (S1) = 651,72 m²

Luas lapisan gundukan 4 (S2) = 896,42 m²

Ketinggian (t) = 0,77 m

L1: L2 = 0,73

$$V = \frac{651,72 + 896,42}{2} \times 0,77$$

$$= 596,03 \text{ m}^3$$

Lapisan 4 :

$$V = \frac{S1+S2}{2} \times t$$

Luas lapisan gundukan 4 (S1) = 896,42 m²

Luas lapisan gundukan 5 (S2) = 1.348,62 m²

Ketinggian (t) = 1,02 m

L1: L2 = 0,66

$$V = \frac{896,42 + 1.348,62}{2} \times 1,02$$

$$= 1.144,97 \text{ m}^3$$

Lapisan 5 :

$$V = \frac{S1+S2}{2} \times t$$

Luas lapisan gundukan 5 (S1) = 1.348,62 m²

Luas lapisan gundukan 6 (S2) = 2.028,54 m²

Ketinggian (t) = 1,7 m

L1: L2 = 0,66

$$V = \frac{1.348,62 + 2.048,54}{2} \times 1,7$$

$$= 2.870,59 \text{ m}^3$$

Volume total = V1 + V2 + V3 + V4 + V5

$$= 453,50 + 632,90 + 596,03 + 1.144,97 + 2.870,59$$

$$= 5.697,99 \text{ m}^3$$

(10) Gundukan 10

$$V = \frac{1}{3} \times t (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 422,77 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 1.218,22 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,39 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,35$$

$$V = \frac{1}{3} \times 1,39 (422,77 + 1.218,22 + \sqrt{422,77 \times 1.218,22})$$

$$= 1.092,84 \text{ m}^3$$

(11) Gundukan 11

Lapisan 1 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 1.732,78 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 4.334,54 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 2,02 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,40$$

$$V = \frac{1}{3} \times 2,02 (1.732,78 + 4.334,54 + \sqrt{1.732,78 \times 4.334,54})$$

$$= 5.930,65 \text{ m}^3$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (S1)} = 4.334,54 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (S2)} = 8.512,99 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 3,15 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,51$$

$$V = \frac{4.334,54 + 8.512,99}{2} \times 3,15$$

$$= 20.234,86 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} &= V1 + V2 \\
 &= 5.930,65 + 20.234,86 \\
 &= 26.165,51 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

(12) Gundukan 12

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 124,94 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 718,57 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,59 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,17$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{3} \times 1,59 (124,94 + 718,57 + \sqrt{124,94 \times 718,57}) \\
 &= 605,86 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

(13) Gundukan 13

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 2.093,14 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 5.642,69 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 2,25 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,37$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{3} \times 2,25 (2.093,14 + 5.642,69 + \sqrt{2.093,14 \times 5.642,69}) \\
 &= 8.379,40 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (S1)} = 5.642,69 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (S2)} = 11.200 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 0,81 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,50$$

$$V = \frac{5.642,69 + 11.200}{2} \times 0,81$$

$$= 6.821,29 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= V1 + V2 \\ &= 8.379,40 + 6.821,29 \\ &= 15.200,69 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(14)Gundukan 14

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 1.500,87 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 5.680,72 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,38 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,26$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} \times 1,38 (1.500,87 + 5.680,72 + \sqrt{1.500,87 \times 5.680,72}) \\ &= 4.646,70 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(15)Gundukan 15

Lapisan 1 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 171,97 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 377,39 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 1,55 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,46$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} \times 1,55 (171,97 + 377,39 + \sqrt{171,97 \times 377,39}) \\ &= 410,81 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (S1)} = 377,39 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (S2)} = 703,16 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 0,92 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,54$$

$$V = \frac{377,39 + 703,16}{2} \times ,92$$

$$= 497,05 \text{ m}^3$$

Lapisan 3 :

$$V = \frac{S1+S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (S1)} = 703,16 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 4 (S2)} = 979,02 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 2,27 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,72$$

$$V = \frac{703,16 + 979,02}{2} \times 2,27$$

$$= 1.909,27 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = V1 + V2 + V3$$

$$= 410,81 + 497,05 + 1.909,27$$

$$= 2.817,13 \text{ m}^3$$

(16) Gundukan 16

Lapisan 1 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 537,46 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 1.119,18 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 2,18 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,48$$

$$V = \frac{1}{3} \times 2,18 (537,46 + 1.119,18 + \sqrt{537,46 \times 1.119,18})$$

$$= 1.767,41 \text{ m}^3$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (A1)} = 119,18 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 4 (A2)} = 1.542,49 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 0,86 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,07$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} \times 0,86 \left(119,18 + 1.542,49 + \sqrt{119,18 \times 1.542,49} \right) \\ &= 599,26 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapisan 3 :

$$V = \frac{S1+S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 4 (S1)} = 1.542,49 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 5 (S2)} = 2.079,05 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,74$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1.542,49 + 2.079,05}{2} \times 0,8 \\ &= 1.448,62 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapisan 4 :

$$V = \frac{S1+S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 5 (S1)} = 2.079,05 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 6 (S2)} = 3.349,81 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 4,54 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,62$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{2.079,05 + 3.349,81}{2} \times 4,45 \\ &= 12.323,51 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapisan 5 :

$$V = \frac{S1+S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 6 (S1)} = 3.349,81 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 7 (S2)} = 6.404,68 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 0,77 \text{ m}$$

$$L1: L2 = 0,52$$

$$V = \frac{3.349,81 + 6.404,68}{2} \times 0,77$$

$$= 3.755,48 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = V1 + V2 + V3 + V4 + V5$$

$$= 1.767,41 + 599,26 + 1.448,62 + 12.323,51 + 3.755,48$$

$$= 19.894,28 \text{ m}^3$$

(17) Gundukan 17

Lapisan 1 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 316,64 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 2.771,62 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 4,01 \text{ m}$$

$$L1: L2 = 0,11$$

$$V = \frac{1}{3} \times 4,01 (316,64 + 2.771,62 + \sqrt{316,64 \times 2.771,62})$$

$$= 5.380,18 \text{ m}^3$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (S1)} = 2.771,62 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (S2)} = 4.975,05 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 2,54 \text{ m}$$

$$L1: L2 = 0,56$$

$$V = \frac{2.771,62 + 4.975,05}{2} \times 2,54$$

$$= 9.838,27 \text{ m}^3$$

Lapisan 3 :

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times t$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (S1)} = 4.975,05 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 4 (S2)} = 7.639,75 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 2,71 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,65$$

$$V = \frac{4.975,05 + 7.639,75}{2} \times 2,71$$

$$= 17.093,05 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = V1 + V2 + V3$$

$$= 5.380,18 + 9.838,27 + 17.093,05$$

$$= 32.311,5 \text{ m}^3$$

(18) Gundukan 18

Lapisan 1 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 1 (A1)} = 122,82 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A2)} = 1.262,46 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 2,52 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,10$$

$$V = \frac{1}{3} \times 2,52 (122,82 + 1.262,46 + \sqrt{122,82 \times 1.262,46})$$

$$= 1.494,40 \text{ m}^3$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 2 (A1)} = 1.262,46 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lapisan gundukan 3 (A2)} = 6.421,81 \text{ m}^2$$

$$\text{Ketinggian (t)} = 3,12 \text{ m}$$

$$\text{L1: L2} = 0,20$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3,12 (1.262,46 + 6.421,81 + \sqrt{1.262,46 \times 6.421,81})$$

$$= 10.952,86 \text{ m}^3$$

Lapisan 3 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

Luas lapisan gundukan 3 (A1) = 6.421,81 m²

Luas lapisan gundukan 4 (A2) = 19.500 m²

Ketinggian (t) = 2,74 m

L1: L2 = 0,33

$$V = \frac{1}{3} \times 3,12 (6.421,81 + 19.500 + \sqrt{6.421,81 \times 19.500})$$

$$= 33.895,83 \text{ m}^3$$

Volume total = V1 + V2 + V3

$$= 1.494,40 + 10.952,86 + 33.895,83$$

$$= 46.343,09 \text{ m}^3$$

(19) Gundukan 6

Lapisan 1 :

$$V = \frac{1}{3} \times t (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

Luas lapisan gundukan 1 (A1) = 163,49 m²

Luas lapisan gundukan 2 (A2) = 393,80 m²

Ketinggian (t) = 2,53 m

L1: L2 = 0,42

$$V = \frac{1}{3} \times 2,53 (163,49 + 393,80 + \sqrt{163,49 \times 393,80})$$

$$= 683,97 \text{ m}^3$$

Lapisan 2 :

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times t$$

Luas lapisan gundukan 2 (S1) = 393,80 m²

Luas lapisan gundukan 3 (S2) = 891,19 m²

Ketinggian (t) = 1,41 m

L1: L2 = 0,44

$$V = \frac{393,80 + 891,19}{2} \times 1,41$$

$$= 882,39 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = V1 + V2$$

$$= 683,97 + 882,39$$

$$= 1.566,36 \text{ m}^3$$

Berdasarkan perhitungan volume dari 19 gundukan yang berada di lokasi lahan bekas tambang TS 1.12 PT Timah (Persero) Tbk, untuk perhitungan volume total gundukan dapat dilihat pada Tabel C.1 di bawah ini.

Tabel C.1 Volume gundukan

Nomor Gundukan	Volume (m ³)
1	502,69
2	885,40
3	777,84
4	600,17
5	2.949,05
6	442,62
7	4.639,49
8	6.524,64
9	5.697,99
10	1.092,84
11	26.165,51
12	605,86
13	15.200,69
14	4.646,70
15	2.817,13
16	19.894,28
17	32.311,50
18	46.343,09
19	1.566,36
Volume total	174.238,10

1) Volume non gundukan

Dalam menentukan volume non gundukan pada lahan bekas tambang, pengukuran dimensi tidak dilakukan menggunakan alat *Total Station* dikarenakan gundukanya memiliki ketinggian dibawah 1 meter. Sedangkan pengukuran luas menggunakan *software Quantum GIS 2.10.1 Pisa*, dalam perhitungan volume non gundukan diasumsikan ketinggiannya adalah 0,15 meter. Perhitungan volumenya sebagai berikut:

$$\text{Volume non gundukan} = \text{Luas non gundukan} \times \text{Tinggi}$$

dimana,

$$\begin{aligned} \text{Luas daratan} &= \text{Luas lokasi} - \text{Luas kolong} \\ &= 56,0700 \text{ m}^2 - 141.587,60 \text{ m}^2 \\ &= 419.112,40 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas non gundukan} &= \text{Luas daratan} - \text{Luas gundukan} \\ &= 419.112,40 \text{ m}^2 - 74.184,87 \text{ m}^2 \\ &= 344.927,53 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume non gundukan} &= 344.927,53 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ m} \\ &= 51.739,13 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2) Volume *overburden* untuk perataan

Volume *overburden* untuk perataan diperoleh dari jumlah volume gundukan dan non gundukan. Karena volume *overburden* ini merupakan material hasil galian dari *pit*, maka akan terjadi pengembangan volume. Untuk menyatakan volume *overburden* sebenarnya, menggunakan rumus pengembangan tanah dalam perhitungannya. Berikut merupakan parameter *swell factor* pada Tabel C.2 di bawah ini.

Tabel C.2 Berat dan “*Swell Factor*” berbagai macam material (Musa, 2013)

Macam Material	Berat lb/cu.yd	<i>Swell Factor</i>
Bauksit	2.700-4.325	0,75
Tanah liat, kering	2.300	0,85
Tanah liat, basah	2.800-3.000	0,82-0,80
Tanah biasa, kering	2.800	0,85
Tanah biasa, basah	3.370	0,85
Tanah biasa, bercampur pasir	3.100	0,90
Kerikil (<i>Gravel</i>) kering	3.250	0,89
Kerikil (<i>Gravel</i>) basah	3.600	0,88
Lumpur	2.160-2970	0,83
Pasir kering	2.220-3.250	0,89
Pasir basah	3.300-3.600	0,88

Berdasarkan litologi tanah yang terdapat di TS 1.12 PT Timah (Persero) Tbk, Air Jangkang, Kabupaten Bangka, banyak terdapat tanah biasa bercampur pasir yang memiliki faktor pengembangan 0,9. Perhitungan volume *overburden* guna penataan lahan bekas tambang sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Volume overburden (SF)} &= \frac{\text{Bank volume}}{\text{Loose volume}} \\ &= (\text{Volume gundukan} + \text{Volume non gundukan})/0,9 \\ &= (174.238,10 \text{ m}^3 + 51.739,13 \text{ m}^3)/0,9 \\ &= 251.085,81 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Jadi, volume *overburden* yang akan digunakan untuk penataan lahan bekas tambang adalah 251.085,81 m³.



LAMPIRAN D

PERHITUNGAN VOLUME KOLONG

Perhitungan volume kolong menggunakan rumus Obelick, yaitu rumus untuk menghitung cadangan. Adapun bentuk dari rumus Obelick sebagai berikut:

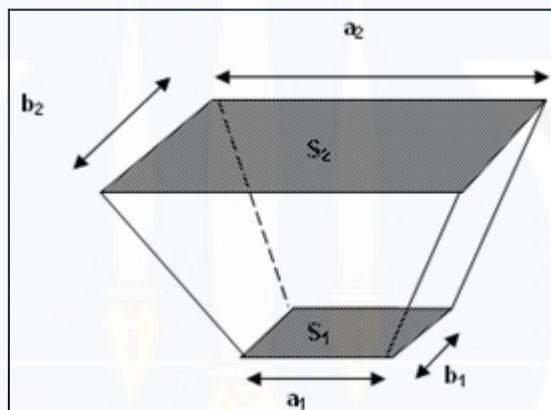
$$V = L \frac{S_1 + S_2}{2}$$

Keterangan:

S_1 dan S_2 = Luas penampang 1 dan 2

L = Jarak antara S_1 dan S_2

V = Volume



Gambar D.1 Rumus *Obelick* (Anonim, 2007)

Untuk luas permukaan kolong, diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan *total station* yang kemudian diolah menggunakan *Software Quantum GIS 2.10.1 Pisa*. Terdapat satu kolong, yaitu kolong 2 yang luas alas dan kedalaman diperoleh dari hasil pengukuran *sounding*. Perhitungan volume masing-masing kolong dengan menggunakan rumus *obelick* sebagai berikut:

1. Perhitungan Volume Kolong 1

Diketahui:

L = 11 m

S_2 = 5.787,60 m²

Kemiringan = 40°

Ditanya: S_1 = ?

Jawab:

$$S_2 = 5.787,60 \text{ m}^2$$

$$5.787,60 = r^2$$

$$r^2 = \frac{5.787,60}{3,14}$$

$$r^2 = 1.843,18$$

$$r = \sqrt{1.843,18}$$

$$r = 42,93$$

$$d = r \times 2$$

$$d = 85,86$$

$$\text{Tan } 40^\circ = x/L$$

$$= x/11$$

$$x = \text{Tan } 40^\circ \times 11$$

$$= 0,84 \times 11$$

$$= 9,24$$

$$\text{Diameter bawah} = \text{diameter atas} - (x + x)$$

$$= 85,86 - (9,24 + 9,24)$$

$$= 67,38$$

$$r = \text{diameter bawah} / 2$$

$$= 67,38 / 2$$

$$= 33,69$$

$$\text{Luas bawah} = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 33,69 \times 33,69$$

$$= 3.563,95 \text{ m}^2$$

Jadi, volume *pit* yang didapat adalah:

$$\text{Volume } pit = 11 \times \frac{(5.787,60 + 3.563,95)}{2}$$

$$= 51.433,53 \text{ m}^3$$

2. Perhitungan Volume Kolong 2

Diketahui:

$$S_1 = 3.849,01 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 S_2 &= 11.700 \text{ m}^2 \\
 t &= h_2 - h_1 \\
 &= 9,19 - 3,75 \\
 &= 5,44 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi, volume *pit* yang didapat adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume } pit &= 5,44 \times \frac{(11.700 + 3.849,01)}{2} \\
 &= 42.293,31 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Volume Kolong 3

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 L &= 17 \text{ m} \\
 S_2 &= 66.000 \text{ m}^2 \\
 \text{Kemiringan} &= 45^\circ
 \end{aligned}$$

Ditanya: $S_1 = ?$

Jawab:

$$S_2 = 66.000 \text{ m}^2$$

$$66.000 = r^2$$

$$r^2 = \frac{66.000}{3,14}$$

$$r^2 = 21.019,11$$

$$r = \sqrt{21.019,11}$$

$$r = 144,98$$

$$d = r \times 2$$

$$d = 289,96$$

$$\text{Tan } 45^\circ = x/L$$

$$= x/17$$

$$x = \text{Tan } 45^\circ \times 17$$

$$= 1 \times 17$$

$$= 17$$

$$\text{Diameter bawah} = \text{diameter atas} - (x + x)$$

$$= 289,96 - (17 + 17)$$

$$\begin{aligned}
 &= 255,96 \\
 r &= \text{diameter bawah}/2 \\
 &= 255,96 : 2 \\
 &= 127,98 \\
 \text{Luas bawah} &= \pi r^2 \\
 &= 3,14 \times 127,98 \times 127,98 \\
 &= 51.429,68 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Jadi, volume *pit* yang didapat adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pit} &= 17 \times \frac{(66.000 + 51.429,68)}{2} \\
 &= 998.152,28 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Volume Kolong 4

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 L &= 20 \text{ m} \\
 S_2 &= 58.100 \text{ m}^2 \\
 \text{Kemiringan} &= 40^\circ
 \end{aligned}$$

Ditanya: $S_1 = ?$

Jawab:

$$\begin{aligned}
 S_2 &= 58.100 \text{ m}^2 \\
 58.100 &= r^2 \\
 r^2 &= \frac{58.100}{3,14} \\
 r^2 &= 18.503,18 \\
 r &= \sqrt{18.503,18} \\
 r &= 136,03 \\
 d &= r \times 2 \\
 d &= 272,06 \\
 \text{Tan } 40^\circ &= x/L \\
 &= x/20 \\
 x &= \text{Tan } 40^\circ \times 20 \\
 &= 0,84 \times 20
 \end{aligned}$$

$$= 16,8$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter bawah} &= \text{diameter atas} - (x + x) \\ &= 272,06 - (16,8 + 16,8) \\ &= 238,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= \text{diameter bawah} / 2 \\ &= 238,46 / 2 \\ &= 119,23 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas bawah} &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 119,23 \times 119,23 \\ &= 44.637,59 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, volume *pit* yang didapat adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume } pit &= 20 \times \frac{(58.100 + 44.637,59)}{2} \\ &= 1.027.375,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berikut perolehan volume total *pit* pada Tabel D.1 di bawah ini.

Tabel D.1 Volume total *pit*/kolong

Kolong	Luas Permukaan (m ²)	Luas Alas (m ²)	Tinggi (m)	Volume (m ³)
K1	5.787,60	3563,95	11	51.433,53
K2	11.700	3.849,01	5,44	42.293,31
K3	66.000	51.429,68	17	998.152,28
K4	58.100	44.637,59	20	1.027.375,30
Total Volume Kolong				2.119.254,42

Jadi, volume total *pit*/kolong pada daerah penelitian adalah 2.119.254,42 m³.

LAMPIRAN E
SPESIFIKASI *BULLDOZER* KOMATSU D-65 P



Gambar E.1 *Bulldozer Komatsu type D-65 P*

Tabel E.1 Spesifikasi alat *Bulldozer Komatsu type D-65 P*

<i>Description</i>	<i>Unit</i>	<i>Value</i>
<i>Blade</i>	m ³	3,55
<i>Flywheel Horsepower</i>	Hp	165
	Ps	167,3
<i>Operating Weight</i>	kg	18.200
	ton	18,20
<i>Rasio Engine Power/Operation Weight</i>	Ps/ton	9,19
<i>Information Data:</i>		
1. <i>Shoe/Grouser Type</i>		<i>Single</i>
2. <i>Shoe Widht</i>	mm	950
3. <i>Grouser Height</i>	mm	65
4. <i>Length Of Track On Ground</i>	mm	3.140
5. <i>Track Roller Quantity (R+L Side)</i>	Pcs	14
- <i>Ground Contact Area</i>	cm ²	59.660
- <i>Ground Pressure</i>	kg/cm ²	0,31
- <i>Ground Clearence</i>	mm	510
- <i>Transmission Type</i>		<i>Hydraulic</i>

LAMPIRAN F
PERHITUNGAN WAKTU PENATAAN LAHAN BEKAS TAMBANG

Berikut merupakan perhitungan mengenai waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penataan material *overburden* pada lahan bekas tambang, dimana dalam hal ini tidak semua kolong akan dilakukan penimbunan dikarenakan keterbatasan *overburden*. Peralatan yang digunakan pada penataan lahan adalah satu unit *Bulldozer type D-65 P*. Perhitungan waktu penataan lahan bekas tambang sebagai berikut:

Diketahui:

Merk <i>bulldozer</i>	: <i>Komatsu</i>
Tipe <i>bulldozer</i>	: D-65 P
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas <i>blade</i> (KB)	: 3,55 m ³
Faktor penyesuaian	: 0,78
Waktu kerja tersedia	: 10 jam
Waktu efektif kerja	: 8 jam
Waktu kerja perbulan	: 25 hari
Volume <i>overburden</i>	: 203.375,79 m ³

Dalam menentukan faktor penyesuaian menggunakan beberapa faktor diantaranya:

- 1) Waktu kerja tersedia = 10 jam
= 10 × 60 menit
= 600 menit
- 2) Waktu kerja produktif = Waktu kerja tersedia – (waktu hambatan yang tidak dapat dihindari + waktu hambatan yang dapat dihindari)
= 600 – (115,00+ 07.00)
= 478 menit

Berikut waktu hambatan yang dapat dihindari serta waktu hambatan yang tidak dapat dihindari dapat dilihat pada Tabel F.1 dan F.2 di bawah ini.

Tabel F.1 Waktu hambatan yang tidak dapat dihindari

No	Hambatan	Rata-rata Waktu Hambatan (Menit)
1	Pengecekan kondisi alat berta	05,00
2	Mengisi BBM	15,00
3	Memaskan mesin	15,00
4	Menuju Lokasi	05,00
5	Pelumasan	10,00
6	Mengatur alat berat	05,00
7	Makan dan istirahat	60,00
Jumlah		115,00

Tabel F.2 Waktu hambatan yang dapat dihindari

No	Hambatan	Rata-rata Waktu Hambatan (Menit)
1	<i>Standby</i>	02,00
2	Berhenti sebelum waktunya	05,00
Jumlah		07,00

$$\begin{aligned}
 \text{Effisiensi kerja} &= \frac{\text{Waktu kerja efektif}}{\text{Waktu kerja tersedia}} \times 100 \% \\
 &= \frac{478}{600} \times 100 \% \\
 &= 0,80
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi bulldozer/jam} &= \text{KB} \times 60 \times \text{effisiensi kerja} \\
 &= 3,55 \times 60 \times 0,80 \\
 &= 170,40 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi bulldozer/hari} &= 170,40 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\
 &= 1.363,20 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume overburden}}{\text{Produksi bulldozer /hari}} \\
 &= \frac{251.085,81 \text{ m}^3}{1.363,20 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 149,19 \text{ hari} \approx 149 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penataan material *overburden* pada lahan bekas tambang dengan satu unit alat *bulldozer type Komatsu D-65 P* adalah 149 hari atau ± 6 bulan.



LAMPIRAN G
PERHITUNGAN VOLUME TANAH PUCUK/TOP SOIL YANG
DIBUTUHKAN

Berdasarkan dokumen AMDAL, PT Timah (Persero) Tbk melakukan penataan tanah pucuk dengan sistem pot/lubang tanam. Pekerjaan yang dilakukan pada sistem pot/ lubang tanam yaitu dengan dimensi ukuran dan jarak lubang tanam disesuaikan berdasarkan jenis tanaman yang digunakan. Berikut perhitungan volume tanah pucuk/*top soil* pada lahan bekas tambang TS 1.12 PT Timah (Persero) Tbk, Air Jangkang dengan luas lahan yang hendak direvegetasi seluas 41,91 ha, dimana lahan tersebut akan ditanami tanaman jenis sengon atau akasia.

$$\begin{aligned}\text{Dimensi lubang tanam} &= 60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \\ &= 180.000 \text{ cm}^3 \text{ atau } 0,18 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Jarak tanam} = 4 \text{ m} \times 4 \text{ m}$$

Dengan jarak tanam yang digunakan adalah 4 m x 4 m, maka jumlah tanaman yang ideal adalah:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah lubang tanam per ha} &= \frac{10.000 \text{ m}^3}{4 \text{ m} \times 4 \text{ m}} \\ &= 625 \text{ lubang tanam}\end{aligned}$$

Dengan luas lokasi yang hendak ditanami adalah sebesar 41,91 ha atau 419.100 m², maka:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah lubang tanam} &= \text{Luas area} \times 625 \text{ lubang tanam} \\ &= 41,91 \text{ ha} \times 625 \text{ lubang tanam} \\ &= 26.193,75 \text{ lubang tanam atau } 26.194 \\ &\quad \text{lubang tanam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume tanah pucuk} &= \text{Total jumlah lubang tanam} \times \text{Dimensi} \\ &\quad \text{lubang tanam} \\ &= 26.194 \times 0,18 \text{ m}^3 \\ &= 4.714,92 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Jadi, volume tanah pucuk yang dibutuhkan adalah 4.714,92 m³.

LAMPIRAN H

DATA CURAH HUJAN

Data curah hujan yang digunakan pada lokasi penelitian adalah data curah hujan dari stasiun Badan Meteorologi dan Klimatologi Geofisika (BMKG) Depati Amir, wilayah Pangkalpinang. Data curah ini digunakan dikarenakan adanya keterbatasan data curah hujan untuk wilayah Air Jangkang, Kabupaten Bangka yang merupakan wilayah penelitian. Berikut data curah hujan dari periode tahun 2007 hingga tahun 2016.

Tabel H.1 Data curah hujan periode 10 tahun dari tahun 2007 – 2016 (Stasiun BMKG Depati Amir Kota Pangkalpinang, 2017)

Bulan	Tahun										Rata-rata
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Januari	476,3	372,7	249,4	281	254,6	185,6	202,6	218,2	168,8	282,0	269,12
Februari	168,7	130,9	49,6	285,5	199,8	456,2	304,5	59,4	98,0	606,0	235,86
Maret	191,5	206,6	370,3	471,8	233,7	258,3	261,0	82,7	397,6	407,2	288,07
April	227,7	275,5	95,2	312,6	256,6	126,9	190,1	311,1	222,3	268,6	228,66
Mei	279,7	102,8	240,8	137,4	157,0	144,1	258,0	156,2	110,1	245,2	183,13
Juni	211,9	118,7	129,7	183,9	210,4	165,0	119,9	96,8	82,8	192,2	151,13
Juli	257,6	82,1	155,2	140,7	115,4	192,7	249,4	135,1	23,1	63,6	141,49
Agustus	58,3	119,8	78,0	430,7	4,0	4,0	84,5	128,5	13,7	175,7	109,72
September	84,9	120,3	11,8	203,8	11,4	13,5	235,1	0,8	0,0	31,8	71,34
Oktober	208,9	95,5	94,8	286,9	291,2	45,1	198,3	38,6	32,4	288,1	157,98
November	240,5	256,3	184,6	364,8	162,1	215,6	335,1	135,8	135,0	167,3	219,71
Desember	329,0	244,0	205,4	342,1	148,4	199,5	406,2	290,5	235,9	134,1	253,51
Total	2.735	2.125,2	1.864,8	3.441,2	2.044,6	2.006,5	2.844,7	1.653,7	1.519,7	2.861,8	
Jumlah Curah Hujan Rata-rata (mm)											2.309,72

Berdasarkan data pada Tabel H.1, maka dapat diketahui nilai curah hujan rata-rata pertahun adalah sebesar 2.309,72 mm/tahun.

LAMPIRAN I

CURAH HUJAN RENCANA

Untuk menentukan curah hujan rencana pada lokasi penelitian digunakan analisis *partial series*, yaitu dengan menggunakan ambang batas hujan maksimum. Data curah hujan maksimum tersebut diperoleh dari Badan Meteorologi dan Klimatologi Geofisika (BMKG) Wilayah Pangkalpinang pada Tabel I.1 di bawah ini.

Tabel I.1 Curah hujan harian maksimum Kota Pangkalpinang

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (mm)
1	2007	148,60
2	2008	107,10
3	2009	92,00
4	2010	124,70
5	2011	87,00
6	2012	108,40
7	2013	141,40
8	2014	94,60
9	2015	99,80
10	2016	183,90

Metode pengolahan data curah hujan yang digunakan adalah Metode Gumbel, sehingga untuk mendapatkan curah hujan rencana maksimum harian sebagai berikut:

$$X_t = X + k \cdot S$$

$$k = (Y_t - Y_n) / S_n$$

Keterangan:

X_t = Curah hujan rencana (mm/hari)

X = Curah hujan rencana (mm/hari)

k = *Reduced variate factor*

Y_t = *Reduced variate*

Y_n = *Reduced mean*

S = *Standart deviation*

S_n = *Reduced standart deviation*

Pada penentuan nilai curah hujan rencana (mm/hari), perlu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan variabel sebagai berikut:

1. Menentukan nilai Y_n (*Reduced mean*)

Penentuan nilai koreksi rata-rata dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Y_n = -\log \left[-\log \left\{ \frac{(n+1-m)}{n+1} \right\} \right]$$

Keterangan:

n = Jumlah data

m = Urutan sampel (1,2,3..)

Tabel I.2 Urutan sampel dari yang terbesar hingga terkecil

Tahun	n	Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (mm)	m	Y_n
2007	1	148,60	2	1,059732
2008	1	107,10	6	0,465437
2009	1	92,00	9	0,130555
2010	1	124,70	4	0,707092
2011	1	87,00	10	-0,017615
2012	1	108,40	5	0,579646
2013	1	141,40	3	0,859169
2014	1	94,60	8	0,248512
2015	1	99,80	7	0,357207
2016	1	183,90	1	1,383076
Total	10	1187,50		5,772811

Perhitungan nilai Y_n dilakukan dengan cara mengurutkan urutan sampel dari yang terbesar hingga ke terkecil ataupun sebaliknya berdasarkan data curah hujan harian maksimum, perhitungan dilakukan sebagai berikut:

a. Nilai Y_n untuk Tahun 2007

Diketahui:

nilai m = 2

nilai n = 10

$$\text{Maka nilai } Y_n = -\log \left[-\log \left\{ \frac{(10+1-2)}{10+1} \right\} \right]$$

$$= 1,059732$$

Berdasarkan perhitungan, maka nilai Y_n untuk tahun 2007 adalah 1,059732.

b. Nilai Y_n untuk Tahun 2008

Diketahui:

$$\text{Nilai } m = 4$$

$$\text{Nilai } n = 10$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } Y_n &= -\log\left[-\log\left\{\frac{(10+1-4)}{10+1}\right\}\right] \\ &= 0,465437 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, maka nilai Y_n untuk tahun 2008 adalah 0,465437.

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel I.6. Setelah didapat nilai Y_n pertahun, maka dapat diketahui pula nilai Y_n dalam waktu 10 tahun yaitu 5,772811.

2. Menentukan nilai Y_t (*reduced variate*)

Perhitungan nilai *reduced variate* (Y_t) berdasarkan nilai periode ulang tahun, dimana untuk menentukan nilai Y_t dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Y_t = -\log[-\log(T-1)/T]$$

Keterangan:

$$T = \text{Periode ulang (tahun)}$$

a. Menentukan nilai Y_t (T) 2 tahun

$$\begin{aligned} Y_t &= -\log\left\{-\log\left(\frac{2-1}{2}\right)\right\} \\ &= 0,521390 \end{aligned}$$

Nilai Y_t berdasarkan kala ulang 2 tahun adalah 0,521390.

b. Menentukan nilai Y_t (T) 3 tahun

$$\begin{aligned} Y_t &= -\log\left\{-\log\left(\frac{3-1}{3}\right)\right\} \\ &= 0,754262 \end{aligned}$$

Nilai Y_t berdasarkan kala ulang 3 tahun adalah 0,754262.

Perhitungan selanjutnya Y_t berdasarkan periode ulang (Tahun) dapat dilihat pada Tabel I.3 sebagai berikut:

Tabel I.3 Nilai perhitungan Y_t

Periode Ulang (Tahun)	Y_t (<i>Reduced variate</i>)
2	0,521390
3	0,754262
4	0,903303
5	1,013631
6	1,101378
7	1,174270
8	1,236632
9	1,291133
10	1,339538

3. Menentukan nilai *standart deviasi* (S)

Nilai *standart deviasi* ditentukan berdasarkan nilai rata-rata curah hujan maksimum, sehingga untuk menentukan nilai S dapat digunakan rumus berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Keterangan:

X = Curah hujan maksimum

\bar{x} = Curah hujan maksimum rata-rata

n = Jumlah data

Pada penentuan nilai S diperlukan data pendukung, dapat dilihat pada Tabel

I.4.

Tabel I.4 Perhitungan nilai $(x - \bar{x})^2$

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan x (mm)	Curah Hujan Rata-rata \bar{x} (mm)	$(x - \bar{x})^2$
2007	148,60	118,75	891,02
2008	107,10	118,75	135,72
2009	92,00	118,75	715,56
2010	124,70	118,75	35,40
2011	87,00	118,75	1008,06
2012	108,40	118,75	107,12
2013	141,40	118,75	513,02
2014	94,60	118,75	583,22
2015	99,80	118,75	359,10
2016	183,90	118,75	4.244,52
Jumlah	1187,50	-	8.592,74

Perhitungan nilai *standart deviasi* dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui:

$$\begin{aligned} n &= 10 \\ \sum (x - \bar{x})^2 &= 8.592,74 \end{aligned}$$

Nilai S dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \\ S &= \sqrt{\frac{8.592,74}{10 - 1}} \\ &= 30,899011 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan maka nilai *standart deviasi* (S) adalah 30,899011.

4. Menentukan nilai *reduced standart deviasi* (Sn)

Nilai *reduced standart deviasi* ditentukan berdasarkan nilai koreksi rata-rata pada perhitungan nilai Y_n (*reduced mean*), sehingga untuk menentukan nilai Sn dapat menggunakan rumus berikut:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (Y_n - \bar{Y}_n)^2}{n - 1}}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} Y_n &= \text{Reduced mean} \\ \bar{Y}_n &= \text{Jumlah reduced mean rata-rata} \\ n &= \text{Jumlah data} \end{aligned}$$

Penentuan nilai Sn diperlukan data pendukung dapat dilihat pada Tabel I.5.

Tabel I.5 Perhitungan nilai $(Y - Y_n)^2$

Tahun	Y_n	\bar{Y}_n	$(Y_n - \bar{Y}_n)^2$
2007	1,059732	0,577281	0,232759
2008	0,465437	0,577281	0,012509
2009	0,130555	0,577281	0,199564
2010	0,707092	0,577281	0,016851
2011	-0,017615	0,577281	0,353901
2012	0,579646	0,577281	0,000006

2013	0,859169	0,577281	0,079461
2014	0,248512	0,577281	0,108089
2015	0,357207	0,577281	0,048433
2016	1,383076	0,577281	0,649306
Jumlah	5,772811	-	1,700879

Penentuan nilai *reduced standar deviasi* dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui:

$$n = 10$$

$$\sum (Y_n - \bar{Y}_n)^2 = 1,700879$$

Nilai S_n dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S_n = \sqrt{\frac{1,700879}{10 - 1}}$$

$$S_n = 0,434726$$

Berdasarkan perhitungan maka nilai *reduced standart deviasi* (S_n) adalah 0,434726.

5. Menghitung nilai k (*Reduced variate factor*)

Penentuan nilai faktor koreksi (k) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$k = \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right)$$

Keterangan:

$$Y_t = \text{Reduced variate}$$

$$Y_n = \text{Reduce mean}$$

$$S_n = \text{Reduce standar deviasi}$$

a. Menentukan nilai k untuk periode ulang 2 tahun

Diketahui :

$$Y_t = 0,521390$$

$$Y_n = 0,577281$$

$$S_n = 0,434726$$

Penentuan nilai k dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$k = \left(\frac{0,521390 - 0,577281}{0,434726} \right)$$

$$k = -0,128566$$

Nilai k berdasarkan kala ulang 2 tahun adalah $-0,128566$.

b. Menentukan nilai k untuk periode ulang 3 tahun

Diketahui :

$$Y_t = 0,754262$$

$$Y_n = 0,577281$$

$$S_n = 0,434726$$

Penentuan nilai k dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$k = \left(\frac{0,754262 - 0,577281}{0,434726} \right)$$

$$k = 0,407109$$

Nilai k berdasarkan kala ulang 3 tahun adalah $0,407109$.

Berdasarkan perhitungan maka nilai k untuk periode kala ulang 2 tahun - $0,128566$ dan untuk 3 tahun $0,407109$. Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel I.7. Setelah didapatkan variabel-variabel nilai tersebut, maka dapat ditentukan nilai hujan rencana (mm) untuk periode ulang 10 tahun kedepan, perhitungan dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$X_t = X + k \times S$$

Keterangan :

$$X_t = \text{Curah hujan rencana (mm)}$$

$$X = \text{Curah hujan rata-rata (mm/hari)}$$

$$k = \text{Reduced variate factor}$$

$$S = \text{Standart deviasi}$$

Perhitungan yang digunakan untuk menentukan curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$$X = 118,75$$

$$k = -0,128566$$

$$S = 30,899011$$

Penentuan curah hujan rencana dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} X_t &= X + k \times S \\ &= 118,75 + -0,128566 \times 30,899011 \\ &= 114,78 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan curah hujan rencana untuk periode 2 tahun 114,78 mm/hari. Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat Tabel I.7.



Tabel I.6 Curah hujan harian maksimum pertahun untuk periode Tahun 2007 – 2016 (Stasiun BMKG Depati Amir dan Hasil Perhitungan, 2017)

Tahun	n	m	Curah Maksimum (X) mm	Curah Hujan Rata-rata (x) mm	$(x - \bar{x})^2$	Y_n	\bar{Y}_n	$(Y_n - \bar{Y}_n)^2$	S	Sn
2007	10	2	148,60	118,75	891,02	1,059732	0,577281	0,232759	30,899011	0,434726
2008	10	4	107,10	118,75	135,72	0,465437	0,577281	0,012509		
2009	10	7	92,00	118,75	715,56	0,130555	0,577281	0,199564		
2010	10	9	124,70	118,75	35,40	0,707092	0,577281	0,016851		
2011	10	10	87,00	118,75	1008,06	-0,017615	0,577281	0,353901		
2012	10	8	108,40	118,75	107,12	0,579646	0,577281	0,000006		
2013	10	3	141,40	118,75	513,02	0,859169	0,577281	0,079461		
2014	10	6	94,60	118,75	583,22	0,248512	0,577281	0,108089		
2015	10	5	99,80	118,75	359,10	0,357207	0,577281	0,048433		
2016	10	1	183,90	118,75	4.244,52	1,383076	0,577281	0,649306		
Jumlah			1187,50	-	8.592,74	5,772812	-	1,700879		

Tabel I.7 Curah hujan rencana harian dengan metode Gumbel (Hasil perhitungan, 2017)

Variabel	Periode Ulang (T)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai Yt	0,521390	0,754262	0,903303	1,013631	1,101378	1,174270	1,236632	1,291133	1,339538
Nilai Yn Rata-rata	0,577281	0,577281	0,577281	0,577281	0,577281	0,577281	0,577281	0,577281	0,577281
Standar Deviasi (S)	30,899011	30,899011	30,899011	30,899011	30,899011	30,899011	30,899011	30,899011	30,899011
Nilai Sn	0,434726	0,434726	0,434726	0,434726	0,434726	0,434726	0,434726	0,434726	0,434726
Nilai k	-0,128566	0,407109	0,749948	1,003736	1,205580	1,373253	1,516705	1,642073	1,753419
Curah Hujan Rata-rata (X)	118,75	118,75	118,75	118,75	118,75	118,75	118,75	118,75	118,75
Curah Hujan Rencana (XT)	114,78	131,33	141,92	149,76	156,00	161,18	165,61	169,49	172,93

LAMPIRAN J

PERHITUNGAN DEBIT AIR LIMPASAN

Besarnya debit air limpasan (*run off*) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus rasional sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Keterangan:

Q = Debit limpasan maksimum (m³/detik)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan (km²)

Pada penentuan debit limpasan, maka perlu diketahui variabel-variabel sebagai berikut:

1. Intensitas curah hujan (mm/jam)

Besarnya intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam).

R_{tr} = Curah hujan rencana (mm/hari).

t = Durasi hujan (1 jam).

Harga R₂₄ adalah besarnya curah hujan maksimum (curah hujan rencana), waktu periode ulang hujan bisa diambil lebih singkat dengan periode ulang hujan 5 tahun atau bisa dengan 2 tahun. Untuk periode ulang 2 tahun dengan curah hujan rencana (Lampiran I) yaitu sebesar 114,78 mm/hari. Nilai t = 1 jam, sebab tidak ada data curah hujan yang disajikan dalam durasi waktu yang singkat seperti satu jam atau kurang. Pada perhitungan intensitas curah hujan, dikonversikan dari curah hujan harian menjadi jumlah curah hujan dalam satuan jam, maka untuk mengetahui intensitas hujan dengan periode ulang 2 tahun adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$$R_{24} = 114,78 \text{ mm/hari}$$

$$t = 1 \text{ jam}$$

Perhitungan nilai intensitas hujan dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{114,78}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$$I = 39,79 \text{ mm/jam}$$

Berdasarkan perhitungan, nilai intensitas hujan adalah sebesar 39,79 mm/jam.

2. Nilai koefisien limpasan

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi harga koefisien limpasan, antara lain kondisi permukaan tanah, luas daerah tangkapan hujan dan kemiringan permukaan tanah. Tiap-tiap permukaan tanah mempunyai koefisien limpasan berbeda-beda, menurut *Hofedank and Gold* secara umum dapat dilihat pada Tabel J.1.

Tabel J.1 Harga koefisien limpasan daerah tambang (Hofedank and Gold dalam Gautama, 1999)

Jenis Material	C
Lapisan batubara (<i>coal seam</i>)	1,00
Jalan pengangkutan	0,90
Dasar pit dan jenjang (<i>pit floor & bench</i>)	0,75
Lapisan tanah penutup (<i>fresh overburden</i>)	0,65
Lapisan tanah penutup yang ditanami (<i>revegetated overburden</i>)	0,55
Hutan (<i>natural rain forest</i>)	0,50

Nilai koefisien limpasan (C) untuk kajian teknis sistem penyaliran tambang berdasarkan tabel diatas adalah 0,65. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa daerah penelitian adalah berupa area tambang yang akan ditimbun dengan lapisan tanah penutup (*overburden*).

3. Luas daerah tangkapan hujan

Catchman area (daerah tangkapan hujan) diperlukan untuk mengetahui debit air yang masuk kedalam tambang. Pada perhitungan debit limpasan yang akan

masuk ke lahan bekas tambang TS 1.12 yang akan dilakukan penatagunaan lahan, diasumsikan luas area tangkapan hujan 52.800 m² atau 0,0528 km². Asumsi tersebut diperoleh berdasarkan luas keseluruhan daerah penelitian.

Berdasarkan variabel-variabel yang telah didapatkan, maka dapat diketahui debit air limpasan pada TS 1.12 PT Timah (Persero) Tbk Air Jangkang, dapat dihitung dengan rumus rasional sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,65 \times 39,79 \text{ mm/jam} \times 0,0528 \text{ km}^2 \\ &= 0,38 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Jadi, nilai debit air limpasan untuk periode ulang 2 tahun pada lokasi penelitian yang merupakan lahan bekas tambang adalah 0,38 m³/detik, sehingga volume limpasan yang masuk kedalam saluran perhari dengan asumsi lamanya hujan 4 jam (Listyani, 2014) adalah 5.472 m³ dalam 1 hari.

LAMPIRAN K
PERHITUNGAN DIMENSI, VOLUME SALURAN DRAINASE DAN
KECEPATAN ALIRAN

1. Perhitungan Dimensi Saluran Drainase

Upaya pencegahan erosi pada lahan bekas tambang yang telah dilakukan penatagunaan lahan adalah dengan pembuatan saluran pengendali erosi atau disebut saluran drainase. Bentuk penampang saluran drainase umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material pembentuk saluran serta kemudahan dalam pembuatannya. Bentuk penampang saluran yang akan digunakan adalah bentuk trapesium, sebab mudah dalam pembuatannya, murah, efisien dan mudah dalam perawatannya, serta stabilitas kemiringan dindingnya dapat disesuaikan menurut keadaan daerah.

Penentuan dimensi penampang saluran drainase dapat dihitung berdasarkan rumus Manning, dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$Q = 1/n \times S^{1/2} \times R^{2/3} \times A$$

Keterangan:

Q = Debit pengaliran maksimum (m³/detik)

A = Luas penampang (m²)

S = Kemiringan dasar saluran (%)

R = Jari-jari hidrolis (m)

n = Koefisien kekasaran dinding saluran

dimana,

$$A = b \cdot d + m \cdot d^2$$

$$R = 0,5 \cdot d$$

$$B = b + 2m \cdot d$$

$$b/d = 2\{(1 + m^2)^{0,5} - m\}$$

$$a = d/\sin\alpha$$

Keterangan:

A = Luas penampang basah saluran

R = Jari-jari hidrolis

- d = Kedalaman aliran
 b = Lebar dasar saluran
 a = Panjang sisi saluran dari dasar ke permukaan
 B = Lebar permukaan saluran
 m = Kemiringan dinding saluran

Harga n yang digunakan adalah 0,030 dikarenakan dinding saluran berupa tanah, koefisien kekasaran dinding dapat dilihat pada tabel L.1.

Tabel K.1 Koefisien kekerasan dinding saluran menurut Manning (Gautama,1999)

Type Dinding Saluran	N
Semen	0,010-0,014
Beton	0,011-0,016
Bata	0,012-0,020
Besi	0,013-0,017
Tanah	0,020-0,030
Gravel	0,022-0,035
Tanah yang ditanami	0,025-0,040

Sistem saluran yang dipakai dalam pemuatan drainase adalah sistem saluran terbuka, dimana untuk kemiringan dasar saluran ini adalah 0,25% sampai 0,50% yang merupakan syarat agar tidak terjadinya erosi serta merupakan pertimbangan bahwa suatu aliran dapat mengair secara alamiah.

Berikut merupakan perhitungan untuk mendapatkan dimensi saluran drainase, dimana sudut kemiringan yang digunakan adalah 60° , yang merupakan tetapan kemiringan saluran trapesium. Perhitungan untuk memperoleh dimensi saluran sebagai berikut:

1) Kemiringan dinding saluran (m)

$$\begin{aligned} m &= \cotg \alpha \\ &= \cotg 60^\circ \\ &= 0,58 \end{aligned}$$

2) Lebar dasar saluran (b)

$$\begin{aligned} b &= 2\left(\sqrt{m^2 + 1} - m\right)d \\ &= 2\left(\sqrt{0,58^2 + 1} - 0,58\right)d \\ &= 1,15d \end{aligned}$$

3) Luas penampang basah saluran (A)

$$\begin{aligned} A &= (b + m \cdot d) d \\ &= 1,15d^2 + 0,58d^2 \\ &= 1,73d^2 \end{aligned}$$

4) Kedalaman aliran (d)

$$\begin{aligned} Q &= 1/n \times A \times S^{1/2} \times R^{2/3} \\ 0,38 &= 1/0,03 \times 1,73 d^2 \times (0,005)^{1/2} \times (0,5d)^{2/3} \\ 0,38 &= \frac{4,08}{1,59} d^{8/3} \\ d^{8/3} &= 0,15 \\ d &= 0,49 \text{ m} \end{aligned}$$

Besarnya tinggi jagaan adalah 15% dari 0,49 m, sehingga $d = h = 0,56 \text{ m}$.

Berdasarkan persamaan di atas, diperoleh hasil sebagai berikut:

1) Lebar dasar saluran (b)

$$\begin{aligned} b &= 1,15d \\ &= 1,15 (0,49) \\ &= 0,56 \text{ m} \end{aligned}$$

2) Luas penampang basah saluran (A)

$$\begin{aligned} A &= 1,73d^2 \\ &= 1,73 \times (0,49)^2 \\ &= 0,42 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3) Lebar permukaan saluran (B)

$$\begin{aligned} B &= b + 2 \cdot m \times d \\ &= 0,56 + 2(0,58) \times 0,49 \\ &= 1,13 \text{ m} \end{aligned}$$

4) Panjang sisi saluran dari dasar ke permukaan (a)

$$\begin{aligned} a &= d/\sin\alpha \\ &= 0,49/\sin 60^\circ \\ &= 0,56 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dimensi saluran yang akan dibuat pada

saluran drainase yaitu, lebar dasar saluran (b) 0,56 m, panjang sisi saluran dari dasar ke permukaan (a) 0,56 m, lebar permukaan (B) 1,13 m, dan kedalaman (d) 0,49 m.

2. Volume Saluran Drainase

Panjang saluran drainase yang akan dibuat 1.620 m, sehingga dengan menggunakan dimensi yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan, maka dalam perhitungan volume total saluran drainase menggunakan rumus trapesium sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V \text{ total} &= \frac{\text{Luas permukaan saluran} + \text{luas dasar saluran}}{2} \times t \\ &= \frac{(1.620 \times 1,13) + (1.620 \times 0,56)}{2} \times 0,56 \\ &= 766,58 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, volume total saluran drainase adalah 766,58 m³.

3. Kecepatan Aliran Air

Untuk mengetahui kecepatan aliran yang mengalir di saluran drainase digunakan rumus Manning, dimana perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{0,38 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,42 \text{ m}^2} \\ &= 0,90 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Jadi, kecepatan aliran air adalah 0,90 m/detik.

LAMPIRAN L
SPESIFIKASI EXCAVATOR KOMATSU PC 200



Gambar L.1 Excavator Komatsu type PC 200

Tabel L.1 Spesifikasi alat Excavator Komatsu type PC 200

<i>Description</i>	<i>Unit</i>	<i>Value</i>
<i>Bucket</i>	m ³	0,93
<i>Bucket factor</i>	%	0,9
<i>Flywheel HorsePower</i>	Hp	133
	Ps	135
<i>Operating Weight</i>	Kg	20.350
	Ton	20,35
<i>Rasio Engine Power/Operation Weight</i>	Ps/ton	6,63
<i>Shoe Information Data:</i>		<i>Triple</i>
1. <i>Shoe/Grouser Type</i>	mm	600
2. <i>Shoe Widht</i>	mm	26
3. <i>Grouser Height</i>	mm	3.270
4. <i>Length Of Track On Ground</i>		14
5. <i>Track Roller Quantity (R+L Side)</i>	pcs	42.400
- <i>Ground Contact Area</i>		
- <i>Ground Pressure</i>	cm ²	0,46
- <i>Ground Clearence</i>	kg/cm ²	440
- <i>Transmission Type</i>		<i>Hydraulick</i>

LAMPIRAN M
PRHITUNGAN WAKTU PEMBUATAN DRAINASE

Berikut merupakan perhitungan mengenai waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pembuatan saluran drainase pada lahan bekas tambang, dimana saluran yang akan dibuat dengan panjang 1.620 m. Peralatan yang digunakan dalam pemuatan saluran drainase adalah satu unit *Excavator type PC 200* .

Diketahui:

Merk <i>excavator</i>	: <i>Komatsu</i>
Tipe <i>excavator</i>	: PC 200
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas <i>bucket</i> (KB)	: 0,93 m ³
<i>Bucket factor</i> (BF)	: 0,9
Waktu kerja <i>excavator</i> perhari (Ph)	: 8 jam
Waktu kerja perbulan (Pb)	: 25 hari
Waktu edar (CT)	: 0,5 menit/ <i>bucket</i>
Volume saluran drainase	: 766,58 m ³

Dalam menentukan faktor penyesuaian menggunakan beberapa faktor diantaranya:

- 1) Waktu kerja tersedia = 10 jam
= 10 × 60 menit
= 600 menit
- 2) Waktu kerja produktif = Waktu kerja tersedia – (waktu hambatan yang tidak dapat dihindari + waktu hambatan yang dapat dihindari)
= 600 – (115,00+ 07.00)
= 478 menit

Berikut adalah tabel waktu hambatan yang dapat dihindari serta waktu hambatan yang tidak dapat dihindari.

Tabel M.1 Waktu hambatan yang tidak dapat dihindari

No	Hambatan	Rata-rata Waktu Hambatan (Menit)
1	Pengecekan kondisi alat berta	05,00
2	Mengisi BBM	15,00
3	Memaskan mesin	15,00
4	Menuju Lokasi	05,00
5	Pelumasan	10,00
6	Mengatur alat berat	05,00
7	Makan dan istirahat	60,00
Jumlah		115,00

Tabel M.2 Waktu hambatan yang dapat dihindari

No	Hambatan	Rata-rata Waktu Hambatan (Menit)
1	<i>Standby</i>	02,00
2	Berhenti sebelum waktunya	05,00
Jumlah		07,00

$$\begin{aligned}
 \text{Effisiensi kerja} &= \frac{\text{Waktu kerja produktif}}{\text{Waktu kerja tersedia}} \times 100 \% \\
 &= \frac{478}{600} \times 100 \% \\
 &= 0,80
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi excavator/jam} &= \frac{\text{KB} \times \text{BF} \times 60 \times \text{FK}}{\text{CT}} \\
 &= \frac{0,93 \times 0,9 \times 60 \times 0,80}{0,5} \\
 &= 80,35 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi excavatorr/hari} &= 80,35 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\
 &= 642,80 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi excavator/bulan} &= 642,80 \text{ m}^3/\text{hari} \times 25 \text{ hari} \\
 &= 16.070 \text{ m}^3/\text{bulan}
 \end{aligned}$$

$$\text{Waktu} = \frac{\text{Volume overburden}}{\text{Produksi bulldozer/bulan}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{766,58 \text{ m}^3}{642,80 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 1,19 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jadi, pembuatan saluran drainase dapat dilakukan dalam waktu 2 hari.



LAMPIRAN N

ALAT PENELITIAN

Adapun alat yang dipergunakan dalam melakukan pengukuran di lapangan diantaranya:

1. *GPS Geodetik*

GPS Geodetik merupakan alat ukur GPS dengan menggunakan *satellite* dimana memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi serta ketelitian yang dihasilkan sangat akurat, alat ini juga dapat digunakan dalam pengukuran lahan, seperti hutan, perkebunan, dengan akurasi sampai 5-10 mm.



Gambar N.1 *GPS Geodetik*

2. *GPS Garmin*

Global Positioning System (GPS) merupakan alat atau sistem yang dapat digunakan untuk menginformasikan penggunaanya berada (secara global) di permukaan bumi yang berbasis satelit.



Bambar N.2 *GPS Garmin*

3. Total Station

Total Station adalah suatu wahana pemetaan terintegrasi yang terdiri dari peralatan *theodolit* yang dilengkapi dengan EDM (*Electronic Distance Measurement*) dan aplikasi-aplikasi yang terintegrasi menjadi satu kesatuan dalam alat *Total Station*.



Gambar N.3 *Total Station Leica*

4. Echosounder

Echosounder adalah suatu alat navigasi elektronik dengan menggunakan sistem gema yang dipasang pada dasar kapal yang berfungsi untuk mengukur kedalaman perairan, mengetahui bentuk dasar perairan, dan mendeteksi gelombang.



Gambar N.4 *Echosounder*