

BAB IV

PROSEDUR DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian untuk tugas akhir ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data primer dan juga data sekunder.

4.1.1 Pengumpulan Data Primer

Data primer merupakan data yang di ambil dan di amati secara langsung dari lapangan secara keseluruhan termasuk keadaan daerah sekitar lokasi penelitian dan juga hasil pengujian dari laboratorium. Pengumpulan data primer ini dilakukan pada Bulan Mei 2015. Adapun data yang di ambil secara langsung dilapangan yakni sebagai berikut:

1. Data kedudukan sumur, mata air dan air permukaan yaitu tempat pengambilan sampel air serta lokasi TPA Leuwigajah. Data yang diambil berupa koordinat (x dan y dalam UTM) dan elevasi (z dalam satuan mdpl) yang menggunakan alat berupa GPS tipe Garmin 78x.



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 4.1
GPS Garmin 78x



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 4.2
Pengambilan Data Kedudukan Sumur dengan Menggunakan GPS

2. Pengukuran muka air tanah, yakni mengukur kedalaman air tanah dari mulut sumur serta tinggi sumur yakni dari mulut sumur hingga permukaan tanah. Data kedalaman sumur ini untuk mengetahui pada elevasi berapa ketersediaan air tanah di daerah tersebut yang selanjutnya akan digunakan untuk membuat peta kontur air tanah. Pengukuran ini menggunakan bantuan alat pita ukur (meteran) 50 m dan 5 m.



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 4.3
Pita Ukur 50 m dan 5 m



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 4.4
Pengukuran Kedalaman Muka Air Tanah

3. Pengukuran parameter fisika dan kimia tanah yaitu berupa pengukuran TDS (*Total Dissolved Solid*), Ec (*Electrical Conductivity*), pH (Derajat Keasaman Air) dan juga temperatur air insitu. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan alat *water checker Hanna Instrument (H19811)* dan juga Termometer Air.



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 4.5

Hanna Instruments (H19811) dan Termometer Air



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 4.6

Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Air Insitu

4. Pengukuran debit air permukaan yaitu berupa debit air sungai dan parit – parit kecil. Pengukuran ini menggunakan alat *current meter* untuk debit air permukaan yang deras, sedangkan debit air permukaan yang kecil menggunakan V-Knot.



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 4.7
Current Meter



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 4.8
V-Knot

Berikut ini hasil pengukuran data kualitas air insitu yang diuji pada air sumur, mata air dan juga air permukaan atau juga sungai. Parameter yang diukur yakni berupa TDS (*Total Dissolved Solid*), DHL (*Daya Hantar Listrik*) atau Ec (*Electrical Conductivity*), pH (*Derajat Keasaman Air*) dan juga temperatur air.

Tabel 4.1
Pengukuran Kualitas Insitu Air Sumur

No	Nama	Tanggal Pengamatan	Kode GPS	Sampel	Koordinat UTM WGS 84	Kualitas				Tinggi Muka Air Tanah dari Permukaan (m)
						pH	DHL ($\mu\text{S/cm}$)	TDS (Mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)	
1	Sumur 1	30 April 2015	Sm1	Sm1	48 M 778676 9235162	6,3	200	100	25,7	2,18
2	Sumur 2	30 April 2015	Sm2	Sm2	48 M 778648 9235135	6,3	340	170	25,9	1,45
3	Sumur 3	30 April 2015	Sm3	Sm3	48 M 778658 9235124	6,5	320	160	25	1,06
4	Sumur 4	30 April 2015	Sm4	Sm4	48 M 778732 9235075	6,6	140	60	24,7	3,48
5	Sumur 5	30 April 2015	Sm5	Sm5	48 M 778676 9235066	6,2	190	90	25,1	1,31
6	Sumur 6	30 April 2015	Sm6	Sm6	48 M 778646 9235050	6,5	580	290	25,6	4,16
7	Sumur 7	1 Mei 2015	Sm7	Sm7	48 M 778339 9234682	6,4	260	130	25,9	1,75
8	Sumur 8	1 Mei 2015	Sm8	Sm8	48 M 778373 9234627	5,8	180	90	24,9	2,45
9	Sumur 9	1 Mei 2015	Sm9	Sm9	48 M 778434 9234389	6,1	240	120	26,1	2,62
10	Sumur 10	1 Mei 2015	Sm10	Sm10	48 M 778432 9234386	6,1	170	80	25,5	4,53
11	Sumur 11	5 Mei 2015	Sm11	Sm11	48 M 778616 9234924	6,4	580	300	25,3	1,99
12	Sumur 12	5 Mei 2015	Sm12	Sm12	48 M 778297 9234380	6,5	560	270	25,9	2,05
13	Sumur 13	5 Mei 2015	Sm13	Sm13	48 M 778138 9234386	6,4	370	180	25,5	1,06
14	Sumur 14	5 Mei 2015	Sm14	Sm14	48 M 777920 9234595	7,2	750	380	25,1	0,3
15	Sumur 15	5 Mei 2015	Sm15	Sm15	48 M 777843 9234111	6,6	380	190	25,8	5,44
16	Sumur 16	5 Mei 2015	Sm16	Sm16	48 M 777562 9234146	6,9	800	400	24,1	2,71
17	Sumur 17	5 Mei 2015	Sm17	Sm17	48 M 777507 9234742	6,9	840	420	26	1,07
18	Sumur 18	5 Mei 2015	Sm18	Sm18	48 M 777486 9234910	6,6	620	310	25,6	3,30
19	Sumur 19	5 Mei 2015	Sm19	Sm19	48 M 777816 9235540	7	950	480	24,5	3,43
20	Sumur 20	5 Mei 2015	Sm20	Sm20	48 M 777876 9235573	6,5	200	100	25,1	1,89
21	Sumur 21	5 Mei 2015	Sm21	Sm21	48 M 778259 9235876	7,1	740	350	25,1	6,20
22	Sumur 22	5 Mei 2015	Sm22	Sm22	48 M 778669 9235881	7,2	860	430	25,3	8,4
23	Sumur 23	5 Mei 2015	Sm23	Sm23	48 M 777896 9234309	6,8	1020	910	27	-
24	Sumur 24	5 Mei 2015	Sm24	Sm24	48 M 777549 9234328	6,7	520	260	26,2	-
25	Sumur 25	5 Mei 2015	Sm25	Sm25	48 M 777439 9234469	6,6	400	200	28,4	-
26	Sumur 26	5 Mei 2015	Sm26	Sm26	48 M 778597 9234933	9,1	450	220	33,9	-
27	Sumur 27	5 Mei 2015	Sm27	Sm27	48 M 777516 9234869	6,6	280	140	26,5	-
28	Sumur 28	5 Mei 2015	Sm28	Sm28	48 M 777280 9234908	6,8	1440	720	34,3	-
29	Sumur 29	5 Mei 2015	Sm29	Sm29	48 M 777465 9235015	6,7	230	110	25,9	-
30	Sumur 30	5 Mei 2015	Sm30	Sm30	48 M 777562 9234147	6,4	540	270	25,2	-

Sumber : Hasil Pengukuran Data Lapangan, 2015

Tabel 4.2
Pengukuran Kualitas Insitu Mata Air

No	Nama	Tanggal Pengamatan	Kode GPS	Sampel	Koordinat UTM WGS 84	Kualitas				Debit	
						pH	DHL ($\mu\text{S/cm}$)	TDS (Mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)	Besaran	Satuan
1	Mata Air 1	28 April 2015	MA1	MA1	48 M 778443 9235240	7,8	2380	1190	35,2	-	-
2	Mata Air 2	28 April 2015	MA2	MA2	48 M 778422 9235246	7,5	1980	990	31,5	-	-
3	Mata Air 3	28 April 2015	MA3	MA3	48 M 778347 9235258	8,3	650	330	27,5	-	-
4	Mata Air 4	29 April 2015	MA4	MA4	48 M 778443 9235240	7,1	2010	1000	29,1	0,000182	m ³ /s
5	Mata Air 5	29 April 2015	MA5	MA5	48 M 778310 9235133	7	2290	1080	30,5	-	-
6	Mata Air 6	29 April 2015	MA6	MA6	48 M 778299 9235120	7	2050	1030	29,1	-	-
7	Mata Air 7	30 April 2015	MA7	MA7	48 M 778274 9235100	7	2580	1300	30,2	-	-
8	Mata Air 8	30 April 2015	MA8	MA8	48 M 778215 9234877	7,4	3530	1790	32,3	-	-
9	Mata Air 9	30 April 2015	MA9	MA9	48 M 778039 9234940	7,3	324	1350	31,5	-	-
10	Mata Air 10	30 April 2015	MA10	MA10	48 M 778035 9234938	7,4	2810	1420	32,2	0,000137	m ³ /s
11	Mata Air 11	30 April 2015	MA11	MA11	48 M 778654 9235136	6,4	280	140	26,6	-	-
12	Mata Air 12	29 April 2015	MA12	MA12	48 M 777836 9234610	7,5	740	270	26,5	-	-
13	Mata Air 13	29 April 2015	MA13	MA13	48 M 777751 9234435	7,2	790	350	28,5	-	-
14	Mata Air 14	5 Mei 2015	MA14	MA14	48 M 778661 9234879	7	110	150	24,5	-	-

Sumber : Hasil Pengukuran Data Lapangan, 2015

Tabel 4.3
Pengukuran Kualitas Insitu Air Permukaan

No	Nama	Tanggal Pengamatan	Kode GPS	Sampel	Koordinat UTM WGS 84	Kualitas				Debit		Kedalaman Sungai (m)
						pH	DHL ($\mu\text{S/cm}$)	TDS (Mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)	Besaran	Satuan	
1	Air Permukaan 1	29 April 2015	AP1	AP1	48 M 777921 9234692	7,7	4410	2200	31,2	0,033	m ³ /s	0,053
2	Air Permukaan 2	29 April 2015	AP2	AP2	48 M 777862 9234614	7,6	760	380	27,9	0,000502	m ³ /s	0,0537
3	Air Permukaan 3	30 April 2015	AP3	AP3	48 M 777699 9234483	7,5	460	340	31,1	0,0025	m ³ /s	0,027
4	Air Permukaan 4	30 April 2015	AP4	AP4	48 M 778271 9234763	7,6	630	310	28	0,077	m ³ /s	0,0873

Sumber : Hasil Pengukuran Data Lapangan, 2015

Tabel 4.4
Hasil Uji Laboratorium Pengujian Sampel Air

Parameter	Unit	Maksimum Diperbolehkan (907/MENKES/S K/VII/2002)	Kode Sampel											
			Ap 2	Ap 4	Smr 3	Smr 6	Smr 12	Smr 16	Smr 17	Smr 22	Smr 25	Ma 2	Ma 6	Ma 14
Kekeruhan	NTU	5	27,0	31,5	1,0	71,3	0,9	1,6	5,6	1,4	0,5	194,0	127,0	10,8
Warna	TCU	15	0,0	2,0	0,0	15,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	90,0	579,0	17,0
Bau		Tidak Berbau	tb	tb	tb	H ₂ S	tb	tb	H ₂ S	tb	tb	tb	H ₂ S	tb
Rasa		Tidak Berasa	tb	tb	tb	tb	tb	tb	tb	tb	tb	tb	tb	tb
Daya Hantar Listrik (DHL)	μS/cm	-	848	640	344	661	625	912	998	985	422	2148	2299	236
pH	Unit pH	6,5 - 8,5	6,65	6,50	6,27	6,19	6,67	6,95	6,50	6,86	6,43	6,92	6,76	6,64
Kesadahan	mg/L CaCO ₃	500	237,2	193,8	141,6	310,7	340,7	348,8	330,7	370,1	185,7	514,4	701,5	133,0
Ca ²⁺ (Kalsium)	mg/L	-	49,4	50,8	38,5	97,5	90,8	83,4	95,5	97,8	38,7	148,3	147,0	23,2
Mg ²⁺ (Magnesium)	mg/L	-	27,3	16,0	10,9	16,0	27,3	33,7	22,0	30,1	21,3	34,5	80,2	18,0
Fe ²⁺ (Besi)	mg/L	0,3	1,52	1,59	0,21	0,08	0,24	0,04	0,18	0,00	0,09	6,19	12,96	0,07
Mn ²⁺ (Mangan)	mg/L	0,1	0,38	0,49	0,15	0,02	0,15	0,02	0,43	0,07	0,01	0,38	0,62	0,03
K ²⁺ (Kalium)	mg/L	-	52,9	32,8	2,3	7,5	1,7	11,4	5,4	4,8	1,1	156,4	171,6	1,4
Na ²⁺ (Natrium)	mg/L	200	56,5	37,9	15,0	45,8	21,5	54,4	45,9	36,9	13,2	188,0	165,7	12,0
Li ²⁺ (Lithium)	mg/L	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NH ₄ ⁺ (Amonium)	mg/L	1,5	0,2	0,3	0,0	4,4	0,0	0,0	5,7	0,0	0,3	0,4	47,0	0,0
CO ₃ ²⁻ (Karbonat)	mg/L	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO ₃ ⁻ (Bikarbonat)	mg/L	-	363,2	260,2	167,7	381,7	318,1	327,9	336,8	398,4	137,6	860,2	1266,4	159,0
Cl ⁻ (Klorida)	mg/L	250	76,2	47,4	27,9	100,5	31,7	82,9	105,8	86,7	32,2	274,0	266,6	21,2
SO ₄ ²⁻ (Sulfat)	mg/L	250	39,9	12,6	16,8	19,1	52,6	14,0	24,0	37,8	13,6	63,3	10,6	13,1
NO ₂ ⁻ (Nitrit)	mg/L	3,0	0,03	0,02	0,00	0,06	0,00	1,55	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
NO ₃ ⁻ (Nitrat)	mg/L	50,0	18,4	22,3	0,0	0,0	0,0	45,4	0,0	8,0	31,4	0,0	0,0	0,0
Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	1000	568	428	232	442	418	608	668	658	282	1432	1536	158

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Sampel Air, 2015

4.1.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang tidak diambil atau diamati secara langsung di lapangan tetapi menggunakan referensi yang memuat data yang dicari. Yang meliputi data sekunder pada penelitian ini yakni berupa tinjauan umum dari daerah penelitian (batas administrasi dan geografis, kondisi geologi, kondisi hidrogeologi dan kondisi iklim), peta topografi, peta geologi, peta hidrogeologi, curah hujan, evapotranspirasi dan parameter input yang dibutuhkan dalam pengolahan data.

Data sekunder seperti tinjauan umum, peta geologi, peta hidrogeologi dan data curah hujan dapat dilihat pada BAB II. Dari nilai curah hujan daerah TPA Leuwigajah dari Tahun 2009 - 2014, data yang digunakan untuk pemodelan yakni rata - rata dari penjumlahan nilai curah hujan pertahunnya yakni sebesar 2521,3 mm/tahun.

Sedangkan untuk data informasi litologi batuan di dapatkan dari hasil interpretasi geolistrik yang di lakukan di sekitar TPA Leuwigajah. Proses pengintepretasi hasil geolistrik tersebut didasarkan pada nilai resistivity batuan dan juga melakukan pendekatan geologi dengan menggunakan Peta Geologi Lembar Bandung skala 1 : 100.000. Dari hasil intepretasi tersebut didapatkan dua lapisan batuan yang terdapat pada daerah TPA Leuwigajah yakni batupasir tufaan dan andesit.

Sedangkan untuk data *properties/* sifat fisik batuan didapatkan dari literatur/referensi yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5
Data Sifat Fisik Batuan

Sifat Fisik/ Properties	Nilai	
	Batupasir Tufaan	Andesit
Konduktifitas Hidrolik (m/s)	6×10^{-6}	3×10^{-4}
Porositas Efektif (%)	27	5
Total Porositas (%)	34	10
Specific Storage (1/m)	$1,89 \times 10^{-5}$	$6,4 \times 10^{-6}$
Specific Yields	27	5
Koefisien Dispersi vertikal	0,1	
Koefisien Dispersi horizontal	1	
Koefisien Difusi (m ² /day)	$1,7 \times 10^{-4}$	

Sumber : Freeze And Cherry, 1979.

Untuk data evapotranspirasi tahun 2014 dapat dilihat bahwa nilai evapotranspirasi terbesar terdapat pada bulan Desember yakni sebesar 120,10 mm/bulan dan nilai evapotranspirasi terkecil terdapat pada bulan Agustus yakni sebesar 57,02 mm/bulan. Untuk data yang digunakan dalam pemodelan yakni jumlah dari nilai evapotranspirasi dalam satu tahun yakni sebesar 1224,69 mm/tahun. Untuk data evapotranspirasi bulanan pada tahun 2014 dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6
Data Evapotranspirasi Daerah TPA Leuwigajah Tahun 2014

Bulan	Evapotranspirasi (mm/bulan)	Jumlah (mm/tahun)
Januari	109,49	1224,69
Februari	104,21	
Maret	118,57	
April	110,38	
Mei	111,75	
Juni	94,32	
Juli	88,07	
Agustus	57,02	
September	90,16	
Oktober	105,02	
November	115,60	
Desember	120,10	

Sumber : Hasil Pengolahan Data Lapangan, 2015

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang digunakan untuk memodelkan air serta penyebaran kontaminan yakni menggunakan *Software Visual Modflow 3.1.0*. Untuk memulai pengerjaan permodelan ini dibutuhkan parameter - parameter sebagai input dalam proses pengolahan data dengan menggunakan *Software Modflow* ini. Parameter data yang dibutuhkan yakni berupa peta topografi, peta geologi, data curah hujan, data evapotranspirasi, data properti akuifer seperti nilai konduktifitas hidrolis, nilai *specific storage*, nilai *specific yields*, nilai koefisien dispersi, dan data muka air tanah yang berasal dari hasil pengukuran muka air dari sumur penduduk serta data hasil pengujian analisis fisik dan kimia air tanah di laboratorium air.

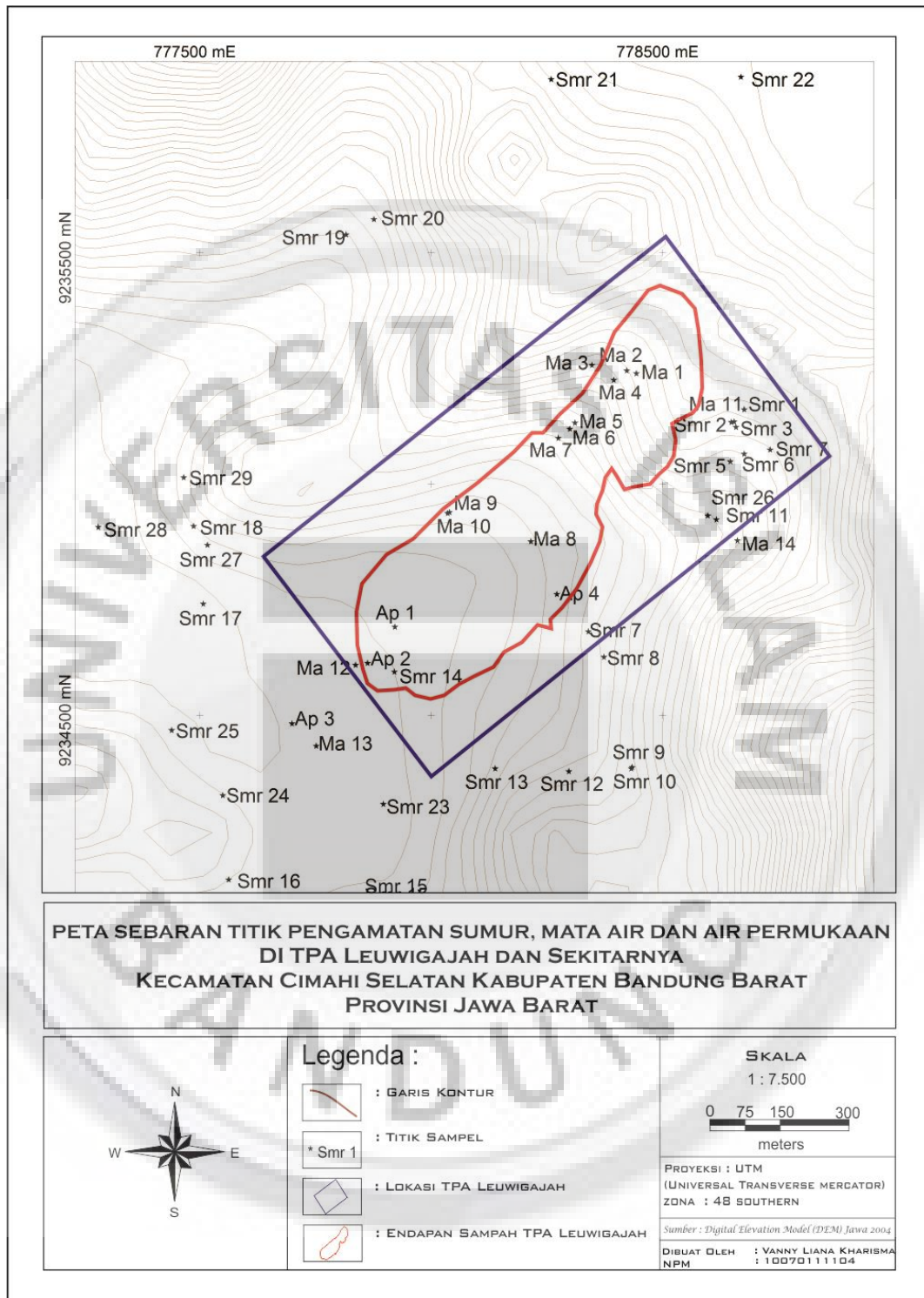
Dalam mengerjakan permodelan air tanah ini terdapat beberapa asumsi yang digunakan yakni sebagai berikut ini :

1. Parameter akuifer yang digunakan selama permodelan bernilai konstan.
2. Kondisi batas (*Boundaries*) yang digunakan dalam permodelan yakni *recharge* yaitu data curah hujan dan evapotranspirasi.
3. Nilai konduktifitas hidrolis (K) dianggap homogen yaitu K_x dan K_z adalah sama yaitu nilai K nya sendiri yang diambil dari literatur.
4. Nilai koefisien dispersi yaitu D_x dan D_y diambil dari literatur.
5. Nilai *specific storage* (S_s) dan *specific yields* (s_y) diambil dari literatur.
6. Kondisi air tanah yang digunakan yaitu tidak tertekan dan dalam keadaan tunak (*steady state*).
7. Dimensi arah aliran air tanah secara horizontal lebih dominan daripada arah vertikal.
8. Terdapat dua lapisan batuan yang digunakan dalam permodelan berdasarkan hasil interpretasi geolistrik yakni batupasir tufaan dan andesit.

9. Karena adanya keterbatasan peralatan yang digunakan untuk mengukur rekahan batuan dan juga memodelkan aliran air tanah beserta *plume* pencemaran, maka aliran air tanah pada rekahan batuan dianggap sama dengan aliran air tanah pada media berpori.

Data parameter topografi yang digunakan sebagai data input untuk permodelan digunakan peta topografi sumber DEM (*Digital Elevation Model*) tahun 2005 dengan skala 1 : 7500. Peta topografi ini digunakan karena menggambarkan topografi awal daerah Leuwigajah sebelum dijadikan areal TPA serta mencakup seluruh kedudukan titik sampel serta lokasi penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.





Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2015

Gambar 4.1
Peta Sebaran Titik Pengamatan Sumur, Mata Air dan Air Permukaan
di TPA Leuwigajah dan Sekitarnya

Terdapat beberapa langkah dalam pengerjaan permodelan air tanah serta penyebaran kontaminan dengan menggunakan *Software Modflow* ini yakni sebagai berikut :

11. Peng-*input*-an data lokasi penelitian dan geometri akuifer (koordinat maksimum (max), minimum (min) (Xmax, Xmin, Ymax, Ymin) dan elevasi permukaan tanahnya (Zmax, Zmin) serta geometri sistem akuifer).
12. Perancangan *grid* model.
13. Peng-*input*-an data *Initial Head* (muka air tanah).
14. Peng-*input*-an data titik sampel dan batasan TPA.
15. Peng-*input*-an nilai konduktivitas hidrolis pada setiap lapisan batuan.
16. Peng-*input*-an nilai s_s , s_y , n_e , n_{total} pada setiap lapisan batuan.
17. Peng-*input*-an data *Constant Head*.
18. Peng-*input*-an nilai *Constant Concentration*.
19. Penginputan nilai koefisien dispersi.
20. Perencanaan batasan waktu
21. Me-*running* data (Untuk simulasi aliran air tanah secara kuantitatif data di run menggunakan Modflow2000, sedangkan untuk simulasi penyebaran kontaminan dari hasil yang sudah disimulasikan Modflow2000 menggunakan MT3DMS).

Berdasarkan data hasil pengujian air insitu dan hasil pengujian laboratorium air, permodelan penyebaran kontaminan yang dibuat hanya model penyebaran kontaminan TDS, Besi (Fe^{2+}) dan Mangan (Mn^{2+}).

Untuk permodelan penyebaran kontaminan TDS digunakan hasil pengujian insitu air sumur warga penduduk sebanyak 44 sampel, sedangkan untuk memodelkan kontaminan Besi (Fe^{2+}) dan Mangan (Mn^{2+}) digunakan hasil pengujian laboratorium

sampel air yang dipilih secara acak berdasarkan kedudukan serta topografi dari sumur penduduk terhadap lokasi TPA Leuwigajah. sebanyak 10 sampel air.

