

POLA PENYEBARAN SALINITAS PADA AKUIFER PANTAI PASIR PANJANG, KOTA KUPANG, NTT

Judi K. Nasjono

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana

Abstract

For water demand, people use dug well getting groundwater stored in aquifer at Pasir Panjang, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang, NTT. It situated close to Kupang Bay. Thus the aquifer potentially being seawater intrusion when excessive groundwater pumping. Pattern of groundwater salinity distribution is important data for groundwater management. In this study we applied Electric Conductivity (EC) method to measure saline in dug wells. Location, deep of well and groundwater table data took also. Linier regression analysis show that low salinity found on dug well far from coastline and high saline found nearby coastline. The map with contour line show spatial distribution which different on western and eastern of map. Indicating that high intrusion happened on eastern

Key words : aquifer, wells, salinity, intrusion

1. Pendahuluan

Sumber air permukaan di kota kupang sangat minim, hal ini menyebabkan masyarakat dan pemerintah dalam rangka memenuhi kebutuhan air, mencari sumber air yang lain. Sumber air yang menjadi objek eksploitasi adalah air tanah. Potensi air tanah di kota kupang hasil penelitian Banunaek (2002) adalah $13.66 \times 10^6 \text{ m}^2$. Hingga tahun 2001, pemerintah telah membuat 549 buah sumur bor, 49 buah debitnya kecil atau tidak ada sama sekali dan 15 buah adalah sumur pengamat (Denik, 2005), belum terhitung sumur dangkal yang dimiliki masyarakat yang tinggal di Kupang. Eksploitasi air tanah yang dilakukan oleh masyarakat dan pemerintah barangkali telah membuat terjadinya pengurangan potensi air tanah dibandingkan dengan potensi yang tersedia di tahun 1993 (Banunaek, 2002).

Pengurangan potensi air tanah jika terjadi pada akuifer daerah pantai dapat menyebabkan terjadinya ketidak seimbangan hidrostatik air tawar dan air asin. Bila tekanan hidrostatik air tawar berkurang maka terjadi intrusi air asin yang meningkatkan kadar garam pada akuifer. Ghyben-Herzberg, (dalam Todd, 1980) telah menurunkan

persamaan matematika untuk kondisi keseimbangan hidrostatik, yang mana dalam persamaan tersebut permeabilitas tidak diperhitungkan. Permeabilitas ditentukan oleh keadaan geologi. Peningkatan kadar garam dapat juga disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan menjadi daerah permukiman, perkotaan dan jaringan jalan (Kausai, dkk, 2005).

Kondisi geologi di Kupang menurut hasil studi perusahaan Crippen (Denik, 2005) formasi batuananya bervariasi dari lempung dengan kadar montmorilonite yang tinggi, sedimen alluvial tua hingga batu gamping, atau gabungan ketiganya. Sifat lulus air (permeabilitas) tanah yang mengandung lempung dan sedimen alluvial tua sangat rendah merupakan tanah yang lambat menyerap air sehingga infiltrasi air ke dalam tanah berjalan lambat. Tanah yang mengandung batu gamping mampu menyerap air hujan lebih banyak dari tanah biasa. Dengan jenis tanah yang bervariasi ini kondisi hidrogeologi (air bawah tanah) di Kupang cukup rumit.

Variasi sebaran permeabilitas berdampak pada variasi salinitas air tanah. Coxwin (1996) menggunakan teknologi Geographic Information System (GIS) dengan aplikasi *Global Positioning*

System untuk memodelkan salinitas pada daerah irigasi didaerah kering di Amerika. Darwish (2005), menerapkan teknologi berlandas gambar satelit untuk mengidentifikasi lokasi sumur dan mengukur salinitas berdasarkan pengukuran electric conductor meter.

Ada dua cara menentukan salinitas air yaitu dengan menentukan *Total Dissolved Salt* (TDS) dan *Electric Conductivity* (EC). Pengukuran TDS amat sulit dilakukan dilapangan, sedangkan pengukuran EC sangat sederhana, cepat dan sangat berguna di lapangan (Anderson,1999). Hasil pengukuran menggunakan EC dinyatakan dalam $\mu\text{S/cm}$ (mikromhos/cm). Hasil pengukuran dalam $\mu\text{S/cm}$ dapat dikonversikan ke mg/l dengan menggunakan grafik yang disajikan oleh Hansen dkk (1992).

Global Positioning system (GPS) adalah suatu sistim yang dipergunakan untuk menentukan posisi dipermukaan bumi menggunakan satelit navigasi. Ada 24 satelit navigasi yang ditempatkan di luar angkasa, 4 sampai 10 satelit navigasi yang akan selalu dapat diamati dari manapun pada satu lokasi dipermukaan bumi (Poerbandono, 2005) Aplikasi sistim ini telah banyak dipergunakan secara luas pada bidang militer dan sipil untuk menentukan posisi suatu objek.

Tulisan ini bertujuan memberikan gambaran mengenai sebaran salinitas yang terjadi pada akuifer pantai Pasir Panjang, Kota Kupang, NTT. Selain itu hasil penelitian ini dapat dijadikan sumber data untuk monitoring kondisi hidrogeologi untuk managemen air di daerah penelitian.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada kawasan pantai Pasir Panjang, Kodya Kupang Propinsi NTT dengan posisi geografis merentang $123^{\circ} 35'30''$ - $123^{\circ} 37'30''$ Bujur Timur dan $10^{\circ} 8'30''$ – $10^{\circ} 9'30''$

Lintang Selatan. Waktu penelitian dilakukan saat a dan pada awal musim hujan yaitu bulan Nopember 2008. Alat yang dipergunakan adalah : a) *lectric Conductivity* (EC), b) meteran, c) sounding, d) *Global Position System* (GPS) reciever Garmin, dan e) alat tulis

Langkah-langkah pelaksanaan kegiatan penelitian sebagai berikut

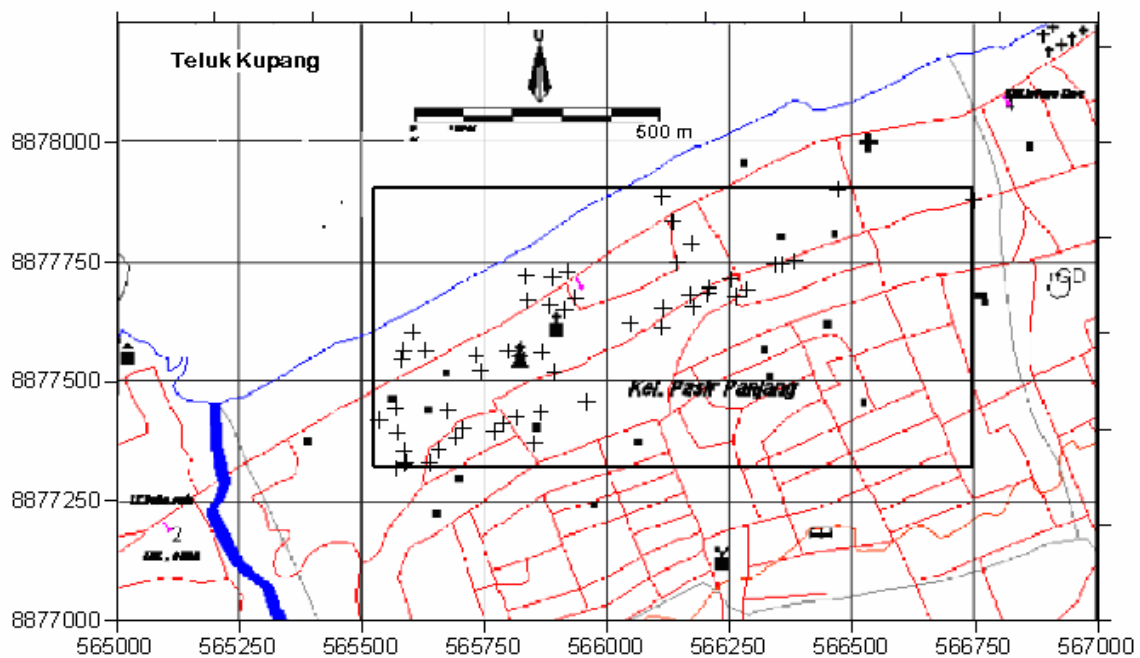
- a) Survei pendahuluan dalam upaya pendataan sumur pada lokasi penelitian yang menyangkut kepemilikan, waktu konstruksi sumur dan ijin untuk melakukan pengambilan data;
- b) Lokasi setiap sumur diidentifikasi menggunakan peralatan *GPS receiver*. Dari peralatan ini diperoleh koordinat geografis dari masing-masing sumur dan elevasi letak sumur dari muka laut. Data yang berhasil dikumpulkan diolah menggunakan software *Map Source*;
- c) Dari masing-masing sumur keberadaan air ditentukan menggunakan alat sounding, selanjutnya diukur menggunakan meteran untuk menentukan kedalaman muka air dari tanah;
- d) Dari masing-masing sumur diambil airnya, selanjutnya air yang telah diambil, diukur kadar garamnya menggunakan peralatan EC;
- e) Hasil pengukuran dengan peralatan EC kemudian diolah pada software microsoft excel bersama data koordinat geografis yang sudah diolah menggunakan software *Map Source*, elevasi sumur dan kedalaman air sumur.;
- f) Data koordinat geografis dan nilai EC kemudian diolah menggunakan software *Surfer* yang dengan program Digital

Elevation Model (DEM) mampu mengkomputasi data tersebut kedalam gambar peta kontur yang akan memperlihatkan pola sebaran air asin.

3. Hasil dan Pembahasan

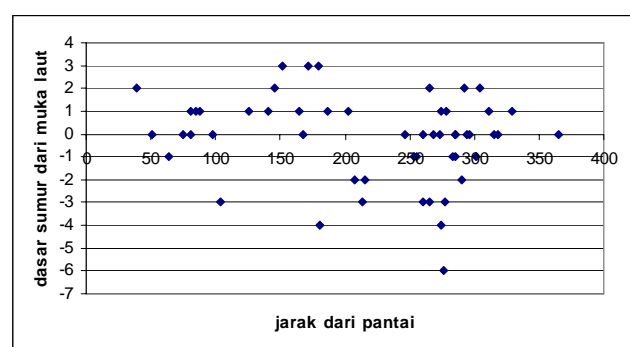
Daerah penelitian adalah daerah permukiman dengan sebelah utara merupakan tepi pantai. Disebelah selatan pada jarak lebih dari 400 m dari garis pantai adalah perbukitan dengan

ketinggian rata-rata 25m. Pada bagian barat 150 meter dari batas penelitian terdapat alur sungai yang berair pada musim hujan dan kering pada musim panas. Sebelah timur adalah dataran. Permukiman padat berada disekeliling daerah penelitian dengan perkecualian pada daerah timur. Terdapat 54 buah sumur yang diteliti namun sumur dengan kode sgl telah ditutup oleh masyarakat sehingga hanya 53 sumur yang berhasil diambil data salinitas



Gambar 1. Daerah Penelitian dan Lokasi Sumur Dangkal

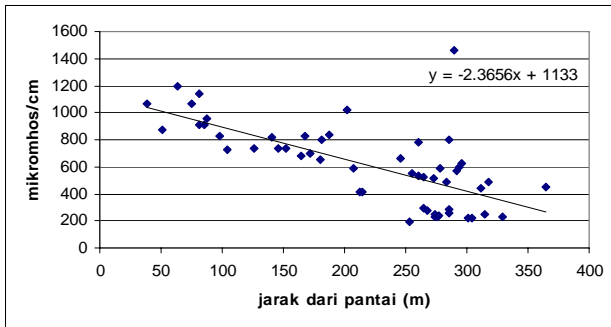
Salinitas pada sumur gali di akuifer pantai dipengaruhi oleh kedalaman sumur. Hasil pengukuran kedalaman sumur terhadap jarak relatif dari tepi pantai tersaji pada Gambar 2. dari gambar tersebut terlihat bahwa 18 sumur yang letaknya dari garis pantai kurang dari 200m mempunyai dasar sumur diatas muka laut, dua sisanya terletak dibawah muka laut. Nilai EC masing-masing sumur lebih dari □□□ mhos/cm. empat sumur yang melampaui nilai EC 1000 mhos/cm, mempunyai kedalaman sumur 0 - 1 meter diatas permukaan laut.



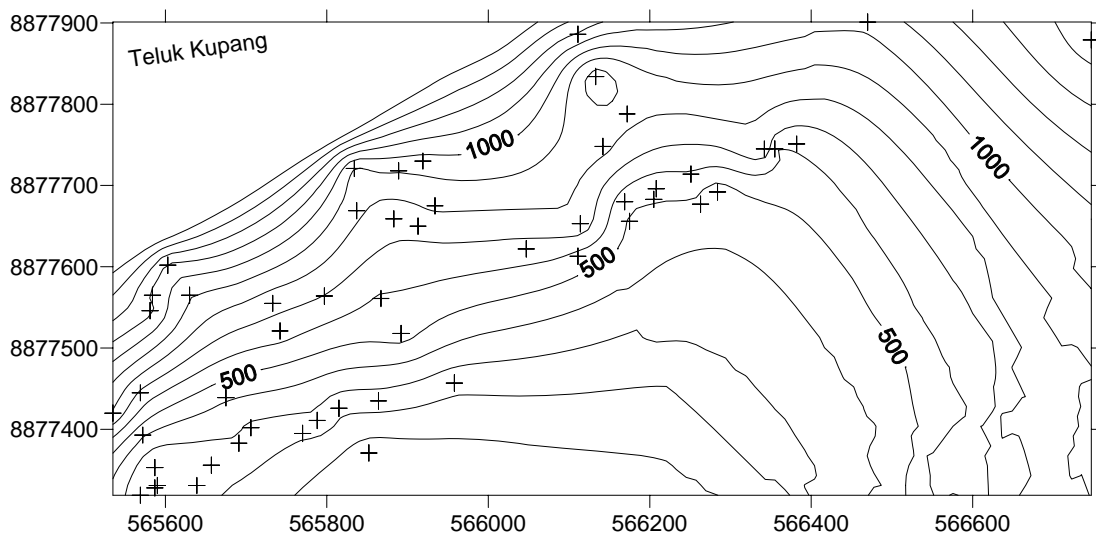
Gambar 2. Kedalaman sumur dan jarak sumur dari garis pantai.

Hubungan antara perubahan salinitas dan jarak dari garis pantai disajikan pada Gambar 3. Dari gambar tersebut sumur yang berada pada jarak 0 – 200 dari pantai mempunyai nilai salinitas lebih

besar 600 mhos/cm atau lebih besar 350 mg/l. Ada 20 sumur yang berjarak kurang dari 200 m dari pantai, dan hanya lima sumur (20%) yang mempunyai nilai EC melebihi nilai 1000 mhos/cm, atau melebihi 600 mg/l, yang menurut standart Depkes air tersebut tidak layak di konsumsi.



Gambar 3. Hubungan Salinitas dan letak sumur dari garis pantai



Gambar 4. Peta sebaran salinitas daerah penelitian

Gambar 4. adalah peta yang diperoleh dengan menggunakan software Surfer. Garis kontur pada peta menggambarkan distribusi keruangan sebaran salinitas di daerah penelitian. Nilai garis kontur berangsur-angsur berubah dari tinggi kerendah dan sejajar garis pantai ditemukan pada sebelah kiri atau barat daerah penelitian. Dengan

Pada jarak lebih dari 200 m terdapat 30 sumur penduduk yang diukur dan ditemukan tiga sumur dengan nilai EC melampaui 1000 mhos/cm. Ketiga sumur tersebut berdekatan dan terletak disebelah timur daerah penelitian, satu sumur tidak lagi dipergunakan oleh masyarakat.

Analisa menggunakan metode regresi linier menemukan bahwa trend hubungan antara jarak sumur dari garis pantai dengan salinitas adalah linier. Garis linier pada Gambar 3. adalah trend data hasil regresi. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa secara umum nilai salinitas menurun bila jaraknya jauh dari pantai, dengan demikian penyebab pencemaran sumur warga sehingga kadar garam meningkat disebabkan oleh intrusi air laut..

demikian hal ini merupakan konfirmasi atas hasil regresi linier pada Gambar 3.

Pengecualian terdapat pada bagian timur daerah penelitian dimana pada daerah tersebut ditemukan empat buah sumur yang jaraknya dari pantai relative jauh tetapi mempunyai nilai EC yang tinggi sehingga diduga telah terjadi intrusi air laut

yang berat didaerah tersebut, walaupun ada juga dugaan bahwa kemungkinan salinitas yang tinggi ini disebabkan air laut yang terperangkap saat pembentukan daerah tersebut atau batuan daerah tersebut mengandung garam. Namun bila memperhatikan empat buah sumur yang terletak kurang dari 200 m dari garis pantai yang terletak di tengah daerah penelitian mempunyai nilai EC yang melebihi 1000 mhos/cm, maka kemungkinan itu salah.

Empat buah sumur yang mempunyai EC yang melebihi 1000 mhos/cm dan terletak kurang 200 m dari garis pantai mempunyai dasar sumur berkedalaman diatas muka laut, sehingga berdasarkan teori keseimbangan hidrostatik semestinya air dalam sumur masih termasuk air tawar. Berdasarkan kondisi ini dapat dikatakan pada daerah tersebut telah terjadi interusi air laut.

Pada sebelah barat daerah penelitian air sumur gali masih dapat dikonsumsi oleh masyarakat karena nilai EC yang berada dibawah 1000 mhos/cm. Adanya sungai yang terletak disebelah barat daerah penelitian diduga sebagai pemasok air bagi akuifer daerah tersebut. Hal ini menyebabkan pada daerah tersebut terkonsentrasi sumur gali masyarakat.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan :

- 1) Nilai electric conductivity (EC) pada sumur-sumur yang menjadi subjek penelitian berada pada rentang nilai 80-1458;
- 2) Salinitas air sumur gali pada daerah penelitian umumnya besar didaerah dekat dengan garis pantai dan menurun bila terletak relatif jauh dari garis pantai.;
- 3) Sumur gali yang terletak disebelah timur daerah penelitian telah terintrusi air asin hingga melebihi jarak 200 m dari garis pantai. Sedangkan pada bagian barat lokasi penelitian sumur gali masih dapat dikonsumsi oleh masyarakat;
- 4) Salinitas dapat berubah-ubah sesuai kondisi pasang surut, kondisi iklim dan struktur tanah, yang pada penelitian ini belum memperoleh perhatian lebih. Untuk memperoleh data yang lebih komprehensif disarankan pada penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan hal tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan pada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini, saudara Doni dan Zevanya yang membantu sehingga penelitian ini terlaksana

Daftar Pustaka

- Anderson, Helen dan Cummings, David.. 1999. "Measuring The Salinity of Water", *Landcare Notes*. Department of Sustainability and Environment, State Of Victoria, Australia.
- Banunaek, Noni. 2002. "Potensi dan Dampak Pemanfaatan Airtanah Terhadap Masyarakat Kota Kupang", *Seminar Pengembangan dan pemberdayaan Konsumen Jasa Konstruksi*. YPKJI, Kupang
- Coxwin, Dennis L., Rhoades, James D., Vaughan, Peter J. 1996. "GIS Application to the Basin-Scale Assessment of Soil Salinity and Salt Loading to Goundwater", *Application of GIS to the modeling of Non-Point Source Pollutans in Vadose Zone*, Soil Society of America, Special Publication 48.

- Darwis, Kh. M., Kotb, M. M., Ali, R.. 2005. "Mapping Soil Salinity Using Collocated Cokringing in Bahariyah Oasis, Egypt, http://www.scribd.com/document_downloads/6571659?extension=pdf&secret_password (diakses, 25 Februari 2009).
- Denik, Sri K. Kresnohadi, Didik. & Nasjono, Judi K. 2005. "Pengembangan dan Pengelolaan Embung Sebagai Alternatif Sumber Daya Air di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur", *Prosiding Pengembangan Sumber Daya Air Terpadu dan Berkelanjutan*. Universitas Merdeka, Malang ; pp 323-331
- Hansen, Vaughn E., Israelsen, Orson W., Stringham, Glen E., Tachyan. 1992.. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*. Terjemahan Endang P. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Kaushai, Sujai S., Groffman, Peter M., Linkens, Gene E., Belt, Kenneth T., Stack, William P., Kelly, Victoria R., Band, Lawrence E., Fisher, Gery T. 2005. "Increased Salinization of Fresh Water in The Notheastern United States", *PNAS*, Vol. 23, No. 38, pp 13517-13520.
- Poerbandono & Djunasjah, Eka. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama. Bandung
- Todd, David K. 1980. *Groundwater Hydrology*. John Willey & Son, New York
- Soemarto, C, D. 1995. *Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Lampiran

No	Kode Sumur	Koordinat UTM			EC (µmhos)	Jarak dari pantai (m)	Elevasi (m)	kedalaman (m)
1	sg10	51 L	566208	8877696	526	265	11	11
2	sg11	51 L	566205	8877683	512	273	11	11
3	sg12	51 L	566169	8877680	533	260	10	13
4	sg13	51 L	566175	8877656	488	283	12	13
5	sg14	51 L	566114	8877653	780	260	10	10
6	sg15	51 L	566111	8877613	566	292	11	9
7	sg16	51 L	566047	8877622	659	246	9	9
8	sg17	51 L	566142	8877748	833	187	8	7
9	sg18	51 L	566172	8877788	831	168	7	7
10	sg19	51 L	566133	8877834	729	104	4	7
11	sg2	51 L	566747	8877879	1458	290	11	13
12	sg20	51 L	566111	8877886	1193	64	3	4
13	sg21	51 L	565919	8877730	958	88	4	3
14	sg22	51 L	565889	8877718	906	81	4	3
15	sg23	51 L	565834	8877721	875	51	4	4
16	sg24	51 L	565837	8877669	826	98	4	4
17	sg25	51 L	565883	8877659	739	126	4	3
18	sg26	51 L	565934	8877675	822	141	4	3
19	sg27	51 L	565913	8877650	736	152	6	3
20	sg28	51 L	565892	8877518	548	255	9	10
21	sg29	51 L	565867	8877561	587	207	8	10
22	sg3	51 L	566470	8877901	1025	202	7	6
23	sg30	51 L	565797	8877564	698	172	7	4
24	sg31	51 L	565742	8877521	653	180	7	4
25	sg32	51 L	565733	8877555	733	146	6	4
26	sg33	51 L	565630	8877565	908	85	6	3
27	sg34	51 L	565584	8877565	1071	73	6	4
28	sg35	51 L	565581	8877546	1136	81	6	3
29	sg36	51 L	565569	8877445	678	165	5	4
30	sg37	51 L	565535	8877420	799	181	5	9
31	sg38	51 L	565675	8877439	412	213	4	7
32	sg39	51 L	565572	8877393	411	215	5	7

No	Kode Sumur	Koordinat UTM			EC (µmhos)	Jarak dari pantai (m)	Elevasi (m)	kedalaman (m)
33	sg4	51 L	566382	8877751	622	296	11	11
34	sg40	51 L	565587	8877353	190	253	7	8
35	sg41	51 L	565569	8877319	234	276	7	13
36	sg42	51 L	565587	8877328	235	277	7	10
37	sg43	51 L	565590	8877331	247	274	7	11
38	sg44	51 L	565639	8877331	254	285	11	12
39	sg45	51 L	565691	8877383	294	265	11	9
40	sg46	51 L	565706	8877402	278	268	11	11
41	sg47	51 L	565788	8877411	283	285	12	12
42	sg48	51 L	565815	8877426	220	301	13	13
43	sg49	51 L	565852	8877371	45	365	25	25
44	sg5	51 L	566355	8877745	596	294	11	11
45	sg50	51 L	565958	8877457	232	329	21	20
46	sg51	51 L	565864	8877435	252	315	23	11
47	sg52	51 L	565770	8877395	217	304	12	11
48	sg53	51 L	565657	8877356	234	274	11	10
49	sg54	51 L	565603	8877602	1071	39	6	4
50	sg6	51 L	566342	8877745	796	285	10	10
51	sg7	51 L	566284	8877692	437	311	16	15
52	sg8	51 L	566263	8877677	486	318	15	15
53	sg9	51 L	566251	8877714	593	278	11	10