

PROYEKSI PEMETAAN SEBARAN KESADAHAN AIR TANAH DI KOTA PALU BERBASIS WEB MENGGUNAKAN APLIKASI GOOGLE MAPS API

Mapping Projections Of Water Hardness Of The Groundwater In Palu Using The Web-
Based Google Maps API

Ratna S Labanu¹, H. Iqbal¹, Dedy Farhamsa¹

¹Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

Email: ratnalabanu88@gmail.com 0823 9615 5838

ABSTRACT

The groundwater research has conducted for mapping the distribution of water hardness using the web-based Google Maps API application and for determining the level of the average hardness of the ground water in the City of Palu, which has higher water hardness. All sampling points which were labelled green, yellow and red, where green and yellow colour which indicated that the hardness value was still low, but red indicated a high hardness values. The obtained hardness results in 4 districts in Palu by using the titration method of complexometry or EDTA titration were different, namely the District of South Palu, West Palu, East Palu, and District of North Palu were 12,54 mg/l – 15,68 mg/l, 11,87 mg/l – 98,58 mg/l, 10,53 mg/l – 15,68 mg/l, and 10,3 mg/l – 89,59 mg/l, respectively. However, these results were still under the maximum threshold. It was influenced by the content of water-soluble salts of hardness ions such as Ca^{2+} , Mg^{2+} , and Fe^{2+} , and it was also affected by CO_2 free and a large amount of NaCl, which can increase the water hardness.

Keyword: Water hardness, groundwater, Google Maps API, Complexometry Titration

ABSTRAK

Penelitian air tanah yang dilakukan untuk pemetaan sebaran kesadahan berbasis web menggunakan Aplikasi Google Maps API dan untuk mengetahui tingkat kesadahan rata-rata air tanah di Kota Palu. Kota Palu merupakan daerah yang memiliki kesadahan air tanah yang tinggi. Semua titik pengambilan sampel yang diberi warna hijau, kuning dan merah, dimana warna hijau dan kuning menandakan bahwa nilai kesadahan masih rendah, akan tetapi warna merah menandakan bahwa nilai kesadahan tinggi. Hasil kesadahan yang diperoleh pada 4 kecamatan di Kota Palu dengan menggunakan metode titrasi kompleksometri atau titrasi EDTA adalah berbeda-beda, yaitu Kecamatan Palu Selatan, Palu Barat, Palu Timur, and Kecamatan Palu Utara adalah berturut-turut 12,54 mg/l – 15,68 mg/l, 11,87 mg/l – 98,58 mg/l, 10,53 mg/l – 15,68 mg/l, dan 10,3 mg/l – 89,59 mg/l. Namun hasil yang diperoleh dari penelitian masih dibawah ambang batas maksimum. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan garam yang terlarut dalam air dari ion-ion sadah seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Fe^{2+} , serta dipengaruhi oleh CO_2 yang bebas dan jumlah NaCl yang besar, sehingga hal ini dapat meningkatkan kesadahan air.

Kata Kunci: Kesadahan air, Air tanah, Google Maps API, Titrasi Kompleksometri

I. PENDAHULUAN

Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air), dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H_2O , 1 molekul air tersusun atas 2 atom hidrogen yang terikat secara kovalen satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berbau pada kondisi standar. Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan *Cyclus Hydrologie*.

Airtanah yang bersikulasi padakedalamandantempattertentukanm engalamipemanasanolehpanasbumi. Airtanahsebenarnyaanyakmengandungzat-zat yang bilabatastertentubermanfaatbagitubuhmanusiatetapi bilaberlebihanakansangatmembahayakantubuhman usia. Salah satuzattersebutadalahzatkapur.

Airtanahbanyakmengandung mineral-mineral terlarutseperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang menyebabkankedahapanpada air. Selainituterdapatjugakationbikarbonatdan gas terlarut CO_2 .Dengannaiknya pH akibatlepasnya CO_2 kefasa gas, makaakanterjadisuaturreaksikesetimbanganpembent ukkanerak $CaCO_3$ (Saksono, 2006).

Kesadahan yang dimaksud disini adalah efek yang terjadi ketika air banyak mengandung mineral dari kation logam bervalensi dua dalam jumlah yang berlebihan. Biasanya yang sering menimbulkan kesadahan adalah logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Kesadahan total terjadi ketika ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} secara bersama-sama dalam air (Kris, 2006).

Metode yang dapat digunakan untuk mengukur kesadahan air adalah dengan metode titrasi dengan menggunakan Ethylene Diamine Tetra Acid (EDTA) sebagai titran. Salah satu penggunaan titrasi ini adalah untuk penentuan kesadahan air dimana kesadahan tersebut disebabkan oleh adanya ion kalsium (Ca) dan ion magnesium (Mg). Titik akhir dari titrasi adalah ditandai dengan terjadinya perubahan warna. Cara titrimetri ini didasarkan pada kemampuan ion-ion logam membentuk senyawa kompleks dan dapat larut dalam air sehingga tirtasi ini disebut titrasi kompleksometri.

Dari penelitian sebelumnya yang dikembangkan oleh Antonius Wicaksono (2008), dengan memanfaatkan aplikasi Google Maps API seperti: Aplikasi GPSTrack yang merupakan perangkat lunak atau aplikasi yang dikembangkan untuk melacak keadaan seseorang dan mengetahui lokasi

seseorang pada waktu yang telah lampau. Aplikasi ini memberikan informasi mengenai posisi *device* atau *handphone* orang yang bersangkutan melalui Google Maps. Sedangkan penelitian yang dikembangkan oleh M. Zhaky As' Ari Hadi (2004), tentang aplikasi GmapProAds yang merupakan sistem periklanan properti dengan menggunakan J2ME dan Google Maps API. Aplikasi web GmapProAds dikembangkan dengan menggunakan Google Maps API, PHP dan Javascript, aplikasi ini dikembangkan dengan tujuan mempermudah konsumen dalam mencari informasi tentang jual beli seperti tanah, rumah, dan bangunan lainnya.

Dengan mempelajari penelitian-penelitian yang telah dikembangkan sebelumnya, maka penulis bermaksud untuk membuat peta tentang sebaran kesadahan air tanah di Kota Palu dengan memanfaatkan aplikasi Google Maps API.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Tanah

Sebagian air hujan yang mencapai di permukaan bumi akan menyerap kedalam tanah dan akan menjadi air tanah. Air tanah adalah air yang tersimpan/terperangkap di dalam lapisan batuan yang mengalami pengisian/penambahan secara terus menerus oleh alam (Harmayani. K. D dan Konsukartha. I. G. M, 2007).

Air tanah terbagi atas 3, yaitu:

a. Air Tanah Dangkal

Terjadi karena daya proses peresapan air permukaan tanah, lumpur akan tertahan demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih. Air tanah dangkal akan terdapat pada kedalaman 15 meter. Air tanah ini bisa dimanfaatkan sebagai sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal. Dari segi kualitas agak baik sedangkan kuantitasnya kurang cukup dan tergantung pada musim.

b. Air Tanah Dalam

Terdapat pada lapisan rapat air pertama dan kedalaman 100-300 meter. Ditinjau dari segi kualitas pada umumnya lebih baik daripada air tanah dangkal, sedangkan kuantitasnya mencukupi tergantung pada keadaan tanah dan sedikit dipengaruhi oleh perubahan musim.

c. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang

berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam. Selain itu gaya gravitasi juga mempengaruhi aliran air tanah menuju ke laut. Tetapi dalam perjalanannya air tanah juga mengikuti lapisan geologi yang berkelok sesuai jalur akuifer dimana air tanah tersebut berada. Bila terjadi patahan geologi di dekat permukaan tanah, maka aliran air tanah dapat muncul pada permukaan bumi, pada tempat tertentu. Sebagai tumpahan air tanah alami yang pada umumnya berkualitas baik, maka mata air dijadikan pilihan sumber air bersih yang dicari-cari dan diperebutkan oleh penduduk kota (Pebrian. F, 2008).

2.2 Peranan Air bagi Kehidupan Manusia

Semua makhluk hidup memerlukan air, karena air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan. Tidak satupun kehidupan yang ada di dunia ini dapat berlangsung terus tanpa tersedianya air yang cukup. Bagi manusia, kebutuhan akan air ini amat mutlak, karena sebenarnya zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air, yang jumlahnya sekitar 73% dari bagian tubuh tanpa jaringan lemak (Soemirat, 2000).

2.3 Kesadahan Air

Kesadahan berasal dari kata sadah yang berarti mengandung kapur. Kesadahan air adalah adanya kandungan kapur yang berlebih yang terdapat dalam air yang disebabkan oleh lapisan tanah kapur yang dilaluinya. Jenis sumber air yang banyak mengandung sadah adalah air tanah khususnya air tanah dalam. Air yang banyak mengandung mineral kalsium dan magnesium dikenal sebagai "air sadah", atau air yang sukar untuk dipakainya mencuci (Atastina, dkk, 2005:1).

Menurut *World Human Organization* (WHO) air yang bersifat sadah akan menimbulkan beberapa dampak sebagai berikut:

1. Terhadap kesehatan dapat menyebabkan *cardiovascular disease* (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan *urolithiasis* (batu ginjal).
2. Menyebabkan pengerasan pada peralatan logam untuk memasak sehingga penggunaan energi sangat boros.
3. Penyumbatan pada pipa logam karena endapan CaO_3 .
4. Pemakaian sabun menjadi lebih boros karena buih yang dihasilkan sedikit.

2.4 Peta Online Google Maps

Google Maps merupakan salah satu layanan Google yang menyediakan akses peta global yang diakses melalui internet (<http://maps.google.com>). Layanan ini memungkinkan pengguna mengakses informasi suatu tempat di bumi, seperti informasi nama tempat terkenal, informasi wisata, koordinat geografi suatu tempat, nama jalan serta rute perjalanan.

Fitur-fitur yang diberikan pada Google Maps:

- a. Peta digital yang dapat dengan mudah dilihat, dicetak dan disajikan secara mendetail (untuk lokasi tertentu).
- b. Pengaturan tampilan dengan skala yang mudah diubah dengan fasilitas *zoom-in* dan *zoom-out* peta.
- c. Pengubahan tampilan dari modus peta ke modus foto satelit sehingga memudahkan kita untuk melihat foto lokasi walaupun tidak secara *real-time*.

Selain itu peta dari Google Maps dapat digunakan oleh siapa saja dengan berbagai kepentingan. Untuk itu Google menyediakan Google Maps *API* (*Application Programming Interface*) yang dapat diunduh dan digunakan secara bebas. Dengan adanya Google Maps *API* tersebut akan memudahkan programmer untuk menggunakan fitur-fitur Google Maps pada *web* atau layanan mereka (Hadi, 2009).

2.5 Google Maps API (*Application Programming Interface*)

Google Maps *API* merupakan *API* (*Application Programming Interface*) yang disediakan oleh Google untuk memfasilitasi pembangunan aplikasi yang berhubungan dengan peta global. Google menciptakan Google Maps *API* untuk memfasilitasi pengembangan suatu aplikasi peta berbasis web yang memiliki data sesuai dengan kebutuhan pengguna (Econym, 2009).

Dengan menggunakan Google Maps *API* dimungkinkan untuk menyisipkan seluruh fasilitas dan teknologi yang ada pada Google Maps ke dalam suatu *website*. Hal utama yang dibutuhkan dalam pembangunan aplikasi *API* ini adalah *APIkey*. *APIkey* adalah nilai kunci atau penanda yang harus ada bila kita menggunakan fasilitas Google Maps *API*. Setiap *website* yang menggunakan fasilitas Google Maps *API* memiliki nilai *APIkey* yang berbeda-beda.

Pembangunan peta yang menggunakan Google Maps API ini menggunakan bahasa *Javascript*. Baik itu bahasa *Javascript* umum maupun bahasa *Javascript* khusus yang dikembangkan oleh Google untuk pembangunan Google Maps (Google *Javascript*). Dengan menggunakan *Javascript* ini dapat dibangun suatu aplikasi peta berbasis *web* yang interaktif. Google terus-menerus melakukan pengembangan dan penyempurnaan API ini, agar dapat mudah digunakan dan memiliki layanan yang baik (Econym, 2009).

Langkah- langkah menggunakan Aplikasi Google Maps API, yaitu:

- a. Menampilkan Google Map di *Browser*
- b. Menampilkan *Marker*
- c. *Geocoding* (menampilkan map berdasarkan latitude, longitude)
- d. Menampilkan info *window*
- e. Menampilkan banyak *marker* dengan *icon* berbeda-beda

Google Maps API menyediakan kelas-kelas, tipe dan fungsi-fungsi yang dapat digunakan untuk membangun suatu aplikasi peta Google Maps. Pada Tabel 2.2 memberikan penjelasan masing-masing kelas dasar yang dimiliki Google Maps API.

Tabel 2.2 Kelas dasar Google Maps API

GMap3	Merupakan kelas yang paling utama dari Google Maps API. Digunakan untuk menciptakan peta.
GMapOptions	Mempresentasikan argumen-argumen untuk kelas Gmap3
GinfoWindow	Kelas yang digunakan untuk menciptakan jendela informasi
GinfoWindowOptions	Mempresentasikan argumen-argumen untuk kelas GinfoWindow
GMarker	Kelas yang digunakan menciptakan tanda (marks) pada peta
GMarkerOptions	Mempresentasikan argumen-argumen untuk kelas GMarker
GPolyline	Kelas yang digunakan untukmenciptakan garis atau polyline
GPolylineOptions	Mempresentasikan argumen-argumen untuk kelas Gpolyline
GPolygon	Kelas yang digunakan untuk menciptakan bidang luasan pada peta

GPolygonOptions	Merepresentasikan argumen-argumen untuk kelas Gpolygon
Gicon	Kelas yang digunakan untuk menciptakan icon pada suatu Marks
GlatLng	Merepresentasikan koordinat latitude, dan longitude
GMapType	Merepresentasikan tipe peta yang akan ditampilkan
GMapTypeOptions	Merepresentasikan argumen-argumen untuk kelas GMapType
GEventListener	Kelas yang digunakan untuk mendengar dan menangani event-event

Sumber: (Econym, 2009).

III.METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Tempat Penelitian

Kota Palu adalah Ibu Kota Provinsi Sulawesi Tengah yang terbagi atas 8 kecamatan dan 43 kelurahan. Tetapi pengambilan sampel hanya dilakukan pada 4 Kecamatan, yaitu :

1. Kecamatan Palu Selatan
2. Kecamatan Palu Barat
3. Kecamatan Palu Timur
4. Kecamatan Palu Utara

3.2 Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Global Positioning System (GPS)*, labu ukur, buret 50 mL, statif dan klem, labu erlenmeyer 250 mL, sendok indikator *murexide*, dan botol sampel. Sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel Air, *aquades*, *tissue*, selotip (lakban), larutan *buffer ammonia/buffer kesadahan*, *Erichrome Black T (EBT)*, standar EDTA titran 0.01 M.

3.3 Prosedur Penelitian

1. Penentuan nilai kesadahan

Pengambilan data dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA UNTAD dengan Metode Titrasi EDTA sebagai titrandan menggunakan indikator yang peka terhadap semua kation tersebut. Untuk mengetahui kadar/kesadahan air disetiap sampel yang diteliti, dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pemeriksaan sampel air.

2. Memasukkan 50 ml sampel ke dalam erlenmeyer ukuran 250 ml yang sebelumnya telah dibilas menggunakan air sampel.
3. Memasukkan 1 ml larutan buffer ke dalam erlenmeyer yang telah berisi air sampel, kemudian menghomogenkan
4. Menambahkan sedikit indikator EBT dengan menggunakan sendok, kemudian menghomogenkan sampai warna air sampel berubah menjadi merah muda
5. Selanjutnya, mentitrasi air sampel dengan EDTA 0,01 M hingga warna air sampel berubah dari merah muda menjadi biru muda. Selama proses titrasi homogenisasi harus terus dilakukan agar terjadi perubahan warna yang sesuai.
6. Pada proses titrasi, dicatat jumlah EDTA yang berkurang pada buret.

$$\text{Rumus Kesadahan} = \frac{1000}{CA} \times \text{Xml} \times F. \text{EDTA} \times \frac{BMCaO}{BMCaCO_3} \times 0,1 D$$

2. Pemetaan nilai kesadahan menggunakan prinsip interpolasi

Penentuan nilai kesadahan menggunakan prinsip interpolasi yaitu proses penentuan suatu fungsi yang grafiknya melalui sejumlah titik tertentu, dengan menggunakan 3 titik terdekat dengan persamaan Umum:

$$S = ax + by + c$$

dan persamaan bidang:

$$S_1 = ax_1 + by_1 + c$$

$$S_2 = ax_2 + by_2 + c$$

$$S_3 = ax_3 + by_3 + c$$

IV. HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Penentuan Nilai Kesadahan Air

Hasil penelitian terhadap sampel air di Kecamatan Palu Selatan memiliki nilai kesadahan CaCO_3 yang berkisar antara 12,54 mg/l – 15,68 mg/l. Di Kecamatan Palu Barat nilai kesadahan CaCO_3 berkisar 11,87 mg/l – 98,58 mg/l. Di Kecamatan Palu Timur nilai kesadahan CaCO_3 berkisar 10,53 – 15,68 mg/l. Sedangkan di Kecamatan Palu Utara nilai kesadahan CaCO_3 berkisar 10,3 mg/l – 89,59 mg/l. Hasil penelitian kesadahan total air yang di Kecamatan Palu Barat di Kelurahan Tipo sebesar 98,58 mg/l dan di Kecamatan Palu Utara di Kelurahan Taipa sebesar 89,59 mg/l. Maka dapat disimpulkan bahwa air sumur yang berada di Kelurahan Tipo dan Kelurahan Taipa masih di bawah ambang batas maksimum yang

diperbolehkan. Adapun persyaratan PERMENKES RI No 416 Tahun 1990 mengenai standar kualitas air bersih berdasarkan kesadahannya yakni 500 mg/l. Penyebab kesadahan suatu air adalah karena adanya garam kalsium dan magnesium serta besi pada suatu larutan.

Nilai kesadahan tertinggi terletak pada Kecamatan Palu Barat dan Palu Utara, yaitu pada Kelurahan Tipo dan Taipa dan nilai kesadahan terendah terletak pada Kecamatan Palu Utara di Kelurahan Tawaeli. Berikut hasil penentuan nilai kesadahan air dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 nilai kesadahan, lanitude danlatitude

No	Lokasi sampling	Kesadahan (mg/l)	Lanitude	Latitude
1	Palu Selatan			
	jl. I Gusti Ngurah Rai	15,68	-0,921878	119,871402
	jl. Zebra	12,77	-0,924583	119,884116
	jl. Basuki Rahmat	15,68	-0,918647	119,883678
	jl. Kijang	12,54	-0,927505	119,89126
2	Palu Barat			
	kel. Tipo	98,58	-0,860445	119,825561
	Kabonena	12,16	-0,884819	119,835717
	jl. Jambu	15,08	-0,898888	119,854821
	jl. Lombok	11,87	-0,901972	119,854816
3	Palu Timur			
	jl. Pramuka	15,68	-0,894779	119,868545
	jl. Tombolotutu	10,53	-0,884643	119,880483
	jl. Kimaja	11,65	-0,892283	119,863797
	jl. Hj. Hayun	12,32	-0,892225	119,86754
4	Palu Utara			
	Mamboro	12,54	-0,798512	119,874812
	Kayumalue	11,2	-0,773461	119,86928
	Taipa	89,59	-0,732443	119,863246
	Tawaeli	10,3	-0,732981	119,864533

4.2 Hasil Data Olahan menggunakan Prinsip Interpolasi

Parameter yang terukur berupa nilai koordinat geografis yang diolah dengan menggunakan prinsip interpolasi, dengan menarik garis gradient yang sama terhadap nilai posisi. Berikut hasil data olahan menggunakan prinsip interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data olahan menggunakan prinsip interpolasi

Titik sampling	Kesadahan mg/l	Longitude	Latitude
t1	10,00	-0,845533	119,887801
t2	18,88	-0,890531	119,883980
t3	14,56	-0,918650	119,892536
t4	7,00	-0,935867	119,886795
t5	10,95	-0,932750	119,867498
t6	27,59	-0,901095	119,878043
t7	2,36	-0,908273	119,865808
t8	15,97	-0,922600	119,866331
t9	9,04	-0,936858	119,866967
t10	29,30	-0,936294	119,850260
t11	16,12	-0,902186	119,850927
t12	16,05	-0,885356	119,840558
t13	20,38	-0,873086	119,831384
t14	3,51	-0,857243	119,823751

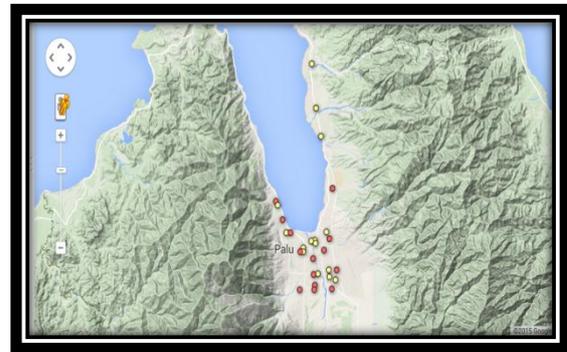
Tabel data pengolahan menunjukkan nilai kesadahan tertinggi terletak di koordinat -0,901095, 119,878043 dan koordinat -0,936294, 119,850260 dengan nilai kesadahan masing-masing sebesar 27,59 mg/l dan 29,30 mg/l. Sementara nilai kesadahan terendah terletak di koordinat -0,908273, 119,865808 dan koordinat -0,857243, 119,823751 dengan nilai kesadahan masing-masing sebesar 2,36 mg/l dan 3,51 mg/l.

4.3 Pembahasan

Untuk pemetaan kesadahan di 4 Kecamatan dalam Kota Palu digunakan prinsip interpolasi 3 titik koordinat tetangga terdekat. Dalam penentuan koordinat tersebut dipilih 3 titik terdekat dari koordinat yang ingin diketahui. Kemudian ketiga titik koordinat yang telah dipilih dimasukkan ke dalam persamaan bidang untuk penentuan nilai variabel dalam persamaan umum yang akan digunakan. Substitusi nilai koordinat yang ingin diketahui nilai kesadahan ke dalam persamaan umum yang telah diperoleh, maka akan diketahui besarnya nilai kesadahan pada koordinat tersebut. Dalam pemetaan ini, jarak R sebagai titik koordinat yang ingin dicari kesadahan, mempengaruhi nilai akurasi dari hasil yang akan diperoleh, yakni semakin dekat jarak R maka akurasi data yang diperoleh akan semakin baik. Hal ini disebabkan karena ketika jarak R semakin jauh, maka pengaruh titik sampel yang dijadikan titik acuan semakin kecil terhadap nilai kesadahan yang diperoleh.

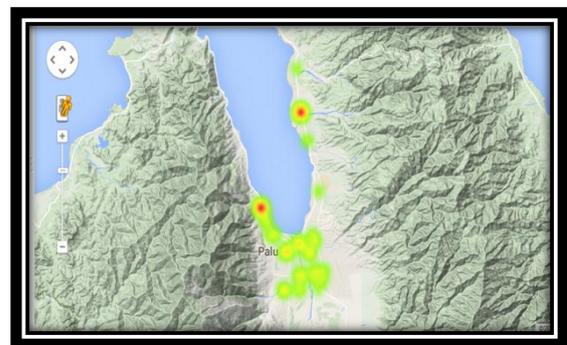
Pemodelan sebaran kesadahan air tanah menghasilkan keluaran berupa peta yang cukup

mendukung untuk menjelaskan kondisi sebaran kesadahan air tanah di kota palu. Gambar 4.1 menunjukkan titik-titik lokasi data, warna kuning adalah titik pengambilan sampel, warna merah adalah titik data olahan menggunakan prinsip interpolasi.



Gambar 4.1 Titik-titik lokasi data, warna kuning titik pengambilan sampel, warna merah titik data olahan

Pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa kesadahan air tanah digambarkan dengan warna yang berbeda, dimana warna merah menunjukkan bahwa kesadahan tinggi, sedangkan warna hijau dan kuning menunjukkan bahwa kesadahan masih rendah.



Gambar 4.2 Peta Heatmap kesadahan air di kota Palu

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa dari semua hasil kesadahan yang diperoleh di wilayah Kota Palu, meskipun ada 2 titik yang kesadahan lebih tinggi dari semua hasil yang diperoleh, akan tetapi semua masih dibawah ambang batas maksimum yang diperbolehkan. Adapun persyaratan PERMENKES RI No 416 Tahun 1990 mengenai standar kualitas air bersih berdasarkan kesadahan yakni 500 mg/l.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kota Palu merupakan daerah yang memiliki kesadahan air tanah yang tinggi. Dari peta distribusi kesadahan air di Kota Palu memperlihatkan titik pengambilan sampel yang diberi warna hijau, kuning dan merah. Warna hijau dan kuning menandakan bahwa nilai kesadahannya masih rendah, dan ada 2 titik yang diberi warna merah yang menandakan nilai kesadahannya tinggi, namun masih dibawah ambang batas maksimum yang diperbolehkan.
2. Nilai dari kesadahan air di Kota Palu adalah hasilnya berbeda-beda, dengan nilai kesadahan tertinggi berada di Kecamatan Palu Barat dan Palu Utara yaitu di Kelurahan Tipo dan Taipa, dan nilai kesadahan yang terendah berada di Kecamatan Palu Utara yaitu di Kelurahan Kayumalue dan Tawaeli, sehingga nilai rata-rata sebesar 23,01 mg/l. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan garam yang terlarut dalam air dari ion-ion sadah seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Fe^{2+} , serta dipengaruhi oleh CO_2 yang bebas dan jumlah NaCl yang besar, sehingga hal ini dapat meningkatkan kesadahan air.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang sudah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Khususnya kepada **H. Iqbal S.Si., M.Si., Dedy Farhamsa, S.Si., MT.**, atas saran dan masukan yang diberikan selama proses pelaksanaan penelitian. Ucapan Terima Kasih juga kepada **Sandra S.Si., MT** yang sudah banyak membantu dan memberikan solusi kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Serta kepada teman2 yang terlibat dalam penelitian yang telah dilakukan penulis ucapkan banyak terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar Daud, 2010, *Buku Praktikum Kesehatan Lingkungan*. Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
- Anonim, 2007, *Kesadahan air*, <http://id.wikipedia.org>, (diakses pada tanggal 16 November 2010).
- Atastina, 2005, *Penghilangan Kesadahan air yang Mengandung Ca^{2+} dengan menggunakan zeolit Alam Lampung sebagai Penukar Kation*, [online]. <http://ilhadsblog.blogspot.com/> [Diakses 3 April 2012].
- Busana, A, 2012, *Sistem Navigasi Pariwisata Di Jawa Timur Pada Smartphone Android (Studi Kasus Di Dinas Kebudayaan Dan Pariwisata Provinsi Jawa Timur)*. (Online). (<http://ppta.stikom.edu/>, di akses 8 februari 2013).
- Effendi, H, 2003, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Dayadan Lingkungan Perairan*, Penerbit Kasinius, Yogyakarta.
- Gregory, K.J. and Walling, D.E, 1973, *Drainage Basin Form and Process*, Fletcher and Son Ltd. Norwich.
- Hanafiah, K.A, 2012, *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, Penerbit PT, Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Herlambang, Sudarno, 2004, *Geomorfologi Umum (Modul Perkuliahan)*, Malang: Universitas Negeri Malang FMIPA Jurusan Geografi.
- Indarto, 2010, *Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*, Penerbit Rinake Cipta, Jember.
- Jatilaksono, 2009, *Laporan Praktikum KloRida*, [online]. <http://www.desinfektan.tp%20klorin.htm.com> [Diakses 2 April 2012]
- Junus, M, 2012, *Sistem Pelacakan Posisi Kendaraan Dengan Teknologi GPS & GPRS Berbasis Web*, Jurnal ELTEK, Vol 10 No 02, Oktober 2012 ISSN 1693-4024, Malang.
- Kadir, A, (2003), *Pengenalan Sistem Informasi*, Andi, Yogyakarta.
- Kris, 2006, *Air Sadah*, [online]. <http://ilhadsblog.blogspot.com/> [Diakses 3 April 2012].
- Mariana, 2004, *Kualitas fisik dan kimia air pam di jakarta, Bogor, tangerang, bekasi Tahun 1999 – 2001*, [Online] <http://www.litbang.depkes.go.id/me dia/data/air.pdf>, [Diakses 2 April 2012].
- Nugroho Isrofah Isnaieni, Sutedjo HS, Bandung, 2008, *Jurnal Ilmiah Magister Teknik Geologi*,

Vol. 1 No. 3, *Jurusan Teknik Geologi UPN*,
Veteran, Yogyakarta.

Puradimaja Deny Juanda, 2010,
Hidrogeologi Umum Sifat Fisik dan Kimia
Airtanah (catatan kuliah),
(www.fiktm.itb.ac.id/kk-geologi_terapan),
diakses tanggal 15 februari 2012.

Sosrodarso, Suyono, 1983,
Hidrologi untuk Perairan, PT.
Pradnya Paramita, Jakarta.

Saksono, N, 2006, *Magnetisasi Air*
Sadiah Untuk Pencegahan Pembentukan Kerak,
[Online] [http://staff.ui.ac.id/internal/13209242](http://staff.ui.ac.id/internal/132092428/publikasi/magnetisasi_airsadiah._Nelson_ok_.pdf)
8/publikasi/magnetisasi_airsadiah._Nelson_ok_.
pdf. [diakses 3 April 2012]

Ulfi, Takyakul Fikri,
1999, *Agihan Bentuk Lahar serta Perbedaan Kualitas*
Air Tanah di Kecamatan Bantur Kabupaten Malang,
(Skripsi tidak diterbitkan), IKIP Malang.

Yousman Y,
2004, *Sistem Informasi Geografis dengan*
MapInfo Professional, Andi, Yogyakarta