

STUDI PENENTUAN KAWASAN RESAPAN AIR PADA WILAYAH DAS BANJIR KANAL TIMUR

Setyo Ardy Gunawan, Yudo Prasetyo, Fauzi Janu Amarrohman^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788
email : gunawan.sa@outlook.com

ABSTRAK

DAS Banjir Kanal Timur merupakan DAS yang terletak di tengah-tengah Kota Semarang yang merupakan kota terbesar di Provinsi Jawa Tengah dengan jumlah pembangunan infrastruktur dan pemukiman kota yang tinggi tiap tahunnya. Bencana kekurangan air tiap musim kemarau sering dialami di sejumlah daerah DAS Banjir Kanal Timur karena jumlah air tanah dalam daerah tersebut kecil dan sulit diperbarui. Pembaharuan air tanah ini erat hubungannya dengan resapan air, kondisi resapan air yang baik mampu mengalirkan air dari permukaan ke dalam tanah untuk menjadi air tanah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi, sebaran dan pola resapan air di kawasan DAS Banjir Kanal Timur. Dalam penentuan kondisi resapan air terdapat lima parameter yaitu jenis tanah, penggunaan lahan, keterlerangan, potensi air tanah dan curah hujan. Terdapat tiga metode dalam penelitian ini yaitu metode pengolahan citra optis (klasifikasi terawasi), citra radar (InSAR) dan sistem informasi geografis (SIG). Data citra terdiri dari dua jenis citra optis dan satu citra radar, diantaranya citra ALOS PRISM tahun 2010, SPOT-6 tahun 2014 dan ALOS PALSAR tahun 2008. Kriteria resapan air dibedakan menjadi enam kriteria, yaitu baik, normal alami, mulai kritis, agak kritis, kritis dan sangat kritis.

Pada penelitian ini diperoleh hasil kondisi resapan air di DAS Banjir Kanal Timur dalam kondisi mulai kritis dengan luas mencapai 2607,523 Ha (33,17 %), kondisi normal alami seluas 1507,674 Ha (19,18 %), agak kritis dengan luas 1452,931 Ha (18,48 %) dan berturut-turut dengan kondisi baik, kritis dan sangat kritis dengan luas 1157,04 Ha (14,72 %), 1058,639 Ha (13,47 %), dan 75,0387 Ha (0,95 %). Sebaran dan pola resapan air tidak merata yang tersebar di kawasan tengah dan utara DAS untuk kondisi resapan air mulai kritis, normal alami dan baik. Sementara kawasan selatan DAS dengan kondisi resapan air agak kritis, kritis dan sangat kritis.

Kata Kunci : Klasifikasi Terawasi, InSAR, SIG, Resapan Air, Air Tanah

ABSTRACT

Banjir Kanal Timur Watershed located in the center of Semarang. Semarang is the biggest city in central Java which infrastructure development and construction is high nowadays. The lack of fresh water become problem in dry season in watershed area because ground water is not rechargeable well. Rechargeable groundwater depends on water recharge area whether it is good or not.

The objective of the study is to determine condition and dissemination of water recharge in watershed area. Recharge area conditions determined by five parameters, soil type, land use, slope, ground water potential and rainfall. In this study use three methods, supervised classification to acquire land use from optic imagery, InSAR to derive DTM from SAR Imagery and GIS. There is two types optical image, ALOS PRISM 2010 and SPOT-6 2014. While SAR image is ALOS PALSAR 2008 only. The criteria of water recharge divided into six criteria, it is good, naturally normal, begin to critical, a little bit critical, critical and very critical.

The result shows that water recharge condition of Banjir Kanal Timur Watershed is in begin to critical condition with 2607,523 Ha (33,17 %), naturally normal with 1507,674 Ha (19,18 %), a little bit critical with 1452,931 Ha (18,48 %), good with 1157,04 Ha (14,72 %), critical with 1058,639 Ha (13,47 %) and very critical with 75,0387 Ha (0,95 %). The distribution of water recharge area in Banjir Kanal Timur Watershed has irregular pattern. In northern area of watershed consists of begin to critical, naturally normal, and good condition. Meanwhile in southern area of watershed consists of a little bit critical, critical and very critical condition.

Key words : Supervised classification, InSAR, GIS, Recharge Area, Ground Water

^{*)} Penulis Penanggung jawab

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Air bersih menjadi fraksi paling sedikit dari semua jenis air di bumi. Hampir 70 persen wilayah di bumi tertutup oleh air, namun hanya 2,5 persen dari air tersebut yang masuk kategori air bersih. Bahkan hanya 1 persen saja dari jumlah total air bersih tersebut mudah didapat, sisanya sulit didapat karena terjebak dalam gletser dan bongkahan salju. Pokok dari permasalahan air di dunia adalah hanya 0,007 persen saja dari keseluruhan air di bumi yang dapat memenuhi kebutuhan 6.8 milyar penduduk bumi (*Environmental National Geographic*, 2015).

Permasalahan ketersediaan air bersih secara lokal juga menjadi masalah utama di Kota Semarang. Tiap tahun harga air bersih meningkat, terutama air mineral kemasan. Warga Semarang kini sudah banyak yang antri untuk mendapatkan air bersih di bak penampungan air setempat. Hampir sebagian wilayah Semarang Selatan tidak tersentuh layanan PDAM yang menyebabkan ketersediaan air bersih berkurang. Selain di wilayah Semarang Selatan, di wilayah Semarang Timur juga terjadi masalah ketersediaan air bersih. Hal ini disebabkan karena pasokan air dari PDAM mengalami kendala, terlebih lagi sumber air dari mata air setempat mengalami penurunan debit (Suaramerdeka, 2012).

Kekurangan air dapat disebabkan oleh daya resap lahan terhadap air. Kawasan yang tidak dapat menyerap air dengan baik akan mengalirkan limpasan air dipermukaan tanah langsung menuju sungai dan laut tanpa didahului proses penyerapan air ke dalam tanah. Hal ini berdampak pada berkurangnya volume air tanah sehingga pengambilan air tanah tidak dapat maksimal. Selain faktor alam, penyerapan air juga dipengaruhi faktor manusia. Banyak daerah vegetasi dijadikan area terbangun yang menyebabkan daya resap air berkurang. Daerah aliran sungai sebagai penyangga air tanah juga tidak dapat berfungsi dengan baik apabila kawasan resapan airnya rusak. Kondisi air pada DAS Kanal Timur terlihat memprihatinkan pada musim kemarau tahun ini karena hampir seluruh area sungai hanya terisi oleh tanah tanpa adanya air.

Dengan fakta di atas diperlukan sebuah langkah untuk mengurangi dampak resiko kurang optimalnya pengelolaan daerah aliran sungai. Salah satu pemecahan masalah yang dapat digunakan adalah dengan menentukan kawasan resapan air yang sesuai serta mengetahui pola persebarannya. Metode penginderaan jauh dan sistem informasi geografis dapat digunakan sebagai langkah yang tepat untuk menentukan kawasan resapan air dan pola persebarannya. Dalam penginderaan jauh dilakukan pengolahan citra dengan metode klasifikasi terawasi untuk mendapatkan peta tutupan lahan kawasan DAS serta ekstraksi *DTM* (*Digital Terrain Model*) dari

citra untuk mendapatkan peta tingkat kelerengan di kawasan DAS. Sedangkan dalam pengolahan data berbasis sistem informasi geografis menggunakan metode *overlay* dan pembobotan dari data masukan untuk mengetahui penentuan kawasan resapan air serta pola persebarannya.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana proses identifikasi terhadap sebaran dan pola resapan air di kawasan DAS Kanal Timur?
2. Bagaimana penentuan model spasial untuk potensi resapan air di kawasan DAS Kanal Timur?
3. Bagaimana tingkat kekritisitas resapan air di kawasan DAS Kanal Timur?

I.3. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Metode pengolahan data yang digunakan adalah metode klasifikasi terawasi, InSAR, *overlay* dan pembobotan.
2. Parameter yang digunakan dalam penentuan area resapan air adalah data tutupan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, potensi air tanah dan curah hujan.
3. Validasi hasil pengolahan dilakukan dengan survei lapangan dan kuisioner.

I.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui proses identifikasi terhadap sebaran dan pola resapan air di kawasan DAS Kanal Timur.
2. Mengetahui penentuan model spasial untuk potensi resapan air di kawasan DAS Kanal Timur.
3. Mengetahui tingkat kekritisitas resapan air di kawasan DAS Kanal Timur.

Manfaat penelitian :

1. Berdasarkan aspek keilmuan. Memberikan kontribusi pada metodologi penelitian terhadap algoritma yang tepat dalam menentukan kawasan resapan air
2. Berdasarkan aspek kerekayasaan. Berkontribusi terhadap masyarakat untuk memberikan informasi mengenai kawasan resapan air termasuk pola dan tingkat kekritisitasnya.

I.5. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wilayah penelitian adalah kawasan DAS Banjir Kanal Timur Semarang
2. Data yang digunakan adalah data citra ALOS PRISM tahun 2010, ALOS PALSAR tahun 2008, SPOT-6 tahun 2014, data jenis tanah tahun 2010, data potensi air tanah tahun 2000 dan data curah hujan tahun 1995-2014.

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Air Tanah

Menurut Herlambang (1996) air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat didalam ruang antar butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah. Lapisan tanah dapat dibedakan menjadi lapisan *permeable* dan lapisan *impermeable*. Lapisan *permeable* adalah lapisan tanah yang dapat ditembus oleh air, yang terbentuk dari hasil endapan pasir atau kerikil, sedangkan lapisan *impermeable* adalah lapisan yang kedap air sehingga air tidak akan mampu melewati lapisan ini.

Banyaknya kawasan industri saat ini sangat berpengaruh terhadap jumlah air tanah. Hal ini disebabkan secara tidak langsung fungsi lahan dalam meresap air menjadi berkurang di kawasan industri. Sementara penyebab langsungnya yaitu pengambilan air tanah secara besar-besaran untuk memenuhi kebutuhan industri itu sendiri. Akibat dari tidak seimbangnya antara pengambilan dan pengisian kembali air tanah, menyebabkan berkurangnya cadangan air tanah. Dengan makin berkurangnya cadangan air tanah akan berdampak terhadap lingkungan. Contoh dampak yang terjadi adalah turunnya muka air tanah dan penurunan muka tanah.

II.2. Hidrologi Air Tanah

Hidrologi air tanah atau sering disebut geohidrologi adalah pengetahuan terjadinya distribusi dan gerakan air di bawah permukaan tanah. Beberapa pengetahuan yang sangat berkaitan dengan air tanah adalah geologi, hidrologi, meteorologi, mekanika fluida dan ilmu tanah (Wibowo, 2006).

Dalam suatu daur hidrologi, air tanah merupakan salah satu komponen yang dapat terbarukan (*renewable*) walaupun memerlukan waktu yang lama. Pengisian kembali (*recharge*) air tanah berasal dari air yang ada di permukaan tanah seperti air hujan, air sungai, air danau dan sebagainya, selanjutnya meresap ke dalam tanah secara vertikal dan masuk ke *water table* dan akhirnya masuk ke *ground water*.

II.3. Cekungan dan Potensi Air Tanah

Menurut undang-undang no.7 tahun 2004 tentang sumber daya air, cekungan air tanah merupakan suatu wilayah yang dibatasi oleh batas

hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pengaliran dan pelepasan air tanah berlangsung. Menurut Danaryanto (2004) secara umum cekungan air tanah di Indonesia dibedakan menjadi dua, yaitu akuifer bebas (*unconfined aquifer*) dan akuifer tertekan (*confined aquifer*).

Potensi air tanah di dalam suatu cekungan (*aquifer*) sangat tergantung kepada porositas dan kemampuan tanah untuk meloloskan (*permeability*) dan meneruskan (*transmissibility*) air. Di Indonesia, telah teridentifikasi 263 cekungan air tanah dengan total kandungan 522,2 milyar m³ air/tahun, 72 cekungan air tanah terletak di Pulau Jawa dan Madura dengan kandungan 43,314 milyar m³ air/tahun.

Adanya pengambilan air tanah yang banyak dan melampaui jumlah rata-rata tambahan akibat persaingan berbagai kepentingan dapat menyebabkan penurunan permukaan air tanah secara kontinyu dan pengurangan potensi air tanah di dalam akuifer. Hal ini akan memicu terjadinya dampak negatif, seperti intrusi air laut, penurunan kualitas air tanah dan penurunan permukaan tanah (Rejekiingrum, 2007).

II.4. Daerah Aliran Sungai

Berdasarkan PP No 37 tentang Pengelolaan DAS, Pasal 1, Daerah Aliran Sungai yang selanjutnya disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan

II.5. Resapan Air dan Kawasan Resapan Air

Proses pergerakan air dari permukaan tanah menuju ke dalam tanah terjadi dalam dua proses yaitu infiltrasi dan perkolasi. Infiltrasi merupakan proses pergerakan air masuk ke dalam lapisan tanah, sedangkan perkolasi adalah gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh ke dalam zona jenuh air. Proses infiltrasi adalah aspek utama dalam pengisian kembali air tanah. Resapan air dikatakan baik apabila air dapat dengan lancar masuk ke dalam lapisan tanah dan air yang masuk menjadi cadangan air tanah.

Kawasan resapan air berperan sebagai penyaring air tanah. Ketika air masuk ke daerah resapan maka akan terjadi proses penyaringan air dari partikel-partikel yang terlarut di dalamnya. Hal ini dimungkinkan karena perjalanan air dalam tanah sangat lambat dan oleh karenanya memerlukan waktu yang relatif lama. Pada keadaan normal, aliran air tanah langsung masuk ke sungai yang terdekat (Asdak, 1995). Daerah resapan air dalam Keputusan

Menteri Lingkungan Hidup No. 39/MENLH/8/1996 adalah daerah tempat meresapnya air hujan ke dalam tanah yang selanjutnya menjadi air tanah.

II.6. Metode Penentuan Kawasan Resapan Air

Nilai bobot parameter resapan air di dasarkan pada Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia nomor 32 tahun 2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRLH-DAS). Parameternya antara lain jenis tanah, penggunaan lahan, kemiringan lereng dan curah hujan. Nilai bobot parameter resapan air dan Klasifikasi kriteria kondisi resapan air dapat dilihat pada Tabel II.1 dan Tabel II.2.

Tabel II.1. Nilai Bobot Parameter Resapan Air (RTkRLH-DAS Dalam Wibowo, 2006. Dengan perubahan)

No.	Parameter	Bobot Nilai
1	Jenis Tanah	5
2	Penggunaan Lahan	4
3	Kemiringan Lereng	3
4	Potensi Air Tanah	2
5	Curah Hujan	1

Tabel II.2. Klasifikasi Kriteria Kondisi Resapan Air (RTkRLH-DAS Dalam Wibowo, 2006. Dengan perubahan)

No.	Nilai <i>Scoring</i> total	Kriteria Kondisi
1	>50	Baik
2	44-50	Normal alami
3	38-44	Mulai kritis
4	33-38	Agak kritis
5	27-33	Kritis
6	<27	Sangat kritis

1. Jenis Tanah

Jenis tanah merupakan parameter utama dalam penentuan daerah resapan air dan kondisinya. Pengharkatan jenis tanah berdasarkan pada klasifikasi yang telah diterapkan Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan.

Tabel II.3. Harkat dan Pembobotan Jenis Tanah (Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1998)

No.	Jenis Tanah	Infiltrasi	Harkat	Bobot
1	Regosol	Besar	5	5
2	Aluvial dan Andosol	Agak Besar	4	5
3	Latosol	Sedang	3	5
4	Latosol Mediteran	Agak Kecil	2	5
5	Grumusol	Kecil	1	5

2. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan parameter faktor resapan air yang memiliki hubungan erat dengan air larian permukaan (*run off*). Tipe vegetasi sangat berpengaruh dalam infiltrasi, semakin baik tutupan lahan maka semakin baik pula resapan air di daerah tersebut.

Tabel II.4. Harkat dan Pembobotan Penggunaan lahan (Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1998)

Klasifikasi		Penggunaan Lahan	Harkat	Bobot
No.	Infiltrasi			
1	Besar	Hutan Lebat	5	4
2	Agak Besar	Hutan Produksi, Perkebunan	4	4
3	Sedang	Semak Belukar, Padang Rumput	3	4
4	Agak Kecil	Ladang, Tegalan	2	4
5	Kecil	Pemukiman, Pekarangan, Sawah	1	4

3. Kemiringan Lereng

Kelerengan merupakan ukuran kemiringan lahan yang relatif terhadap bidang datar yang secara umum dinyatakan dalam persen atau derajat. Kemiringan lereng dapat digunakan berdasarkan pengaruhnya terhadap tingkat resapan (infiltrasi).

Tabel II.5. Harkat dan Pembobotan Kemiringan lereng (Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1998)

No	Lereng (%)	Deskripsi	Infiltrasi	Harkat	Bobot
1	<8	Datar	Besar	5	3
2	8-15	Landai	Agak Besar	4	3
3	15-25	Bergelombang	Sedang	3	3
4	25-40	Agak Curam	Agak Kecil	2	3
5	>40	Curam	Kecil	1	3

4. Potensi Air Tanah

Potensi air tanah merupakan keberadaan air yang berada pada lapisan akuifer yang dapat menyimpan dan mengalirkan air.

Tabel II.6. Harkat Dan Pembobotan Potensi Air Tanah

No	Potensi air tanah	Infiltrasi	Harkat	Bobot
1	Tinggi di akuifer dangkal	Besar	4	2
2	Sedang di akuifer dangkal	Agak Besar	3	2
3	Rendah di akuifer dangkal	Sedang	2	2
4	Nihil di akuifer dangkal	Agak Kecil	1	2

5. Curah Hujan

Curah hujan tahunan dan jumlah hari hujan tiap tahun berpengaruh pada faktor hujan infiltrasi yang dinyatakan pada persamaan (2.1),

$$RD=0,01 \times P \times Hh \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

RD= Faktor hujan infiltrasi

P = Curah hujan tahunan

Hh = Jumlah hari hujan tiap tahun

Tabel II.7. Harkat Dan Pembobotan Curah Hujan Infiltrasi. (Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1998)

No	Hujan Infiltrasi (mm/1h)	Infiltrasi	Harkat	Bobot
1	>5500	Besar	5	1
2	4500-5500	Agak Besar	4	1
3	3500-4500	Sedang	3	1
4	2500-3500	Agak Kecil	2	1
5	<2500	Kecil	1	1

II.7. Formulasi Model Spasial Kondisi Resapan Air

Klasifikasi kondisi daerah resapan air diperoleh melalui proses *overlay* dan pembobotan dari parameter yang sudah ditentukan. Pembobotan diperoleh melalui penjumlahan hasil kali antara harkat dan bobot dari tiap parameter. Persamaan formulasi model spasial kondisi kawasan resapan air diperoleh dari Hastono, 2012 dengan modifikasi penulis. Penentuan klasifikasi kondisi daerah resapan air yang dinyatakan pada persamaan (2.2) :

$$NT = Kb \cdot Kp + Sb \cdot Sp + Lb \cdot Lp + Tb \cdot Tp + Pb \cdot Pp \dots (2.2)$$

Keterangan :

- NT = Nilai Total
- Kb = Harkat jenis tanah
- Kp = Bobot jenis tanah
- Sb = Harkat penggunaan lahan
- Sp = Bobot penggunaan lahan
- Lb = Harkat kemiringan lahan
- Lp = Bobot kemiringan lahan
- Tb = Harkat potensi air tanah
- Tp = Bobot potensi air tanah
- Pb = Harkat curah hujan
- Pp = Bobot curah hujan

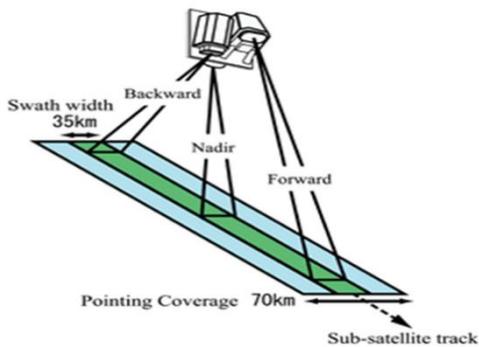
II.8. Satelit ALOS

Satelit ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) adalah satelit milik jepang yang merupakan satelit generasi lanjutan dari JERS-1 dan ADEOS yang dilengkapi dengan teknologi yang lebih maju, untuk memberikan kontribusi bagi dunia penginderaan jauh, terutama bidang pemetaan, pengamatan tutupan lahan, permasalahan lingkungan secara lebih akurat.

Salah satu kelebihan ALOS dibanding satelit lain yaitu kemampuan observasinya yang akurat dalam waktu yang singkat, bahkan ALOS dapat merekam tempat yang khusus apabila ada keadaan yang mendesak seperti terjadinya bencana alam. ALOS diluncurkan pada tanggal 24 Januari 2006 di Tanegashima Space Center dengan bobot hampir empat ton, mempunyai resolusi temporal 46 hari. Lima misi utama ALOS yaitu kepentingan kartografi, pengamatan regional, pemantauan bencana alam, penelitian sumberdaya alam dan pengembangan teknologi (JAXA, 2015).

Dalam melaksanakan misinya, ALOS dilengkapi dengan tiga sensor, yaitu PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR. Dengan adanya ketiga sensor ini maka dapat diperoleh kombinasi data dengan informasi yang detail.

Sensor PRISM (*Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping*) merupakan sistem yang mampu menghasilkan citra dengan resolusi tinggi di wilayah spektrum pankromatik. Tujuan utamanya adalah menghasilkan data stereo dengan resolusi tinggi (ukuran piksel 2,5 m) untuk kepentingan kartografi seperti pembuatan peta tutupan lahan, ekstraksi model permukaan digital dan sebagainya. Sensor ini mempunyai tiga modul optik untuk pengamatan, miring ke depan (*forward*), tegak lurus ke bawah (*nadir*) dan miring ke belakang (*backward*) seperti ditunjukkan pada gambar II.1 dibawah ini.



Gambar II.1. Tiga Mode Perekaman ALOS PRISM (JAXA, 2015)

Karakteristik citra ALOS PRISM dapat dilihat dalam Tabel II.8.

Tabel II.8. Karakteristik Citra ALOS PRISM (Japan Aerospace Exploration Agency)

Karakteristik	Penjelasan
Jumlah Saluran	1 (pankromatik)
Panjang gelombang	0,52 – 0,77 mikrometer
Jumlah optik	3 (<i>nadir, forward, backward</i>)
Rasio dasar ke tinggi	1 antara <i>forward</i> dan <i>backward</i>
S/N	>70
MTF	>0,2
Jumlah detektor	28000 / saluran (lebar sapuan 70km) 14000 / saluran (lebar sapuan 35km)
Penunjuk sudut	-1.5 to +1.5 derajat (<i>Mode Triplet</i>)
Panjang bit	8 bit
Resolusi Spasial	2,5 m (<i>nadir</i>)

(*Phased Array Type L-band Synthetic Aperture Radar*) atau biasa disebut PALSAR merupakan sensor gelombang mikro aktif yang bekerja pada frekuensi L band. Gelombang mikro pada saluran L mempunyai frekuensi 1-2 Ghz dengan panjang gelombang 15-30 λ. Sensor ini merupakan perbaikan dari sensor sebelumnya JERS-1 SAR. ALOS PALSAR merupakan satu-satunya sensor aktif yang dimiliki oleh ALOS, keunggulan secara umum sensor ini adalah dapat menembus awan, tidak tergantung pada cuaca, dapat digunakan baik saat siang maupun malam hari serta dapat melalui pepohonan.

Tiga *mode* utama dari ALOS PALSAR adalah *mode fine* yaitu *mode* resolusi tinggi dengan resolusi spasial 10 m dan *mode* operasi yang umum untuk observasi interferometrik dengan lebar liputan satuan citra 70 km dalam polarisasi tunggal HH atau HV,

mode fine dilengkapi juga dengan polarisasi HH+HV atau VV+VH. *Mode ScanSAR* yaitu *mode* yang memungkinkan untuk memperoleh citra dengan lebar liputan satuan citra 82 km – 350 km dengan polarisasi tunggal HH atau VV dan resolusi spasial 100 m didalam arah azimut dan jarak. *Mode polarimetrik (Fine Beam Polarimetric)* yaitu *mode* yang dioperasikan pada basis eksperimental, dalam polarisasi HH+VV+HV+VH (Osawa, 2005 dalam Akbar, 2015).

II.9. Satelit SPOT-6

SPOT-6 (*Système Pour l’Observation de la Terre*) merupakan satelit yang dibuat oleh Airbus Defence and Space, sebuah divisi dari perusahaan manufaktur pesawat Astrium yang berkedudukan di Paris Prancis. SPOT-6 diluncurkan pada tanggal 9 september 2012 di India dan dirancang untuk menyediakan data citra dengan resolusi tinggi secara berkelanjutan hingga tahun 2024.

SPOT-6 memiliki lima jenis saluran, yaitu pankromatik, biru, hijau, merah dan inframerah dekat. Untuk resolusi citra pankromatik sebesar 1,5 m dan 6 m untuk multispektral. Spesifikasi SPOT-6 dapat dilihat pada Tabel II.9 berikut.

Tabel II.9. Spesifikasi Satelit SPOT-6

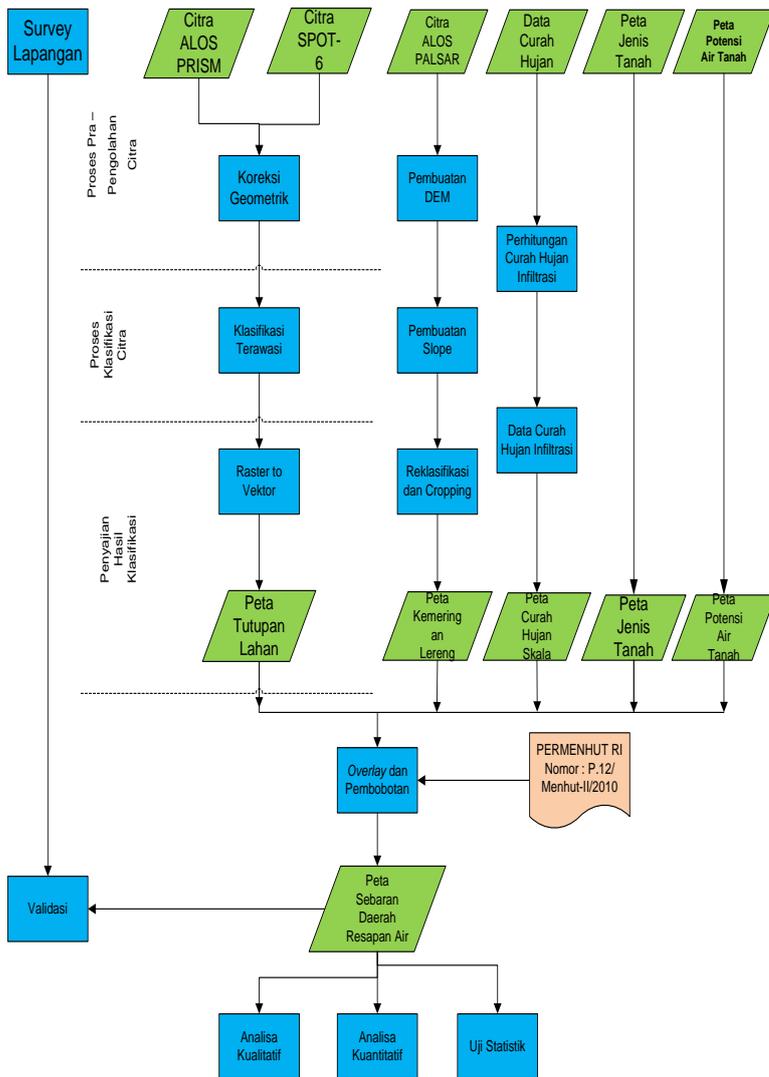
Resolusi	1,5 m Pankromatik
	6 m Multispektral
Lebar Sapuan	60 km
Saluran	Pankromatik: 450-745 nm
	Biru: 450-520 nm
	Hijau: 530-590 nm
	Merah : 625-695 nm
	Inframerah Dekat: 760-890 nm
Ketersediaan Data	Sejak Januari 2013
Kapasitas Akuisisi	Mencapai 6 juta km ² per hari
Orbit	<i>Sun-synchronous</i>
Resolusi Temporal	1 hari
Sistem Optik	Terbuat dari 2 teleskop Korsch yang identik
	Masing-masing dengan aperture 200 mm
Detektor	<i>PAN array assembly: 28,000 pixels</i>
	<i>MS array assembly: 4 x 7000 pixels</i>
Aplikasi	Militer
	Pertanian
	Kehutanan
	Monitoring lingkungan
	Pengamatan pantai
	<i>Engineering</i>
	Industri minyak, gas dan Tambang

III. Metodologi

III.1. Diagram Alir Penelitian

Metodologi dalam penelitian ini meliputi studi literatur ilmiah untuk memperoleh informasi untuk mendukung penelitian. Studi literatur yang di maksud dapat berupa buku, hasil penelitian, jurnal dan situs internet. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data, yaitu data citra, data jenis tanah, data potensi air tanah dan data curah hujan.

Secara sistematis metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar III.1 berikut.



Gambar III.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

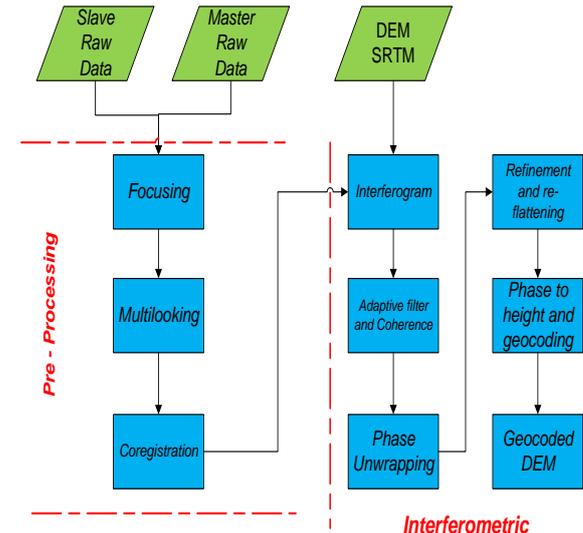
III.2. Pengolahan Citra ALOS PRISM dan SPOT-6

Untuk memperoleh informasi penggunaan lahan dari citra dilakukan proses klasifikasi citra, klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu klasifikasi *maximum likelihood*. Setelah klasifikasi dari kedua citra telah didapatkan, selanjutnya

menghitung *confusion matrix* dari tiap citra. Citra dengan *confusion matrix* yang lebih baik akan digunakan sebagai data acuan penggunaan lahan.

III.3. Pengolahan Citra ALOS PALSAR

Peta kemiringan lereng diperoleh melalui data DEM yang diekstrak dari citra ALOS PALSAR. Karena ALOS PALSAR merupakan data SAR maka diperlukan pengolahan Interferometri SAR untuk mendapatkan data DEM, pengolahan data SAR dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap pre-processing dan tahap interferometri.



Gambar III.2. Tahapan Pengolahan ALOS PALSAR

III.4. Pembuatan Peta Kawasan Resapan Air

Peta kawasan resapan air di buat dengan proses *overlay* parameter resapan air yaitu peta penggunaan lahan, peta kelerengan, peta curah hujan, peta jenis tanah dan peta potensi air tanah.

IV. Hasil dan Analisis

IV.1. Analisis Tutupan Lahan

Analisis penggunaan lahan pada penelitian ini merupakan hasil pengolahan citra SPOT-6 tahun 2014 Kota Semarang. Penggunaan lahan di area DAS Banjir Kanal Timur didominasi oleh lahan terbangun seperti pemukiman, jalan dan infrastruktur lain dengan luas 6105,455 ha (77,69 %), kawasan vegetasi seperti taman dan perkebunan seluas 736,241 ha (9,36 %), badan air seperti sungai, laut dan tambak seluas 597,214 ha (7,6 %) dan sisanya lahan kosong dengan luas 418,983 ha (5,33 %).

Pola persebaran pemukiman di DAS Banjir Kanal Timur tersebar secara merata di seluruh area DAS karena secara geografis letaknya di area perkotaan. Daerah dengan jumlah pemukiman paling padat contohnya terletak di kawasan Desa Wonodri, Kauman dan Bugangan. Vegetasi di daerah DAS Banjir Kanal Timur sebagian besar terletak di sebelah

tenggara DAS seperti Desa Sendangmulyo dan Sambiroto serta di bagian tengah DAS seperti Desa Sambirejo dan Muktiharjo Kidul.

Badan air dikawasan DAS tersebar di bagian utara daerah pesisir pantai yang didominasi oleh laut dan tambak. Daerah tambak dapat ditemui di Desa Tambakrejo dan Terboyo Kulon terutama disepanjang jalan utama Arteri Soekarno Hatta. Lahan kosong sebagian besar terletak di bagian selatan DAS seperti Desa Jangli dan Sambiroto yang sebagian lahannya dijadikan tambang tanah.



Gambar IV.1. Grafik Luas Penggunaan Lahan

IV.2. Analisis Kemiringan Lereng

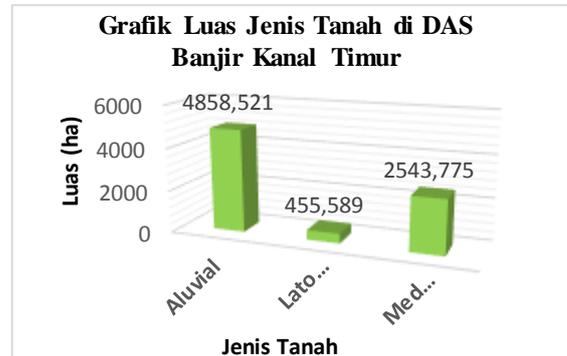
Kondisi topografi di DAS Banjir Kanal Timur sebagian besar adalah datar dengan luas 6186,634 ha dari total luasan 7857,895 ha yang membentang dari hulu sampai ke hilir DAS. Sisanya diisi oleh topografi landai seluas 1007,621 ha, bergelombang seluas 521,54 ha dan agak curam seluas 143,085 ha. Bagian hilir DAS cenderung mempunyai kondisi topografi datar dan landai. Sementara bagian hulu DAS mempunyai bentuk lahan mulai dari bergelombang, berbukit sampai agak curam.



Gambar IV.2. Grafik Luas Kelas Kelerengan Tanah

IV.3. Analisis Jenis Tanah

DAS Banjir Kanal Timur didominasi oleh jenis tanah aluvial dengan luas 4858,521 ha kemudian tanah jenis mediteran dengan luas 2543,775 ha dan tanah jenis latosol dengan luas 455,589 ha.



Gambar IV.3. Grafik Luas Jenis Tanah

IV.4. Analisis Potensi Air Tanah

Kondisi potensi air tanah di DAS Banjir Kanal Timur sebagian besar berada pada akuifer dangkal dengan jumlah rendah dan akuifer dalam dengan jumlah sedang.

Ketersediaan air tanah dihitung pada akuifer dangkal saja. Kondisi air tanah nihil seluas 2668,69 ha dan air tanah rendah seluas 5189,089 ha.



Gambar IV.4. Grafik Potensi Air Tanah

IV.5. Analisis Curah Hujan

Karena keterbatasan data, nilai hujan infiltrasi dihitung pada dua stasiun pengamatan yang masih berfungsi dengan baik. Curah hujan disekitar DAS Banjir Kanal Timur cenderung mempunyai curah hujan yang rendah, setelah dilakukan penghitungan nilai hujan infiltrasi selama 15 tahun didapat masing-masing 2399,677 mm/th untuk stasiun Kalisari dan 2217,738 mm/th di stasiun Pucangading.



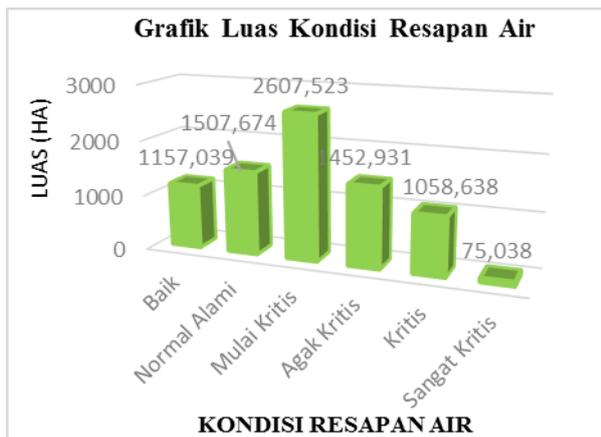
Gambar IV.5. Grafik Nilai Hujan Infiltrasi

IV.6. Analisis Kawasan Resapan Air DAS Banjir Kanal Timur

Baik tidaknya resapan air sebuah kawasan bergantung pada beberapa faktor diantaranya penggunaan lahan, kelerengan tanah (kondisi topografi), curah hujan, jenis tanah dan potensi air tanah. Kelima parameter ini tidak bisa dipisahkan satu sama lain dalam menganalisis sebuah resapan air dikawasan tertentu. Berdasarkan hasil perhitungan *overlay* kelima parameter dengan menjumlahkan nilai total seperti persamaan 2.2 diperoleh sebaran kondisi daerah resapan air seperti pada Tabel IV.1.

Tabel IV.1. Tabel Sebaran Luas Kondisi Resapan Air

Kondisi Resapan Air	Luas (ha)	Persentase (%)
Baik	1157,049	14,72
Normal Alami	1507,674	19,18
Mulai Kritis	2607,523	33,18
Agak Kritis	1452,973	18,49
Kritis	1058,638	13,47
Sangat Kritis	75,038	0,95
Total	7857,895	100,00

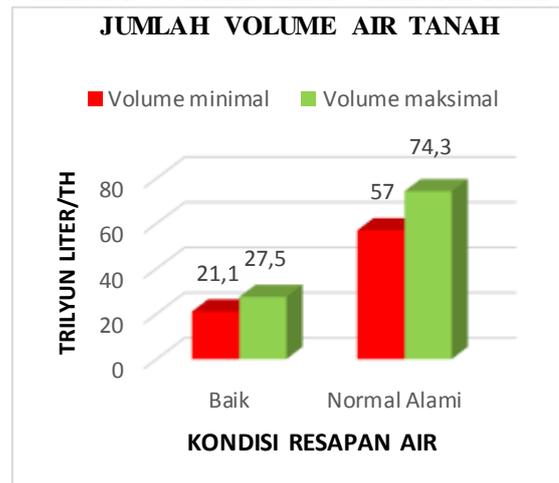


IV.7. Analisis Potensi Kawasan Resapan Air di DAS Banjir Kanal Timur

Mengacu pada kriteria kondisi resapan air yang baik dan normal alami diketahui daerah yang berpotensi sebagai kawasan resapan air adalah Desa Muktiharjo Kidul di Kecamatan Pedurungan seluas 38,53 Ha (0,49 %) dan Desa Rejosari Kecamatan Semarang Timur dengan luas 79,43 Ha (1,01 %). Kualitas air pada umumnya di daerah ini baik dengan kedalaman akuifer 1 - 25 mbmt. Muka air tanah dapat ditemui di daerah ini pada kedalaman 1 - 15 mbmt dengan koefisien keterusan air 5 - 13,5 m²/hari, debit jenis air 0,03 - 0,13 ltr/det/m, debit optimum 0,5 - 1,8 ltr/det.

Volume air tanah tahunan dengan nilai keterusan (T) minimal sebesar 5 m²/hari untuk kondisi resapan air kriteria baik seluas 1157,049 ha adalah 21116144250 m³ atau 21,1 trilyun ltr/th dan dengan nilai keterusan (T) maksimal sebesar 13,5 m²/hari adalah 57013589475 m³ atau 57 trilyun ltr/th. Sementara pada daerah dengan kondisi resapan air kriteria normal alami seluas 1507,674 ha adalah minimal 27515050500 m³ atau 27,5 trilyun ltr/th dan maksimal 74290636350 m³ atau 74,3 trilyun ltr/th. Jumlah volume air tanah minimum dan maksimum dapat dilihat Gambar IV.7.

Gambar IV.7. Grafik Jumlah Volume Air Tanah



V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Untuk mengidentifikasi sebaran dan pola resapan air di kawasan DAS harus mengetahui luasan tiap kriteria kondisi resapan air. Didapatkan luasan kriteria kondisi resapan air mulai kritis seluas 2991,581 Ha (38,07 %), kondisi normal alami seluas 1999,686 Ha (25,44 %), agak kritis seluas 1294,65 Ha (16,47 %),

- kondisi kritis 962,416 Ha (12,24 %), baik 535,476 Ha (6,81 %) dan sangat kritis seluas 74,085 Ha (0,94 %) dengan pola sebaran tidak merata yang tersebar di kawasan tengah dan utara DAS untuk kondisi resapan air mulai kritis, normal alami dan baik. Sementara kawasan selatan DAS dengan kondisi resapan air agak kritis, kritis dan sangat kritis
- b. Model spasial potensi resapan air ditentukan berdasarkan overlay lima parameter resapan air yang kemudian diperoleh kriteria resapan air kedalam enam kategori yaitu baik, normal alami, mulai kritis, agak kritis, kritis dan sangat kritis. Kawasan yang dijadikan sebagai kawasan potensi resapan air adalah kawasan yang memiliki kriteria resapan air baik dan normal alami dengan luas yang cukup besar seperti di Kecamatan Pedurungan dengan luas resapan air baik 534,783 ha (6,80 %) dan resapan air normal alami seluas 345,975 (4,40 %) ha.
 - c. DAS Banjir Kanal Timur termasuk dalam kawasan dengan resapan air mulai kritis dengan luas 2991,581 Ha (38,071 %) yang tersebar di 11 kecamatan antara lain Kecamatan Banyumanik dengan luas 124,931 Ha, Candisari 72,383 Ha (0,47 %), Gajahmungkur 17,480 Ha, Gayamsari 165,227 Ha, Genuk 362,567 Ha, Pedurungan 405,510 Ha, Semarang Selatan 29,991 Ha, Semarang Tengah 165,3629 Ha, Semarang Timur 113,387 Ha, Semarang Utara 893,95 Ha dan Tembalang dengan luas 256,7298 Ha.

V. 2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diajukan antara lain sebagai berikut :

- a. Dalam penelitian ini digunakan tiga data citra yaitu ALOS PRISM, ALOS PALSAR dan SPOT-6. Pada penelitian berikutnya diharapkan dapat menggunakan data satu citra seperti ALOS PRISM atau ALOS PALSAR yang bisa digunakan untuk memperoleh data tutupan lahan dan data DTM sekaligus.
- b. Diperlukan ketelitian dalam pemilihan *area of interest (aoi)* pada pengolahan citra dengan resolusi tinggi seperti ALOS PRISM dan SPOT-6 karena mudah terjadinya *salt and papper* pada hasil klasifikasi.
- c. Diperlukan titik validasi yang lebih banyak serta validasi yang lebih teliti lagi selain survei lapangan dan kuisioner seperti pengamatan resapan air secara langsung dalam waktu yang lama mengingat resapan air berhubungan langsung dengan ketersediaan air bawah tanah
- d. Diperlukan titik validasi yang lebih banyak serta validasi yang lebih teliti lagi selain survei

lapangan dan kuisioner seperti pengamatan resapan air secara langsung dalam waktu yang lama mengingat resapan air berhubungan langsung dengan ketersediaan air bawah tanah.

- e. Pembobotan tiap parameter sebaiknya didasarkan pada matriks korelasi antar parameter.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, T. O. (2015). *Analisis Dampak Penurunan Muka Tanah Terhadap Tingkat Ekonomi Menggunakan Kombinasi Metode DINSAR dan SIG Skripsi* . Semarang: Universitas Diponegoro.
- Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Danaryanto, dan Said, H. D. (2004). *Air Tanah di Indonesia dan Pengelolaannya*. Jakarta: Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral Departemen ESDM.
- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. (1998). *Keputusan Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan Nomor : 041/Kpts/V/1998*. Jakarta: Departemen Kehutanan.
- Hasiono, F. D. (2012). *Identifikasi Daerah Resapan Air Menggunakan Teknologi SIG Skripsi* . Semarang: Universitas Diponegoro.
- Herlambang, A., dan Indriatmoko, R. H. (2005). *Pengelolaan Air Tanah Dan Industri Air Laut. Jurnal Air Indonesia Vol.1 No. 2*, 211-255.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (1996). *No.39/MENLH/8/1996 Tentang Jenis Usaha atau Kegiatan yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Pemerintah Indonesia. (2004). *UU no 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air*. Jakarta.
- Peraturan Menteri Kehutanan RI. (2009). *P.32/MENHUT-II/2009 tentang Tata Cara Penyusunan Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTKRHL-DAS)*. Jakarta: Menteri Kehutanan RI.
- Peraturan Pemerintah RI. (2012). *No. 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Rejekiingrum, P., Apriyana, Y., dan Haryanti, K. (2007). *Skenario Masa Tanam Kapas untuk Menekan Risiko Kekeringan : Studi Kasus Kabupaten Janeponto Provinsi Sulawesi Selatan. Jurnal Agromet Indonesia*, 21-35.

Space, A. D. (2013, July). Spot-6 & Spot-7 Imagery User Guide . Paris, France.

Wibowo, M. (2006). Model Penentuan Kawasan Resapan Air. *Jurnal Hidrologi*, 1-7.

Pustaka Dari Situs Internet :

Japan Aerospace Exploration Agency. 2002. *Advanced Land Observing Satellite-2 "DAICHI-2"(ALOS-2)*.

<http://global.jaxa.jp/projects/sat/alos2/index.html>. Diakses 23 Juni 2015.

National Geographic. (2015). *A Freshwater Story*.

<http://environment.nationalgeographic.com/environment/freshwater/freshwater-101-interactive/>. Diakses 20 Juni 2015.

Satellite Imaging Corporation. (2015). *SPOT-6 SatelliteSensor*.

<http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/spot-6/>. Diakses 22 Januari 2016.

Suaramerdeka. (2012). *Semarang Terancam Krisis Air*.<http://www.suaramerdeka.com/v1/index.php/read/cetak/2012/09/24/199827/Semarang-Terancam-Krisis-Air>. Diakses 20 Juni 2015.