

MODEL MULTI KRITERIA GUNA ANALISIS PEMILIHAN SISTIM PEMBAWA AIR BAKU

Suseno Darsono^{1*}, Bobby Prabowo², dan Heny Krisyani²

¹Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro

²Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

*sdarsono@hotmail.com

Intisari

Data dari Kota Semarang menyebutkan target pemenuhan cakupan penduduk tahun 2010 untuk akses air bersih hanya 61,58 persen dari target 75,29 persen total penduduk. Salah satu hambatan pemenuhan target layanan air bersih adalah gangguan kontinuitas pasokan air baku dari waduk Kedung Ombo melalui saluran air baku Klambu-Kudu sepanjang $\pm 40,558$ km. Upaya memperbaiki sistim saluran Kelambu-Kudu agar dapat memasok air baku IPA Kudu di Kota Semarang dapat efisien dan optimal perlu dilakukan perbaikan sistim saluran air baku dengan membangun berbagai kombinasi jenis saluran yang sesuai dengan kondisi fisik daerah yang dilaluinya. Penelitian ini adalah upaya dalam menentukan metode dan model multi kriteria guna memilih jenis dan kombinasi saluran air baku yang paling optimal dan efisien sebagai sistim pemasok air baku Kota Semarang.

Kata Kunci: Multi Kriteria, Sistim Pembawa, Air Baku

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur Kota Semarang semakin laju dengan adanya dorongan slogan “Semarang Setara”. Slogan ini merupakan upaya memotivasi pembangunan bergerak di semua lini menuju satu tujuan, yaitu Kota Semarang harus setara atau sejajar dengan kota-kota metropolis lain di Indonesia, seperti Jakarta, Surabaya, Medan dan sebagainya (Iuwash, 2015). Data dari Kota Semarang menyebutkan, cakupan penduduk tahun 2010 untuk akses air bersih adalah 61,58 persen dari total jumlah penduduk. Capaian sektor air bersih tersebut masih belum memenuhi target MDGs Indonesia tahun 2015 untuk perkotaan, yaitu 75,29 persen (Iuwash, 2015). Salah satu hambatan pemenuhan target layanan air bersih di Kota Semarang saat ini adalah gangguan kontinuitas pasokan air baku dari waduk Kedung Ombo melalui saluran air baku Klambu-Kudu sepanjang $\pm 40,558$ km. Berbagai kendala yang ada di sepanjang saluran Klambu-Kudu antara lain, longsor pada saluran timbunan, sedimentasi di dasar saluran, tumbuhnya algae/ganggang, adanya pemanfaatan air oleh masyarakat sekitar saluran air baku.

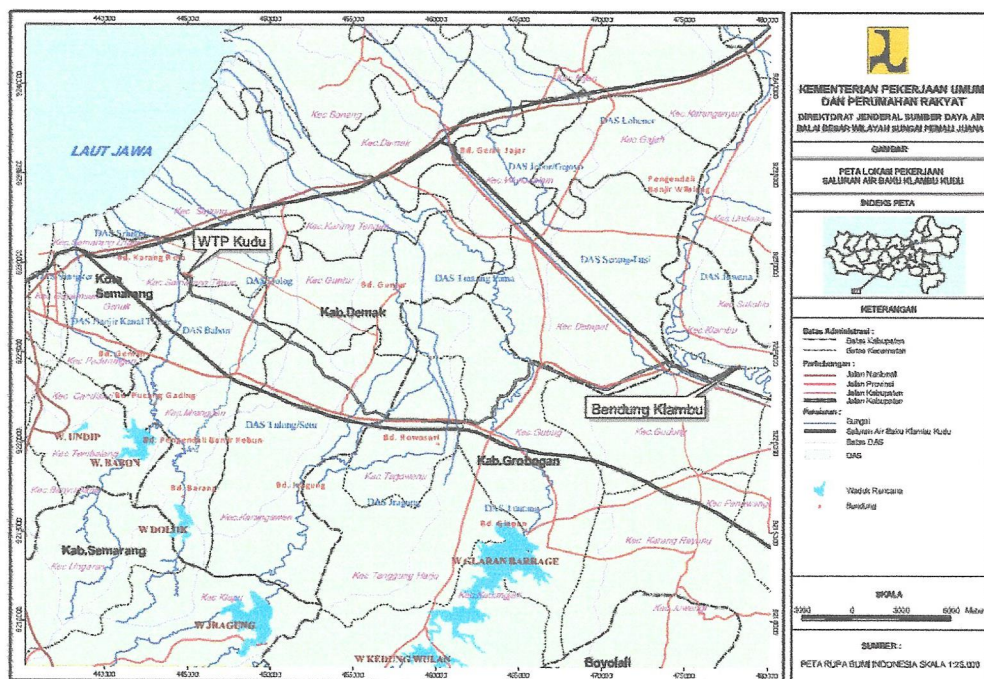
Pemilihan alternatif jenis sistim saluran air baku yang ekonomis dan efisien perlu bantuan teknik analisis multikriteria agar capaian perbaikan dapat maksimum dengan kebutuhan dana yang minimum. Maksud dari tulisan ini adalah untuk menguraikan hasil studi penyusunan suatu model pengambilan keputusan multi

kriteria guna memilih alternatif jenis atau tipe saluran air baku Klambu-Kudu yang mengalirkan air baku ke Instalasi Pengolahan Air Kudu di Semarang dari Bendung Klambu di Grobogan (Seperti yang di tunjukkan pada Gambar 1).

Lokasi Penelitian

Saluran air baku Klambu Kudu membentang dari Timur di Klambu menuju ke Barat di Kudu melewati 3 Kabupaten/ Kota yaitu Kabupaten Grobogan, Kabupaten Demak dan Kota Semarang. Pembangunan Saluran Air Baku (SAB) Klambu Kudu dimulai pada tahun 1991 dan selesai pada tahun 2001. Beberapa upaya penyempurnaan dilakukan secara bertahap dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2010 (Krisyani, 2015).

Instalasi Pengolah Air (IPA) Kudu dibangun oleh PDAM Kota Semarang pada tahun 1990 di Kelurahan Kudu, Kecamatan Genuk Kota Semarang, IPA Kudu dibangun untuk mengolah air limbah dari Bendung Klambu untuk memenuhi kebutuhan air bersih untuk wilayah Kota Semarang, terutama untuk wilayah Semarang Timur dan Semarang Tengah (Krisyani, 2015).



Sumber: BBWS Pemali Juana 2013.

Gambar 1. Lokasi Studi Saluran Air Baku Klambu Kudu

Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari tulisan ini ini adalah untuk menjelaskan suatu model pengambilan keputusan dengan menggunakan model multi kriteria dalam menentukan jenis saluran air baku Klambu Kudu yang paling cocok.

Penentuan kriteria yang berupa biaya pembangunan, biaya Operasi dan Pemeliharaan (OP), kemudahan pelaksanaan pembangunan dan pelaksanaan OP serta keuntungan dari masing masing alternatif, merupakan awal dari analisis yang dilanjutkan dengan menyusun alternatif kombinasi dari berbagai jenis saluran air baku (Sobriyah, 2005). Model multikriteria yang digunakan dalam memilih alternatif jenis saluran adalah model AHP, promethee dan electree, analisis sensitifitas juga perlu dilaksanakan dalam memilih alternatif yang ada (Mora, 2009).

Kajian Pustaka dan Landasan Teori

Konsep Sistem Penunjang Keputusan (SPK) muncul pertama kali pada awal tahun 1970 oleh Scott – Morton (Turban dan Aronson, 2001). Pengambilan keputusan merupakan upaya pemilihan alternatif terpilih dari beberapa alternatif yang ada untuk mencapai satu atau beberapa tujuan yang telah ditetapkan (Sobriyah, 2005; Turban et al., 2005). Sistem penunjang keputusan (SPK) adalah suatu sistem berbasis komputer yang menghasilkan berbagai alternatif keputusan untuk membantu manajemen dalam menangani berbagai permasalahan yang terstruktur ataupun tidak terstruktur dengan menggunakan data dan model (McLeod, 2004). Dari pengertian-pengertian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa SPK merupakan suatu sistem informasi yang diharapkan dapat membantu manajemen dalam pengambilan keputusan dan tidak untuk menggantikan tugas-tugas manajer tetapi sebagai sarana penunjang dalam mengambil keputusan.

Electree (Elimination and Choice Expressing Reality) merupakan salah satu metode dalam Multi Criteria Decision Making (MCDM). Metode Electree diperkenalkan oleh Bernard Roy pada tahun 1965. Pada awalnya Electree digunakan dalam pemilihan tindakan terbaik terhadap sampel-sampel tindakan yang diajukan, namun kemudian Electree dikembangkan dalam tiga hal masalah utama : pemilihan, perankingan, dan penyortiran. Electree memiliki beberapa versi yaitu Electree I, Electree II, Electree III, Electree IV, Electree Is dan Electree Tri (Electree Tree) (Huang dan Chen, 2005).

Electree memiliki kemampuan untuk mengolah kriteria kuantitatif dan kualitatif diskrit secara alami dan memberikan pengurutan sampel secara penuh (Karacasu dan Arslan, 2010). Metode *Electree* mengakomodasi ketidak akuratan dan ketidak tentuan dalam proses pengambilan keputusan menggunakan *indifference*, *preference* dan *veto* Terdapat dua bagian penting dalam *Electree* : pertama, konstruksi dari satu atau beberapa hubungan outranking yang membandingkan secara.

Electree memiliki kemampuan untuk mengolah kriteria kuantitatif dan kualitatif diskrit secara alami dan memberikan pengurutan sampel secara penuh (Karacasu dan Arslan, 2010). Metode *Electree* mengakomodasi ketidakakuratan dan ketidaktentuan dalam proses pengambilan keputusan menggunakan *indifference*, *preference* dan *veto*. Terdapat dua bagian penting dalam *Electree* : pertama, konstruksi dari satu atau beberapa hubungan outranking yang membandingkan secara komprehensif setiap pasang tindakan; kedua, penguraian prosedur yang meneliti rekomendasi yang diperoleh dari fase pertama. Sifat dari rekomendasi tergantung pada jenis masalah yang dihadapi : pemilihan, perankingan atau penyortiran. Berdasarkan pada prinsip-prinsip *concordance* dan *non-discordance* (Karacasu dan Arslan, 2010; Yayla dan Karacasu, 2011).

Promethee merupakan kependekan dari Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation, yang dikenalkan oleh Jean Pierre Brans pada tahun 1982. Promethee merupakan class baru sebagai metoda outranking dalam analisis multi kriteria yang sederhana, jelas dan stabil (Brans, Mareschal dan Vincke, 1986). Kemampuan pokok yang paling menonjol adalah kesederhanaan, kejelasan dan kestabilan. Metode Promethee digunakan untuk membangun satu relasi atau hubungan outranking dari beberapa sampel (Brans, Mareschal dan Vincke, 1986). Beberapa versi dari metode ini yaitu :

1. *Partial ranking*
2. *Complete ranking*
3. *Ranking based on intervals*
4. *Continuous case*
5. *Consideration of constraints*
6. *Sensitivity analysis procedure*

Metode Promethee I dan Promethee II sering digunakan untuk analisis Multikriteria (Tien et al., 2004). Metode Promethee I dapat menyediakan pengurutan ranking sebagian dari sampel keputusan. Sedangkan metode Promethee II dapat memberikan peringkat ranking menyeluruh dari sampel. Metode Promethee mempunyai keunggulan yang cukup signifikan dibandingkan metode lainnya karena metode ini dapat mengklasifikasikan sampel yang sulit untuk dibandingkan dengan menggolongkannya menjadi sampel yang tidak dapat dibandingkan (non-comparable sample) (Athawale dan Chakraborty, 2010). Metode Promethee banyak digunakan dalam banyak metode outranking (De Keyser dan Peeters, 1996) karena kekayaan matematisnya (Brans dan Mareschal, 2005), serta sifat simplicity dan adaptability yang dimilikinya (Goumas dan Lygerou, 2000).

Thomas L. Saaty mengembangkan model analitis sebagai alat bantu pengambilan keputusan Analytical Hierarchy Process (AHP). Keunggulan dari Model AHP dapat menguraikan masalah dengan multi kriteria yang kompleks menjadi suatu formulasi yang memiliki hirarki (Saaty, 1986, Saaty, 1994). Hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Manfaat dari penyusunan hirarki adalah menyederhanakan masalah yang kompleks dengan menguraikan ke dalam suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis (Saaty, 1994). Akibatnya, keunggulan dari model AHP sebagai model pengambilan keputusan adalah (Saaty, 1999):

1. Memperhatikan hirarki dari permasalahan yang ada.
2. Memperhitungkan batas toleransi inkonsistensi terhadap kriteria dan alternatif yang ada.
3. Memperhitungkan sensitivitas dalam pengambilan keputusan.

HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Permasalahan yang ada di saluran Klambu-Kudu saat ini adalah seperti berikut;

1. Kerusakan lining dinding saluran yang berakibat pada kebocoran saluran, oleh karena itu alternative perbaikannya membangun perlindungan dinding yang lebih kuat dengan dinding beton atau dengan “sheet pile”.
7. Permasalahan sedimentasi pada saluran yang perlu ditangani dengan beberapa alternatif berikut; memodifikasi saluran pengendap lumpur sehingga air yang di alirkan sudah cukup jernih, menjaga kecepatan aliran di saluran agar lumpur jangan mengendap, melindungi dinding saluran agar tidak tererosi.
8. Tidak sempurnanya sistim drainasi kanan kiri saluran di beberapa tempat sehingga air banjir masuk ke dalam saluran Klambu-Kudu. Alternatif penanganan dengan memperbaiki sistim drainasi kanan kiri saluran dan menutup saluran agar tidak kemasukan air dari luar.
9. Masyarakat sekitar kurang disiplin, sering membuang sampah ke dalam saluran Klambu-Kudu, jadi saluran perlu ditutup.

Untuk mengatasi permasalahan seperti yang diuraikan diatas, maka di susun beberapa alternatif kombinasi jenis atau tipe saluran air baku yang sesuai dengan kondisi alam dan sosial ekonomi sekitarnya serta terkondisi dengan lokasi dari Instalasi Pengolahan Air (IPA) di Kudu. Teknik optimasi multi kriteria AHP, promethee dan electree di manfaatkan untuk melakukan pemilihan alternatif kombinasi jenis saluran air baku yang paling optimal dari empat alternatif kombinasi. Pada analisis ini ada 4(empat) alternatif kombinasi jenis saluran. Lima kriteria yang digunakan pada pemilihan kombinasi jenis saluran air baku Klambu Kudu adalah kemudahan dalam pelaksanaan pembangunan, biaya pelaksanaan pembangunan, pelaksanaan operasi dan pemeliharaan, biaya pelaksanaan operasi dan pemeliharaan, serta benefit/keuntungan. Berikut ini adalah ke 4 (empat) alternatif kombinasi tipe/jenis saluran yang perlu dikaji pada analisis studi ini adalah seperti berikut (Krisyani, 2015).

Alternatif 1 adalah kombinasi dengan kondisi seperti sekarang dan diperlukan perbaikan di beberapa lokasi untuk saluran timbunan konstruksi lining beton, konstruksi pasangan batu dan tutup beton, tanggul menggunakan perkuatan pondasi pancang beton, dan tebing saluran menggunakan perkuatan parapet beton. Lokasi IPA tetap di Kudu Kota Semarang. Sedangkan untuk saluran galian menggunakan konstruksi “sheet pile” dan tutup beton, konstruksi sheet pile dan penahan “strutting”, konstruksi lining beton.

Alternatif 2 adalah kombinasi saluran timbunan menggunakan konstruksi lining beton dan tanggul saluran menggunakan perkuatan pancang beton dan tidak menggunakan tutup beton. Saluran galian menggunakan konstruksi sheet pile, lining beton dan tutup beton, dengan Pembangunan drainase dan lokasi IPA di Kudu Kota Semarang.

Alternatif 3 adalah kombinasi saluran timbunan menggunakan konstruksi lining beton dan tanggul saluran menggunakan perkuatan pancang beton, saluran galian menggunakan konstruksi sheet pile, lining beton dan tutup beton, saluran pada Km. 26,902 – Km. 39,725 dipindah disebelah Utara jalan.

Alternatif 4 adalah kombinasi saluran tertutup perpipaan air bersih dan lokasi prasedimentation tank di dekat Bendung Klambu Grobogan untuk menjernihkan air yang akan dialirkan agar tidak terjadi pengendapan sedimen.

Analisis penyusunan rangking dari ke empat alternatif tersebut dilakukan dengan menggunakan lima macam kriteria dan sub kriteria yang tercantum pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria dan Sub Kriteria dalam Menentukan Jenis Saluran

Kode	Kriteria	Kode	Sub Kriteria
f1	Biaya pelaksanaan pembangunan	a1	Biaya pelaksanaan pembangunan
f2	Pelaksanaan pembangunan	b1	Kemudahan dalam pelaksanaan pembangunan
		b2	Jumlah tenaga ahli yang digunakan
		b3	Jumlah tenaga kerja yang digunakan
		b4	Kemudahan dalam memobilisasi material
		b5	Kemudahan/keamanan dalam penyimpanan material
		b6	Resiko kecelakaan kerja yang ditimbulkan
		b7	Dampak lingkungan yang ditimbulkan akibat pelaksanaan pembangunan
f3	Biaya operasi dan pemeliharaan	c1	Biaya operasi dan pemeliharaan
f4	Pelaksanaan operasi dan pemeliharaan	d1	Kemudahan dalam pelaksanaan operasi dan pemeliharaan
		d2	Jumlah petugas yang dibutuhkan dalam operasi dan pemeliharaan
		d3	Kemungkinan terjadinya pencurian air
		d4	Sedimentasi yang ditimbulkan
		d5	Kemungkinan masyarakat membuang sampah pada saluran
		d6	Kemungkinan terjadinya genangan/ banjir saat musim penghujan pada daerah sekitar saluran akibat adanya saluran air baku
		d7	Kemungkinan terjadinya rembesan air saluran
		d8	Daya dukung tanah
		d9	Kemungkinan tumbuhnya tanaman air (algae)
f5	Benefit / Keuntungan	e1	Jumlah penduduk /pelanggan yang dapat terlayani
		e2	Kontinuitas pasokan air baku ke IPA

KESIMPULAN DAN SARAN

Biaya pelaksanaan pembangunan, biaya operasi dan pemeliharaan, kemudahan pelaksanaan pembangunan, kemudahan pelaksanaan operasi dan pemeliharaan, serta keuntungan yang didapat dari penjualan air baku adalah kriteria yang paling berpengaruh dalam menentukan kombinasi jenis saluran air baku Klambu Kudu.

Hasil rekapitulasi alternatif kombinasi jenis saluran yang paling sesuai untuk kondisi daerah yang dilewati menggunakan metode AHP dan promethee, adalah kombinasi jenis saluran alternatif 4 terpilih sebagai prioritas pertama alternatif kombinasi jenis saluran. Sedangkan hasil prioritas dengan menggunakan metode electree yang menduduki prioritas pertama adalah kombinasi jenis saluran alternatif 3. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan kenaikan dan penurunan biaya operasi pemeliharaan tidak sensitive dalam menentukan pemilihan alternatif kombinasi jenis saluran.

Alternatif 4 yaitu sistem saluran pipa yang hanya dapat mengalirkan air bersih agar tidak terkendala oleh pengendapan sedimen di dalam pipa bukan berarti IPA Kudu harus dipindah ke lokasi Bendung Kelambu. Tetapi disarankan perlu dibangun sistem saluran pengendapan yang dapat mengendapkan sedimen sampai ketinggian tertentu agar sistem saluran aman dari pengendapan sedimen. Butiran minimal dan kandungan sedimen yang harus diendapkan akan tergantung dari kecepatan aliran di pipa yang mampu memngangkut sedimen, serta harus mengkaji pula efisiensi sistem flokulasi IPA kudu tidak boleh terganggu akibat terlalu jernihnya air baku.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih pada Balai Besar Wilayah Pemali Juana atas kesempatan dan data yang diberikan untuk melakukan kajian pemilihan jenis saluran air baku Klambu Kudu.

DAFTAR PUSTAKA

- Brans, J.P., Vincke, Ph. and Mareschal, B., 1986. How to Select and How to Rank Projects, *European Journal of Operational Research*, 24, pp.228-238.
- Brans, J.P. and Mareschal, B., 2005. Promethee Methods. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys Volume 78 of the series International Series in Operations Research & Management Science pp 163-186.
- Choua, T.Y., Linb, W.T., Linc, C.Y., Choud, W.C., Huang, P.H., 2004. Application of the PROMETHEE technique to determine depression outlet location and flow direction in DEM. *Journal of Hydrology* 287 (49-61).
- De Keyser, W. dan Peeters, P., 1996. Theory and Methodology, A note on the use of Promethee multicriteria methods. *European Journal of Operational Research*. 89: 457-461.
- Goumas, M., dan Lygerou, V., 2000. An extension of the PROMETHEE method for decision making in fuzzy environment: Ranking of alternative energy exploitation projects. *European Journal of Operational Research* 123(3): 606-613.

- Huang, W. C. and C. H. Chen, 2005. Using the ELECTRE II Method To Apply and Analyze The Differentiation Theory. *Proc. Eas.Asia Soc. Trans. Stud* 5 : 2237-2249.
- Iuwash, 2015, INDONESIA URBAN WATER, SANITATION, AND HYGIENE: Mendukung Semarang Setara dalam Akses Air Minum dan Sanitasi, www.iuwash.or.id.
- Karacasu, M. and Arslan, T., 2010. "Electre Approach for Modeling Public Decision Making Behavior on Transportation Project Selection Process".
- Krisyani, H., 2015), Analisis Pemilihan Alternatif Kombinasi Jenis Saluran pada Saluran Air Baku KLAMBU KUDU, Tesis Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Manikrao, A.V., dan Shankar, C., 2010. Facility Location Selection using PROMETHEE II Method, Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh.
- McLeod, Raymond., 2004. *Management Information Systems*. 9th Edition, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Mora, Mindo., 2009. Analisis Sensivitas dan Pengaruhnya terhadap Urutan Prioritas dalam Metode Analytic Hierarchy Process (AHP). Sumatera Utara, Indonesia: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Saaty, T.L., 1986. Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, Vol. 32, No. 7, pp. 841-855.
- Saaty, T.L., 1994. *Fundamental Of Decision Making and Priority Theory With The Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: University of Pittsburgh, RWS publication.
- Saaty, T.L., 1999. Basic Theory of The Analytic Hierarchy Process: How to Make A Decision, *Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fis.Nat. (Esp)* Vol. 93, No. 4, pp 395-423.
- Sobriyah, 2005. Sistem Pendukung Keputusan Pada Penentuan Prioritas Rehabilitasi Jaringan Irigasi di DIY. Surakarta, Indonesia: Gema Teknik Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Turban, E., and Aronson, J.E., 2001. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. New Jersey: Prentice Hall, Upper Saddle River, 6th edition. Copyright 2001.
- Turban, E., Aronson, J.E., Liang, T.P., 2005. *Decision Support Systems and Intellegent Systems*. New Jersey : Pearson Education, Inc.
- Yayla, N. and Karacasu, M., 2011. A decision support model to incorporate public and expert opinions for assessing the privatization of public bus transit system: Application of ELECTRE for the bus system in Eskisehir, Turkey. *Scientific Research and Essays* 6 (21): 4657- 4664.