



JRL	Vol.7	No.2	Hal. 115 - 204	Jakarta, Juli 2011	ISSN : 2085.3866 No.376/AU1/P2MBI/07/2011
-----	-------	------	----------------	-----------------------	--

JURNAL REKAYASA LINGKUNGAN

Journal of Environmental Engineering

Analisa Eksergi PLTP Kamojang 68 Kapasitas 3 MW
Amiral Aziz

Kajian Cara Perbanyak dan Pertumbuhan Garut (*Maranta arundinaceae*, L.)
pada Kondisi Ketersediaan Cahaya yang Berbeda
Albert H. Wawo dan L Agus Sukanto

Kuantifikasi Reduksi Emisi Karbon melalui *Green Buliding*
sebagai Upaya Mitigasi terhadap Perubahan Iklim dan Pemanasan Global
Suryo Anggoro dan Joko Prayitno Susanto

Analisis Potensi dan Produksi Pupuk Organik Granul (POG)
Berbahan Baku Kotoran Hewan (KOHE)
Firman L. Syahwan

Pengelolaan Sampah Kantor Secara Terpadu:
Studi Kasus Kantor BPPT
Rosita Shochib

Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Limbah Gambut
pada Agroekologi Perkebunan Kelapa Sawit
Suwondo, Supiandi Sabiham, Sumardjo, dan Bambang Paramudya
Pemanfaatan Limbah Daging Buah Pala Tua di Maluku
Suryatmi Retno Dumadi

Penerapan Produksi Bersih di Industri Tahu Desa Kalisari
dan Cikembulan Kabupaten Banyumas Purwokerto
Lestario Widodo

Analisis Keberlanjutan Pengolahan Air Baku DAS Babon
(Studi Kasus di Kota Semarang)
Raymond, M., M. Yanuar, J.P., S. Hartoyo, A. Sapei, dan I. Wayan, A

**PUSAT TEKNOLOGI LINGKUNGAN
BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI**

JRL	Vol.7	No.2	Hal. 115 - 204	Jakarta, Juli 2011	ISSN : 2085.3866 No.376/AU1/P2MBI/07/2011
-----	-------	------	----------------	-----------------------	--

JURNAL REKAYASA LINGKUNGAN
Jurnal of Environmental Engineering
Volume 7 no 2, Juli 2011

Pembina

Deputi Ketua Teknologi Pengkajian Sumberdaya Alam
Direktur Pusat Teknologi Lingkungan

Pemimpin Redaksi

Dra Rosita Shochib
(Perekayasa Madya bidang Pengelolaan Sampah)

Mitra Bestari

Prof. Dr. Jana Tjahjana Anggadiredja MS.
(Bidang Produk Alam dan Fikologi Laut)
Prof. Dr. Ir. Yudhi Sutrisno Garno, MSc.
(Bidang Ekologi)
Prof. Dr. Ir. Kardono, MSc.
(Bidang Kualitas Udara dan Perubahan Iklim)
Dr. Ir. Tussy Augustine Adibroto, Msi.
(Perekayasa Utama Bidang Perencanaan Wilayah
dan Tata Kelola Lingkungan)
Ir. Sudaryono Sumantri, Msi. APU.
(Bidang Konservasi Lahan dan Tata Air)

Dewan Redaksi

Ir. Wahyu Purwanta, MT.
(Teknik Lingkungan)
Ir. Nugro Raharjo, MSc
(Pengolahan Air dan Limbah Cair)
Rahmania Admirasari, MSc
(Biologi)
Ir. Hendra Tjahjono, Msi.
(Teknik Mesin/Material)

Redaksi Teknis

Andri Gunawan

Penerbit

Pusat Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Pencetak

NUANSA CIPTA WARNA

Alamat Redaksi

Jurnal Rekayasa Lingkungan, Pusat Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
BPPT Gd II Lt 19, Jln. MH Thamrin no 8, Jakarta 10340
Telp. 021.316-9725, 021. 316-9726
Fax. 021.3169760
Email : andri.gunawan@bppt.go.id
http://enviro.bppt.go.id

Jurnal Rekayasa Lingkungan (JRL) diterbitkan sejak tahun
tahun 2005, 3 (tiga) kali setahun. Redaksi menerima naskah
ilmiah hasil penelitian, ulasan dll yang erat hubungannya
dengan teknologi dan kereayasaan lingkungan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa atas perkenan-Nya kami dapat menerbitkan Jurnal Rekayasa Lingkungan (JRL) Volume 7 Nomor 2, Juli 2011.

Dalam edisi ini disajikan 9 (sembilan) makalah yang berkaitan dengan teknologi dan kereayasaan lingkungan. Meliputi analisa eksergi PLTP, kajian cara perbanyak dan pertumbuhan garut, reduksi emisi karbon melalui *green building*, produksi bersih pada industri tahu, pengelolaan sampah kantor secara terpadu, pengelolaan limbah gambut pada agroekologi perkebunan kelapa sawit, pemanfaatan limbah daging pala tua, serta analisis pengelolaan air DAS.

Jurnal ini telah mendapatkan akreditasi dengan nomor akreditasi 376/AU1/P2MBI/07/2011.

Terima kasih kami sampaikan kepada para peneliti, perekayasa dan para fungsional lain yang telah ikut berpartisipasi mengirimkan makalah untuk kelangsungan jurnal ini. Tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada para Mitra Bestari yang telah membantu, sehingga jurnal ini dapat diterbitkan.

Kami mengharapkan masukan saran dan kritik demi penyempurnaan terbitan selanjutnya, serta semoga kerjasama yang telah bejalan dapat ditingkatkan.

Jakarta, Juli 2011

Salam
Dewan Redaksi

JRL	Vol.7	No.2	Hal. 115 - 204	Jakarta, Juli 2011	ISSN : 2085.3866 No.376/AU1/P2MBI/07/2011
-----	-------	------	----------------	-----------------------	--

JURNAL REKAYASA LINGKUNGAN

Vol. 7 No. 2 Juli 2011 ISSN : 2085-3866

Daftar Isi

	Halaman
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Analisa Eksergi PLTP Kamojang 68 Kapasitas 3 MW Amiral Aziz	115 - 125
Kajian Cara Perbanyakkan dan Pertumbuhan Garut (<i>Maranta arundinaceae</i> , L.) Pada Kondisi Ketersediaan Cahaya yang Berbeda Albert H. Wawo dan L Agus Sukanto	127 - 136
Kuantifikasi Reduksi Emisi Karbon melalui <i>Green Buliding</i> sebagai Upaya Mitigasi terhadap Perubahan Iklim dan Pemanasan Global Suryo Anggoro dan Joko Prayitno Susanto	137 - 144
Analisis Potensi dan Produksi Pupuk Organik Granul (POG) Berbahan Baku Kotoran Hewan (KOHE) Firman L. Syahwan	145 - 152
Pengelolaan Sampah Kantor Secara Terpadu Studi Kasus Kantor BPPT Rosita Shochib	153 - 160
Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Limbah Gambut pada Agroekologi Perkebunan Kelapa Sawit Suwondo, Supiandi Sabiham, Sumardjo, dan Bambang Paramudya	161 - 170
Pemanfaatan Limbah Daging Buah Pala Tua di Maluku Suryatmi Retno Dumadi	171 - 177
Penerapan Produksi Bersih di Industri Tahu Desa Kalisari dan Cikembulan Kabupaten Banyumas Purwokerto Lestario Widodo	179 - 191
Analisis Keberlanjutan Pengolahan Air Baku DAS Babon (Studi Kasus di Kota Semarang) Raymond, M., M. Yanuar, J.P., S. Hartoyo, A. Sapei, dan I. Wayan, A	193 - 204

JRL	Vol.7	No.2	Hal. 193 - 204	Jakarta, Juli 2011	ISSN : 2085.3866 No.376/AU1/P2MBI/07/2011
-----	-------	------	----------------	-----------------------	--

ANALISIS KEBERLANJUTAN PENGELOLAAN AIR BAKU DAS BABON (Studi Kasus di Kota Semarang)

Raymond, M¹, M.Yanuar. J.P², S. Hartoyo³, A. Sapei⁴, dan I. Wayan.A⁵

¹⁾Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSL), IPB, Bogor

²⁾ Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor

³⁾ Staf Pengajar Fakultas Ekonomi Manajemen, IPB, Bogor

⁴⁾ Guru Besar Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor

⁵⁾ Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor

Abstrak

Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon merupakan salah satu DAS di Jawa Tengah yang selama ini dimanfaatkan sebagai sumber air baku untuk pertanian, industri, air minum dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Untuk itu perlu dikaji tingkat keberlanjutan pengelolaan air baku di DAS tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indeks dan status keberlanjutan pengelolaan air baku dari tiga dimensi keberlanjutan. Metode analisis menggunakan "multidimensional scaling" (MDS) yang disebut Rap-WARESMA yang hasilnya dinyatakan dalam bentuk indeks dan status keberlanjutan. Hasil analisis menunjukkan bahwa dimensi ekologi berada pada status kurang berkelanjutan (26,54%), dimensi ekonomi dengan status kurang berkelanjutan (43,18%) dan dimensi sosial-budaya dengan status cukup berkelanjutan (50,83%). Dari 30 atribut yang dianalisis terdapat 15 atribut sensitif yang berpengaruh terhadap indeks dan status keberlanjutan dengan galat yang sangat kecil pada taraf kepercayaan 95%.

kata kunci : daerah aliran sungai, scala multi dimensi, air, pengelolaan DAS keberlanjutan

ANALYSIS OF RAW WATER SUSTAINABILITY AT BABON WATERSHED (A Case Study of Semarang City)

Abstract

Babon Watershed (DAS) is one of the watersheds which one located are Central Java. It has been used as a source of raw water for agriculture, industry, drinking water and other household needs. That needs to be assessed the level of sustainability in watershed management of the raw water. This study aims to analyze the sustainability index and the status of management of raw water from the three dimensions of sustainability. Analysis methods used "multidimensional scaling" (MDS) called Rap WARESMA. The results are expressed in index form and the status of sustainability. The analysis showed that the ecological dimension of sustainability are at less status (26.54%), dimension less sustainable economic status (43.18%) and socio-cultural dimension to the status of sustainable enough (50.83%). Of the 30 attributes that were analyzed contained 15 attributes influencing sensitive to the index and the status of sustainability with a very small error at 95% confidence level.

keywords: watershed, multidimensional scaling, water, sustainability watershed management

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kontribusi air terhadap pembangunan ekonomi dan sosial sangat vital. Sejak awal peradaban manusia, lahirnya pusat-pusat pertumbuhan ekonomi juga dimulai dari sumber-sumber air, seperti sungai dan mata air. Seiring bertambahnya jumlah penduduk dan eskalasi pembangunan ekonomi, fungsi ekonomi dan sosial air sering terganggu karena semakin kritisnya suplai air, sementara permintaan terus meningkat. Dengan demikian air tidak lagi dapat diperlakukan sebagai barang publik murni (*pure public good*) yang bisa dimanfaatkan sesuka hati, karena air tidak hanya dibutuhkan untuk kebutuhan hidup manusia, namun juga untuk menjaga sistem berbasis air yang membentuk sistem penunjang kehidupan secara global.

Daerah Aliran Sungai yang selanjutnya disingkat DAS merupakan suatu sistem yang saling terkait secara keruangan. Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon merupakan salah satu DAS di Jawa Tengah yang selama ini dimanfaatkan sebagai sumber air baku untuk pertanian, industri, air minum dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Aliran sungai DAS Babon berasal dari beberapa anak sungai yang berasal dari gunung Butak, di Kabupaten Ungaran. DAS Babon terdiri dari tiga sub DAS, yaitu di bagian hulu adalah Sub DAS Gung (seluas 4.207 ha) dan Sub DAS Pengkol (seluas 3.438 ha) sedangkan di bagian hilir adalah Sub DAS Babon Hilir (seluas 6,712 ha) yang bagian barat dibatasi oleh saluran Banjir Kanal Timur. DAS Babon juga berbatasan dengan DAS Garang di sebelah barat, dan sebelah timur berbatasan dengan DAS Tikung.

PDAM Semarang yang selama ini memanfaatkan sumber air baku untuk air minum dari DAS Babon, dalam melakukan fungsi teknisnya untuk mengolah air baku menjadi air minum masih berada pada

posisi sebagai pemanfaat air baku saja dan belum secara langsung ikut dan berperan apalagi berkewajiban dalam melakukan pelestarian sumberdaya air baku. Tugas yang diemban oleh PDAM hanya sebatas pengolahan air baku menjadi air minum tanpa memiliki kewajiban dan tanggung jawab untuk melakukan pelestarian terhadap sumberdaya air baku.

Kondisi tersebut mengakibatkan keberlanjutan pengelolaan air baku menjadi air minum menjadi tidak terjamin. Dengan kata lain, dari waktu ke waktu PDAM dihadapkan kepada sumberdaya air baku yang makin terbatas. Disamping kecenderungan kuantitas air baku yang semakin terbatas, PDAM Semarang dihadapkan pada masalah kualitas air baku yang termasuk dalam kategori cemar berat. Kondisi tersebut berimplikasi terhadap semakin tingginya biaya produksi, karena penggunaan bahan kimia yang semakin tinggi. Dengan semakin tingginya biaya produksi, maka konsumen yang akan menanggung beban karena tarif harus disesuaikan.

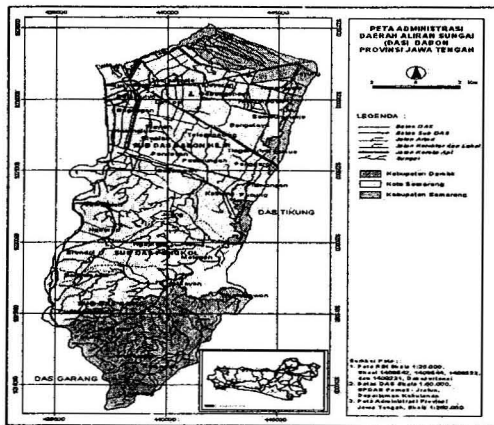
1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis status keberlanjutan pengelolaan air baku DAS Babon dari tiga dimensi keberlanjutan, yaitu dimensi ekologi, ekonomi dan sosial budaya. Status keberlanjutan setiap dimensi keberlanjutan ditentukan berdasarkan hasil analisis dari program analisis keberlanjutan (*Multi Dimensional Scaling*) yang dinyatakan dalam bentuk indeks keberlanjutan.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan November 2010 dan direncanakan selesai bulan September 2011. Penelitian dilakukan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Peta administrasi DAS Babon dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta administrasi DAS Babon

2.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan adalah data sekunder dan primer. Data sekunder diperoleh dari studi pustaka dan dokumen dari berbagai instansi terkait dengan penelitian. Sedangkan data primer diperoleh dari hasil pendapat para pakar. Beberapa pertimbangan dalam menentukan pakar yang akan dijadikan responden, menggunakan kriteria sebagai berikut : (a) mempunyai pengalaman yang kompeten sesuai bidang yang dikaji; (b) memiliki reputasi, kedudukan/jabatan dalam kompetensinya dengan bidang yang dikaji dan (c) memiliki kredibilitas yang tinggi dan bersedia dimintai pendapat atau berada di lokasi yang dikaji.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam analisis keberlanjutan pengelolaan air baku DAS Babon dilakukan dengan wawancara, diskusi, kuisioner dan survei lapangan dengan responden di wilayah studi yang terdiri dari berbagai pakar dan *stakeholders* yang terkait dengan penelitian.

2.4 Metode Analisis

Analisis keberlanjutan pengelolaan DAS Babon dilakukan dengan pendekatan "*multidimensional scaling*" (MDS) yang disebut dengan Rap-.WARESMA yang merupakan pengembangan dari metode Rapfish yang digunakan untuk menilai status

keberlanjutan perikanan tangkap (Kavanagh, 2001; Fauzi dan Anna, 2002.)

Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu: (a) penentuan atribut - atribut yang merepresentasi kondisi DAS Babon yang mencakup tiga dimensi yaitu: ekologi, ekonomi, dan sosial budaya; (b) Penilaian setiap atribut dalam skala ordinal berdasarkan kriteria keberlanjutan setiap dimensi; dan (c) Penyusunan indeks dan status keberlanjutan pengelolaan air baku DAS Babon.

Setiap atribut pada masing-masing dimensi diberikan skor berdasarkan *scientific and experience judgment* responden. Rentang skor berkisar antara 0 – 4 atau tergantung pada penilaian masing-masing kondisi elemen lapangan yang diartikan mulai dari yang buruk (4) sampai baik (0).

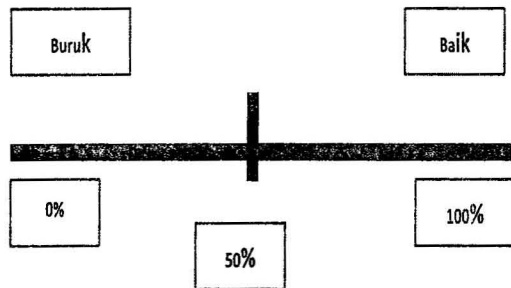
Nilai skor dari masing-masing atribut dianalisis secara *multidimensional* untuk menentukan satu atau beberapa titik yang mencerminkan posisi keberlanjutan pengelolaan air baku DAS Babon yang dikaji relatif terhadap dua titik acuan, yaitu titik baik (*good*) dan titik buruk (*bad*). Adapun nilai skor yang merupakan nilai indeks keberlanjutan setiap dimensi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori status keberlanjutan pengelolaan air baku DAS Babon berdasarkan nilai indeks hasil analisis Rap- WARESMA

Nilai Indeks	Kategori
0-25	Buruk
26-50	Kurang
51-74	Cukup
75-100	Baik

Melalui metode MDS, maka posisi titik keberlanjutan dapat divisualisasikan melalui sumbu horizontal dan sumbu vertikal. Dengan proses rotasi, maka posisi titik dapat divisualisasikan pada sumbu horizontal dengan nilai indeks keberlanjutan diberi nilai skor 0 % (buruk) dan 100 %

(baik). Jika sistem yang dikaji mempunyai nilai indeks keberlanjutan lebih besar atau sama dengan 50 % ($> 50\%$), maka sistem dikatakan berkelanjutan (*sustainable*) dan tidak berkelanjutan jika nilai indeks kurang dari 50 % ($< 50\%$). Ilustrasi hasil ordinasi nilai indeks keberlanjutan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi indeks keberlanjutan pengelolaan air baku DAS Babon sebesar 50 % (berkelanjutan)

Untuk melihat atribut yang paling sensitif memberikan kontribusi terhadap indeks keberlanjutan pengelolaan air baku DAS Babon dilakukan analisis sensitivitas dengan melihat bentuk perubahan *Root Mean Square* (RMS) ordinasi pada sumbu X. Semakin besar perubahan nilai RMS, maka semakin sensitif atribut tersebut dalam pengelolaan air baku DAS Babon.

Dalam analisis tersebut di atas akan terdapat pengaruh galat yang dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti kesalahan dalam pembuatan skor karena kesalahan pemahaman terhadap atribut atau kondisi lokasi penelitian yang belum sempurna, variasi skor akibat perbedaan opini atau penilaian oleh peneliti, proses analisis MDS yang berulang-ulang, kesalahan pemasukan data atau ada data yang hilang, dan tingginya nilai stress, yaitu nilai stress dapat diterima jika nilai $< 25\%$ (Kavanagh, 2001). Untuk mengevaluasi pengaruh galat pada pendugaan nilai ordinasi pengembangan kawasan minapolitan digunakan analisis *Monte Carlo*.

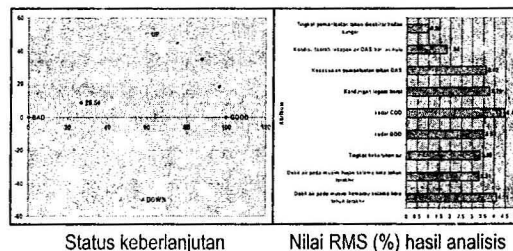
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Status Keberlanjutan Dimensi Ekologi

Atribut yang diperkirakan memberikan pengaruh terhadap tingkat keberlanjutan pada dimensi ekologi terdiri atas sembilan atribut, yaitu (1) Debit air pada musim kemarau selama lima tahun terakhir; (2) Debit air pada musim penghujan selama lima tahun terakhir; (3) Tingkat kekeruhan air; (4) Kadar BOD; (5) Kadar COD; (6) Kandungan logam berat; (7) Kesesuaian pemanfaatan lahan DAS Babon Semarang; (8) Kondisi daerah resapan air di DAS bagian hulu; dan (9) Tingkat pemanfaatan lahan di sekitar badan sungai Babon.

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan Rap WARESMA diperoleh nilai indeks keberlanjutan untuk dimensi ekologi pengelolaan air baku DAS Babon sebesar 26,54%. Berdasarkan klasifikasi kondisi atau status keberlanjutan pengelolaan air baku, maka kondisi dimensi ekologi berada pada kategori atau status kurang berkelanjutan.

Hasil analisis *lverage* diperoleh lima atribut yang sensitif terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi, yaitu (1) Kadar COD; (2) Debit air pada musim kemarau selama lima tahun terakhir; (3) Kandungan logam berat; (4) Kesesuaian pemanfaatan lahan DAS Babon Semarang dan (5) Kadar BOD. Adapun nilai indeks keberlanjutan dan atribut yang sensitif hasil analisis MDS dan *Lverage* dimensi ekologi seperti gambar 3.



Gambar 3. Nilai indeks keberlanjutan dan atribut yang sensitif mempengaruhi keberlanjutan dimensi ekologi

Munculnya atribut sensitif yang pertama adalah tingginya nilai COD yang berasal dari buangan limbah cair industri dan rumah tangga. Tingginya limbah cair ini memperlihatkan bahwa dalam limbah cair yang dihasilkan berbagai industri dan rumah tangga mengandung berbagai senyawa yang sulit terurai, sehingga akan menyebabkan nilai COD lebih tinggi dari BOD (Kristanto, 2005). Salah satu bahan yang menyumbang tingginya nilai COD yang berasal dari limbah cair domestik adalah penggunaan desinfektan Boyd, 1988.

Atribut sensitif yang kedua berupa debit air pada musim kemarau selama lima tahun yang semakin kecil. Perubahan fungsi lahan di sekitar DAS Babon yang tidak sesuai dengan peruntukannya, seperti pembangunan perumahan menyebabkan dampak terhadap fungsi dari ekologi DAS berupa penyempitan lebar sungai dan pendangkalan. Permasalahan yang menonjol di DAS Babon pada musim kemarau adalah debit air. Pada musim kemarau debit sungai mengecil, sehingga akan berdampak pada akumulasi berbagai bahan polutan yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap kualitas air. Kegiatan pembangunan di dalam DAS akan berdampak pada komponen hidrologi, seperti koefisien aliran permukaan, koefisien regim sungai, nisbah debit maksimum-minimum, kadar lumpur, laju, frekuensi dan periode banjir serta keadaan air tanah (Wibawa, 2010). Bangunan rumah, industri dan kurangnya hutan di sekitar sungai menyebabkan pendangkalan dan menurunnya debit air sungai.

Atribut sensitif yang ketiga berupa kandungan logam berat. Hasil analisis kualitas air yang dilakukan oleh Bapedal Provinsi Jawa Tengah, 2005, terhadap empat belas titik sampel pemantauan kualitas air memperlihatkan tingginya tingkat pencemaran dengan indikator tingginya nilai beberapa logam berat yang ada di beberapa titik pemantauan. Tingginya nilai beberapa parameter logam berat diduga berasal dari buangan limbah cair industri yang berada di

bantaran DAS Babon. Selain itu berasal dari buangan limbah domestik yang berasal dari pemukiman. Sebagian logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) merupakan zat pencemar yang berbahaya

Atribut sensitif yang keempat berupa kesesuaian pemanfaatan lahan. Semakin bertambahnya jumlah penduduk di sekitar DAS Babon memberikan pengaruh terhadap perubahan tata guna lahan yang pada akhirnya berpengaruh terhadap sistem hidrologi yang ada terkait dengan ketersediaan air di DAS Babon. Kondisi tersebut menyebabkan tekanan yang besar terhadap sumberdaya alam dan lingkungan di sekitar DAS Babon terutama terhadap perubahan lahan dan konversi hutan di daerah hulu. Menurut Syam, 2003 bahwa peningkatan luas lahan kritis diakibatkan oleh pengelolaan lahan yang tidak sesuai, antara lain penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya serta tidak disertai dengan usaha konservasi tanah dan air. Dengan banyaknya perubahan peruntukan fungsi lahan terutama di daerah hulu menyebabkan berbagai dampak terhadap lingkungan terutama banjir dan kekeringan. Menurut Irianto, 2003., menyatakan bahwa penyebab utama masalah banjir, kekeringan, erosi adalah menurunnya luasan, jenis, komposisi, proporsi vegetasi secara signifikan sehingga menyebabkan rusaknya siklus hidrologis DAS.

Atribut sensitif yang kelima berupa kadar BOD. Hasil monitoring yang dilakukan oleh Bapedal Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2005 di empat belas stasiun menunjukkan bahwa parameter BOD hampir semua titik menunjukkan nilai yang melebihi baku mutu lingkungan. Tingginya nilai BOD diduga berasal dari buangan limbah cair rumah tangga di sepanjang bantaran sungai dan aktivitas pertanian di daerah hulu. Hal ini sesuai dengan pendapat Das dan Acharya, 2003, yang mengatakan bahwa sebagian besar bahan organik berasal dari limbah perumahan dan pertanian yang berada di

sekitar sungai, sehingga diperlukan jumlah oksigen yang tinggi pula untuk menguraikan bahan organik tersebut.

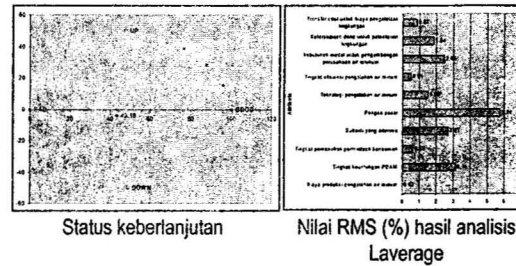
3.2 Status Keberlanjutan Dimensi Ekonomi

Atribut yang diprakirakan memberikan pengaruh terhadap tingkat keberlanjutan pada dimensi ekonomi terdiri atas sepuluh atribut, yaitu

- (1) Biaya produksi pengolahan air minum;
- (2) Tingkat keuntungan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM);
- (3) Tingkat pemenuhan permintaan konsumen;
- (4) Subsidi yang diterima;
- (5) Pangsa pasar (*demand*);
- (6) Teknologi pengolahan air minum;
- (7) Tingkat efisiensi pengolahan air minum;
- (8) Kebutuhan modal untuk pengembangan perusahaan air minum;
- (9) Ketersediaan dana untuk kegiatan pelestarian lingkungan;
- (10) Transfer cost untuk biaya pengelolaan lingkungan antar *stakeholders*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan Rap WARESMA diperoleh nilai indeks keberlanjutan untuk dimensi ekonomi pengelolaan air baku DAS Babon sebesar 43,18%. Berdasarkan klasifikasi kondisi atau status berkelanjutan pengelolaan air baku, maka kondisi dimensi ekonomi berada pada kategori atau status kurang berkelanjutan.

Berdasarkan hasil analisis leverage diperoleh lima atribut yang sensitif terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi, yaitu (1) Pangsa pasar (*demand*); (2) Tingkat keuntungan PDAM; (3) Subsidi yang diterima; (4) Kebutuhan modal untuk pengembangan perusahaan air minum dan (5) Ketersediaan dana untuk kegiatan pelestarian lingkungan. Adapun nilai indeks keberlanjutan dan atribut yang sensitif hasil analisis MDS dan *Leverage* dimensi ekonomi seperti gambar 4.



Gambar 4. Nilai indeks keberlanjutan dan atribut yang sensitif mempengaruhi keberlanjutan dimensi ekonomi

Munculnya atribut sensitif yang pertama adalah pangsa pasar. Wilayah pelayanan PDAM Semarang terbagi menjadi empat cabang yaitu cabang, Semarang Selatan, Cabang Semarang Timur, Cabang Semarang Utara, Cabang Semarang Barat dan Cabang Semarang Tengah. Misi PDAM yaitu ketersediaan air baku meningkat, kualitas produksi terjaga, kontinuitas pasokan meningkat, keterjangkauan pelayanan air bersih, komitmen manajemen yang profesional, kontribusi pada POA dan *stakeholder*, dan komitmen dengan *stakeholder*.

Namun sayangnya misi tersebut tidak sesuai dengan kondisi di lapangan. Para pelanggan sering mengeluhkan pelayanan PDAM yang kurang profesional, misalnya air selalu macet, air kotor, pipa sering bocor tidak segera diperbaiki sehingga sering macet, air sering mati, air sering tidak mengalir dan sistem yang buruk dalam pengelolaan air dan lain sebagainya. Selain itu keluhan-keluhan yang disampaikan oleh para pelanggan tidak segera ditanggapi dan ditangani.

Atribut sensitif yang kedua berupa tingkat keuntungan PDAM. Selama lima tahun terakhir dalam periode 2004-2008 jumlah pelanggan PDAM mengalami kenaikan dari 118.265 pelanggan pada tahun 2004 meningkat menjadi 126.749 pelanggan pada tahun 2008. Nilai penjualan air sebesar 78.270.539.090 juta pada tahun 2004 meningkat menjadi 100.171.115.760 juta pada tahun 2008. Dengan meningkatnya jumlah penjualan

air secara otomatis akan menaikkan jumlah keuntungan yang diperoleh PDAM. Namun demikian mengingat tidak adanya subsidi dan beban produksi yang sangat besar serta membayar hutang menyebabkan keuntungan yang diperoleh menjadi lebih kecil, sehingga sumbangan PDRB dari sektor ini juga semakin kecil.

Atribut sensitif yang ketiga berupa subsidi. Kondisi PDAM Kota Semarang saat ini mengalami krisis yang cukup berat. PDAM hanya mengandalkan pemasukan dari penjualan air tanpa ada pemasukan dari sumber lain sedangkan biaya produksi terus mengalami kenaikan setiap tahun. Setiap bulan PDAM selalu mendistribusikan air sebesar 708.900 m³ (10,57 persen) atau Rp 815 juta dari biaya produksi langsung kepada berbagai institusi sosial dan umum.

Atribut sensitif yang keempat berupa kebutuhan modal. Kebutuhan modal dalam pengembangan usaha perusahaan air minum mutlak dibutuhkan. Pengelolaan air DAS Babon sebagai air baku untuk air minum dikelola oleh PDAM Sendang Mulyo yang berada di Kota Semarang. Modal yang dibutuhkan saat ini sangat besar yang digunakan untuk analisis laboratorium, perawatan instalasi, bendungan, meteran air dan b

Atribut sensitif yang kelima berupa ketersediaan dana untuk pelestarian lingkungan. Tingginya laju sedimentasi di sungai menjadi suatu permasalahan yang umum terjadi di berbagai DAS yang ada di Indonesia. Kondisi ini merugikan banyak pihak, baik dari masyarakat hulu sendiri selaku pengelola maupun para pengguna air yang berada di daerah hilir selaku pemanfaat Verbist dan Pasya, 2004. Oleh karena itu diperlukan langkah untuk menyelamatkan DAS melalui rehabilitasi dan konservasi terutama di daerah hulu

3.3 Status Keberlanjutan Dimensi Sosial

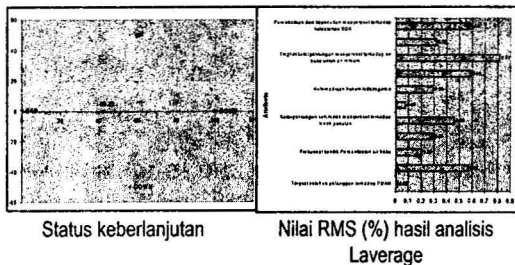
Atribut yang diprakirakan memberikan pengaruh terhadap tingkat keberlanjutan pada dimensi sosial terdiri

atas sepuluh atribut, yaitu (1) Tingkat keluhan (masyarakat) pelanggan terhadap PDAM; (2) Tingkat keluhan masyarakat terhadap ketersediaan air baku; (3) Frekuensi konflik pemanfaatan sumber air baku; (4) Ketersediaan kelompok masyarakat dalam pengelolaan air; (5) Ketergantungan kelompok masyarakat terhadap tokoh panutan; (6) Peran serta masyarakat dalam pengelolaan kebutuhan air minum; (7) Ketersediaan aturan hukum/ adat/ agama; (8) Tingkat ketergantungan masyarakat terhadap sumber air baku dari DAS Babon untuk kebutuhan non domestik; (9) Tingkat ketergantungan masyarakat terhadap sumber air baku dari DAS Babon untuk kebutuhan air minum (domestik); (10) Tingkat ketergantungan masyarakat terhadap sumber air minum dari PDAM dan (11) Pemahaman dan kepedulian masyarakat terhadap kelestarian SDA

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan Rap WARESMA diperoleh nilai indeks keberlanjutan untuk dimensi sosial pengelolaan air baku DAS Babon sebesar 50,83%. Berdasarkan klasifikasi kondisi atau status berkelanjutan pengelolaan air baku, maka kondisi dimensi ekonomi berada pada kategori atau status cukup berkelanjutan.

Berdasarkan hasil analisis *average* diperoleh lima atribut yang sensitif terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial, yaitu (1) Tingkat ketergantungan masyarakat terhadap sumber air minum dari PDAM; (2) Tingkat ketergantungan masyarakat terhadap sumber air baku dari DAS Babon untuk kebutuhan non domestik; (3) Pemahaman dan kepedulian masyarakat terhadap kelestarian SDA; (4) Tingkat keluhan masyarakat terhadap ketersediaan air baku dan (5) Ketergantungan kelompok masyarakat terhadap tokoh panutan.

Adapun nilai indeks keberlanjutan dan atribut yang sensitif hasil analisis MDS dan *Leverage* dimensi sosial seperti gambar 5.



Gambar 5. Nilai indeks keberlanjutan dan atribut yang Sensitif mempengaruhi keberlanjutan dimensi sosial.

Munculnya atribut sensitif yang pertama adalah Air menjadi kebutuhan primer yang diperlukan untuk kebutuhan sehari-hari, seperti minum, masak, mandi sampai kebutuhan pengolahan industri, sehingga fungsi air tidak hanya terbatas untuk menjalankan fungsi ekonomi saja, namun juga sebagai fungsi sosial.

Atribut sensitif yang kedua berupa tingkat ketergantungan masyarakat terhadap sumber air baku dari DAS Babon. Tingkat ketergantungan masyarakat di sekitar DAS Babon untuk pengairan cukup tinggi. Namun demikian seiring dengan pesatnya pembangunan dan meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan perubahan lahan persawahan menjadi pemukiman dan industri yang berakibat pada pencemaran perairan dan terjadinya sedimentasi, sehingga menyebabkan tingkat penggunaan air DAS Babon untuk irigasi menjadi lebih kecil.

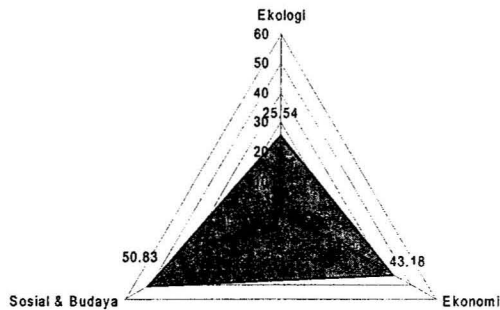
Atribut sensitif yang ketiga berupa pemahaman dan kepedulian masyarakat. Pemahaman dan kepedulian masyarakat yang ada di sekitar DAS Babon untuk melestarikan lingkungan masih sangat rendah. Hal tersebut terbukti dengan masih banyaknya penduduk yang membuang sampah di sembarang tempat dan aktivitas MCK di sungai sehingga menyebabkan penurunan terhadap kualitas air sungai dan sedimentasi. Oleh karena itu perlu dilakukan kegiatan untuk meningkatkan pemahaman kepada masyarakat mengenai lingkungan melalui kegiatan sosialisasi.

Atribut sensitif yang keempat berupa tingkat keluhan masyarakat terhadap ketersediaan air baku. Peningkatan jumlah pelanggan tidak dibarengi dengan kualitas pelayanan dari PDAM. Setiap hari banyak pengaduan/keluhan dari pelanggan mengenai keburukan kinerja PDAM dalam keseriusannya mengelola air. Air sering macet sehari-hari tanpa pemberitahuan jelas, air kotor, dan keluhan yang tidak segera ditangan. Dengan banyaknya keluhan dari pelanggan menyebabkan citra PDAM menjadi lebih jelek dimata para pelanggan

Atribut sensitif yang kelima berupa ketergantungan kelompok masyarakat terhadap tokoh panutan. Ketergantungan masyarakat di sekitar DAS Babon terhadap tokoh masyarakat untuk melakukan pengelolaan lingkungan masih cukup tinggi. Hal tersebut terbukti dengan turut andilnya tokoh masyarakat terkait beberapa kegiatan yang ada disekitar DAS.

3.4 Status Keberlanjutan Multi Dimensi

Analisis keberlanjutan pengelolaan air baku DAS Babon menghasilkan nilai indeks keberlanjutan pengelolaan air baku DAS Babon. Atribut yang digunakan dalam menilai keberlanjutan kawasan terdiri atas tiga dimensi, yaitu dimensi ekologi, ekonomi, dan sosial budaya. Berdasarkan analisis diperoleh nilai dimensi ekologi sebesar 26,54% dengan status kurang berkelanjutan, dimensi ekonomi sebesar 43,18% dengan status kurang berkelanjutan, dan dimensi sosial dan budaya sebesar 50,83% dengan status cukup berkelanjutan. Hasil analisis keberlanjutan untuk seluruh dimensi pengelolaan air baku DAS Babon termasuk dalam kategori atau status kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan sebesar 29,41%. Indeks keberlanjutan multidimensi dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6. Diagram layang (*kite diagram*) nilai indeks keberlanjutan pengelolaan air baku DAS Babon

Hasil selisih Monte Carlo dan MDS ini juga menunjukkan bahwa hasil analisis MDS pada pengelolaan air baku DAS Babon memiliki relatif kecil kesalahan prosedur dalam penentuan skoring atribut akibat dari minimnya informasi, terdapat relatif rendah kesalahan dari variasi perbedaan skor akibat perbedaan opini, tingkat stabilitas MDS tinggi, dapat dihindari kesalahan dalam *entry* atau *missing data* dan dapat dihindari tingginya nilai *S* *tress*. Hasil analisis Monte Carlo untuk nilai indeks keberlanjutan multidimensi dan masing-masing dimensi secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis Monte Carlo untuk nilai indeks keberlanjutan mutidimensi dan masing-masing dimensi pada selang kepercayaan 95%

Status Indeks Keberlanjutan	Hasil MDS	Hasil Monte Carlo	Perbedaan
Mutidimensi	29,41	29,64	0,22
Dimensi Ekologi	25,54	26,11	0,57
Dimensi Ekonomi	43,18	43,23	0,05
Dimensi Sosial-Budaya	50,85	50,85	0,02

Sumber : Analisis, 2011

Hasil analisis Rap WARESMA menunjukkan bahwa semua atribut yang dikaji terhadap status berkelanjutan pengelolaan air baku DAS Babon cukup akurat, sehingga dapat memberikan hasil analisis yang semakin baik dan dapat dipertanggung jawabkan. Hal ini terlihat dari

nilai *stress* yang hanya berkisar antara 14% sampai 16% dan nilai koefisien determinasi yang diperoleh berkisar antara 0,94 dan 0,96. hal ini sesuai dengan pendapat Kavanagh, 2001, yang menyatakan bahwa hasil analisis cukup memadai apabila nilai *stress* lebih kecil dari nilai 0,25 dan nilai koefisien determinasi mendekati nilai 1. Adapun nilai *stress* dan koefisien determinasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis untuk nilai *stress* dan koefisien determinasi (*R*²).

Parameter	A	B	C
<i>Stress</i>	0,14	0,14	0,16
<i>R</i> ²	0,94	0,94	0,96

Keterangan:

A = Dimensi Ekologi,

B = Dimensi Ekonomi,

C = Dimensi Sosial Budaya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan kondisi lingkungan lokasi penelitian bahwa dimensi ekologi dan ekonomi berada pada status kurang berkelanjutan, sedangkan dimensi sosial

pada status cukup berkelanjutan. Secara multidimensi pengelolaan air baku DAS Babon di Kota Semarang berada pada status kurang berkelanjutan dengan 15 atribut yang sensitif berpengaruh dalam meningkatkan indeks keberlanjutan. Atribut-atribut tersebut yaitu masing-masing 5 atribut

pada dimensi ekologi, ekonomi dan sosial. Untuk meningkatkan status keberlanjutan ke depan, skenario yang perlu dilakukan untuk meningkatkan status pengelolaan air baku DAS Babon adalah dengan melakukan perbaikan secara menyeluruh terhadap semua atribut yang sensitif, sehingga semua dimensi menjadi keberlanjutan untuk pengelolaan air baku DAS Babon.

DAFTAR PUSTAKA

- Bapedal Provinsi Jawa Tengah. 2005. *Rencana Pengelolaan Kualitas Air Daerah Aliran Sungai Babon*. Kerjasama Teknis Pemerintah Republik Indonesia – Republik Federal Jerman. Program Lingkungan Hidup Indonesia – Jerman.
- Boyd, 1988. *Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Fourth Printing*. Auburn University Agricultural Experiment Station. Alabama. USA. 359p.
- Das dan Acharya, 2003. *Hydrology dan Assessment of Lotic Water Quality in Cuttack City*. India. Water dan Soil Pollution 150: 163-175.
- Fauzi, A. dan Anna, S., 2002. *Evaluasi Status Keberlanjutan Pembangunan Perikanan. Aplikasi Pendekatan Rapfish (studi kasus: Perairan Pesisir DKI Jakarta)*. Jurnal Pesisir dan Lautan. 4 (3) : 14 – 21.
- Irianto, G., 2003. *Kumpulan Pemikiran Banjir dan Kekeringan, Penyebab, Antisipasi dan Solusinya*. Bogor. CV. Universal Pustaka Media.
- Kavanagh, P., 2001. *Rapid Appraisal of Fisheries (Rapfish) Project. Rapfish Software Description (for Microsoft Excel)*. University of British Columbia, Fisheries Centre, Vancouver.
- Kristanto. 2005. *Industri*. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- Syam, A., 2003. *Sistem Pengelolaan Lahan Kering di Daerah Aliran Sungai Bagian Hulu*. J. Litbang Pertanian. Vol 22 (4): 162-171.
- Verbist, B dan G. Pasya. 2004. *Perspektif Sejarah Status Kawasan Hutan, Konflik Dan Negosiasi Di Sumberjaya Lampung Barat Propinsi Lampung*. Agrivita 26 (1):20-28.
- Wibawa, W.D., 2010. *Disain Pengelolaan Lahan Berkelanjutan Berbasis Tanaman Holtikultura Tahunan di DAS Ciliwung Hulu*. Disertasi. Pascasarjana. IPB.

Lampiran 1. Atribut-atribut dan skor keberlanjutan pengelolaan DAS Babon Semarang untuk kebutuhan air minum.

Aspek dan Atribut	Skor saat ini	Baik	Buruk	Keterangan
Aspek Ekologi				
Debit air pada musim kemarau selama lima tahun terakhir	(1) terjadi penurunan 10 persen – 25 persen	0	3	(0) terjadi penurunan kurang dari 10 persen; (1) terjadi penurunan 10 persen – 25 persen; (2) terjadi penurunan 25 persen – 50 persen; (3) terjadi penurunan lebih dari 50 persen
Debit air pada musim penghujan selama lima tahun terakhir	(2) Terjadi peningkatan 25% - 50%	0	3	(0) terjadi peningkatan kurang dari 10 persen; (1) terjadi peningkatan 10 persen – 25 persen; (2) terjadi peningkatan 25 persen – 50 persen; (3) terjadi peningkatan lebih dari 50 persen
Tingkat kekeruhan air	(2) keruh	0	3	(0) jernih; (1) agak keruh; (2) keruh; (3) sangat keruh.
Kadar BOD	(3) jauh diatas ambang	0	3	(0) di bawah ambang batas; (1) sama dengan ambang batas; (2) sedikit di atas ambang batas; dan (3) jauh di atas ambang batas
Kadar COD	(3) jauh diatas ambang	0	3	(0) di bawah ambang batas; (1) sama dengan ambang batas; (2) sedikit di atas ambang batas; dan (3) jauh di atas ambang batas
Kandungan logam berat	(3) jauh di atas ambang batas	0	3	(0) di bawah ambang batas; (1) sama dengan ambang batas; (2) sedikit di atas ambang batas; dan (3) jauh di atas ambang batas
Kesesuaian pemanfaatan lahan DAS Babon Semarang	(0) tidak sesuai	2	0	(0) tidak sesuai; (1) sesuai; (2) sangat sesuai.
Kondisi daerah resapan air di DAS bagian hulu	(2) Rusak	0	3	(0) masih dalam kondisi lestari; (1) rusak ringan; (2) rusak; (3) rusak berat.
Tingkat pemanfaatan lahan di sekitar badan sungai Babon	(2) sebagian besar dimanfaatkan untuk pemukiman, pertanian, dan industri	0	3	(0) tidak dimanfaatkan (dijadikan daerah resapan air); (1) dimanfaatkan sedikit untuk pemukiman, pertanian, dan industri; (2) sebagian besar dimanfaatkan untuk pemukiman, pertanian, dan industri; (3) seluruhnya dimanfaatkan untuk pemukiman, pertanian, dan industri
Aspek Ekonomi				
Biaya produksi pengolahan air minum	(2) tinggi	0	3	(0) rendah; (1) sedang; (2) tinggi; dan (3) terus meningkat.
Tingkat keuntungan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)	(0) Rugi	3	0	(0) rugi; (1) berada pada titik impas; (2) sedikit di atas titik impas; dan (3) jauh di atas titik impas.
Tingkat pemenuhan permintaan konsumen	(1) kurang terpenuhi	3	0	(0) tidak terpenuhi; (1) kurang terpenuhi; (2) terpenuhi; dan (3) sangat terpenuhi
Subsidi yang diterima	(3) Sangat Tinggi	0	3	(0) tidak ada; (1) ada sedikit; (2) ada; dan (3) sangat tinggi
Pangsa pasar (<i>demand</i>)	(2) Besar	2	0	(0) kecil; (1) sedang; dan (2) besar.
Teknologi pengolahan air minum	(1) teknologi sedang	2	0	(0) teknologi sederhana; (1) teknologi sedang; dan (2) teknologi tinggi
Tingkat efisiensi pengolahan air minum	(1) kurang efisien	3	0	(0) tidak efisien; (1) kurang efisien; (2) efisien; dan (3) sangat efisien.
Kebutuhan modal untuk pengembangan perusahaan air minum	(2) tersedia	3	0	(0) tidak tersedia; (1) kurang tersedia; (2) tersedia; dan (3) tersedia tak terbatas.

Aspek dan Atribut	Skor saat ini	Baik	Buruk	Keterangan
Ketersediaan dana untuk kegiatan pelestarian lingkungan	(0) Tidak tersedia	3	0	(0) tidak tersedia; (1) kurang tersedia; (2) tersedia; dan (3) tersedia tak terbatas.
<i>Transfer cost</i> untuk biaya pengelolaan lingkungan antar <i>stakeholders</i>	(1); Tidak ada	2	0	(0) tidak ada; (1) ada tapi belum berjalan dengan baik; (2) ada dan sudah berjalan dengan baik.
Aspek Sosial				
Tingkat keluhan (masyarakat) pelanggan Terhadap PDAM	(2) Sedang	0	3	(0) tidak ada; (1) rendah; (2) sedang; (3) tinggi.
Tingkat keluhan masyarakat Terhadap ketersediaan air baku	(2) Sedang	0	3	(0) tidak ada; (1) rendah; (2) sedang; (3) tinggi.
Frekuensi konflik pemanfaatan sumber air baku	(1) rendah	0	3	(0) tidak ada; (1) rendah; (2) sedang; (3) tinggi.
Ketersediaan kelompok masyarakat dlm pengelolaan air	(1) ada tapi tidak berfungsi optimal	2	0	(0) tidak ada; (1) ada tapi tidak berfungsi optimal; (2) Ada dan berfungsi optimal.
Ketertgantungan kelompok masyarakat terhadap Tokoh Panutan (champion)	(1) ada ketertgantungan	0	2	(0) tidak tergantung; (1) ada ketertgantungan; (2) Sangat tergantung
Peran serta masyarakat dalam pengelolaan kebutuhan air minum	(1) ada tapi tidak berjalan optimal	2	0	(0) rendah; (1) sedang; (2) tinggi
Ketersediaan aturan hukum/ adat/ agama	(1) ada tapi kurang dipatuhi	2	0	(0) tidak ada; (1) ada tapi kurang dipatuhi; (2) ada dan dipatuhi
Tingkat ketertgantungan masyarakat terhadap sumber air baku dari DAS Babon untuk kebutuhan non domestik	(1) Sedang	0	3	(0) rendah; (1) sedang; (2) tinggi; dan (3) sangat tinggi
Tingkat ketertgantungan masyarakat terhadap sumber air baku dari DAS Babon untuk kebutuhan air minum (domestik)	(2) Tinggi	0	3	(0) rendah; (1) sedang; (2) tinggi; dan (3) sangat tinggi
Tingkat ketertgantungan masyarakat terhadap sumber air minum dari PDAM.	(2) Tinggi	0	3	(0) rendah; (1) sedang; (2) tinggi; dan (3) sangat tinggi
Pemahaman dan kepedulian Masyarakat terhadap kelestarian SDA	(1) sedang	0	3	(0) rendah; (1) sedang; (2) tinggi; dan (3) sangat tinggi