

PENINGKATAN KUALITAS AIR SALURAN TARUM BARAT SECARA MANDIRI MELALUI DIVERSIFIKASI ENERGI

¹Bayu Parlinto

¹Program Pascasarjana, Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia

e-mail : byparlinto@yahoo.com

Abstrak. Air yang mengalir pada saluran Tarum Barat adalah sumber daya alam yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih kota Jakarta dan merupakan energi terbarukan ramah lingkungan yang dapat dimanfaatkan secara terpadu untuk pengendalian kualitas air secara mandiri. Perubahan tataguna lahan di hulu saluran Tarum Barat berakibat penurunan kualitas air baku instalasi penjernihan air kota Jakarta, sehingga perlu konsep baru pengendalian kualitas air terpadu di sisi hilirnya melalui diversifikasi energi berupa pemanfaatan potensi energi, sekaligus mendukung program mekanisme pembangunan bersih Protokol Kyoto berupa reduksi emisi CO₂. Konsep pengendalian kualitas air di sisi hilir saluran Tarum Barat dilakukan dengan konsep reformulasi reduksi terpadu secara bertahap pada parameter fisika, kimia dan biologi melalui diversifikasi energi dari aliran air itu sendiri sesuai prinsip-prinsip pembangunan berkesinambungan berwawasan lingkungan.

Kata kunci : pengendalian kualitas air, diversifikasi energi, pemodelan.

1. Pendahuluan:

1.1. Latar belakang

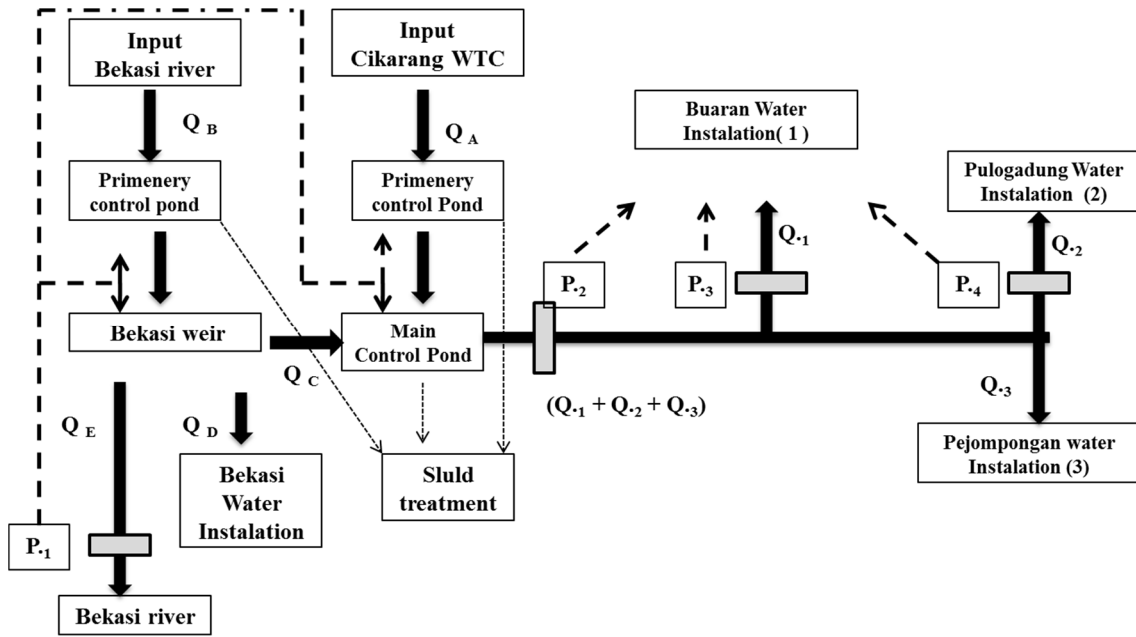
Air pada saluran Tarum Barat (STB) merupakan air baku dari instalasi penjernihan air kota Jakarta yang memiliki sumber air dari bendungan Jatiluhur dan sungai lokal sebagai Cibeet sungai, sungai dan Cikarang Bekasi sungai.

Debit debit air di saluran Tarum Barat disesuaikan dengan kebutuhan air baku dari instalasi penjernihan air kota Jakarta (maksimum debit Jakarta instalasi air pemurnian adalah 16,1 m³/detik), sedangkan kualitas air sangat dipengaruhi oleh kualitas air penambahan dari sungai setempat dan penggunaan lahan di sisi hulu.

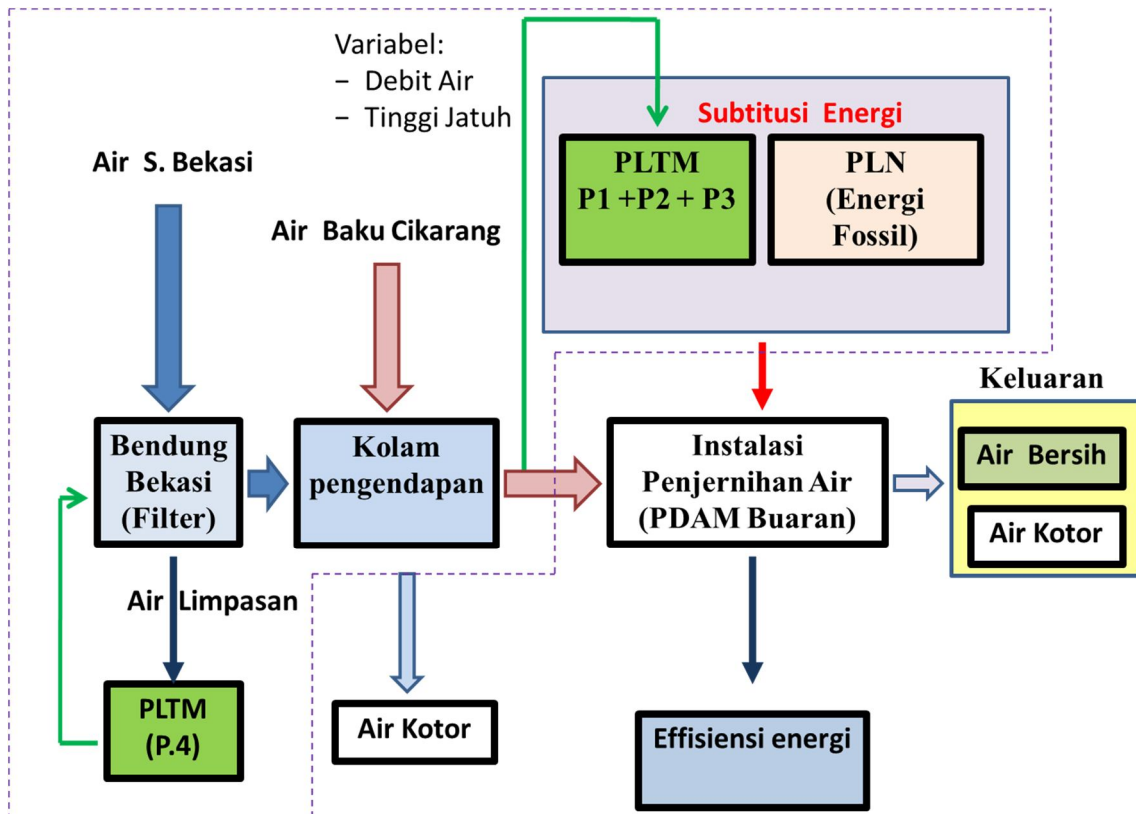
Perubahan penggunaan lahan dan kegiatan masyarakat di sisi hulu dan sepanjang saluran Tarum Barat memiliki dampak negatif pada kualitas air baku, namun, beberapa lokasi di sepanjang saluran Tarum Barat memiliki energi potensial yang dapat dimanfaatkan untuk program diversifikasi energi.

Berdasarkan hal tersebut di atas, dapat kualitas air baku di saluran Tarum Barat ditingkatkan dan dikelola secara mandiri melalui diversifikasi energi sehingga kualitas air baku yang sebagaimana disyaratkan oleh Peraturan Pemerintah tahun Republik Indonesia nomor 82 tahun 2001.

Model dan skematik peningkatkan kualitas air baku di saluran Tarum Barat melalui diversifikasi energi dapat dijelaskan sesuai dengan Gambar 1. dan Gambar 2.



Gambar 1. Model peningkatan kualitas air STB secara mandiri melalui diversifikasi energi



Gambar 2. Skematik peningkatan kualitas air secara mandiri melalui diversifikasi energi

1.2 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan pemodelan dari peningkatan kualitas air baku di sisi hilir dari saluran Tarum Barat melalui diversifikasi energi dengan pendekatan matematika, dan juga untuk mengetahui potensi energi dan reduksi emisi CO₂ sesuai prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan.

2. Rumus dan Metoda yang digunakan :

2.1. Lingkup penelitian

Penelitian dilakukan di saluran Tarum Barat (STB) mulai dari bendung Curug di Purwakarta, Jawa Barat hingga stasiun pompa Cawang yang terletak di Halim Perdana Kusuma, Jakarta Timur.

Waktu pelaksanaan penelitian mulai bulan November 2011 sampai akhir Januari 2012.

2.2 Populasi dan Sampel

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, tetapi jenis data yang digunakan terdiri dari data kualitatif (data sekunder tentang jumlah penduduk, wawancara dan pengamatan dari masyarakat sekitarnya) dan data kuantitatif (pengamatan gedung / fasilitas, parameter pengukuran, penggunaan statistik yang terkait dan lain-lain data sekunder pendukung).

Populasi dalam penelitian ini adalah sumber data semua termasuk/masyarakat pengguna fasilitas umum di sepanjang saluran Tarum Barat, mulai dari bendung Curug, Purwakarta, hingga rumah pompa PDAM Pejompongan di cawang. jumlah sampel sosial adalah 57 orang yang dapat mewakili kondisi aktual dan jumlah sampel kualitas air sebanyak 10 lokasi sesuai dengan lokasi dalam data sekunder yang dinyatakan oleh Perum jasa Tirta II (Bendung Curug, BTB-10, BTB-23, BTB -35, BTB-45, BTB-49, BTB-51, pintu air Buaran, pintu air Pulogadung dan pintu air Pejompongan).

2.3 Rumus dan metode analisa

Energi listrik dapat dihasilkan oleh aliran air di saluran Tarum Barat akan sebanding dengan laju aliran air dan kepala air.

Teoritis potensi energi dapat dihasilkan sebagai rumus :

$$\begin{aligned} \text{Energi mekanik} &= \text{Energi Potensi} + \text{energi Kinetik} \\ &= \frac{1}{2} m v^2 + m g h \\ \text{Daya listrik : } P &= \frac{1}{2} \rho A v^3 + 9,8 Q h \end{aligned} \quad \dots (1)$$

$$\text{Energi Listrik : } E = P t s \quad \dots (2)$$

Secara teoritis tingkat pelepasan CO₂ dari pembakaran bahan bakar fosil dapat didekati dengan rumus :

$$TP (CO_2) = 0,9 \times [(M.CO_2) / (MC)] \times C_j \times W_i \quad \dots (3)$$

Indeks kualitas air (WQI) baku disaluran Tarum Barat dapat di jabarkan dengan rumus :

$$WQI = \sum_{i=1}^n w_i q_i \quad \dots (4)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad \dots (5)$$

WQI skala berkisar sebagai berikut: kategori sangat memuaskan memiliki nilai 91-100, kategori baik memiliki nilai 71-90, kategori rata-rata memiliki nilai 51-70, kategori buruk memiliki nilai 26-50, kategori sangat buruk memiliki nilai 0-25.

Parameter zat padat terlarut merupakan parameter yang menentukan kualitas air, sehingga konsep pengendalian kualitas air dilakukan dengan merumuskan fungsi air sebagai energi dan materi (parameter fisika, kimia dan biologi).

Analisis ekonomi untuk optimalisasi pemanfaatan saluran Tarum Barat akan mencakup: Analisa Nilai saat ini :

$$P = F (1 + d)^{-n} \quad \dots (6)$$

$$d = i + j + i \cdot j \quad \dots (7)$$

Analisa laju pengembalian :

$$\begin{aligned} P_{\text{penerimaan}} - P_{\text{biaya}} &= 0 \\ P_{\text{penerimaan}} / P_{\text{biaya}} &= 1 \end{aligned} \quad \dots (8)$$

Analisa Rasio manfaat biaya (RMB):

$$RMB = P_{\text{Manfaat}} / P_{\text{Biaya}} \quad \dots (9)$$

$$RMB = A_{\text{Manfaat}} / A_{\text{Biaya}} \quad \dots (10)$$

3. Hasil dan diskusi

3.1. Kajian Energi Pemanfaatan aliran air STB

Berdasarkan survnei lapangan, optimasi energi potensial di Tarum Barat channel untuk dimanfaatkan sebagai energi listrik pada:

1. Lokasi 1 di bendung Bekasi ($6^{\circ} 14' 58.08$ S $106^{\circ} 59' 53.32$ E), dengan debit air rata-rata $11,25 \text{ m}^3/\text{detik}$, tinggi jatuh air maksimum 6 m, sehingga daya kW 422,61 potensi energi listrik sebesar 3 072 693,59 kWh / tahun.
2. Lokasi 2 di dekat terminal Sumber Arta Bekasi ($6^{\circ} 14' 58.65$ S $106^{\circ} 56' 24.77$ E), dengan debit air m^3/detik , maximun 16,1 maksimum 2 m kepala, sehingga potensi tenaga listrik 201,96 kW dan energi listrik potensial 1 468 399,13 kWh / tahun.
3. Lokasi di pintu air instalasi PDAM Buaran ($6^{\circ} 14' 58,42$ S $106^{\circ} 55' 57,08$ E), debit air maksimum $5,5 \text{ m}^3/\text{detik}$, kepala maksimum 2,5 m, sehingga potensi kekuatan kW 86.24 listrik dan energi listrik potensial 627 033,79 kWh / tahun.
4. Lokasi di pintu air ke instalasi PDAM Pulogadung ($6^{\circ} 14' 50.62$ S $106^{\circ} 55' 15.84$ E), debit air maksimum $4,4 \text{ m}^3/\text{detik}$, kepala maksimum 2 m, sehingga potensi kekuatan kW 55.19 listrik dan energi listrik potensial dari 401 301,63 Lokasi kWh / tahun.

Berdasarkan uraian di atas, daya yang dapat dibangkitkan sebesar 775 kW dan menghasilkan energi listrik sebesar 5 569 428,15 kWh/tahun atau setara dengan bahan bakar fosil (solar) sebesar 1 214,14 ton solar per tahun (Sumber, SFC = 218 g / kWh, BBI Surabaya) yang setara biaya sebesar 14 745 878 365,39 rupiah per tahun (Sumber: Resha Rabby Lestari PT. Mei 2011).

3.2. Ekonomi Studi Pemanfaatan aliran air STB

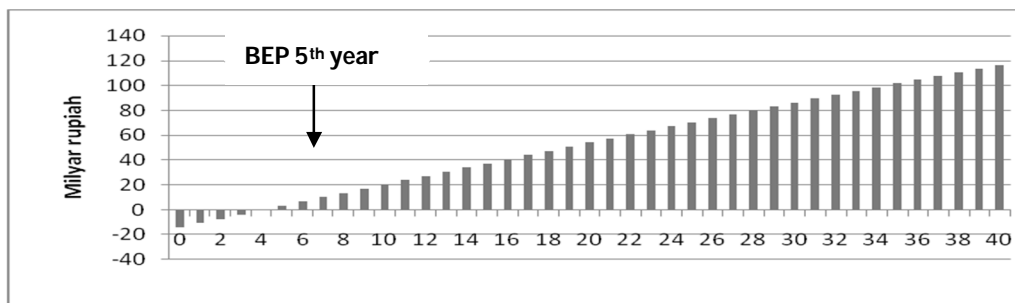
Tabel 1 menunjukkan investasi yang diperlukan untuk pembangunan PLTM dengan kapasitas 775 kW adalah Rp 13 856 928 422,40, -

Tabel 1. Biaya pembangunan PLTM tipe Vortex gravitasi

	Location 1 st	Location 2 nd	Location 3 rd	Location 4 th
Coordinate	6° 14' 58,08" ; 106° 59' 53,32" E	6° 14' 58,65" ; 106° 56' 24,77" E	6° 14' 58,42" ; 106° 55' 57,08" E	6° 14' 50,62" ; 106° 55' 15,84" E
Debit (m ³ /sec)	11.23 *)	Max 16.1	Max 5.5	Max 4.4
Head (m)	6	Max 2	Max 2.5	Max 2
Power (kW)	422.61	201.96	86.24	55.19
Energy (kWh/year)	3 072 693.59	1 468 399.13	627 003.79	401 301.63
Investation : (UD \$)	845 214.72	403 916.80	172 480.00	110 387.00
(Rp)	7 644 967 142.40	3 653 427 456.00	1 560 081 600.00	998 452 224.00

*) tahun 2011 +) $\eta_t = 80\%$, $\eta_g = 80\%$ dan $s = 83\%$

Analisis ekonomi PLTM di saluran Tarum Barat menunjukkan bahwa titik impas (BEP) investasi dicapai pada tahun ke-5, seperti pada Gambar.3.



Gambar 3. Titik impas investasi

3.3. Analisa reduksi emisi karbon

Sistem pembangkitan Jawa-Bali(Jamali) dapat dikelompokkan menjadi tenaga air, panas bumi dan pembangkit termal (bahan bakar gas, bahan bakar cair dan Batubara). Pada 2010 sistem Jamali untuk menghasilkan energi listrik dan memerlukan 97 942 060 000 kWh dan perlu 30 226 217 809,95 kg energi primer dan akan menghasilkan 52 915 649 501,23 kg emisi karbon, dengan demikian spesifik emisi karbon sistem pembangkitan Jawa-Bali adalah 0,54 kg per kWh.

Diversifikasi energi aliran air pada saluran Tarum Barat mampu menghasilkan energi listrik untuk 5,569,428.15 kWh/tahun dan dapat mengurangi emisi karbon sistem Pembangkitan Jamali dari 3,009,022.97 CER kg senilai \$ 30,090.23/tahun.

Energy diversification by water in the West Tarum channel capable of generating electrical energy for 5,569,428.15 kWh per year and can reduce carbon emissions Jamali system of 3,009,022.97 CER worth \$ 30,090.23 / year.

3.4 Analisa sosial-budaya

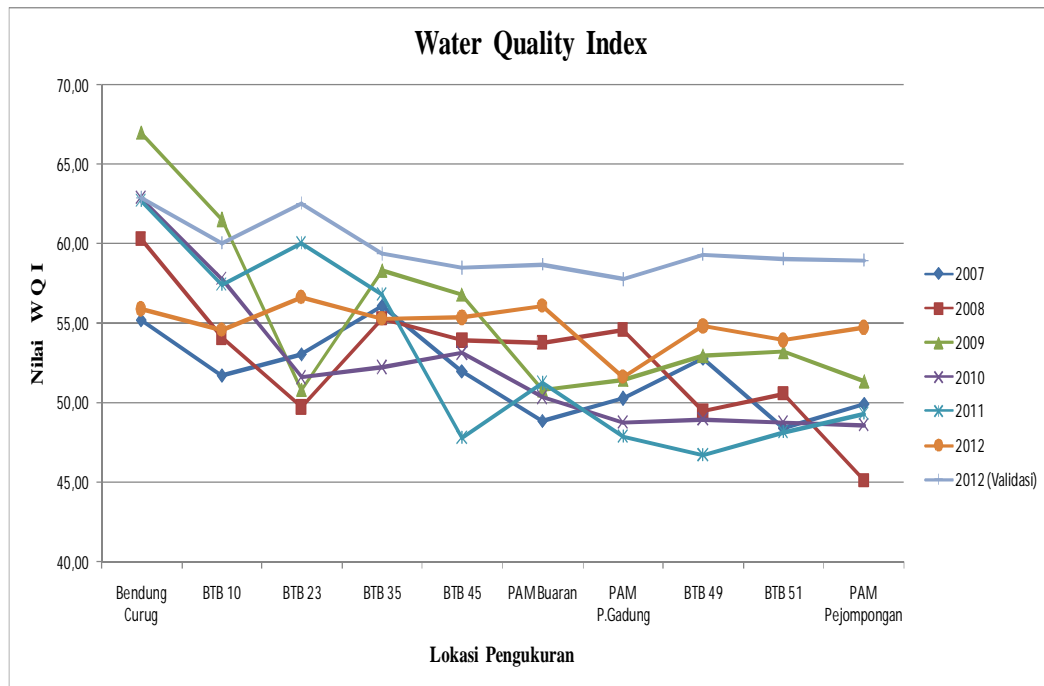
Bangunan utama saluran Tarum Barat adalah tanggul yang terbuat dari tanah atau batuan (semen) dengan tujuan mengurangi limbah. Penggunaan lahan bantaran saluran Tarum Barat adalah ruang terbuka hijau, tetapi kenyataannya terjadi perubahan tataguna lahan menjadi perumahan ilegal, pembuangan, taman/kebun, pembuangan sampah dan keperluan lainnya seperti MCK sedangkan di sisi utara tanggul saluran Tarum Barat telah digunakan untuk lalu lintas umum.

Untuk mengetahui pengaruh aktivitas masyarakat yang tinggal di sepanjang saluran Tarum Barat dilakukan survei sosial budaya dengan mengambil sampel dari 57 orang/responden, dengan hasil sebagai berikut:

1. Jumlah masyarakat yang memanfaatkan saluran Tarum Barat untuk kegiatan sehari-hari sebanyak 67%.
2. Kegiatan masyarakat pada saluran Tarum Barat berupa MCK sebesar 35%, membersihkan barang/perabot sebesar 37%, keperluan memasak sebesar 19%.
3. Ketersediaan fasilitas MCK pada masyarakat yang tinggal disepanjang saluran Tarum Barat sebesar 93 %.
4. Kegiatan MCK masyarakat/responden di saluran Tarum Barat sebesar 21%.
5. Ketersediaan tempat sampah pada penduduk yang bermukim di sepanjang saluran Tarum Barat sebesar 91%. Pengelolaan limbah padat yang dilakukan oleh masyarakat yang bermukim di sepanjang saluran Tarum Barat yaitu : sebanyak 29 responden (51%) menyatakan bahwa sampah dikelola dengan mengumpulkannya di tempat pengelolaan sampah sementara (51%), 41 responden (71%) pengelolaan sampah dilakukan dengan membakar, namun sebanyak lebih kurang 4 % responden mempunyai kebiasaan membuang sampah ke saluran Tarum Barat.
6. Hingga saat ini 40 responden (70 %) menyatakan bahwa limbah cair tidak dikelola dan langsung disalurkan ke saluran pembuangan lokal/sungai lokal, 9 responden (16%) membuang limbah cairnya langsung ke saluran Tarum Barat.
7. Kegiatan pertanian, peternakan dan industri kecil/rumah tangga dilakukan untuk konsumsi sendiri dan dalam jumlah yang kecil. Industri rakyat yang dilakukan pada saluran Tarum Barat adalah berupa pencucian plastik bekas dengan menggunakan sabun/deterjen yang dilakukan di badan air maupun di luar badan air.

3.5. Analisa WQI

Pada Gambar 4. terlihat nilai indek mutu air pada saluran Tarum Barat mempunyai kecenderungan menurun, yaitu kualitasnya menurun dari kualitas rata-rata ke kualitas buruk. Kualitas air di Hulu (Bendung Curug) mempunyai nilai rata-rata dan makin ke hilir nilainya makin menurun; atau dengan kata lain mutu air saluran Tarum Barat di hulu masih cukup baik, namun makin ke hilir hingga pintu sadapan PDAM Pejompongan makin menurun hingga mencapai kualitas buruk.



Sumber : Perum Jasa Tirta 2 periode 2012

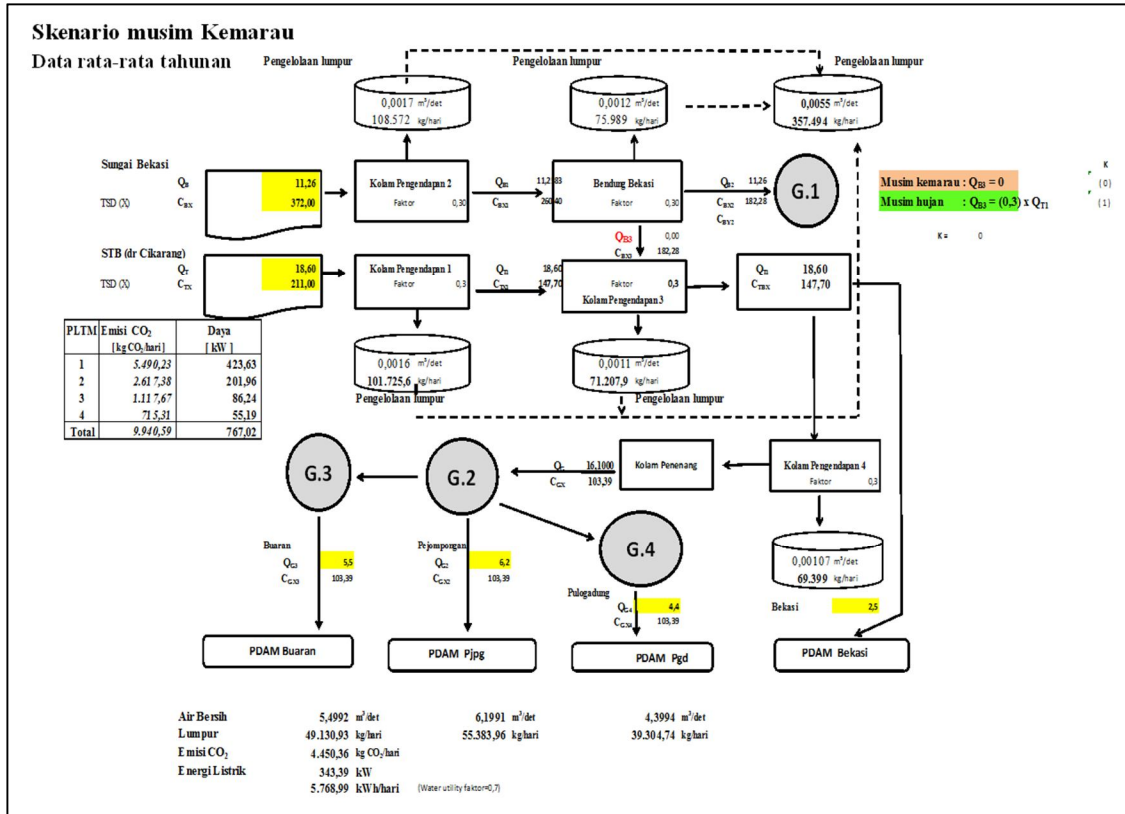
Gambar 4. Grafik WQI periode tahun 2007-2012

4. Kesimpulan

Pemodelan peningkatan kualitas air saluran Tarum Barat secara mandiri melalui diversifikasi energi merupakan reformulasi konsep peningkatan kualitas air saluran Tarum Barat dengan pengendalian parameter zat padat terlarut dan parameter kekeruhan dengan memanfaatkan energi yang terkandung dalam aliran air pada sisi hilirnya. Bendung Bekasi merupakan lokasi yang optimal untuk lokasi pengelolaan kualitas air baku secara mandiri melalui diversifikasi energi.

Pemodelan pengendalian kualitas air secara mandiri melalui diversifikasi energi dapat mempresentasikan :

- a. Reduksi parameter zat padat terlarut dan kekeruhan yang merupakan parameter utama dalam penentu kualitas air dengan memisahkan pengelolaan air baku saluran Tarum Barat dengan air suplesi dari sungai lokal pada sisi hilirnya.
- b. Kebutuhan air baku PDAM kota Jakarta dan kota Bekasi tahun 2011 sebesar 18,6 m³/detik dengan parameter zat padat terlarut sebesar 211 mg/l (STB Cikarang) dan 372 mg/l (sungai Bekasi) dapat direduksi menjadi 103,40 mg/l (acuan PP no 82/2001 sebesar 1000 mg/l); sedangkan parameter kekeruhan sebesar 29,41 mg/l (STB Cikarang) dan 135,04 mg/l (sungai Bekasi) dapat direduksi menjadi 9,41 mg/l (acuan PP no 82/2001 sebesar 50 mg/l).
- c. Pemodelan dengan masukan data pengelolaan air tahun 2011, dapat menghasilkan diversifikasi energi sebesar 766,88 kW yang dimanfaatkan untuk pengelolaan kualitas air dan penerapan program pembangunan bersih (protokol kyoto, 2007) yaitu dengan mereduksi emisi CO₂ sebesar 3.009.002,97 kg CO₂ pertahun atau setara dengan CER senilai 30.090,23 \$/tahun.



Gambar 5. Pemodelan peningkatan kualitas air STB melalui diversifikasi energi

5. References

Aca Sugandi, R Hakim. (2009). *Prinsip dasar kebijakan pembangunan berkelanjutan berwawasan lingkungan*. Bumi Aksara, Jakarta.

ADB. *ADB Guidelines for the Economic Analysis of Projects*, <http://www.adb.org/Documents/Guidelines/Eco_Analysis/introduction.asp>

Alan W, Hodges, Mohammad Rahmani. (2009). *Fuel and carbon dioxide emissions by electric power plants in USA*. University of Florida, Gainesville <<http://edis.ifas.ufl.edu>>

Chazaro Gerbanbg Internasional. (2003). A pre-feasibility study report for Development of micro-hydro generation utilizing irrigation channel of Wangan Aji.

Hartonneo, D.M., Sulistyoweni W, Sutjningsih D., (2009). *Penentuan indikator pencemaran air dengan pendekatan indek kualitas air pada air baku air minum dari saluran Tarum Barat*. Lingkungan Tropis volume 3 nomor 1 edisi Maret 2009.

Euene P.O. (1994). *Dasar-Dasar Ekologi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

White. J.A., (1977). *Principles of engineering economic analysis*. John Wiley & Son, New York.

Creswell. J.W., (2003). *Research Design*. Sage Pub, Thousand Oaks California.

Miller. P. J., (2004). *North American Power Plant Air Emissions*. Commission for Environmental Cooperation of North America. Canada.