

ANALISIS DAMPAK LAHAN PERMUKIMAN TERHADAP KUALITAS AIR SUNGAI BENGAWAN SOLO KABUPATEN LAMONGAN

Dwi Sukma Donoriyanto

Program Pasca Sarjana Teknik Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
sukmadewi@yahoo.com

ABSTRAK

Keberadaan lahan permukiman di Daerah Aliran Sungai (DAS) mengakibatkan berbagai macam masalah, mulai dari terjadinya banjir, berkurangnya ketersediaan air yang diakibatkan semakin sempitnya lebar sungai hingga terjadinya pencemaran air yang mengakibatkan penurunan kualitas air sungai, dimana sebagian besar air sungai digunakan untuk menopang kehidupan masyarakat sekitar Daerah Aliran Sungai.

Perilaku dari masyarakat sekitar Daerah Aliran Sungai seperti membuang sampah sembarangan, membangun rumah berdekatan dengan tepian sungai hingga membuang limbah rumah tangga secara langsung ke sungai memberikan dampak terhadap kualitas air sungai. Pencemaran sungai yang bersifat berubah-ubah seiring dengan waktu dan kompleksitas dari pencemaran air sungai yang dipengaruhi oleh banyak faktor melandasi penelitian ini menggunakan metode sistem dinamik dalam menyelesaikan permasalahan dampak lahan permukiman terhadap kualitas air sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola kualitas air sungai berdasarkan pola lahan permukiman di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Kabupaten Lamongan. Selain itu akan dihasilkan sebuah skenario kebijakan tentang keberadaan lahan permukiman di Daerah Aliran Sungai.

Dari penelitian ini diketahui bahwa jumlah lahan permukiman mempunyai pengaruh yang cukup signifikan pada tingkat pencemaran air sungai. Hasil simulasi sistem dinamik menunjukkan bahwa pada bulan ke 50 tingkat pencemaran air sungai sangat tinggi yaitu 4307866.5. Hal ini akan berdampak pada penyediaan air bersih. Akan tetapi tingkat pencemaran air sungai itu sendiri tergantung pada besar curah hujan, aliran arus sungai, kemampuan sungai dalam meluruhkan pencemaran.

Kata Kunci: Lahan Permukiman, Pencemaran air, Sungai Bengawan Solo, Sistem Dinamik.

ABSTRACT

The existence of residential land in the Watershed (DAS) resulted in a wide range of issues, ranging from flooding, reduced water availability due to the limited width of the river until the occurrence of water pollution resulting in decreased water quality of rivers, where most river water is used to sustain the life of the community surrounding watershed.

The behavior of the Watershed communities such as littering, building a house adjacent to the river equivalent to household waste directly into the river has an impact on river water quality. Pollution of rivers that are changing over time and the

complexity of the pollution of river water that is affected by many factors underlie this study using the methods of system dynamical in solving the problems of land settlement impact on riverwater quality. This study aims to determine the pattern of river water quality based on the pattern of land settlement in the Bengawan Solo Watershed District Lamongan. Additionally, it will generated a policy scenarios on the existence of land settlement policy in the Watershed.

From this research note that the number of land settlements have a significant effect on river water pollution levels. The simulation results show that the dynamical system on a month to 50 levels of pollution of river water is as high as 4307866.5. This will impact on the provision of clean water. However, the level of pollution of river water itself depends on a large rainfall, the flow of the river flow, the ability of river pollution in the shed.

Key words: Land Settlement, Water pollution, Solo River, Dynamic Systems.

1. PENDAHULUAN

Keberadaan lahan permukiman di Daerah Aliran Sungai (DAS) mengakibatkan berbagai macam masalah, mulai dari terjadinya banjir, berkurangnya ketersediaan air yang diakibatkan semakin sempitnya lebar sungai hingga terjadinya pencemaran air yang mengakibatkan penurunan kualitas air sungai, dimana sebagian besar air sungai digunakan untuk menopang kehidupan masyarakat sekitar Daerah Aliran Sungai. Penurunan kualitas air akan menurunkan dayaguna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumberdaya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumberdaya air. Untuk menjaga kualitas air agar tetap pada kondisi alamiahnya, perlu dilakukan pengelolaan dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana.

Pencemaran sungai dari adanya permukiman dapat berasal dari (1) buangan air rumah tangga; (2) padatan berupa sampah yang dibuang ke sungai; (3) air cucian kamar mandi; (4) buangan tinja. Keempat hal tersebut akan mempengaruhi tingkat kandungan BOD, COD serta bakteri E. Coli dalam sungai.

Adanya lahan permukiman di Daerah Aliran Sungai dengan perilaku masyarakat yang buruk seperti membuang sampah, air cucian kamar mandi maupun buangan tinja secara langsung ke sungai akan memberikan dampak terhadap kualitas air sungai. Tujuan penelitian ini dapat mengetahui pola kualitas air sungai berdasarkan pola perilaku masyarakat di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Kabupaten Lamongan. Selain itu akan dihasilkan sebuah skenario kebijakan tentang keberadaan permukiman di Daerah Aliran Sungai.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 Tentang : Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air, menyebutkan bahwa : yang dimaksud air adalah air minum, air bersih, air kolam renang, dan air pemandian umum. Sedangkan yang dimaksud dengan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

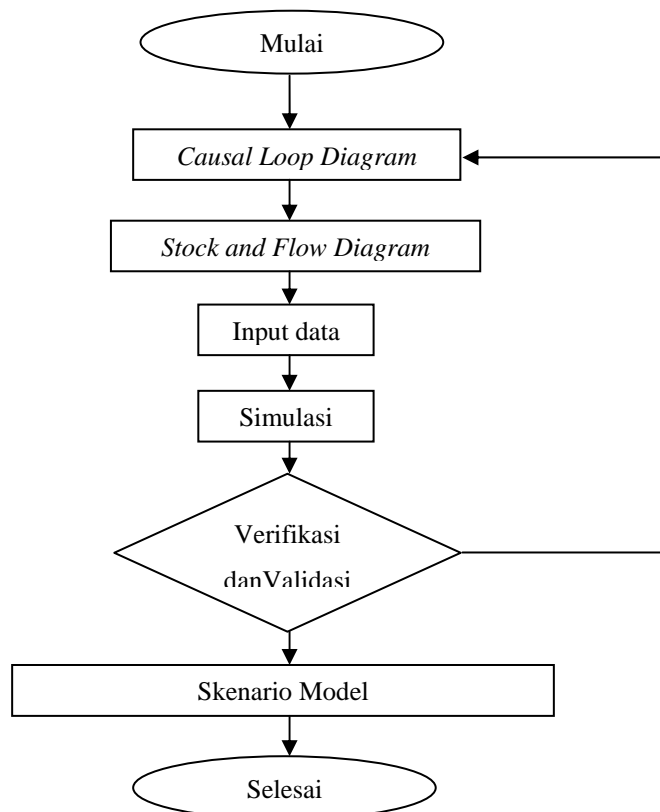
Syarat-syarat yang harus dipenuhi air dikatakan bersih adalah kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika kimia, dan radioaktif PERMENKES, (1990).

Pembuangan air limbah ke badan sungai tidak selalu terus menerus sepanjang hari. Limbah yang dibuang baik dari segi kuantitas, kualitas maupun waktu pembuangannya berkaitan erat dengan kegiatan yang dilakukan oleh rumah tangga secara individu, tempat-tempat pelayanan dan fasilitas umum maupun oleh pabrik yang menghasilkan limbah tersebut. Air limbah dari sektor rumah tangga umumnya dibuang pada pagi hari hingga sore hari dan mencapai puncaknya pada sekitar pukul 07.00 – 10.00 dan 16.00 – 20.00 sehingga komposisi air limbah tidak akan konstan sepanjang waktu. Sekitar 60% - 80% dari total air yang digunakan dalam rumah tangga dibuang sebagai limbah cair. Limbah tersebut secara langsung maupun tidak akan mencapai badan air (air tanah, sungai, danau) sehingga mempengaruhi kualitas badan air (Sudarmadji, 1995 dalam sasongko, 2006).

Model sistem dinamik mengambil langkah-langkah tertentu sepanjang sumbu waktu dalam proses simulasi. Pada akhir setiap langkah, variabel sistem yang menunjukkan keadaan sistem diperbarui untuk mewakili konsekuensi yang dihasilkan dari langkah simulasi sebelumnya. kondisi awal yang diperlukan untuk langkah pertama kalinya. Variabel yang mewakili aliran informasi dan inisial, yang timbul sebagai hasil sistem kegiatan dan menghasilkan konsekuensi yang terkait dinamai sebagai variabel *level* (digambarkan sebagai □ dalam diagram aliran) dan variabel *rate* (digambarkan sebagai ⊗). Selain itu, simbol ☁ merupakan sumber. (X.H. Zhang, 2007)

3. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Pembangunan Model

1.1. Causal Loop Diagram

Data-data yang didapatkan dari observasi awal kemudian diidentifikasi untuk mendapatkan pola interaksi antar variable pada sistem nyata pengendalian pencemaran air. Setelah itu disusun diagram sebab akibat (*causal loop diagram*). Variabel yang dimasukkan dalam *causal loop diagram* masih berupa variabel umum yang utuh yang kemudian akan dirinci sesuai dengan kebutuhan pada *stock and flow diagram* tata guna lahan pemanfaatan di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo di Kabupaten Lamongan.

1.2. Stock and Flow Diagram

Setelah membuat diagram sebab akibat (*causal loop*), kemudian dibuat diagram sistem dinamik menggunakan perangkat lunak *Ventana Simulation* (Vensim). Di dalam penelitian ini, perancangan model dilakukan dengan pendekatan *top down*, yaitu model utama dibangun terlebih dahulu kemudian di-*breakdown* ke dalam sub model.

1.3. Simulasi, Verifikasi, dan Validasi Model

Langkah selanjutnya adalah memasukan formulasi ke dalam model sesuai dengan informasi hubungan antar variabel dan pola interaksi yang sudah diketahui sebelumnya, yang dilanjutkan dengan proses verifikasi dan validasi model. Sedangkan validasi digunakan untuk membandingkan struktur model beserta perilakunya dengan struktur dan perilaku sistem pada keadaan sebenarnya sehingga dapat dikatakan bahwa model mampu mewakili sistem nyata.

1.4. Skenario Model.

Skenario dibuat berdasarkan ekspektasi kemungkinan kejadian yang akan terjadi ataupun ekspektasi kemungkinan adanya kebijakan antisipatif akibat diterapkannya kebijakan lahan pemanfaatan terhadap kualitas air sungai di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Kabupaten Lamongan.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA



Gambar 2 Peta Lokasi Wilayah Sungai Bengawan Solo

Kabupaten Lamongan dialiri oleh sungai Bengawan Solo sepanjang 68 Km, Kali Lamong 33 Km dan Kali Blawi 27 Km, yang sebagian besar dimanfaatkan untuk kebutuhan pertanian dan permukiman.

Pola perilaku masyarakat yang membuang air limbah rumah tangga (mandi, cuci, dapur dan urin) akan mempengaruhi kualitas badan air. Air limbah dari sektor rumah tangga umumnya dibuang pada pagi hari hingga sore hari dan mencapai puncaknya pada sekitar pukul 07.00 – 10.00 dan 16.00 – 20.00 sehingga komposisi air

limbah tidak akan konstan sepanjang waktu. Sekitar 60% - 80% dari total air yang digunakan dalam rumah tangga dibuang sebagai limbah cair. Limbah tersebut secara langsung maupun tidak akan mencapai badan air (air tanah, sungai, danau) sehingga mempengaruhi kualitas badan air.

Tabel 1. Variabel Utama Model

No	Variabel	Keterangan
Lahan Permukiman		
1	Jumlah Permukiman DAS	Jumlah permukiman yang ada pada saat ini
2	Jumlah Anggota Rumah Tangga di sekitar DAS	Jumlah total penduduk di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo
Ketersediaan Air Bersih		
1	Tingkat Pencemaran	dipengaruhi oleh curah hujan, arus sungai dan pembuangan limbah secara langsung oleh permukiman
2	Konsumsi Air	Dibagi menjadi dua, yaitu pemilih kapal dan buruh nelayan.
3	Produksi PDAM	kapasitas produksi PDAM yang telah ada
4	Aliran Permukaan	Aliran sungai dari sungai Blawi
Lahan Pertanian		
1	Jumlah Lahan Pertanian	Jumlah kelahiran tiap tahun
2	Kadar Limbah buangan ke sungai	Kadar BOD, COD yang dihasilkan oleh lahan pertanian
Lain-lain		
1	Tingkat Pendidikan Masyarakat DAS	Tingkat pendidikan yang mempengaruhi masyarakat sadar membuang limbah secara langsung atau tidak
2	Curah Hujan	Curah hujan yang mempengaruhi tingkat pencemaran sungai
3	Pembuangan Limbah secara Langsung	Tingkat pembuangan limbah rumah tangga di sekitar DAS Bengawan Solo

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa terdapat 4 variabel utama dalam menyusun model dari dampak lahan permukiman terhadap kualitas air sungai Bengawan Solo di Kabupaten Lamongan, yaitu: variabel lahan permukiman, variabel ketersediaan air bersih, variabel lahan permukiman, dan lain-lain.

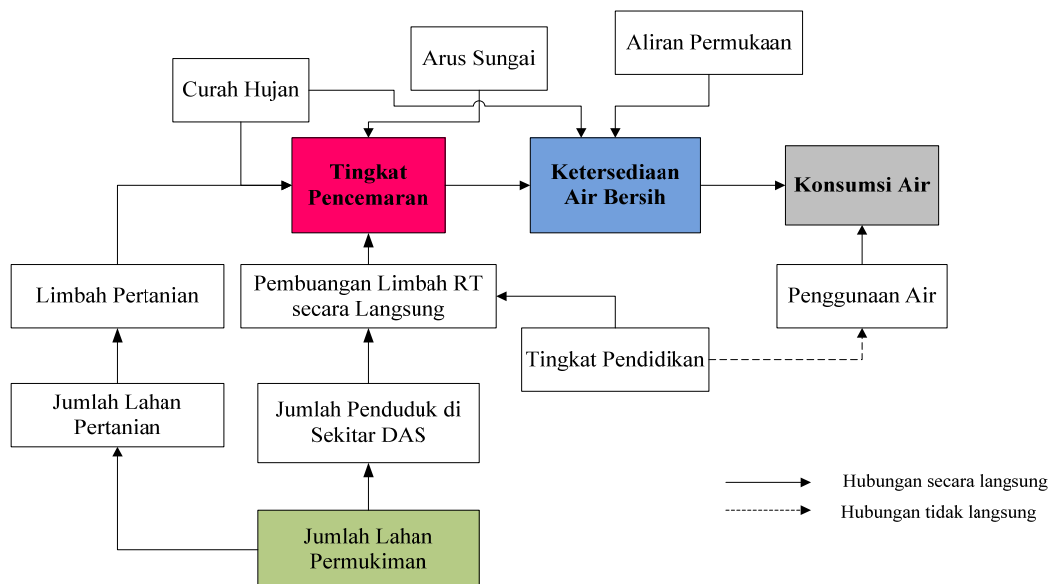
Tabel 2. Identifikasi Variabel untuk Sub Model

No	Variabel	Keterangan
Sub Model Lahan Permukiman DAS		
1	Jumlah Anggota RT DAS	
2	Proporsi buangan limbah	Dirinci per masing-masing jenis limbah (BOD, COD)
3	Tingkat pendidikan	
4	Jumlah permukiman DAS	

Tabel 2. Lanjutan

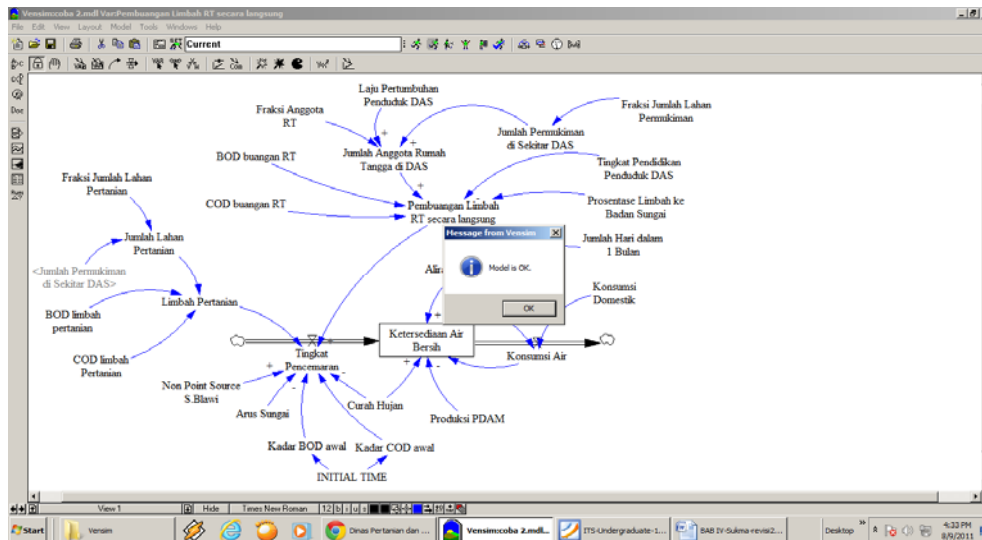
No	Variabel	Keterangan
Sub Model Lahan Pertanian		
1	Jumlah Lahan Pertanian	Jumlah kelahiran tiap tahun
2	Proporsi Limbah Pertanian	Dirinci per masing-masing jenis limbah (BOD, COD)
Sub Model Tingkat Pencemaran		
1	Arus Sungai	kecepatan arus sungai
2	Curah Hujan	Tingkat curah hujan yang terjadi pada musim kemarau
3	Limbah Pertanian	Tingkat Limbah dari lahan pertanian
4	Pembuangan Limbah RT secara Langsung	Buangan RT dengan melihat jumlah penduduk sekitar DAS dengan kadar pencemaran selama 1 bulan (BOD, COD)
Sub Model Ketersediaan Air Bersih		
1	Aliran Permukaan	Tingkat aliran permukaan dari sumber lainnya
2	Konsumsi Air	Besaran konsumsi air yang dipakai oleh masyarakat
3	Produksi PDAM	kapasitas produksi air bersih

Tabel 2 menunjukkan sub model dari dampak lahan permukiman terhadap tingkat pencemaran sungai Bengawan Solo di Kabupaten Lamongan. Sub model tersebut adalah: sub model lahan permukiman DAS, sub model lahan pertanian, sub model tingkat pencemaran dan sub model ketersediaan air bersih. Dalam sub model terdapat sub-sub model. Sebagai contoh pada sub model lahan permukiman DAS terdapat sub-sub model jumlah anggota rumat tangga DAS, proporsi buangan limbah, tingkat pendidikan, dan jumlah permukiman DAS.



Gambar 3. Interaksi antar Variabel

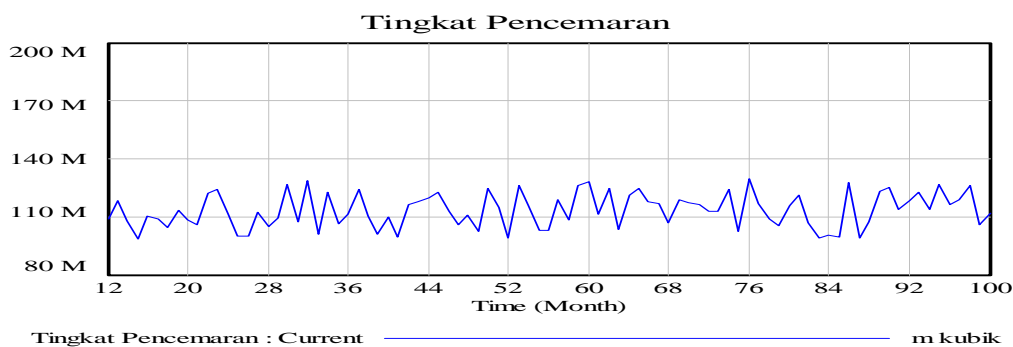
Gambar 5 merupakan model utama dari sistem pencemaran air sungai Bengawan Solo di Kabupaten Lamongan, dimana dari model tersebut akan dihasilkan skenario dalam pembuatan kebijakan.



Gambar 6. Hasil Simulasi Untuk Pengecekan Formulasi Model

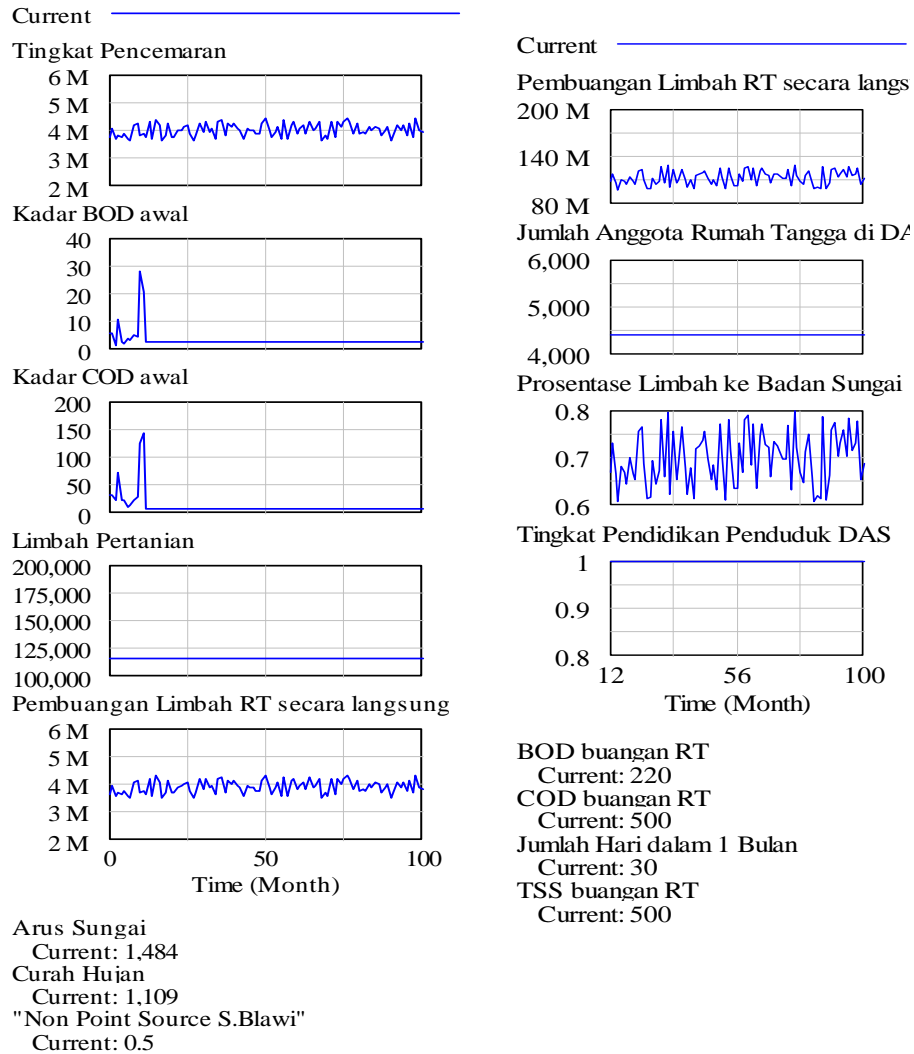
Pada gambar di atas menunjukkan bahwa model telah di verifikasi dan di validasi, serta menunjukkan bahwa model sudah valid dan dapat dipergunakan untuk menyelesaikan permasalahan.

5. ANALISIS DATA



Gambar 7. Tingkat pencemaran air.

Simulasi dan pemodelan dengan menggunakan *software* Vensim, dilakukan dalam waktu simulasi selama 10 tahun. Simulasi model dilakukan dalam satuan bulan adalah untuk mendapatkan hasil secara detail. Simulasi dan pemodelan dengan menggunakan *software* Vensim, dilakukan dalam waktu simulasi selama 10 tahun. Simulasi model dilakukan dalam satuan bulan adalah untuk mendapatkan hasil secara detail.



Gambar 8. Analisa Hasil Simulasi

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa pencemaran air sungai Bengawan Solo mengalami tingkat pencemaran yang cukup tinggi pada saat bulan ke 50 yaitu sebesar 4307866.5 mg/liter yang disumbangkan dari limbah permukiman dan pertanian dari kadar BOD dan COD 4307866.5 mg/liter yang disumbangkan dari limbah permukiman dan pertanian dari kadar BOD dan COD. Selain itu pembuangan limbah rumah tangga bersifat fluktuatif.

6. PENUTUP

Dari hasil analisa terhadap data-data yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Hasil pada penelitian ini diperoleh bahwa pencemaran air sungai Bengawan Solo mengalami tingkat pencemaran yang cukup tinggi pada saat bulan ke 50 yaitu sebesar: 4307866.5 mg/liter yang disumbangkan dari limbah permukiman dan pertanian dari kadar BOD dan COD.
2. Implikasi yang terjadi dengan tingkat pencemaran yang cukup tinggi adalah akan memberikan dampak pada ketersediaan air bersih.

3. Tingkat pencemaran air sungai dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, seperti curah hujan, jumlah buangan limbah permukiman yang dipengaruhi oleh jumlah anggota rumah tangga, jumlah buangan limbah pertanian, arus sungai dan limbah buangan dari anak sungai.
4. Pencemaran air sungai bersifat fluktuatif tergantung dari faktor-faktor yang ada.
5. Penelitian ke depan diharapkan menambahkan variabel-variabel lainnya guna menambah unsur kompleksitas dalam hal limbah permukiman.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Kesehatan, M. Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990. Tentang : Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air". *In: KESEHATAN* (ed.). Jakarta: Menteri Kesehatan. 1990.
- Sasongko, Lutfi. Kontribusi Air Limbah Domestik Penduduk di Sekitar Sungai TUK Terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang Serta Upaya Penanganannya (Studi Kasus Kelurahan Sampangan dan Bendan Ngisor Kecamatan Gajah Mungkur Kota Semarang). Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang. 2006.
- Statistik, B. P. Hasil Sensus Penduduk Kabupaten Lamongan. *In: BPS* (ed.). Lamongan. 2010.
- www.vensim.com
- X.H. Zhang, H. W. Z., B. Chen, G.Q. Chen, X.H. Zhao. *Water resources planning based on complex system dynamics: A case study of Tianjin city. elsevier*, vol 13, page 2328–2336. 2007.