

Pengembangan Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih terhadap Keseimbangan antara Pemasok Air Bersih dengan Kebutuhan Air Bersih Menggunakan Sistem Dinamis pada PT. X Pengolahan Hasil Laut Di Jawa Timur

Dea Febrica Ervina dan Yayok Suryo Purnomo

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi (Penulis): yayoksp.tl@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Kata Kunci:

Causal Loop Diagram, Jumlah Produksi, Kebutuhan Air Bersih, Pemasok Air Bersih, Sistem Dinamis, Stock Flow Diagram

Dalam menjalankan proses produksi perusahaan ini membutuhkan volume air bersih yang cukup banyak. Sedangkan ketersediaan air bersih perusahaan ini hanya dari suplai PDAM, suplai pihak kedua, dan hasil *water treatment plant*. Penelitian ini bertujuan melakukan analisa terhadap prediksi kebutuhan air terhadap keseimbangan antara pemasok air bersih dengan kebutuhan air bersih yang berdasarkan peningkatan produksi. Pendekatan ini dilakukan dengan model sistem dinamis serta dengan bantuan perangkat lunak **Stella 9.0.2**. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu identifikasi masalah, membuat hipotesis dinamis, validasi model, dan evaluasi model. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa jumlah produksi pada tahun ke 2 hingga ke 10 mengalami peningkatan yaitu pada tahun ke 2 sebanyak 1396,41 ton dan pada tahun 10 mencapai 1546,64 ton. Pada tahun ke 4 dan ke 6 pemasok air mengalami penurunan yang mana tidak sebanding dengan konsumsi air yang dibutuhkan. Namun pada tahun ke 6 hingga tahun ke 10 volume pasokan air bersih terus meningkat dan telah memenuhi jumlah volume kebutuhan air. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan dengan penambahan suplai air bersih dari pihak PDAM ataupun suplai air dari dalam perusahaan itu sendiri yaitu dengan memperluas lahan *water treatment plant* atau memanfaatkan sumber air permukaan tanah yaitu air sumur.

ABSTRACT

Keyword:

Causal Diagram, Production Quantity, Clean Water Requirement, Clean Water Supplier, Dynaic System, Stock Flow Diagram

In running the production process of this company requires a large volume of clean water. Meanwhile, the company's supply of clean water is only supplied by PDAM, second party supplies, and the results of the water treatment plant. This study aims to analyze the prediction of water demand for the balance between clean water suppliers and clean water demand based on increased production. This approach is carried out with a dynamic system model and with the help of stella 9.0.2 software. The methods used in this study are problem identification, making dynamic hypotheses, model validation, and model evaluation. from the simulation results show that the amount of production in years 2 to 10 has increased, namely in year 2 as much as 1396.41 tons and in year 10 it reached 1546.64 tons. in years 4 and 6 the water supply has decreased which is not proportional to the required water consumption. However, in year 6 to year 10, the volume of clean water supply continues to increase and has fulfilled the total volume of water demand. Therefore, a policy is needed to increase the supply of clean water from the PDAM or supply water from within the company itself, namely by expanding the land for water treatment plants or utilizing surface water sources, namely well water

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan primer bagi seluruh lapisan masyarakat maupun perusahaan. Kebutuhan air bersih tiap tahun selalu mengalami peningkatan permintaan sedangkan jumlah ketersediaan air bersih semakin terbatas, hal tersebut dipengaruhi oleh semakin sempitnya lahan resapan air, pertambahan penduduk, banyaknya pembangunan yang tidak memperhitungkan keseimbangan alam, serta adanya

eksploitasi sumber air baku yang tidak memperhitungkan kelestarian sumber air (Suheri *et al.*, 2019). Dengan adanya tidak menjaga kelangsungan sumber-sumber air dapat berdampak tingkat ketersediaan sumber daya air berkurang, sehingga diperlukan antisipasi prediksi dan perencanaan dengan pemanfaatan air dengan baik (Mokoginta dan Mangangka, 2015). Ketersediaan air berdasarkan sumber air menjadi salah satu modal dasar perencanaan, sehingga diperlukan penggunaan yang bijak agar ketersediaan air secara

kualitas dan kuantitas tetap terjaga dan tidak merusak keseimbangan ekosistem (Yuliani dan Rahdriawan, 2014).

PT. X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan hasil laut, yang mana memerlukan model manajemen air yang efektif dan efisien dalam pendistribusian air bersih kepada kegiatan perusahaan maupun proses produksi. Dalam menjalankan proses produksi perusahaan ini membutuhkan volume air bersih yang cukup banyak. Sedangkan ketersediaan air bersih ada perusahaan ini hanya berasal dari suplai PDAM, suplai dari pihak kedua, dan hasil *water treatment plant*. Penentuan prediksi dan perencanaan dapat menggunakan pemodelan yang memanfaatkan teknologi. Berdasarkan (Bartho *et al.* 2017) teknologi berperan penting dalam melakukan inovasi-inovasi diberbagai bidang dengan tujuan mengoptimalkan layanan. Penelitian ini menyajikan analisis terhadap prediksi kebutuhan air dengan keseimbangan antara pemasok air bersih dengan kebutuhan air bersih berdasarkan peningkatan produksi. Pendekatan ini dilakukan menggunakan model sistem dinamis serta dengan bantuan perangkat lunak **stella 9.0.2**.

Secara definisi pemodelan dinamis merupakan pemodelan struktur independensi dengan fokus endogen dari sebuah sistem agar mendapatkan perilaku dinamis dalam tujuan pemahaman yang lebih baik dari permasalahan yang terjadi sehingga dilakukan perbaikan dengan perilaku sistem tersebut berdasarkan sistem yang dianalisa (Shofa & Widyarto, 2018). Sistem dinamik menjadi suatu cara berpikir menyeluruh dan terpadu, yang dapat menyederhanakan permasalahan yang rumit tanpa kehilangan hal penting yang menjadi perhatian (Sesesty & Laxmi, 2019). Proses dari analisa kebijakan dengan sistem dinamik dilakukan berdasarkan simulasi terhadap model, sehingga lebih cepat, *detail*, dan dapat dipertanggung jawabkan (Muhammadi, *et al.*, 2001).

Untuk pengaplikasian pemodelan sistem dinamis, dimana membutuhkan kondisi model yang digunakan dalam penggambaran interdependensi sistem yaitu berupa *Causal Loop Diagram* (CLD) dan *Stock and Flow Diagram* (SFD). Namun pada umumnya seringkali pemodelan antara CLD dan SFD digunakan secara bersamaan, dalam artian CLD diperlakukan untuk memberikan gambaran dalam menjelaskan dan melengkapi pada saat penyusunan SFD (Mohamad Jihan, 2018).

Causal Loop Diagram (CLD) atau yang diartikan sebagai Diagram Putaran Lingkaran adalah alat bantu gambar yang dapat dilihat dalam sistem dinamis yang mana digunakan untuk menggambarkan interdependensi dari berbagai peran variabel penting dalam pengambilan solusi yang baik (Hidayatno, 2019). Variabel CLD digambarkan dengan lambang yang menggunakan kata dan hubungan timbal balik (*feedback loops*) antar variabel yang kondisi tersebut dilambangkan dengan anak panah yang bersimbol positif (*positive feedback*) dan negatif (*negative feedback*). Sedangkan untuk *Stock and Flow Diagram* (SFD) yang diartikan sebagai Diagram Stok dan Aliran, dimana mempresentasikan sebuah kondisi dengan menggunakan dua unsur utama yaitu stok dan aliran yang akan berdampak pada stok tersebut (Hidayatno, 2019).

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dimulai dari mencari studi pendahuluan, dimana menjadi langkah awal yang dilakukan penulis dalam memperoleh informasi tentang kondisi terkait ketersediaan air pada PT. X. Dari hasil studi akan mendapatkan informasi tentang model konseptual yang akan digunakan dalam menjaga ketersediaan air sehingga penulis dapat mengetahui dan memilih tahap-tahapan yang akan diambil dan dibuat pada penelitian ini. Setelah didapatkan permasalahan-permasalahan yang ada, selanjutnya dapat dilakukan studi pustaka terkait teori-teori pendukung yang relevan dengan permasalahan tersebut. Studi pustaka mengenai model konseptual, pengelolaan air, serta sistem dinamis untuk mengetahui secara teoritis tahap-tahapan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada. Teori dari referensi tersebut diperoleh penulis dari jurnal-jurnal teknologi yang berhubungan dengan pengelolaan air serta buku referensi.

Data yang akan diolah dalam penelitian ini yaitu data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung serta wawancara dengan pihak terkait. Penentuan model konseptual terdapat beberapa tahapan yaitu:

2.1 Identifikasi masalah

Proses identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui terkait permasalahan yang terjadi dalam perusahaan. Hal ini digunakan untuk menentukan perumusan masalah serta tujuan dari penelitian.

2.2 Hipotesis dinamis

Hipotesis dibuat setelah mendapatkan permasalahan kemudian menentukan konseptual perencanaan yang digunakan dengan cara menggunakan sistem dinamis. Hipotesis sendiri terdiri dari penjelasan masalah melalui keadaan umpan balik dan diagram alir serta memvisualisasikan penyelesaian masalah yang dapat terjadi. Pada tahap ini perlu dikembangkan menggunakan *Causal Loop Diagram* (CLD) yang menjelaskan hubungan kausal antar variabel dan mengkonversi diagram loop menggunakan *Stock Flow Diagram* (SFD).

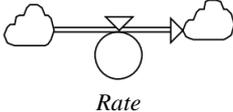
2.3 Validasi model

Dari pemodelan yang didapat kemudian dilakukan uji validasi untuk memastikan bahwa pemodelan yang diperoleh dapat menjadi solusi dari permasalahan. Uji validasi model pada penelitian ini menggunakan uji struktur model serta perilaku model.

2.4 Evaluasi model

Setelah pembuatan model dan mengembangkan keyakinan dalam struktur dan perilaku model, pemodelan menentukan manfaat model yang valid untuk merancang dan mengevaluasi kebijakan skenario atau perbaikan.

Table 1. Variasi Simulasi

No	Simbol	Keterangan
1	 Level	Variabel Level atau stok. Variabel ini adalah bentuk hasil dari aliran yang berhubungan.
2	 Rate	Variabel rate adalah aliran masuk dan keluar yang berasal dari level, dimana akan mempengaruhi kondisi level.
3	 Auxiliary	Variabel Auxiliary ialah variabel yang membantu untuk penyederhanaan hubungan agar sesuai dengan kondisi real atau konseptual awal.
4	 Constant	Variabel Constant adalah variabel yang berfungsi untuk membantu memperjelas variabel auxiliary.
5	 Link	Causal link adalah variabel yang digunakan untuk menghubungkan antara variabel satu dengan lainnya.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Air Bersih di PT.X

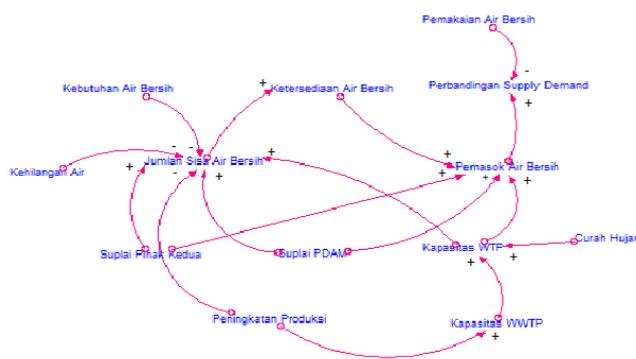
PT. X merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan hasil laut diantaranya pengolahan udang, ikan, dan kepiting, dimana perusahaan tersebut sangat membutuhkan ketersediaan air bersih yang memadai. Pada area berdirinya pabrik ini masih terdapat beberapa area yang dominan belum dialiri air bersih dari pemerintah, begitu pula perusahaan yang ada di wilayah ini. Hal ini dikarenakan kapasitas dari penyedia air bersih belum memenuhi untuk mensuplai kebutuhan masyarakat serta perusahaan yang ada. Sehingga air dari PDAM hanya dibatasi dan tidak memenuhi kebutuhan dalam perusahaan. Namun pada perusahaan ini untuk menambah jumlah ketersediaan ini melakukan *recycle* dengan pengolahan air bersih dari *effluent* IPAL menjadi air bersih dengan menggunakan teknologi *reverse osmosis*. Pengolahan ini beroperasi setiap hari dimana air yang dihasilkan akan dikembalikan lagi pada tandon untuk air distribusi pada produksi.

Berdasarkan data yang ada volume air bersih yang dibutuhkan oleh PT. X memiliki rata-rata 1000 m³ hingga 2000 m³ dalam setiap harinya. Distribusi merupakan salah satu bagian terpenting dalam perusahaan yang dapat mengacu pada kelangsungan produksi dan kegiatan di perusahaan. Namun pada distribusi sering kali terjadi masalah terkait ketersediaan air bersih sedikit sedangkan permintaan kebutuhan produksi banyak. Hal-hal yang mempengaruhi jumlah air air bersih berkurang yaitu adanya air hilang serta dengan meningkatnya jumlah produksi yang akan membuat jumlah kebutuhan air bersih lebih meningkat dari biasanya. Pemakaian air rata-rata

untuk air proses produksi setiap harinya yaitu 950,1 m³, untuk rata-rata pemakaian air mesin yaitu 416,15 m³, Pemakaian rata-rata kegiatan domestik dan *laundry* 127,69 m³.

3.1 Causal Loop Diagram (CLD)

Diagram sebab-akibat yang sebagai visualisasi dari aliran informasi antar komponen sistem. Diagram ini menggambarkan kondisi atau komponen yang terlibat dalam pengelolaan air bersih di PT. X, dimana hubungan antara peningkatan pelanggan, ketersediaan air bersih, dan kebutuhan air bersih.

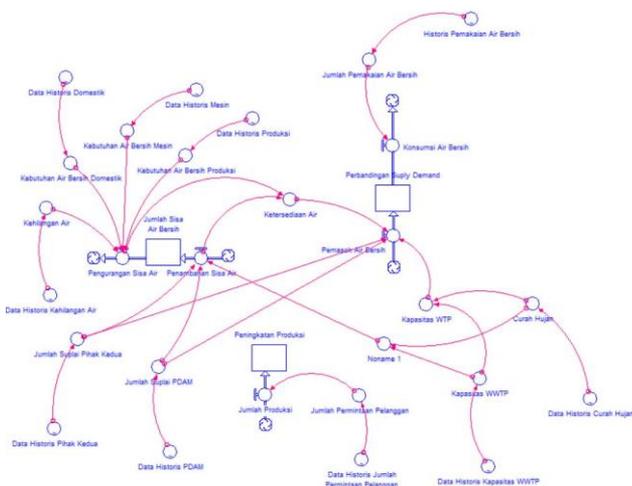


Gambar 1. Causal Loop Diagram (CLD)

Pada gambar menunjukkan bagaimana komponen variabel yang berinteraksi dengan cara penjelasan dari simbol anak panah. Pada diagram terdapat tanda '+' yang berarti komponen satu dapat meningkatkan komponen lainnya, sebaliknya tanda '-' menjelaskan bahwa unsur satu dapat mengurangi komponen sistem tersebut. Simbol tersebut menjelaskan mengenai hubungan sebab akibat yang saling berpengaruh antara bagian satu dengan bagian yang lain.

3.2 Stock and Flow Diagram (SFD)

Penelitian ini dalam menentukan formulasi pembuatan model dengan analisa sistem model dinamis memanfaatkan *software Stella 9.0.2*. untuk penyusunan model dilakukan beberapa sub model berdasarkan pengelompokan *input* dan *otput* dari setiap sistem. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar memudahkan rancangan sistematis dari model keseluruhan yang dibuat. Komponen input yang berasal dari input terkontrol maupun input tak terkontrol, semua hal tersebut akan mempengaruhi *output* dari yang dikehendaki. Pemodelan dinamik ini menghasilkan *otput* yang dikehendaki berupa ketersediaan air bersih dan keseimbangan *supply-Demand*, serta *output* dari kebutuhan air bersih disesuaikan berdasarkan air bersih dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013. Dimana jenis perusahaan ini tergolong dalam industri *cold storage*, untuk volume air pada pengolahan bahan baku udang yaitu sebesar 30m³/ton bahan baku.



Gambar 2. Stock and Flow Diagram (SFD)

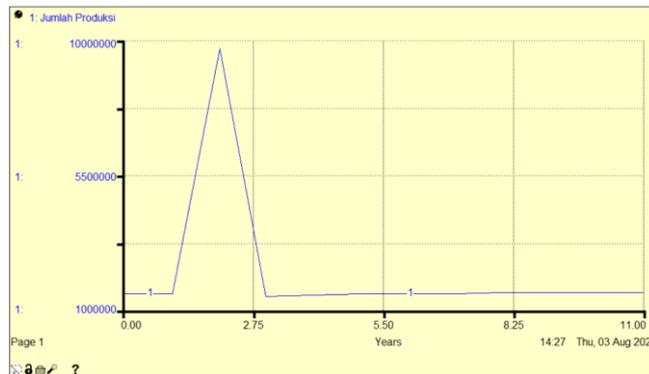
Trend kebutuhan dan ketersediaan air di perusahaan PT. X selama 10 tahun kedepan akan meningkat pada tahun ke-3 dan akan relatif stabil hingga tahun ke 10.



Gambar 3. Tingkat-Kebutuhan dan Ketersediaan Ar Bersih

3.3 Analisis Jumlah Produksi

Perkembangan jumlah produksi berdasarkan permintaan pelanggan dapat dilihat pada gambar 4, jumlah produksi akan mengalami puncak pada tahun ke 1, pada tahun tersebut mengalami penurunan drastis dibanding dengan nilai 10 tahun hasil simulasi, untuk tahun selanjutnya dapat dikatakan bahwa relatif stabil. Nilai tersebut merupakan hasil peramalan sesuai dengan data historis selama beberapa bulan yang dilakukan proyeksi selama 10 tahun dalam model dinamis.



Gambar 4. Tingkat Prouksi

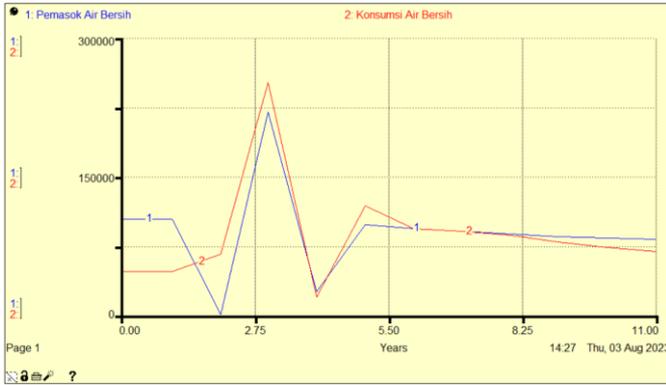
Tabel 2. Tingkat Produksi

Tahun	Total Produksi (Kg)	Total Produksi (Ton)
0	1500000.00	1500.00
1	9744000.00	9744.00
2	1396410.26	1396.41
3	1449515.83	1449.52
4	1484970.04	1484.97
5	1508628.67	1508.63
6	1524411.10	1524.41
7	1534937.17	1534.94
8	1541956.53	1541.96
9	1546636.98	1546.64
10	1546636.98	1546.64

Berdasarkan hasil simulasi jumlah produksi yang dihasilkan menunjukkan bahwa pada tahun ke 2 mengalami penurunan dari jumla produksi pada saat ini sebesar 6,9 %, namun setelah tahun ke 2 hingga tahun ke 10 mengalami peningkatan secara kontinyu yaitu pada tahun ke 2 sebanya 1396,41 ton dan pada tahun ke 10 mencapai 1546,64 ton, dimana mengalami kenaikan sebesar 10,7 %.

3.4 Analisis Konsumsi Air Bersih dan Pemasok Air Bersih

Permintaan jumlah produksi dari simulasi model dinamis, diketahui bahwa permintaan semakin meningkat. Hal tersebut mempengaruhi jumlah volume konsumsi air bersih yang dibutuhkan untuk proses produksi dan jumlah pasokan air bersih. Konsumsi air bersih dan pasokan air bersih cenderung mengalami fluktuasi dari tahun pertama hingga tahun ke 10.



Gambar 5. Perbandingan Pemasok Air Bersih dan Konsumsi Air Bersih

Tabel 3. Pemasok Air Bersih dan Konsumsi Air Bersih

Tahun	Pemasok Air (m ³)	Konsumsi Air (m ³)
0	102870.80	46679.40
1	102870.80	46679.40
2	0.00	65561.42
3	220049.55	252288.05
4	24360.07	18741.13
5	97516.36	117720.37
6	92968.76	92968.76
7	89366.77	89366.77
8	86508.04	84676.53
9	84235.58	77732.10
10	82426.85	72231.81

Perbandingan pemasok air bersih dengan konsumsi air bersih dapat dilihat pada gambar 5 dan tabel 3. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada tahun ke 2, tahun ke 4 dan tahun ke 6 pemasok air mengalami penurunan yang mana tidak sebanding dengan konsumsi air yang dibutuhkan, namun pada tahun ke 6 hingga tahun ke 10 volume pasokan air bersih akan terus meningkat dan telah memenuhi jumlah volume kebutuhan air untuk konsumsi air bersih. Pasokan air bersih berasal dari suplai air PDAM, suplai air dari pihak kedua, volume air dari water treatment plant, serta stock air bersih pada sebelumnya yang terdapat pada tandon. Sedangkan untuk konsumsi air bersih berasal dari kegiatan pada perusahaan seperti kebutuhan untuk air produksi, kebutuhan air mesin, kebutuhan air domestik, dan kehilangan air.

Untuk mengatasi volume pasokan air bersih yang kurang, maka masih perlu dilakukan dengan penambahan suplai air bersih untuk mencukupi permintaan tersebut. Apabila kekurangan pasokan air bersih ingin dipenuhi dari suplai luar maka memperbesar jumlah volume air dari pihak PDAM, namun apabila menggunakan solusi ini terdapat kemungkinan bahwa PDAM terdapat batas maksimal yang dapat diberikan kepada perusahaan, karena hal tersebut akan mempengaruhi suplai ke perusahaan lain dan keseimbangan kebutuhan masyarakat daerah tersebut. Adapun penambahan pemasok air bersih dapat dilakukan dengan penambahan suplai air dari dalam perusahaan itu sendiri yaitu dengan cara

memperluas lahan water treatment plant atau dapat dengan membuat sumber dari air permukaan tanah dimana memanfaatkan air sumur yang dibuat di area perusahaan tersebut.

3.5 Kesesuaian Kebutuhan Air Bersih Perusahaan Cold Storage dengan Pergub No 72 Tahun 2013

Berdasarkan jumlah volume air pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 menjelaskan bahwa perusahaan cold storage untuk pengolahan udang memiliki volume 30 m³/ton bahan baku.

Tabel 4. Perbandingan Kebutuhan Air dan Total Produksi

Tahun	Kebutuhan Air	Total Produksi (Kg)	Total Produksi (Ton)	Perbandingan Kebutuhan air dan Total Produksi (m ³ /ton)
0	46679.40	1500000.00	1500.00	31.1
1	46679.40	9744000.00	9744.00	4.8
2	65561.42	1396410.26	1396.41	46.9
3	252288.05	1449515.83	1449.52	174.0
4	18741.13	1484970.04	1484.97	12.6
5	117720.37	1508628.67	1508.63	78.0
6	92968.76	1524411.10	1524.41	61.0
7	89366.77	1534937.17	1534.94	58.2
8	84676.53	1541956.53	1541.96	54.9
9	77732.10	1546636.98	1546.64	50.3
10	72231.81	1546636.98	1546.64	46.7

Dari hasil simulasi pada sistem dinamis dengan antara kebutuhan air bersih dan total produksi, kemudian akan dibandingkan antara kebutuhan air bersih dan total produksi. Perbandingan kebutuhan air dan total produksi setiap tahunnya bernilai fluktuatif atau tidak menentu naik turunnya dari tahun ke 1 hingga tahun ke 4. Sedangkan pada tahun ke 5 hingga tahun ke 10 menunjukkan nilai yang dihasilkan dari simulasi telah melebihi baku mutu. Hal ini dapat terjadi akibat adanya ketidakseimbangan atau tidak stabil antara jumlah produksi dengan konsumsi air bersih. Pada hasil simulasi proyeksi tahun ke 10 kebutuhan air 72231,81 m³ dan total produksi sebanyak 1546,64 ton, sedangkan dari perhitungan jumlah kebutuhan air dalam setiap ton mencapai 46,7 m³/ton hal tersebut telah melebihi standar baku mutu volume untuk perusahaan pengolahan cold storage pengolahan udang yaitu 30 m³/ton.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh beberapa kesimpulan bahwa model konseptual pada kebutuhan air

bersih ini terdiri dari *Causal Loop Diagram* (CLD) dan *Stock and Flow Diagram* (SFD). Dari model tersebut akan digunakan untuk menggambarkan pembuatan model simulasi. Pengembangan pemodelan ini dipengaruhi oleh peningkatan produksi, ketersediaan air bersih, dan kebutuhan air bersih. Dari hasil simulasi menunjukkan perbandingan antara pemasok air dengan kebutuhan air masih tidak sebanding. Kebijakan untuk mengatasi volume pasokan air bersih yang kurang, maka dapat dilakukan dengan penambahan suplai air bersih dari suplai luar dengan memperbesar jumlah volume air dari pihak PDAM ataupun ingin dipenuhi dengan penambahan suplai air dari dalam perusahaan itu sendiri yaitu dengan cara memperluas lahan water treatment plant atau dapat dengan membuat sumber dari air permukaan tanah dimana memanfaatkan air sumur. Pada hasil simulasi proyeksi tahun ke 10 kebutuhan air 72231,81 m³ dan total produksi sebanyak 1546,64 ton, sedangkan dari perhitungan jumlah kebutuhan air dalam setiap ton mencapai 46,7 m³/ton hal tersebut telah melebihi standar baku mutu volume air berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 tahun 2013 yaitu 30 m³/ton. Dari penelitian ini dengan menggunakan sebab akibat yang masih lingkup perusahaan. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya mencakup sebab dan akibat yang lebih luas lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayatno, A., Destyanto, A. R., & Hulu, C. A. (2019). Industry 4.0 technology implementation impact to industrial sustainable energy in Indonesia: A model conceptualization. *Energy Procedia*, 156, 227-233.
- Jercog, D., Roxin, A., Bartho, P., Luczak, A., Compte, A., & De La Rocha, J. (2017). UP-DOWN cortical dynamics reflect state transitions in a bistable network. *Elife*, 6, e22425.
- Mokoginta, F. C., & Mangangka, I. R. (2015). Peningkatan sistem penyediaan air bersih di Kelurahan Pinaras. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5).
- Muhammadi, Aminullah, E., & Soesilo, B. 2001. Analisis Sistem Dinamis: Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen. Jakarta: UMJ Press.
- Sesestyo, B., & Laxmi, G. F. (2019). Model Dinamis Pengelolaan Air Bersih Terpadu di Kota Bogor. *Jurnal Kreatif*, 5(1), 35–47.
- Shofa, M. J., & Widyarto, W. O. (2018). Model Sumber Daya Air Untuk Kawasan Industri dan Perumahan dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *Jurnal Rekayasa*, 6(2), 117-123.
- Suheri, A., Kusmana, C., Purwanto, M. Y. J., & Setiawan, Y. (2019). Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(3), 207–218. <https://doi.org/10.29244/jstil.4.3.207-218>
- Yuliani, Y., & Rahdriawan, M. (2014). Kinerja pelayanan air bersih berbasis masyarakat di Tugurejo Kota Semarang. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 10(3), 248-264.