

Model Prediksi Kebutuhan Air Berbasis Sistem Dinamik di Kabupaten Mojokerto

Erna Tri Asmorowati^{1*}, Diah Sarasanty²

^{1,2}Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Majapahit

*Koresponden E-mail: asmoro1221@gmail.com

(Diterima 15 November 2020 | Disetujui 28 Mei 2021 | Diterbitkan 17 Juli 2021)

Abstract: Mojokerto is one of the leading regions in East Java Province This of course has consequences for growth in all fields, especially industry and housing. So that it will have an influence either directly or indirectly on the growth of other supporting facilities growth in various fields leads to increased demand for water due to climate change, several springs in Mojokerto district have decreased by 60% from their original condition. This study aims to predict future water needs with the influence of changes in population, the effect of increasing the number of industries and facilities, both commercial and non-commercial using a dynamic system so that it can be used as a basis for water resource management decisions. In analyzing a complex system that works with real conditions, it is very risky and costly, therefore we need a model that can represent the conditions of the existing system. The stages in the research are as follows: 1. Secondary data collection in the study area which includes: Population data, data on the number of public facilities, data on the number of hotel rooms, data on the number of hospital rooms, data on rice fields, data on the number of livestock, data on the area of tourism and data on the number of markets; (2) Data Analysis; (3) System Dynamic Analysis; (4) Simulation of water demand prediction in the study area; (5) Model validation with the structure validation test and the AVE and AME validation tests. The simulation model for the prediction of water demand in Mojokerto Regency based on a dynamic system is declared valid because it has fulfilled the structure test and validation test both AVE and AME From the results of the scenario simulation applied, it was able to save water by 30% for domestic water needs and 92% for non-domestic water needs. It is necessary to make a model to determine the availability of existing water resources so that a model of water resources balance in Mojokerto Regency is compiled.

Keywords: System dynamic, Water prediction, Mojokerto regency, Model

PENDAHULUAN

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Negara Republik Indonesia No 26 tahun 2008, Kabupaten Mojokerto menjadi salah satu daerah yang ditetapkan menjadi Kawasan Strategis Nasional (KSN) berdasarkan kepentingan ekonomi (Pemerintah Republik Indonesia, 2008). Sebagai KSN penataan ruang wilayah Kabupaten Mojokerto diprioritaskan karena mempunyai pengaruh yang sangat penting secara nasional terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur No 5 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Tahun 2011 – 2031, disebutkan bahwa Mojokerto termasuk dalam kawasan andalan dengan sektor unggulan pertanian, perikanan, industri dan pariwisata. Hal ini tentunya membawa konsekuensi terjadinya pertumbuhan di segala bidang terutama industri dan perumahan. Sehingga akan membawa pengaruh baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap pertumbuhan fasilitas-fasilitas pendukung lainnya. Pertumbuhan diberbagai sektor menyebabkan peningkatan kebutuhan air bersih (Barron et al., 2013). Kebutuhan air merupakan salah satu variabel untuk merencanakan manajemen

sumber daya air pada suatu wilayah (Purnama, 2013). Kondisi sumber daya air di Kabupaten Mojokerto saat ini mengalami penurunan akibat perubahan iklim dimana beberapa sumber mata air yang menjadi sumber PDAM mengalami penurunan debit sebesar 60% (Pujiraharjo A, Rachmansyah A, 2014). Berdasarkan hal tersebut maka perlu adanya prediksi kebutuhan air dimasa yang akan datang untuk mengantisipasi terjadinya kekurangan air sehingga dapat digunakan sebagai dasar perencanaan manajemen sumber daya air.

Dalam menganalisa sebuah sistem yang kompleks bekerja dengan kondisi nyata sangat beresiko dan berbiaya besar, oleh karena itu dibutuhkan sebuah model yang dapat mewakili kondisi sistem yang ada. Perilaku dan kompleksitas dalam sebuah sistem dapat digambarkan melalui sistem dinamik (Rudyanto et al., 2018). Prediksi kebutuhan air dapat disusun dengan menggunakan model yang salah satunya adalah model dinamik (Halima Malaka, M. Yanuar J. Purwanto, 2015). Prediksi kebutuhan air yang akurat sangat diperlukan dalam sistem manajemen sumber daya air sehingga dapat ditentukan suatu kebijakan untuk efisiensi dan alokasi permintaan air (Zhai et al., 2009). Dalam penelitian yang dilakukan oleh C. Zhai

(2009), menunjukkan bahwa model sistem dinamik mampu meramalkan kebutuhan air dimasa yang akan datang secara akurat. Asep Suheri, dkk (2019) membuat model prediksi kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah penduduk pada kawasan perkotaan Sentul City (Suheri et al., 2019). Model yang dibuat hanya menggunakan variabel jumlah penduduk dengan menggunakan alat bantu perangkat lunak Stella 9.0.1. Model prediksi kebutuhan air berguna bagi perencanaan kota dalam investasi infrastruktur dan teknologi serta reformasi kebijakan tentang kebutuhan air (Qin et al., 2018).

Penelitian ini bertujuan memprediksi kebutuhan air dimasa yang akan datang dengan pengaruh dari perubahan jumlah penduduk, pengaruh penambahan jumlah industri dan fasilitas baik komersial maupun non komersial menggunakan sistem dinamik

sehingga dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan manajemen sumber daya air.

BAHAN DAN METODE

Sebuah sistem tersusun atas beberapa elemen yang kompleks dan berinteraksi satu sama lain sehingga menyelesaikan permasalahan dalam suatu sistem membutuhkan satu penyederhanaan permasalahan dengan cara berfikir sistem. Sistem dinamik pertama kali dikenalkan oleh Joy Forester pada tahun 1950 di MIT, merupakan suatu metode untuk menggambarkan permasalahan dari suatu sistem (Sterman, 2000). Sistem dinamik dapat menggambarkan perilaku dan kompleksitas dalam sistem dari waktu ke waktu (Rudyanto et al., 2018). Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik meliputi : analisis kebutuhan, formulasi masalah, identifikasi sistem, pemodelan sistem dan validasi model (Susanto, 2011).



Gambar 1. Peta Kabupaten Mojokerto

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Mojokerto yang terletak pada koordinat $111^{\circ}20'13''$ sampai $111^{\circ}40'47''$ bujur timur dan antara $7^{\circ}18'35''$ sampai $7^{\circ}47'0''$ lintang selatan, terdiri dari 18 kecamatan. Waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan mulai dari bulan Agustus sampai Oktober 2020. Sedangkan alat dan bahan penelitian yang digunakan adalah kamera, laptop, alat tulis menulis, kuisioner. Untuk analisis model dinamik digunakan perangkat lunak Powersim Studio 10 Academic. Data sekunder yang digunakan bersumber dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Mojokerto, Bappeda

Kabupaten Mojokerto dari tahun 2014 sampai dari 2019.

Kebutuhan air yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kebutuhan air yang digunakan untuk menunjang segala kebutuhan air manusia baik dalam kegiatan domestik, non domestik dan kebutuhan air berbagai sektor. Berdasarkan SNI No 19-6728.1-2002, kebutuhan air dibagi menjadi (1) kebutuhan air domestik; (2) kebutuhan air non domestik; (3) kebutuhan air industri; (4) kebutuhan sarana kesehatan; (5) kebutuhan pariwisata; (6) kebutuhan pertanian, perikanan dan peternakan. Kebutuhan air domestik diperhitungkan dari jumlah penduduk

pedesaan dan jumlah penduduk perkotaan. Dimana standar kebutuhan air untuk penduduk perkotaan sebesar 120 l/hari/orang dan penduduk desa sebesar 60 l/hari/orang.

$$Q(\text{kota}) = \sum \text{penduduk} \times 365 \times \frac{120 \frac{\text{l}}{\text{hari}}}{\text{orang}} \quad (1)$$

$$Q(\text{desa}) = \sum \text{penduduk} \times 365 \times \frac{60 \frac{\text{l}}{\text{hari}}}{\text{orang}} \quad (2)$$

Dengan : Q(kota) dan Q (desa) adalah kebutuhan air perkotaan dan pedesaan dalam m³/tahun.

Kebutuhan air untuk pertanian :

Kebutuhan air irigasi diperhitungkan pada saat musim tanam padi pada sawah dengan irigasi

$$A = \text{Luas sawah irigasi} \times 0,001 \text{ m}^3/\text{det/ha} \times 3600 \times 24 \times 120 \text{ hari / musim} \quad (3)$$

Kebutuhan air untuk peternakan :

$$Q_L = 365 \times \{q(c/b) \times P(c/b) + q(s/q) \times P(s/q) + q(pi) \times P(pi) + q(po) \times P(po)\} \quad (4)$$

dengan: Q_L = Kebutuhan air ternak (m³/tahun), q(c/b) = Kebutuhan air untuk sapi/kerbau (l/ekor/hari), P(c/b) = Jumlah sapi atau kerbau (ekor), q(s/q) = Kebutuhan air untuk domba/kambing (l/ekor/hari), P(s/q) = Jumlah domba/kambing (ekor), q(pi) = Kebutuhan air untuk babi (l/ekor/hari), P(pi) = Jumlah babi (ekor), q(po) = Kebutuhan air untuk unggas (l/ekor/hari), P(po) = Jumlah unggas (ekor).

Standar yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air didasarkan pada SNI No 19-6728.1-2002 (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

Kebutuhan air domestik (dalam 1/tahun) untuk satu tahun dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

teknis, semi teknis dan non teknis. Besarnya kebutuhan air irigasi menggunakan persamaan berikut :

$$AME = \frac{\bar{S} - \bar{A}}{\bar{A}} \times 100\%; \bar{S} = \frac{\sum S_i}{N}; \bar{A} = \frac{\sum A_i}{N} \quad (5)$$

dimana : S adalah nilai simulasi, A adalah nilai aktual. \bar{S} = rata-rata hasil simulasi dan \bar{A} adalah rata-rata nilai aktual.

$$AVE = \frac{S_s - S_a}{S_a}; S_s = \frac{\sum (S_i - \bar{S})^2}{N}; S = \frac{\sum (A_i - \bar{A})^2}{N} \quad (6)$$

dimana : S_s = standard deviasi simulasi; S_a = standar deviasi nilai aktual.

Tahapan dalam penelitian adalah sebagai berikut : Pengumpulan data sekunder pada daerah studi yang meliputi : data penduduk, data jumlah fasilitas umum, data jumlah kamar hotel, data jumlah kamar rumah sakit, data luas sawah, data jumlah ternak, data luas area pariwisata dan data jumlah pasar. Data tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan air yang ada pada saat ini dan prediksi kebutuhan air di masa yang akan datang. Data primer berupa wawancara pada masyarakat pemakai air tanah dan pakar. Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan dari tahun 2014 sampai dari 2019 dianalisa laju pertumbuhan masing-masing data, sebagai fraksi yang akan mempengaruhi kebutuhan air masing-masing sektor.

Tahapan selanjutnya adalah membuat model dengan sistem dinamik. Setelah model dibangun

maka akan dilakukan simulasi prediksi kebutuhan air di wilayah studi. Tahapan akhir dari pembuatan model ini adalah validasi model dengan uji validasi struktur dan uji validasi AVE dan AME.

HASIL

Model yang akan dibangun didasarkan pada beberapa asumsi sebagai berikut : Kebutuhan air domestik didasarkan pada kebutuhan air penduduk perkotaan dan pedesaan. Dalam penelitian ini yang diasumsikan sebagai daerah perkotaan adalah daerah yang menjadi Pusat Kegiatan Lokal promosi (PKLp) yang merupakan pusat pelayanan kawasan dan akan dipromosikan menjadi Pusat layanan Kegiatan. Berdasarkan RTRW Kabupaten Mojokerto tahun 2012-2032, kecamatan yang merupakan PKLp

adalah Kecamatan Sooko, Kecamatan Mojosari, Kecamatan Jetis dan Kecamatan Pacet. Sedangkan 14 kecamatan lainnya yaitu Kecamatan Ngoro, Pungging, Trawas, Bangsal, Mojoanyar, Dlanggu, Gondang, Puri, Dawarblandong, Gedeg, Jatirejo, Kutorejo, Kemlagi, Trowulan diasumsikan sebagai daerah pedesaan.

Adapun jumlah penduduk berdasarkan kriteria perkotaan dan pedesaan disajikan disajikan pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Jumlah Penduduk Kabupaten Mojokerto

No		Jumlah penduduk (jiwa)	Pertumbuhan penduduk (%)
1	Perkotaan (JPP)	278908	1,53
2	Pedesaan (JPD)	880685	1,586

Sumber: BPS Kabupaten Mojokerto, 2019 (data diolah)

Kebutuhan air untuk Pegawai dan karyawan dihitung berdasarkan jumlah pegawai dan karyawan (JP&K) tahun 2019 sebanyak 40032 orang, Kebutuhan air sekolah didasarkan atas jumlah murid dan guru (JMG) pada tahun 2019 sebesar 158.138 orang. Kebutuhan air untuk tempat ibadah dihitung dari banyaknya Masjid (JMas) sebanyak 1124 buah, Musholla (JMus) sebanyak 3643 buah dan tempat ibadah lain sebanyak 54 buah. Kebutuhan air rumah sakit diperhitungkan dari banyaknya jumlah tempat tidur rumah sakit yang ada sebanyak 478 buah. Sedangkan kebutuhan air pasar diperhitungkan dari luasan pasar yang ada di Kabupaten Mojokerto seluas 18 Ha.

Kebutuhan air sektor lain diperhitungkan dari sektor peternakan, sektor industri, sektor pertanian, dan sektor pariwisata. Dari sektor peternakan kebutuhan air yang diperhitungkan adalah dari peternakan sapi, kambing dan unggas. Kebutuhan air dari sektor industri diperhitungkan dari luas kawasan industri di Kabupaten Mojokerto yaitu seluas 4500 Ha. Dari sektor pariwisata dihitung berdasarkan luas tempat pariwisata, seluas 198 Ha. Kebutuhan air dari rumah makan diperhitungkan dari jumlah rumah makan sebanyak 99 buah. Kebutuhan air perhotelan

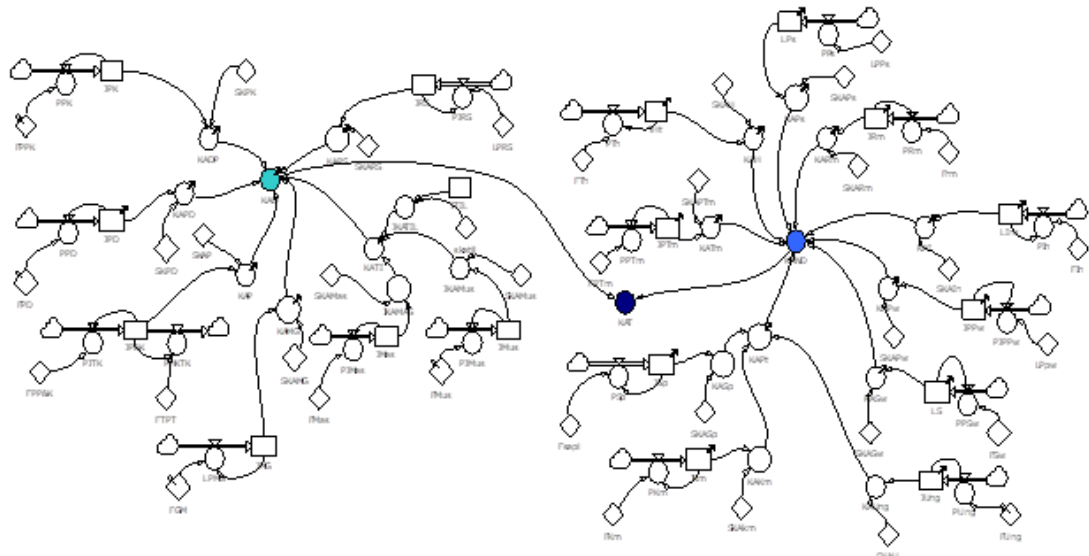
diperhitungkan dari jumlah tamu yang menginap dengan tingkat okupasi hotel sebesar 60%.

Fraksi dari masing-masing bidang diperhitungkan dari data historikal yang ada dari tahun 2014 sampai dari tahun 2019 (BPS, 2020). Dimana fraksi ini akan mempengaruhi laju pertumbuhan masing-masing bidang. Untuk fraksi kebutuhan pegawai dan karyawan (FPP&K) sebesar 6,81% per tahun dan fraksi pengurangan karyawan sebesar 5% per tahun (FTPT). Fraksi pertumbuhan guru dan murid (FGM) sebesar 6,5% pertahun. Pertumbuhan masjid di Kabupaten Mojokerto (FMas) sebesar 0,15% dan mushalla (FMus) sebesar 15%. Sedangkan untuk fasilitas ibadah lain (FTIL) tidak mengalami pertumbuhan. Fraksi pertumbuhan sapi (FSp) sebesar 1,47%/tahun, kambing (FKam) sebesar 1,2%/tahun dan unggas (Fung) sebesar 34,23 %/tahun. Pertumbuhan sawah mengalami penurunan setiap tahun sebesar 5,64%/tahun sedangkan fraksi industri (Fin) sebesar 1,1%/tahun. Pertumbuhan rumah makan (FRm) cenderung kecil sebesar 1%/tahun sedangkan pertumbuhan terminal (FTm) sebesar 0,035%.

Standar kebutuhan air untuk berbagi keperluan menggunakan acuan dari Ditjen Cipta Karya Tahun 1996 dan SNI No 19-6728.1-2002. Model kebutuhan air di Kabupaten Mojokerto dibuat dari 2 sub sistem yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air sektor lain, secara lengkap *stock flow* dari model prediksi kebutuhan air di Kabupaten Mojokerto dapat dilihat dari gambar 1.

Tahun akhir yang digunakan pada model prediksi adalah tahun 2052 dengan asumsi bahwa rencana tata ruang wilayah yang ada saat ini berakhir tahun 2032 dan akan ada RTRW baru tahun 2032 – 2052. Sehingga prediksi kebutuhan air ini bisa dijadikan salah satu landasan perencanaan tata ruang wilayah Kabupaten Mojokerto.

Laju pertumbuhan penduduk menggunakan laju pertumbuhan geometrik dan didapatkan angka sebesar 1,53 % untuk penduduk perkotaan dan 1,586% untuk penduduk pedesaan. Dari hasil simulasi model menggunakan perangkat lunak Powersim 10 *Academic* didapatkan hasil kebutuhan air pada masing-masing sub sistem sampai tahun prediksi yang diinginkan. Dengan laju pertumbuhan penduduk desa sebesar 1,586 % maka penduduk pedesaan akan berjumlah 1594027 jiwa. Sedangkan laju penduduk perkotaan sebesar 1,53 % maka penduduk perkotaan Kabupaten Mojokerto akan berjumlah 494508 jiwa pada tahun 2052.



Gambar 1. Stock flow diagram kebutuhan air di Kabupaten Mojokerto

Dari hasil simulasi tersebut dapat diprediksi kebutuhan air untuk keperluan domestik pada tahun 2052 sebesar 326.683.840,97 m³/tahun dengan rincian sebagai berikut :

- Kebutuhan air daerah pedesaan = 32.417.692,43 m³/tahun.
- Kebutuhan air daerah perkotaan = 20.162.752,82 m³/tahun.
- Kebutuhan air sekolah = 4.334.007,361 m³/tahun.
- Kebutuhan air tempat ibadah = 269.444.080,24 m³/tahun.
- Kebutuhan air rumah sakit = 61.257,65 m³/tahun
- Kebutuhan air perkantoran = 264.050,47 m³/tahun.

Kebutuhan air dari sektor lain diperhitungkan dari kebutuhan air sektor peternakan , persawahan, industri, rumah makan, hotel dan terminal. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa kebutuhan air paling besar dari sektor peternakan yaitu 45.828.704.129,55 m³/tahun.

Perhitungan kebutuhan air peternakan ini didapatkan dari perhitungan kebutuhan air sapi, kambing dan unggas. Kebutuhan air untuk unggas berdasarkan standart sebesar 0,6 l/ekor/hari atau 0,219 m³/ekor/tahun. Dengan laju pertumbuhan

unggas sebesar 34,23%/tahun maka prediksi jumlah unggas pada tahun 2052 adalah 209.256.728 ekor terdiri dari ayam buras, ayam petelor, ayam potong, itik dan mentog. Sedangkan prediksi jumlah sapi pada tahun 2052 dengan pertumbuhan sebesar 1,47%/tahun adalah 89.556 ekor. Standard kebutuhan air untuk sapi adalah sebesar 14,6 m³/ekor/tahun sehingga kebutuhan air untuk sapi pada tahun 2052 adalah sebesar 1.307.520,39 m³/tahun. Prediksi populasi kambing pada tahun 2052 adalah 94.869 ekor dengan kebutuhan air sebesar 173.135,52 m³/tahun.

Tabel 3. Jumlah Unggas Kabupaten Mojokerto tahun 2015-2018

Populasi	2015	2016	2017	2018
Unggas (juta)	2,84	4,4	8,1	10,3
Pertumbuhan (%/tahun)		35,7	45,4	21,65

Rata-rata pertumbuhan unggas (%/tahun)

34,23%/tahun

Luas sawah di Kabupaten Mojokerto semakin hari semakin berkurang dengan laju pengurangan sebesar -5,64%/tahun (BPS, 2020). Maka prediksi luas sawah pada tahun 2052 seluas 4477,615 ha. Kebutuhan air persawahan sebesar 0,02 m³/tahun (Badan Pusat Statistik Kabupaten Mojokerto, 2020).

Pertumbuhan sektor pariwisata di Kabupaten Mojokerto cukup kecil hanya sebesar 0,1% sehingga prediksi luas lahan pariwisata pada tahun 2052 adalah 20,7 ha, dengan kebutuhan air sebesar 90.537,53 m³/tahun. Kebutuhan air hotel diperhitungkan dari jumlah tamu hotel. Data BPS (2020) jumlah kamar

hotel dan villa di Kabupaten Mojokerto sebanyak 891 kamar .

Berdasarkan informasi dari ketua PHRI kabupaten Mojokerto tingkat hunian hotel dan villa sebesar 60% sehingga asumsi jumlah pengunjung hotel adalah sebesar 1069 orang/hari atau 390258

orang/tahun. Prediksi kebutuhan air untuk hotel dan villa pada tahun 2052 adalah sebesar 30.656.606,02 m³/tahun. Hasil perhitungan selengkapnya terdapat pada tabel 4 tentang prediksi kebutuhan air dari sektor lain hasil simulasi pada Kabupaten Mojokerto.

Tabel 4. Prediksi Kebutuhan Air dari Sektor lain berdasarkan Simulasi Sistem Dinamik di Kabupaten Mojokerto

Sektor	Prediksi Kebutuhan Air				
	Satuan	Tahun	Kebutuhan	Tahun 2052	Kebutuhan
		2019	Air (m ³ /th)		Air (m ³ /th)
Industri	ha	11.000	277.516.800	15.782,68	398.178.140
Pariwisata	ha	198	1.873.238	324	3.061.769
Hotel	orang	390.258	21.366.626	559.938	30.656.606
Terminal	orang	743.900	814.571	752.540	824.032
Rumah Makan	buah	99	3.614	138	5.018
Peternakan					
Sapi	ekor	55.329	807.803	89.556	1.307.520
Kambing	ekor	63.998	116.796	94.869	173.136
Unggas	ekor	12.636.970	2.767.496	209.256.728	45.827.223
Sawah	ha	30.412	0,13	4.477,615	0,02

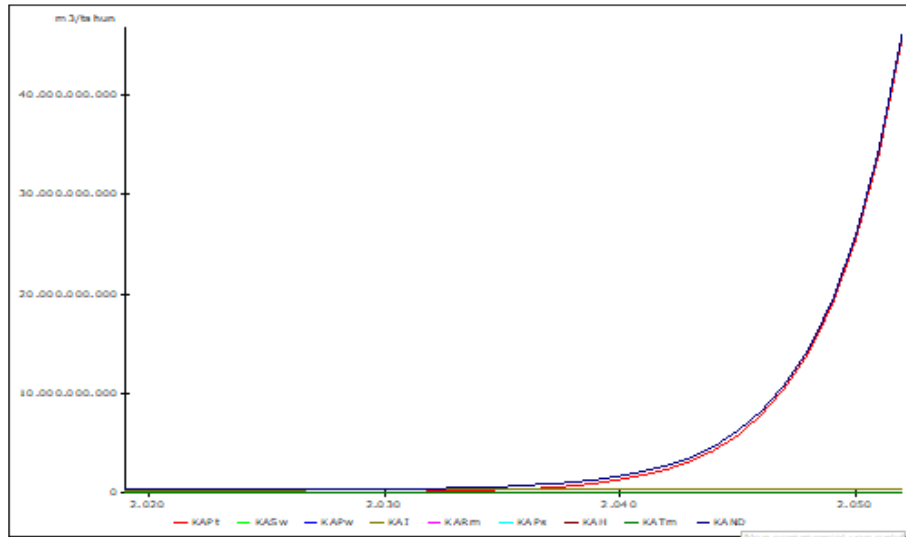
Sumber : Hasil analisa, 2020

Pada tahun 2019 luas wilayah Industri Kabupaten Mojokerto sebesar 11.000 ha yang tersebar pada kawasan industri Ngoro seluas 500 ha, kawasan industri Jetis, Dawarblandong dan Kemlagi 10.000 ha dan Mojoanyar seluas 500ha. Prediksi luas wilayah industri pada tahun 2052 adalah sebesar 15.782,68 ha dengan kebutuhan air sebanyak 398.178.140,0291 m³/tahun. Prediksi jumlah rumah makan pada tahun 2052 sebanyak 138 buah dengan kebutuhan air sebesar 5018,03 m³/tahun. Laju pertumbuhan tujuan pariwisata di kabupaten Mojokerto cukup kecil hanya sebesar 0,1% sehingga prediksi luas lahan pariwisata pada tahun 2052 adalah 20,7 ha, dengan kebutuhan air sebesar 90.537,53 m³/tahun. Kebutuhan air hotel diperhitungkan dari jumlah tamu hotel. Data BPS (2020) jumlah kamar hotel dan villa di Kabupaten Mojokerto sebanyak 891 kamar . Berdasarkan informasi dari ketua PHRI kabupaten Mojokerto tingkat hunian hotel dan villa sebesar 60% sehingga asumsi jumlah pengunjung

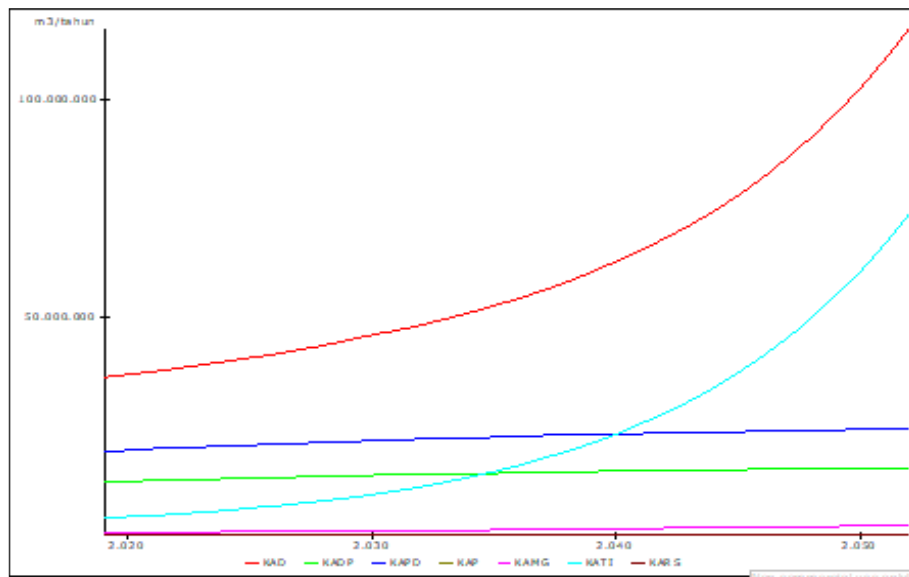
hotel adalah sebesar 1069 orang/hari atau 390258 orang/tahun. Prediksi kebutuhan air untuk hotel dan villa pada tahun 2052 adalah sebesar 30.656.606,02 m³/tahun. Terdapat 1 terminal di Kabupaten Mojokerto yang berlokasi di Kecamatan Mojosari dengan tipe terminal kelas B.

PEMBAHASAN

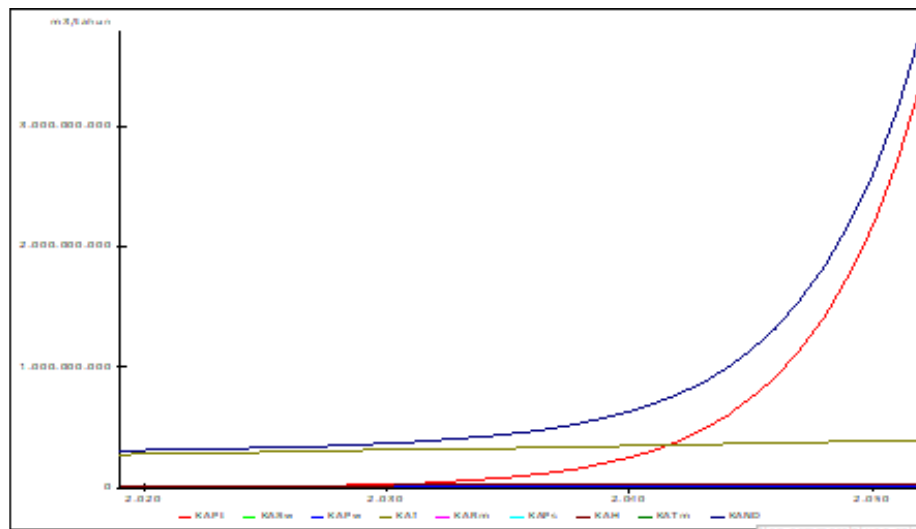
Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada model prediksi kebutuhan air di Kabupaten Mojokerto dapat diketahui bahwa jumlah kebutuhan air pada tahun 2052 sangat tinggi, sehingga diperlukan skenario untuk mengurangi kebutuhan air tersebut. Laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Mojokerto juga relatif tinggi jika dibandingkan laju pertumbuhan penduduk Provinsi Jawa Timur. Dimana pertumbuhan penduduk Provinsi Jawa Timur tahun 2010-2019 sebesar 0,62 (<https://www.bps.go.id/>).



Gambar 3. Hasil Simulasi Kebutuhan Air Non Domestik Kabupaten Mojokerto Tahun 2019 -2020



Gambar 4. Hasil Simulasi Prediksi Kebutuhan Air Domestik 2019-2052 dengan 4 skenario.



Gambar 5. Hasil Simulasi Prediksi Kebutuhan Air Non Domestik Kabupaten Mojokerto tahun 2052

Untuk mengendalikan kebutuhan air di tahun 2052 akan dibuat 4 (empat) skenario untuk mengurangi konsumsi air yaitu : (1) Skenario pertama adalah mengendalikan laju pertumbuhan penduduk baik penduduk desa dan penduduk kota sebesar 1,07% pada tahun 2021-2029, 0,68% pada tahun 2030-2035 dan 0,41% pada tahun diatas 2040. Laju pertumbuhan penduduk tersebut disesuaikan dengan skenario pertumbuhan penduduk nasional ((Badan Pusat Statistik, 2018); (2) Skenario kedua adalah dengan mengasumsikan jumlah murid dan guru di masa depan akan mengalami pengurangan karena adanya pertumbuhan penduduk yang berkurang. Asumsi yang digunakan dalam skenario pertumbuhan guru dan murid sebesar 4,55% . Hal ini didasarkan penurunan laju pertumbuhan penduduk dari 1,53% ke 1,07% (sebesar 30%); (3) Dari hasil simulasi perhitungan kebutuhan air di Kabupaten Mojokerto, kebutuhan air dari sektor tempat ibadah juga tinggi. Dikarenakan laju pertumbuhan masjid dan mushala sebesar 15% per tahun. Sehingga skenario ke tiga adalah mengurangi laju pertumbuhan pembangunan mushala menjadi 10,5%; (4) Konsumsi kebutuhan air yang terbesar juga terjadi pada pemenuhan kebutuhan air untuk unggas, sehingga diperlukan pengendalian populasi unggas. Asumsi pengendalian fraksi laju pertumbuhan unggas diturunkan sebesar 30% menjadi 24 %.

Simulasi perhitungan kebutuhan air dengan empat skenario tersebut didapatkan kebutuhan air domestik dan non domestik pada tahun 2052 adalah sebagai berikut : (1) Kebutuhan air perkotaan 15.376.469,09 m³/tahun menurun dari simulasi awal sebesar 0,31%; (2) Kebutuhan air pedesaan sebesar 24.276.509,96%. Sesuai dengan penurunan laju pertumbuhan penduduk sebesar 30%.

Dengan skenario yang dijalankan kebutuhan air domestik pada tahun 2052 sebesar 115.713.555,9092 m³/tahun turun sebesar 210.970.285 m³/tahun atau sebesar 64,6%. Hal ini tentunya akan menghemat sumber daya air yang ada. Sedangkan untuk kebutuhan air non domestik pada tahun 2052 sebesar 3.783.971.818 m³/tahun. Dengan mengurangi laju pertumbuhan unggas sebesar 30% menjadi 24% dapat menghemat kebutuhan air non domestik sebesar 92%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa menggunakan sistem dinamik prediksi kebutuhan air Kabupaten Mojokerto pada tahun 2052 sebesar 46.587.411.765,12 m³/tahun. Jika skenario Dari hasil simulasi skenario yang diterapkan prediksi kebutuhan air pada tahun 2052 sebesar 3.899.685.373,91 atau turun sebesar

Model simulasi prediksi kebutuhan air di Kabupaten Mojokerto berbasis sistem dinamik dinya-

takan valid karena sudah memenuhi uji struktur dan uji validasi baik AVE maupun AME.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Kementerian Ristek Dikti yang telah mendanai penelitian melalui skema Penelitian Dosen Pemula tahun pendanaan 2020 dengan No Kontrak 187/SP2H/LT/DRPM/2020 tanggal 9 Maret 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2018). *Proyeksi Penduduk Indonesia 2015-2045*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Mojokerto. (2020). *Kabupaten Mojokerto Dalam Angka 2020*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Penyusunan Neraca Sumber Daya – Bagian 1: Sumber daya air spasial*.
- Barron, O. V., Barr, A. D., & Donn, M. J. (2013). Effect of urbanisation on the water balance of a catchment with shallow groundwater. *Journal of Hydrology*.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.04.027>
- BPS. (2020). *Kabupaten Mojokerto Dalam Angka 2020*.
- Halima Malaka, M.Yanuar J. Purwanto, A. Z. (2015). Analisis Sistem Dinamik Neraca Air Di Pulau Tidore. 8(2), 125–136.
<https://doi.org/10.29122/jai.v8i2.2371>.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2008. (n.d.). Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2008.
- Pujiraharjo A, Rachmansyah A, W. I. et al. (2014). Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Ketersediaan Air Baku Di Kabupaten Mojokerto. *Rekayasa Sipil*, 8(1), 55–64.
- Purnama, S. (2013). Penggunaan model dinamik dalam penentuan prioritas konservasi air tanah di Kabupaten Bantul. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 14(2), 115–120.
<https://doi.org/10.29122/jtl.v14i2.1430>.
- Qin, H., Cai, X., & Zheng, C. (2018). Water demand predictions for megacities: System dynamics modeling and implications. *Water Policy*, 20(1), 53–76. <https://doi.org/10.2166/wp.2017.168>
- Rudyanto, A., Limantara, L. M., Andawayanti, U., & Suhartanto, E. (2018). Model of water balance based on the system dynamics. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(12), 267–276.
<http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=9&IType=12> 1.
- Sterman, J. D. (2000). *Sterman-Business Dynamics - 3.pdf*.
- 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/jsil.4.3.207-218>
- Susanto, A. (2011). Model Dinamik Penyediaan Air Baku Melalui Pendekatan Water Sensitive City Di Das Ciliwung Hulu (Kasus Desa Bendungan, Kecamatan Ciawi, Kabupaten Bogor. 1–13. <http://repository.ut.ac.id/7786/>.
- Zhai, C., Zhang, H., & Zhang, X. (2009). Application Of System Dynamics In The Forecasting Water Resources Demand In Tianjin Polytechnic University. 2009 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence, AICI 2009, 1, 273–276. <https://doi.org/10.1109/AICI.2009.272>
-