

ANALISIS DISTRIBUSI PENYEDIAAN AIR BERSIH BERDASARKAN POTENSI SITU MENGGUNAKAN APLIKASI WATER EVALUATION AND PLANNING (WEAP)

DISTRIBUTION ANALYSIS OF CLEAN WATER SUPPLY BASED ON SITU USING WATER EVALUATION AND PLANNING (WEAP) APPLICATION

¹Muhammad Irfan, ²Heri Suprpto

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil Universitas Gunadarma

¹muh.irfan1104@gmail.com, ²hsuprpto@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Air bersih dan sanitasi yang baik merupakan elemen yang sangat penting untuk menunjang kesehatan manusia. PBB telah menetapkan di dalam Sustainable Development Goals (SDGs) di antaranya adalah untuk menjamin ketersediaan serta pengelolaan air bersih dan sanitasi yang berkelanjutan untuk semua. Indonesia memiliki persediaan sumber air yang berlimpah, tetapi menghadapi keterbatasan dalam menyediakan air bersih bagi warganya. Peningkatan populasi perkotaan merupakan faktor utama yang mempengaruhi terjadinya hal tersebut. Salah satu daerah yang menghadapi permasalahan ini di Indonesia adalah Kota Depok, yang terletak pada posisi strategis dan merupakan kota penyangga ibu kota serta memiliki dua sumber daya air yang berpotensi yaitu sungai dan situ. Penelitian ini ditujukan untuk memodelkan distribusi air serta menentukan potensi dan kebutuhan air di Kota Depok menggunakan aplikasi Water Evaluation and Planning (WEAP). Model distribusi menggunakan WEAP dibuat berdasarkan data analisis ketersediaan air dan kebutuhan air kemudian hasil analisis tersebut digunakan sebagai parameter dalam WEAP untuk memberikan simulasi yang lebih akurat dalam beberapa skenario yang dibuat. Bilamana digunakan 75% volume dari setiap situ maka persentase kebutuhan yang dapat terpenuhi meningkat menjadi 91,45%, dari yang sebelumnya hanya 14,40% bila hanya menggunakan kapasitas IPA PDAM. Hasilnya 4 kecamatan dapat terpenuhi seluruh kebutuhannya, dan 1 kecamatan dapat terpenuhi kebutuhannya hingga tahun 2029, sementara kecamatan lainnya masih mengalami defisit air bersih di musim kemarau setiap tahunnya. Hasil dari analisis ini dapat dijadikan masukan bagi pengambil kebijakan untuk memutuskan langkah-langkah yang akan diambil untuk menyelenggarakan penyediaan air bersih yang lebih terjangkau untuk seluruh lapisan masyarakat.

Kata kunci: air bersih, penyediaan air, situ, weap

Abstract

Clean water and good sanitation are very important elements to support human health. The United Nations has stipulated in the Sustainable Development Goals (SDGs), among others, to ensure the availability and management of clean water and sustainable sanitation for all. Indonesia has an abundant supply of water sources but faces limitations in providing clean water for its citizens, an increase in urban population is a major influencing factor. One of the areas facing this problem in Indonesia is Depok City, which is located in a strategic position and is a capital city buffer and has two potential water resources, namely rivers and ponds. This research is aimed at modeling water distribution and determining the potential and demand for water in Depok City using the Water Evaluation and Planning (WEAP) application. If 75% of the volume of each site is used, the percentage of needs that can be met increases to 91.45%, from previously only 14.40% when only using PDAM's IPA capacity. As a result, 4 sub-districts can meet all their needs, and 1 sub-district can meet their needs until 2029, while other sub-districts still experience

a deficit of clean water in the dry season every year. The results of this analysis can be used as input for policy makers to decide on steps to be taken to provide clean water that is more affordable for all levels of society.

Keywords: *clean water, water supply, reservoir, WEAP*

PENDAHULUAN

Sumber daya air merupakan bagian dari sumber daya yang mempunyai sifat yang berbeda dengan sumber daya alam lainnya. Permasalahan yang sering muncul dari sumber daya ini adalah pada masalah pemanfaatannya, tidak jarang jika terjadi masalah masalah seperti kekeringan di musim kemarau ataupun kebanjiran saat di musim hujan (Syaifullah & Manzilati, 2015).

Air bersih dan sanitasi yang baik merupakan elemen yang sangat penting untuk menunjang kesehatan manusia. Sayangnya pemenuhan akan kebutuhan air bersih dan sanitasi belum sepenuhnya berjalan dengan baik di beberapa belahan dunia. Sebenarnya terdapat cukup air bersih di planet ini untuk memenuhi kebutuhan mendasar tersebut. Namun, karena kondisi ekonomi yang lemah atau infrastruktur yang buruk, jutaan orang meninggal dunia setiap tahunnya karena berbagai penyakit yang terkait dengan pasokan air yang tidak memadai dan sanitasi yang buruk (UNICEF & WHO, 2004).

Di Indonesia, penyediaan air bersih untuk umum atau perkotaan biasanya diselenggarakan oleh suatu instansi resmi yang ditunjuk oleh pemerintah seperti Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) berdasarkan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1962 (Susanti, 2010).

Jumlah pemakaian air PDAM Kota Depok pada tahun 2010 adalah 12.900.111 m³ per tahun atau setara dengan 409,06 liter per detik. Kebutuhan air bersih Kota Depok tahun 2011 sebesar 103.535.164 m³ per tahun. Jika pemakaian PDAM tahun 2011 diasumsikan sama dengan tahun 2010, maka hanya dapat memenuhi 12,46% dari total kebutuhan air bersih pada tahun 2011, sementara sisanya sejumlah 90.636.053 m³ per tahun (87,54%)

diasumsikan menggunakan air tanah (Said & Widayat, 2014).

Peningkatan populasi perkotaan merupakan faktor utama yang mempengaruhi permintaan air tawar. Akibatnya, layanan air perkotaan perlu ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan air populasi mereka. Peningkatan pertumbuhan populasi, pertumbuhan kegiatan ekonomi dan laju pembangunan menyebabkan masalah lanjutan dalam hal ketersediaan air publik yang dihasilkan dari perubahan penggunaan lahan (Hossain & Bahaiddin, 2013). Karena itu penting bahwa perencanaan yang tepat untuk penyediaan air bersih bagi penduduk harus dilakukan (Arfanuzzaman & Atiq Rahman, 2017).

Hasil kongres konservasi dunia IUCN's di montreal, Canada Oktober 1996, melaporkan bahwa pertumbuhan penduduk akan mempengaruhi peningkatan jumlah air bersih. Dua abad yang lalu sudah terlihat peningkatan populasi penduduk dunia dari 1 miliar penduduk pada tahun 1800 menjadi 6 miliar pada abad ke 20, ini akan mempengaruhi peningkatan konsumsi makanan, barang konsumsi dan juga air bersih maka akan terjadi kelangkaan air bersih serta akan mendorong ke arah krisis sosial dan krisis ekonomi (Anggraini et al., 2013).

Untuk mengidentifikasi masalah dan tantangan dalam pasokan air perkotaan, program perencanaan sumber daya air bertujuan untuk meningkatkan cakupan dan kapasitas layanan yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan perkotaan dan untuk memasok bahan baku yang dibutuhkan untuk penyediaan air perkotaan (Karamouz et al., 2017)

Ketersediaan air bersih di daerah perkotaan dihadapkan dengan ancaman kelangkaan air hasil dari keterlibatan

pembangunan. Eksploitasi berlebihan air tanah menyebabkan pengurangan air dan intrusi air asin. Diperlukan upaya yang lebih efisien dalam pengelolaan sumber daya air yang tersedia, termasuk mengimplementasikan konservasi dan program pengurangan konsumsi air perkotaan (Devitt & Morris, 2010).

Salah satu daerah yang menghadapi masalah ini di Indonesia adalah Depok, yang terletak di posisi yang sangat strategis. Berbatasan langsung dengan ibu kota Indonesia, Jakarta, dan daerah ini merupakan pusat pertumbuhan baik untuk Pulau Jawa dan untuk negara secara keseluruhan. Populasi Depok tumbuh pesat karena migrasi penduduk lokal (migrasi sirkuler) dari luar Depok. Peningkatan jumlah penduduk ini disertai dengan perubahan fungsi lahan dari penggunaan lain ke area perumahan (Herdiansyah & Yoga Putra, 2019).

Pemerintah Kota Depok telah meluncurkan pengembangan beberapa instalasi pengolahan air (IPA) untuk didistribusikan melalui jaringan pipa air (Peraturan Daerah Kota Depok No. 1 tahun 2015 tentang Rencana Tata Ruang Kota Depok 2012-2032). Pengembangan IPA akan menggunakan sungai yang melintasi kota Depok sebagai sumber air baku (Ali et al., 2019).

Di Kota Depok terdapat dua sumber daya air yaitu sungai dan situ. Secara umum sungai-sungai di Kota Depok termasuk ke dalam dua Satuan Wilayah Sungai (SWS) Besar, yaitu Sungai Ciliwung dan Cisadane. Kota Depok memanfaatkan potensi kedua sungai ini sebagai sumber air baku bagi Perusahaan Daerah Air Minum. Terdapat 6 sungai besar yang melintasi wilayah kota Depok yang merupakan bagian dari SWS Ciliwung, antara lain Sungai Ciliwung, Sungai Angke, Sungai Cipinang, Sungai Sugutamu, Sungai Pesanggrahan, dan Sungai Krukut serta beberapa sungai kecil yang merupakan anak sungai dan saluran irigasi. Selain itu, Kota

Depok merupakan kota yang memiliki banyak situ atau danau. Situ adalah suatu wadah genangan air di atas permukaan tanah yang terbentuk secara alami maupun buatan yang airnya berasal dari tanah atau air permukaan sebagai siklus hidrologis yang potensial, dan merupakan salah satu bentuk kawasan lindung (Pemerintah Kota Depok, 2017). WEAP adalah perangkat lunak (software) yang dibuat oleh Stockholm Environment Institute untuk perencanaan integrasi sumber daya air dan sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan/ decision support system (DSS), yang ditujukan sebagai sistem pendukung perencanaan dengan membandingkan pasokan air yang dihasilkan dari air permukaan dan air tanah dari skala DAS (daerah aliran sungai) atau skala kota, dan memiliki bermacam-macam kebutuhan air serta persyaratan lingkungan yang dicirikan oleh prioritas alokasi serta preferensi pasokan (Haddad et al., 2007). Sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan dalam manajemen sumber daya air terdiri dari 3 faktor antara lain, (1) survei terhadap pihak-pihak untuk menentukan permasalahan utama dan pertanyaan yang diperlukan untuk pengoperasian DSS, (2) pengumpulan, pengorganisasian, penyimpanan, kemampuan manajemen, dan visualisasi data (3) model WEAP untuk menyimulasikan dan mengoptimalkan pengelolaan sumber daya air melalui berbagai skenario atau pertanyaan DSS (Toure et al., 2017).

Penerapan Aplikasi WEAP sebagai pendukung dalam penelitian di Indonesia di antaranya telah diterapkan dalam penelitian *Study on Water Resources Allocation for Kertajati, Jatiluhur, and Ligung Sub-District to Support the Development of West Jawa Internasional Airport (BIJB) and Kertajati Aerocity Area* oleh Yadi Suryadi, dkk pada Tahun 2018.

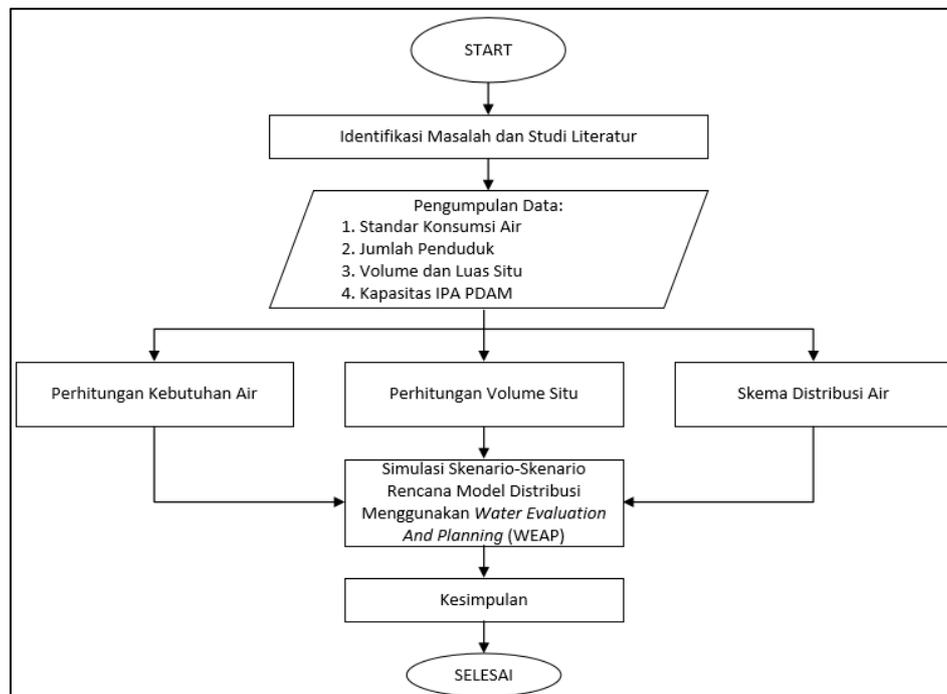
Hasil dari penerapan WEAP pada penelitian tersebut dapat memberikan gambaran yang lebih mudah dimengerti terkait

pengalokasian sumber air dalam mendukung pembangunan Bandara Internasional Kertajati dan Kota Bandara Kertajati, yaitu sumber air dari Sungai Cilutung kurang terlalu efektif untuk memenuhi kebutuhan di Kecamatan Kertajati, Jatiluhur, dan Linglung tetapi tetap dapat menjadi pilihan, sumber air Sungai Cimanuk dapat memenuhi kebutuhan tiga kecamatan tersebut, tetapi ketersediaan air Sungai Cimanuk perlu dikoreksi kembali setelah Bendungan Jatigede beroperasi hal ini dikarenakan ketersediaan air di Sungai Cimanuk sangat terpengaruh oleh debit yang dialirkan oleh waduk tersebut. Hasil-hasil dari kesimpulan penelitian tersebut dapat dipermudah dalam membacanya dengan gambar dan simulasi yang dibuat oleh WEAP, sehingga dapat memberikan kesimpulan serta gambaran yang lebih sesuai dengan keadaan yang telah kita berikan.

adalah ketersediaan air di Kota Depok, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data terkait untuk mendukung penelitian ini. Beberapa perhitungan kebutuhan air dan volume situ dilakukan sebagai data parameter yang diperlukan dalam simulasi menggunakan program WEAP. Data tersebut kemudian dimasukkan dalam program WEAP, dibuat beberapa skema atau skenario-skenario dalam rencana model distribusinya. Hal ini sebagai perbandingan untuk melihat hasil dari masing-masing skenario bagaimana bentuk distribusi yang terjadi. Kota Depok menjadi lokasi penelitian untuk analisis distribusi air bersih berdasarkan potensi situ yang ada, secara administrasi Kota Depok memiliki 11 kecamatan, dan menurut data yang dikumpulkan dari BPS Kota Depok, bahwa terdapat 19 situ yang berpotensi untuk memberikan supply tambahan untuk memenuhi kebutuhan air kota, ke 19 situ tersebut terletak di 9 kecamatan, sementara untuk kapasitas PDAM dilihat dari total seluruh kapasitas IPA yang dimiliki oleh PDAM Tirta Asasta.

METODOLOGI PENELITIAN

Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian yang dimulai dalam mengidentifikasi masalah pada penelitian ini



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

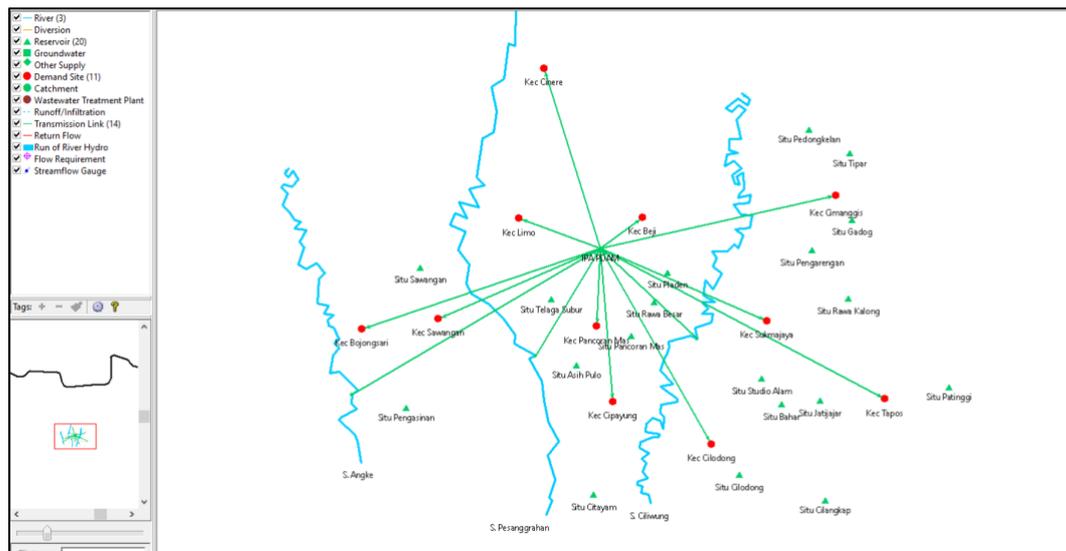
Sumber: Hasil Analisis, 2018.

Model distribusinya sendiri dibuat berdasarkan pertimbangan keekonomisan dalam pengembangan jaringan nantinya agar tidak membutuhkan biaya yang terlampau besar, untuk model distribusi situ ke kecamatan dibuat dengan model situ *supply* kepada kecamatan letak situ tersebut berada, sementara untuk PDAM dimodelkan dengan memberikan distribusi ke seluruh kecamatan yang ada, sebagai bentuk penyeimbang distribusi nantinya, dan juga karena PDAM memiliki peran untuk memberikan penyediaan air bersih bagi seluruh penduduk yang ada dengan prioritas yang sama, sehingga PDAM sudah sewajarnya memiliki jaringan distribusi keseluruhan kecamatan. Kemudian untuk model perhitungan potensi situ sendiri, diasumsikan

ketika hari hujan maka kapasitas situ akan terpenuhi, sementara penentuan hari hujan dimodelkan sebanyak 15 hari hujan pada musim hujan dan 7 hari hujan pada musim kemarau, yang dimana musim hujan terjadi pada bulan Januari – April dan bulan November – Desember, dan untuk musim kemarau terjadi pada bulan Mei – Oktober.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skema distribusi Gambar 2 menyimulasikan sumber air yang didapat dari sungai dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air (IPA), pada skema ini IPA dibuat hanya satu titik dengan asumsi sistem perpipaan setiap IPA saling terhubung untuk memenuhi kebutuhan air kota.



Gambar 2. Skema Distribusi Tanpa Situ

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Garis biru pada Gambar 2 menggambarkan tiga sungai yang mengalir melalui kota, yaitu Sungai Angke, Sungai Pesangrahan, dan Sungai Ciliwung, sementara titik merah berjumlah 11 titik, menggambarkan kesebelas kecamatan yang ada di Kota Depok, segitiga hijau digambarkan sebagai reservoir yang berarti lokasi situ-situ yang tersebar di seluruh kota, dan garis hijau menunjukkan arah aliran. Aplikasi WEAP

akan menyimulasikan distribusi yang telah ditentukan oleh garis-garis distribusi, dengan seluruh tingkat permintaan air pada setiap kecamatan bernilai 1 dengan skala 1 tertinggi sampai 99 terendah, dikarenakan seluruh penduduk memiliki hak yang sama dalam penyediaan air bersih.

Analisis *supply delivered* pada Tabel 1 yang terjadi memiliki total distribusi adalah sebesar 411.808.216 m³, dengan distribusi

terbesar pada Kecamatan Cimanggis sebesar 57.274.869,84 m³ atau 13,91%, dan volume terendah pada Kecamatan Limo sebesar 20.944.337,03 m³ atau 5,09%, pola porsi pembagian sumber air nantinya akan mengikuti pola persentase jumlah penduduk kecamatan terhadap kota.

Air yang didistribusikan pada masing-masing kecamatan dapat dilihat memang tidak sama besar volumenya, tetapi WEAP telah mensimulasikan agar air terdistribusi secara merata, menurut besarnya kebutuhan setiap kecamatan, sehingga besarnya persentase *met demand* nantinya akan hampir sama besar pada setiap kecamatan setiap tahunnya.

Analisis *unmet demand* pada Tabel 2 memiliki total *unmet* adalah sebesar 2.448.911.609,00 m³, dengan *unmet demand* terbesar pada Kecamatan Cimanggis sebesar 340.888.898,90 m³ atau 13,92%, dan volume terendah pada Kecamatan Limo sebesar 123.777.740,60 m³ atau 5,05%. Hasil analisis *unmet demand* pada Tabel 2 terdapat kemiripan dengan hasil analisis *supply delivered* pada Tabel 1, pada nilai persentase keduanya memiliki nilai yang hampir sama, hal ini dikarenakan persentase besarnya *met demand* setiap kecamatan bernilai hampir sama, sehingga nilai persentase pada ke dua tabel tersebut pun akan hampir sama.

Tabel 1. Analisa Supply Delivered Model Tanpa Situ

Kecamatan	Supply Delivered (m ³)	Persentase (%)
Kec Beji	39.264.078,58	9,53%
Kec Bojongsari	23.639.752,87	5,74%
Kec Cilodong	29.631.488,24	7,20%
Kec Cimanggis	57.274.869,84	13,91%
Kec Cinere	25.471.068,50	6,19%
Kec Cipayung	30.319.722,66	7,36%
Kec Limo	20.944.337,03	5,09%
Kec Pancoran Mas	49.822.043,39	12,10%
Kec Sawangan	29.289.512,95	7,11%
Kec Sukmajaya	54.979.970,08	13,35%
Kec Tapos	51.171.371,85	12,43%

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Tabel 2. Analisis Unmet Demand Model Tanpa Situ

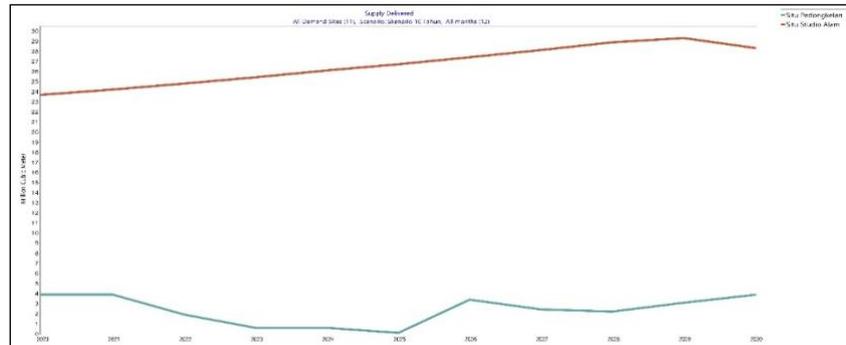
Kecamatan	Unmet Demand (m ³)	Persentase (%)
Kec Beji	233.720.081,60	9,54%
Kec Bojongsari	140.468.392,20	5,74%
Kec Cilodong	176.071.532,40	7,19%
Kec Cimanggis	340.888.898,90	13,92%
Kec Cinere	151.350.129,10	6,18%
Kec Cipayung	180.161.061,40	7,36%
Kec Limo	123.777.740,60	5,05%
Kec Pancoran Mas	296.566.571,20	12,11%
Kec Sawangan	174.039.485,20	7,11%
Kec Sukmajaya	327.269.229,60	13,36%
Kec Tapos	304.598.486,80	12,44%

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

PDAM menjangkau ke 11 kecamatan yang ada, sehingga dapat menjadi penyeimbang dalam hal memenuhi kebutuhan pada setiap kecamatan.

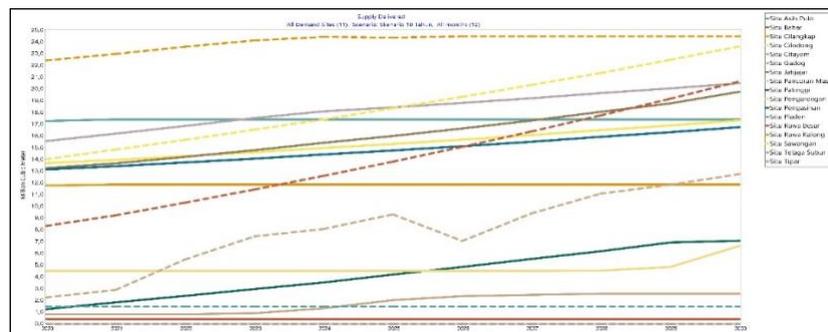
Gambar 4 menunjukkan jumlah air yang didistribusikan dari situ ke kecamatan, dapat dilihat pada sumbu x merupakan keterangan tahun ke tahun, sementara pada sumbu y

menerangkan jumlah besarnya air yang didistribusikan. Adanya pola grafik menurun pada Situ Studio Alam (hijau) dan Situ Pedongkelan (merah) menunjukkan bahwa *supply* yang terjadi menurun volumenya dibandingkan tahun sebelumnya, artinya terdapat sejumlah potensi air yang masih dapat digunakan.



Gambar 4. Supply Delivered Bersumber dari Situ (Volume Menurun)

Sumber: Hasil WEAP, 2018.



Gambar 5. Supply Delivered Bersumber dari Situ (Volume Meningkat)

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Tabel 4. Analisis Supply Delivered Bersumber Situ

Kecamatan	Supply Delivered (m ³)	Persentase (%)
Kec Beji	16.259.802,90	0,74%
Kec Bojongsari	164.108.146,40	7,44%
Kec Cilodong	173.916.411,95	7,89%
Kec Cimanggis	398.163.682,12	18,06%
Kec Cipayung	201.013.824,61	9,12%
Kec Pancoran Mas	346.388.607,74	15,71%
Kec Sawangan	203.328.998,75	9,22%
Kec Sukmajaya	345.772.256,11	15,69%
Kec Tapos	355.406.891,12	16,12%

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Hasil analisis *supply delivered* pada Tabel 4 menunjukkan besarnya potensi yang

didapatkan dari situ-situ yang ada, bila dilihat secara detail, *supply* yang diberikan oleh situ

sesungguhnya masih dapat dioptimalkan bila dibuat jaringan distribusi yang saling menjangkau setiap situ kepada setiap kecamatan, karena pada musim kemarau memang banyak kecamatan yang tidak dapat terpenuhi kebutuhannya, tetapi pada musim hujan ada beberapa situ yang masih memiliki sumber air berlebih, sehingga dapat didistribusikan kepada kecamatan yang pada musim hujan pun masih terjadi defisit kebutuhan air. Analisis *supply delivered* Kecamatan Beji pada Tabel 5 menunjukkan ada 2 sumber air baku dan yang 1 bersumber dari Situ Pladen dengan besar potensi volume penyimpanan sebesar 11.250 m³, sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 195.539.636,8 m³, dan masih belum dapat memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Beji yang sebesar 272.984.160,65 m³.

Analisis *supply delivered* Kecamatan Bojongsari pada Tabel 6 menunjukkan ada 2 sumber air baku dan yang 1 bersumber dari Situ Sawangan dengan besar potensi volume penyimpanan sebesar 855.000 m³, sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 164.108.146,40 m³, dan sudah dapat memenuhi seluruh kebutuhan air di Kecamatan Bojongsari.

Analisis *supply delivered* Kecamatan Cilodong pada Tabel 7 menunjukkan ada 3 sumber air baku dan yang 2 bersumber dari Situ Bahar dan Situ Cilodong dengan besar potensi volume penyimpanan sebesar 9.375 m³ dan 142.500 m³, sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 176.115.749,96 m³, dan masih belum dapat memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Cilodong yang sebesar 205.703.020,80 m³.

Tabel 5. Analisis Supply Delivered Kecamatan Beji (Ribuan m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	16.333,87	16.285,31	16.284,73	16.284,94	16.333,40	16.284,55
Situ Pladen	1.477,14	1.478,13	1.478,17	1.478,13	1.477,29	1.478,71
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	16.284,38	16.284,93	16.334,00	16.284,58	16.285,15	179.279,83
Situ Pladen	1.478,76	1.478,73	1.477,23	1.478,75	1.478,75	16.259,80

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Tabel 6. Analisis Supply Delivered Kecamatan Bojongsari (Ribuan m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Situ Sawangan	12.146,47	12.636,57	13.146,49	13.676,88	14.228,77	14.802,82
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Situ Sawangan	15.400,12	16.021,52	16.667,94	17.340,46	18.040,10	164.108,15

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Tabel 7. Analisis Supply Delivered Kecamatan Cilodong (Ribuan m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	200,34	200,29	199,78	200,16	199,87	199,74
Situ Bahar	406,75	406,72	406,77	406,73	406,77	406,77
Situ Cilodong	13.694,77	13.978,41	14.295,31	14.625,04	14.992,64	15.324,93
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	199,54	200,11	200,06	199,71	2.199,34	199,54
Situ Bahar	406,78	406,72	406,76	406,81	4.474,37	406,78
Situ Cilodong	16.082,39	16.512,97	16.902,25	17.337,16	169.442,04	16.082,39

Analisis *supply delivered* Kecamatan Cimanggis pada Tabel 8 menunjukkan ada 5 sumber air baku dan yang 4 bersumber dari Situ Gadog, Situ Pedongkelan, Situ Rawa Kalong, dan Situ Tipar dengan besar potensi volume penyimpanan sebesar 19.500 m³, 93.750 m³, 185.625 m³ dan 225.000 m³, sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 398.163.768,60 m³, dan sudah dapat memenuhi seluruh kebutuhan air di Kecamatan Cimanggis. Analisis *supply delivered* Kecamatan Cinere pada Tabel 9 menunjukkan hanya ada 1 sumber air baku,

sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 126.647.489,36 m³, dan masih belum dapat memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Cinere yang sebesar 176.821.198,60 m³.

Analisis *supply delivered* Kecamatan Cipayung pada Table 10 menunjukkan ada 2 sumber air baku dan yang 1 bersumber dari Situ Citayam dengan besar potensi volume penyimpanan sebesar 210.000 m³, sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 201.016.675,66 m³, dan masih belum dapat memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Cipayung yang sebesar 210.480.783,20 m³.

Tabel 8. Analisis Supply Delivered Kecamatan Cimanggis (Ribu m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Situ Gadog	821,14	821,14	821,14	919,46	1.328,35	2.033,22
Situ Pedongkelan	3.936,38	3.936,38	1.967,76	656,21	656,21	159,25
Situ Rawa Kalong	22.447,8	22.996,9	23.610,3	24.150,2	24.452,8	24.391,12
Situ Tipar	1	1	3	0	1	
	2.264,80	2.904,86	5.497,07	7.457,38	8.084,80	9.331,47
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,09
Situ Gadog	2.364,58	2.480,22	2.575,93	2.575,49	2.575,49	19.316,18
Situ Pedongkelan	3.443,06	2.475,27	2.264,77	3.143,00	3.931,53	26.569,83
Situ Rawa Kalong	24.490,6	24.501,9	24.501,1	24.501,9	24.501,9	264.546,7
Situ Tipar	1	4	7	4	4	8
	7.065,96	9.414,34	11.098,3	11.851,4	12.760,4	87.730,90
			4	3	5	

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Tabel 9. Analisis Supply Delivered Kecamatan Cinere (Ribu m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	11.536,25	11.505,30	11.504,79	11.504,95	11.536,01	11.505,47
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	11.505,21	11.504,74	11.535,30	11.504,79	11.504,69	126.647,49

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Tabel 10. Analisis Supply Delivered Kecamatan Cipayung (Ribu m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,38
Situ Citayam	15.578,77	16.207,39	16.861,27	17.541,60	18.105,83	18.445,87
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	0,36	0,52	0,36	0,36	0,51	2,85
Situ Citayam	18.825,75	19.221,00	19.661,58	20.059,89	20.504,87	201.013,82

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Analisis *supply delivered* Kecamatan Limo pada Tabel 11 menunjukkan hanya ada 1 sumber air baku, sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 103.656.617,68 m³, dan masih belum dapat memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Limo yang sebesar 144.722.076,60 m³.

Analisis *supply delivered* Kecamatan Pancoran Mas pada Tabel 12 menunjukkan ada 5 sumber air baku dan yang 4 bersumber dari Situ Asih Pulo, Situ Pancoran Mas, Situ Rawa Besar, dan Situ Telaga Subur dengan besar potensi volume penyimpanan sebesar 9.375 m³, 3.600 m³, 382.500 m³ dan 225.000

m³, sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 346.388.613,50 m³, dan sudah dapat memenuhi seluruh kebutuhan air di Kecamatan Pancoran Mas.

Analisis *supply delivered* Kecamatan Sawangan pada Tabel 13 menunjukkan ada 3 sumber air baku dan yang 2 bersumber dari Situ Pengasinan dan Situ Sawangan dengan besar potensi volume penyimpanan sebesar 135.000 m³ dan 855.000 m³, sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 203.328.998,75 m³, dan sudah dapat memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Sawangan.

Tabel 11. Analisis Supply Delivered Kecamatan Limo (Ribuan m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	9.441,99	9.416,71	9.416,30	9.416,42	9.441,82	9.416,80
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	9.416,63	9.416,23	9.441,25	9.416,27	9.416,20	103.656,62

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Tabel 12. Analisis Supply Delivered Kecamatan Pancoran Mas (Ribuan m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Situ Asih Pulo	17.287,66	17.420,24	17.420,24	17.420,24	17.419,66	17.419,14
Situ Pancoran Mas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Situ Rawa Besar	8.350,33	9.252,27	10.328,42	11.448,06	12.613,45	13.825,70
Situ Telaga Subur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Situ Asih Pulo	17.419,14	17.419,14	17.419,66	17.419,14	17.419,14	191.483,42
Situ Pancoran Mas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Situ Rawa Besar	15.086,38	16.397,93	17.761,94	19.181,97	20.658,73	154.905,19
Situ Telaga Subur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Tabel 13. Analisis Supply Delivered Kecamatan Sawangan (Ribu m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Situ Pengasinan	13.157,67	13.438,06	13.751,32	14.077,20	14.440,56	14.769,01
Situ Sawangan	1.891,79	2.218,62	2.537,08	2.868,36	3.188,77	3.571,63
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Situ Pengasinan	15.135,98	15.517,72	15.943,36	16.328,13	16.758,01	163.317,02
Situ Sawangan	3.944,68	4.332,76	4.708,09	5.156,60	5.593,60	40.011,98

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Analisis *supply delivered* Kecamatan Sukmajaya pada Tabel 14 menunjukkan ada 3 sumber air baku dan yang 2 bersumber dari Situ Pengarengan dan Situ Studio Alam dengan besar potensi volume penyimpanan sebesar 105.000 m³ dan 225.000 m³, sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 345.793.462,72 m³, dan masih belum dapat memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Sukmajaya yang sebesar 382.249.199,20 m³.

Analisis *supply delivered* Kecamatan Tapos pada Tabel 15 menunjukkan ada 4 sumber air baku dan yang 3 bersumber dari Situ Cilangkap, Situ Jatijajar, dan Situ Patinggi dengan besar potensi volume penyimpanan sebesar 90.000 m³, 195.000 m³, dan 165.000 m³, sehingga *supply* yang didapatkan adalah sebesar 355.407.018,18 m³, dan masih belum dapat memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Tapos yang sebesar 355.769.858,10 m³.

Tabel 14. Analisis Supply Delivered Kecamatan Sukmajaya (Ribu m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	0,27	1,10	2,69	2,27	1,67	1,77
Situ Pengarengan	4.512,77	4.512,77	4.512,75	4.512,77	4.512,77	4.512,77
Situ Studio Alam	23.745,07	24.272,26	24.861,16	25.473,94	26.156,99	26.774,46
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	2,07	2,33	2,17	2,78	2,08	21,21
Situ Pengarengan	4.512,77	4.512,77	4.545,25	4.849,59	6.644,75	52.141,70
Situ Studio Alam	27.464,36	28.182,10	28.949,77	29.368,72	28.381,73	293.630,55

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Tabel 15. Analisis Supply Delivered Kecamatan Tapos (Ribu m³)

Tahun	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPA PDAM	0,02	0,02	0,02	0,04	0,01	0,01
Situ Cilangkap	11.788,51	11.877,99	11.877,99	11.877,99	11.878,51	11.877,91
Situ Jatijajar	13.279,00	13.680,12	14.228,26	14.798,51	15.433,75	16.009,03
Situ Patinggi	1.264,82	1.836,69	2.393,91	2.973,59	3.534,24	4.204,12
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
IPA PDAM	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,13
Situ Cilangkap	11.877,91	11.877,91	11.878,51	11.877,91	11.877,91	130.569,03
Situ Jatijajar	16.651,13	17.319,13	18.063,27	18.779,66	19.774,10	178.015,97
Situ Patinggi	4.856,86	5.535,93	6.192,66	6.934,82	7.094,27	46.821,89

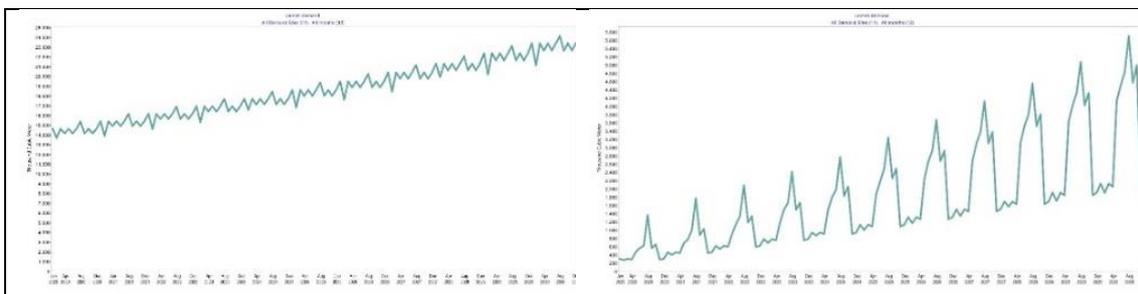
Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Analisis Unmet Demand

Hasil analisis *unmet demand* hingga tahun 2030 pada Tabel 6 bila tetap mempertahankan menggunakan *supply* yang seperti sekarang maka nilai *unmet demand* tiap tahunnya akan bertambah besar dilihat dari pertumbuhan penduduk pada kota setiap tahunnya, dengan demikian total *unmet demand* pada tahun 2030 akan sebesar 277.065.241,50 m³. Sementara bila situ dapat digunakan sebagai *supply* tambahan guna

memenuhi kebutuhan air kota, maka total *unmet demand* pada tahun 2030 adalah sebesar 41.326.167,80 m³.

Maka total akumulasi *unmet demand* seluruh tahun pada model tanpa situ adalah sebesar 2.448.911.609,00 m³ dan untuk total akumulasi *unmet demand* pada model dengan situ adalah sebesar 244.553.647,10 m³, sehingga potensi dari ke 19 situ yang ada dapat mengurangi volume *unmet demand* sebesar 2.204.357.961,90 m³ atau sebesar 77,05%.



Gambar 6. Grafik *Unmet Demand* Model Tanpa Situ (Kiri) Dan Model Dengan Situ (Kanan)

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

Tabel 16. Analisis Perbandingan *Unemet Demand* Pada Dua Model

Tahun	Model Tanpa Situ		Model Dengan Situ	
Beji	233.720.081,60	85,62%	77.444.523,70	28,37%
Bojongsari	140.468.392,20	85,60%	0,00	0,00%
Cilodong	176.071.532,40	85,60%	29.587.270,50	14,38%
Cimanggis	340.888.898,90	85,62%	0,00	0,00%
Cinere	151.350.129,10	85,60%	50.173.709,70	28,38%
Cipayung	180.161.061,40	85,60%	9.464.107,60	4,50%
Limo	123.777.740,60	85,53%	41.065.459,20	28,38%
Pancoran Mas	296.566.571,20	85,62%	0,00	0,00%
Sawangan	174.039.485,20	85,60%	0,00	0,00%
Sukmajaya	327.269.229,60	85,62%	36.455.736,40	9,54%
Tapos	304.598.486,80	85,62%	362.840,00	0,10%
JUMLAH	2.448.911.609,00	85,60%	244.553.647,10	8,55%

Sumber: Hasil WEAP, 2018.

SIMPULAN

Hasil dari analisis distribusi penyediaan air bersih yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model distribusi dengan potensi yang berasal dari situ dapat

memberikan tambahan volume air sebesar 2.616.166.177,71 m³.

2. Model distribusi dengan potensi situ dapat mengurangi *unmet demand* sebesar 77,05% dari total kebutuhan, dari persentase *unmet demand* model tanpa situ sebesar

- 85,60% menjadi 8,55% pada model dengan situ.
3. Terdapat dua kecamatan yang tidak mendapatkan *supply* tambahan dari situ yaitu Kecamatan Cinere dan Kecamatan Limo.
 4. Terdapat empat kecamatan dengan persentase *unmet demand* sebesar 0%, yaitu kecamatan Bojongsari, kecamatan Cimanggis, kecamatan Pancoran Mas dan Kecamatan Sawangan.
 5. Distribusi volume air terbesar terletak pada Kecamatan Cimanggis sebesar 398.163.768,60 m³.
 6. Analisis *supply delivered* bersumber dari IPA PDAM pada model dengan situ, volume terbesar yang terjadi didistribusikan kepada Kecamatan Beji dibandingkan dengan Kecamatan Cinere ataupun Kecamatan Limo yang tidak memiliki potensi situ pada wilayahnya, ini dikarenakan besar kebutuhan Kecamatan Beji terlampaui bila dibandingkan dengan Kecamatan Cinere ataupun Kecamatan Limo, sementara situ yang memberikan *supply* tambahan pada kecamatan tersebut juga memiliki volume yang cukup terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F., Lestari, D. L., Putri, M. D., & Azmi, K. N. (2019). Optimization Of Water Resources Management Of Depok City With Water Stress Index And Swot Analysis. *Journal of Infrastructure Development*, 2, 84–94.
- Angraini, F. D., Samadi, & Warnadi. (2013). Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Terhadap Kebutuhan Air Bersih di Pulau Panggang, Kelurahan Pulau Panggang, Kecamatan Kepulauan Seribu Utara, Provinsi DKI Jakarta. *SPATIAL Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, 12, 6.
- Arfanuzzaman, M., & Atiq Rahman, A. (2017). Sustainable water demand management in the face of rapid urbanization and ground water depletion for social–ecological resilience building. *Global Ecology and Conservation*, 10, 9–22. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.01.005>
- Devitt, D., & Morris, R. (2010). Sustainable water use in urban landscapes in the 21st century: A las vegas perspective. *Acta Horticulturae*, 881, 483–486. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.881.77>
- Haddad, M., Jayousi, A., Abu Hantash, S., & Hantash, S. A. (2007). Applicability of WEAP as Water Management Decision Support System Tool on Localized Area of Watershed Scales: Tulkarem District in Palestine as Case Study. *Eleventh International Water Technology Conference, Sharm El-Sheikh, Egypt*, 811–825.
- Herdiansyah, H., & Yoga Putra, G. A. (2019). Towards a sustainable city: planning the fulfilment of urban fresh water needs of Depok in both dry and rainy seasons. *Water Practice and Technology*, 14(1), 10–18. <https://doi.org/10.2166/wpt.2018.108>
- Hossain, N., & Bahauddin, K. M. (2013). Integrated water resource management for mega city: A case study of Dhaka city, Bangladesh. *Journal of Water and Land Development*, 19(1), 39–45. <https://doi.org/10.2478/jwld-2013-0014>
- Karamouz, M., Mohammadpour, P., & Mahmoodzadeh, D. (2017). Assessment of Sustainability in Water Supply-Demand Considering Uncertainties.

- Water Resources Management*, 31(12), 3761–3778.
<https://doi.org/10.1007/s11269-017-1703-9>
- Pemerintah Kota Depok. (2017). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Depok 2016-2021*.
- Said, N. I., & Widayat, W. (2014). *Pengisian Air Tanah Buatan, Pemanenan Air Hujan Dan Teknologi Pengolahan Air Hujan “Studi Kasus Kota Depok.”* BPPT Press.
- Susanti, R. (2010). Pemetaan Persoalan Sistem Penyediaan Air Bersih Untuk Meningkatkan Kualitas Sistem Penyediaan Air Bersih di Kota Sawahlunto. *Journal of Regional and City Planning*, 21(2), 111–128.
- Syaifullah, M. T., & Manzilati, A. (2015). Analisis Pemenuhan Kebutuhan dan Penyelesaian Kelangkaan Sumber Daya Air. *Jurnal Ilmu Ekonomi Dan Pembangunan*, 15(1), 27–49.
- Toure, A., Diekkrüger, B., Mariko, A., & Cissé, A. S. (2017). Assessment of groundwater resources in the context of climate change and population growth: Case of the Klela basin in southern Mali. *Climate*, 5(3), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/cli5030045>
- UNICEF, & WHO. (2004). *Meeting the MDG derinking water and sanitation target. A Mid-Term Assessment of Progress*.