

**SIMULASI MONTE CARLO DALAM MEMPERKIRAKAN  
PERSEDIAAN AIR BERSIH**

**SKRIPSI**

**FAJARI HUSNUL WALID  
73154026**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

**SIMULASI MONTE CARLO DALAM MEMPERKIRAKAN  
PERSEDIAAN AIR BERSIH**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)  
Dalam Sains dan Teknologi*

**FAJARI HUSNUL WALID  
73154026**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi  
Lamp : -

Kepada Yth.,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Fajari Husnul Walid
Nomor Induk Mahasiswa	: 73154026
Program Studi	: Matematika
Judul	: Simulasi Monte Carlo Dalam Memperkirakan Persediaan Air Bersih.

dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 1 November 2019 M  
04 Rabiul Awal 1441 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,

Pembimbing Skripsi II,

Dr. Sajaratud Dur, MT  
NIP. 197310132005012005

Rima Aprilia, M.Si  
NIP. 198804302019032010



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235

Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683  
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: [saintek@uinsu.ac.id](mailto:saintek@uinsu.ac.id)

---

**PENGESAHAN SKRIPSI**

Nomor: 044/ST/ST.V/PP.01.1/02/2020

Judul : Simulasi Monte Carlo Dalam Memperkirakan Persediaan Air Bersih.  
Nama : Fajari Husnul Walid  
Nomor Induk Mahasiswa : 73154026  
Program Studi : Matematika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Jum'at, 1 November 2019  
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,  
Ketua,

Dr. Sajaratud Dur, ST., MT  
NIP.197310132005012005

Dewan Penguji,

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Sajaratud Dur, MT  
NIP. 197310132005012005

Rima Aprilia, M.Si  
NIP. 198804302019032010

Penguji III,

Penguji IV,

Hendra Cipta, M.Si.  
NIB. 1100000063

Dr. H. M. Jamil, M.A.  
NIP. 196609101999031002

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. H. M. Jamil, M.A.  
NIP. 196609101999031002

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Fajari Husnul Walid  
Nomor Induk Mahasiswa : 73154026  
Program Studi : Matematika  
Judul : Simulasi Monte Carlo Dalam  
Memperkirakan Persediaan Air Bersih.

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 1 November 2019

Fajari Husnul Walid  
NIM. 73154026

## ABSTRAK

Perkiraan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien untuk memprediksi peristiwa masa depan. Perkiraan identik tentang nilai-nilai masa depan dari sebuah variabel untuk perencanaan atau pengambilan keputusan dari situasi untuk memperkirakan nilai masa depan. Simulasi Monte Carlo adalah model simulasi yang mengikutsertakan serangkaian acak dan sampling dengan distribusi probabilitas yang dapat diketahui dan ditentukan, maka simulasi ini dapat digunakan. Dalam penelitian ini, data diambil dari jumlah pemakaian air di PDAM Tirtanadi cabang H.M. Yamin, Sumatera Utara dari Januari tahun 2018 hingga Juni tahun 2019. Kemudian, data diolah serta dianalisis menggunakan Simulasi Monte Carlo untuk menentukan hasil ramalan pada tahun setelahnya. Hasilnya perkiraan jumlah pemakaian air pada tahun 2019 dan 2020 di PDAM Tirtanadi cabang H.M. Yamin, Sumatera Utara adalah  $8.647.166 m^3$  dan  $8.541.742 m^3$ . Jumlah perkiraan pemakaian air tersebut turun dari jumlah pemakaian air pada tahun 2018 yang jumlah pemakaiannya mencapai  $8.685.356 m^3$ . Jumlah pemakaian air pada tahun 2018, 2019, dan 2020 menurun sekitar  $\pm 100.000 m^3$ .

**Kata kunci :** *Perkiraan, Simulasi Monte Carlo, Air*

## **ABSTRACT**

Estimates are important tools in effective and efficient planning for predicting future events. Identical estimates of the future values of a variable for planning or decision making of a situation to estimate future values. Monte Carlo simulation is a simulation model that involves a series of random and sampling with a probability distribution that can be known and determined, then this simulation can be used. In this study, data is taken from the amount of water usage in PDAM Tirtanadi H.M branch. Yamin, North Sumatra from January 2018 to June 2019. Then, the data is processed and analyzed using Monte Carlo Simulation to determine the forecast results in the years that follow. The result is an estimated amount of water usage in 2019 and 2020 at PDAM Tirtanadi H.M branch. Yamin, North Sumatra is 8,604,556 and 8,592,873. The estimated amount of water use is down from the amount of water use in 2018 which reached 8,685,356. The amount of water usage in 2018, 2019 and 2020 decreases by about  $\pm 100.000m^3$ .

**Keywords: Estimate, Monte Carlo Simulation, Water**

## **KATA PENGANTAR**

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengelompokan Kabupaten/Kota Berdasarkan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kemiskinan di Sumatera Utara dengan menggunakan Analisis Klaster.”.

Penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan bantuan baik moril maupun materil serta dorongan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag. selaku Rektor UIN Sumatera Utara Medan.
2. Dr. H. M. Jamil, M.A. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
3. Dr. Sajaratud Dur, ST., MT Selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan, serta dosen-dosen dan staff administrasi yang telah membantu selama proses perkuliahan.
4. Dr. Sajaratud Dur, MT dan Rima Aprilia, M.Si selaku Pembimbing Skripsi yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama proses penyelesaian skripsi.
5. Dr. Ismail Husein, M.Si selaku dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan bimbingan selama menempuh pendidikan di Fakultas Sain dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
6. Bapak Ahmad Raini dan Ibu Ratna Lubis selaku orang tua yang telah membimbing dan mengarahkan dengan penuh kasih sayang serta memberikan arti sebuah kesabaran dalam menjalani kehidupan, serta kepada keluarga besar matematika stambuk 2015 yang senantiasa memberikan tawa, duka, semangat, dan motivasi.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Medan, 1 November 2019  
Penulis,

Fajari Husnul Walid

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Air .....	5
2.1.1 PDAM Tirtanadi .....	5
2.2 Persediaan .....	6
2.3 Peramalan .....	6
2.3.1 Jenis Metode Peramalan .....	7
2.4 Simulasi .....	8
2.4.1 Alasan Penggunaan Simulasi .....	8
2.4.2 Simulasi Monte Carlo .....	9
2.4.3 Distribusi Frekuensi .....	11
2.4.4 <i>Random Number Generator</i> .....	13
2.5 Peneliti Terdahulu .....	13
2.6 Kajian Al-Quran Terhadap Perkiraan .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2 Metode Penelitian .....	17

3.2.1 Variabel yang Diteliti .....	17
3.2.2 Jenis Data .....	17
3.3 Prosedur Pelaksanaan .....	17
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>20</b>
4.1 Analisis Data .....	20
4.2 Analisis dengan Simulasi Monte Carlo .....	21
4.2.1 Nilai Min dan Max .....	21
4.2.2 Distribusi Frekuensi .....	21
4.2.3 Angka Acak .....	23
4.3 Hasil dan Pembahasan .....	28
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran .....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul Gambar</b>	<b>Halaman</b>
3.1	Diagram Rancangan Penelitian .....	19
4.1	Diagram Volume Pemakaian Air .....	20
4.2	Diagram Perkiraan Volume Air.....	29

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Rangking Penggunaan Macam-Macam Metode Manajemen Keilmuan	8
2.2	Kelebihan dari Hasil dan Manfaat .....	9
2.3	Hasil Penggunaan Simulasi .....	9
2.4	Bentuk Umum Tabel Distribusi Frekuensi.....	11
2.5	Bentuk Umum Tabel Distribusi Frekuensi Kumulatif .....	12
4.1	Jumlah Pemakaian Air Setiap Bulan .....	20
4.2	Penentuan Nilai Min dan Max .....	21
4.3	Frekuensi Relative.....	22
4.4	Probabilitas Kumulatif.....	23
4.5	Bentuk Umum Tabel Distribusi Frekuensi Kumulatif.....	23
4.6	Perkiraan Pemakaian Air ( $m^3$ ) dengan simulasi Monte Carlo dengan nilai acak.....	28

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Persediaan/*inventory* merupakan stok dari suatu item atau sumber daya yang digunakan dalam suatu organisasi perusahaan. Sistem *inventory* adalah sekumpulan kebijakan dan pengendalian yang memonitor tingkat persediaan dan menentukan tingkat mana yang harus dijaga bila stok harus diisi kembali dan beberapa banyak yang harus dipesan (Sofyan, 2016).

Rusel dan Taylor (2011) mengatakan bahwa persediaan bahan baku merupakan salah satu faktor yang sangat penting. Kekurangan bahan baku akan mengakibatkan terhentinya proses karena habisnya bahan yang akan di proses. Dengan demikian perusahaan tidak dapat bekerja secara optimal. Akan tetapi, terlalu besarnya persediaan bahan baku dapat mengakibatkan terlalu tingginya beban biaya guna menyimpan dan memelihara bahan tersebut.

Untuk itu perusahaan hendaknya melakukan pengendalian persediaan yang bertujuan agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan tidak terjadi kekurangan persediaan tersebut. Namun demikian perlu ditegaskan bahwa tidak berarti akan dapat menghilangkan resiko yang timbul akibat adanya persediaan yang terlalu besar atau terlalu kecil, melainkan hanya berusaha mengurangi resiko tersebut. Jadi dalam pengendalian persediaan dapat membantu mengurangi terjadinya resiko tersebut seminimal mungkin (Hudori, 2014).

Penetapan jumlah persediaan yang terlalu banyak akan berakibat pemborosan dalam biaya simpan, tetapi apabila terlalu sedikit maka akan mengakibatkan hilangnya kesempatan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan jika permintaan lebih besar daripada permintaan yang diperkirakan. Pengendalian persediaan bahan baku sangatlah penting dalam sebuah industri untuk mengembangkan usahanya karena akan berpengaruh pada efisiensi biaya, kelancaran produksi dan keuntungan usaha itu sendiri. Adanya persediaan diharapkan dapat memperlancar jalannya proses produksi suatu perusahaan (Dedrizaldi, 2019).

Air bersih merupakan bagian terpenting dalam kehidupan manusia, sehingga ketersediaan air bersih sangat berpengaruh bagi kehidupan manusia. Pengaruh ketersediaan air bersih tidak hanya pada kebutuhan rumah tangga saja, tetapi berpengaruh pada sector sosial, ekonomi, maupun fasilitas umum, seiring dengan tingkat pertumbuhan penduduk. Peningkatan pertumbuhan penduduk, berkaitan erat dengan terjadinya kepadatan penduduk yang mempengaruhi aktifitas perkembangan dalam segi ekonomi, sosial, dan pengembangan fasilitas umum, sehingga tingkat kebutuhan air bersih akan meningkat pula (Fenny, 2013).

Kebutuhan air bersih di kota Medan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtanadi dengan menggunakan 4 (empat) Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang terletak di Sunggal, Desa Pamah Deli Tua, Desa Lima Manis Tanjung Morawa, dan Sibolagit. Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang dibangun oleh Tirtanadi merupakan perwujudan dari upaya peningkatan kualitas air bersih atau air minum (Hamidah, 2007).

Didalam sistem pengendalian persediaan air ini, ada kalanya perusahaan dihadapkan dengan permasalahan ketidakpastian, yaitu ketidakpastian jumlah kebutuhan. Kondisi ini disebut dengan kondisi probabilistik, dimana segala sesuatu terjadi berdasarkan kemungkinan (*probability*). Rusel dan Taylor (2011) mengatakan bahwa kondisi yang demikian tidak dapat diselesaikan dengan system yang biasa digunakan dalam masalah deterministik. Untuk itu diperlukan sistem pendekatan yang lain, salah satunya dengan menggunakan model simulasi.

Simulasi merupakan suatu proses perancangan model dari suatu sistem nyata yang bertujuan untuk memahami tingkah laku atau untuk menyusun strategi sehubungan dengan beroperasinya sistem tersebut. Ide dasar simulasi adalah dengan membangun alat peraga sebagai percobaan yang hampir menyerupai (*simulator*) dari sistem dalam mempelajari respon tiap-tiap variabel dalam waktu yang lebih cepat, dan dengan biaya yang lebih murah (Firda, 2017).

Russel dan Taylor (2011) mengemukakan bahwa metode simulasi Monte Carlo adalah suatu metode untuk mengevaluasi suatu model deterministik yang melibatkan bilangan acak sebagai salah satu input. Metode ini sering

digunakan jika model yang digunakan cukup kompleks, non linier atau melibatkan lebih dari sepasang parameter tidak pasti.

Berdasarkan masalah di atas, maka perlu dilakukan sebuah simulasi untuk mengendalikan persediaan air yang diharapkan persediaan air tidak terjadi kekurangan. Dengan demikian peneliti mengajukan penelitian dengan judul **Simulasi Monte Carlo Dalam Memperkirakan Persediaan Air Bersih.**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah yang diteliti yaitu bagaimana analisis hasil perkiraan dengan menggunakan Simulasi Monte Carlo dalam memperkirakan persediaan air bersih di PDAM Tirtanadi cabang H.M. Yamin, Medan pada tahun 2020?

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih fokus maka perlu ditetapkan batasan masalah yakni:

1. Penelitian dilakukan di PDAM Tirtanadi cabang H.M. Yamin, Medan.
2. Data yang dianalisis adalah data permintaan air bersih pada Januari 2018 sampai dengan Juni 2019.
3. Analisa yang dilakukan dengan menggunakan simulasi Monte Carlo.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perkiraan persediaan air bersih di PDAM Tirtanadi cabang H.M. Yamin, Medan dalam beberapa tahun ke depan menggunakan Simulasi Monte Carlo.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari pembahasan masalah ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Penulis dapat menerapkan ilmu yang didapat dari bangku perkuliahan ke dalam praktek dunia usaha yang nyata, dan juga bermanfaat untuk menambah pengetahuan penulis khususnya di bidang produksi.

2. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini merupakan masukan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam mengendalikan persediaan serta pengambilan keputusan khususnya dalam kegiatan produksi.

3. Bagi Universitas

Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi penelitian selanjutnya dan sebagai tambahan referensi perpustakaan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Air

Air (Dihidrogen monoksida) adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di Bumi. Air menutupi hampir 71% permukaan Bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta  $mil^3$ ) air tersedia di Bumi. Manusia akan lebih cepat meninggal karena kekurangan air daripada kekurangan makanan. Air dibutuhkan oleh manusia untuk memenuhi berbagai kepentingan, antara lain: minum, masak, mandi, mencuci, ibadah, pertanian, peternakan, dll. Menurut perhitungan WHO, di Negara-negara maju tiap orang memerlukan air antara 60 – 120 liter per hari, sedangkan di Negara-negara berkembang termasuk Indonesia, tiap orang memerlukan air 30-60 liter per hari. Diantara kegunaan air yang sangat penting adalah kebutuhan untuk minum, masak, mandi, mencuci, ibadah (<https://id.wikipedia.org/wiki/Air>).

##### 2.1.1 PDAM Tirtanadi

PDAM Tirtanadi dibangun oleh Pemerintahan Kolonial Belanda pada tanggal 8 September 1905 yang diberi nama NV Waterleiding Maatschappij Ajer Beresih. Pembangunan ini dilakukan oleh Hendrik Cornelius Van Den Honert selaku Direktur Deli *Maatschappij*, Pieter Kolff selaku Direktur Deli *Steenkolen Maatschappij* dan Charles Marie Hernkenrath selaku Direktur Deli *Spoorweg Maatschappij*. Kantor Pusat dari perusahaan air bersih ini berada di Amsterdam Belanda.

Pada saat itu air yang diambil dari sumber utama mata air Rumah Sumbul di Sibolangit dengan kapasitas  $3000 m^3/hari$ . Air tersebut ditransmisikan ke Reservoir Menara yang memiliki kapasitas  $1200 m^3$  yang terletak di Jl. Kapitan (sekarang kantor Pusat PDAM Tirtanadi Provinsi Sumatera Utara). Reservoir ini memiliki ketinggian 42 m dari permukaan tanah. Reservoir ini dibuat dari besi dengan diameter 14 m. Setelah kemerdekaan Indonesia, perusahaan ini diserahkan kepada Pemerintah Provinsi Sumatera Utara melalui Pemerintah Indonesia.

Berdasarkan Perda Sumatera Utara No 11 tahun 1979, status perusahaan diubah menjadi PDAM Tirtanadi Provinsi Sumatera Utara. Sejak tahun 1991 PDAM Tirtanadi ditunjuk sebagai operator sistem pengelolaan air limbah Kota Medan.

Pada tanggal 10 September 2009, telah ditandatangani Peraturan Daerah Provinsi Sumatera Utara No 10 Tentang Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi yang menyatakan bahwa tujuan pokok PDAM Tirtanadi adalah untuk mengelola dan menyelenggarakan pelayanan air minum yang memenuhi persyaratan kesehatan dan untuk mengembangkan perekonomian daerah, meningkatkan pendapatan daerah, serta meningkatkan kualitas lingkungan dengan memberikan pelayanan pengumpulan dan penyaluran air limbah melalui sistem perpipaan dalam rangka untuk mencapai kesejahteraan masyarakat pada umumnya (Syahril, 2005).

## **2.2 Persediaan**

Indrajit (2003) menyatakan persediaan merupakan seluruh barang-barang yang biasanya dapat dijumpai di gudang tertutup, lapangan, gudang terbuka, atau tempat-tempat penyimpanan lain, baik berupa bahan baku, bahan setengah jadi, barang jadi, barang-barang untuk keperluan operasi, atau barang-barang untuk keperluan proyek. Berbeda dengan Ristono (2009) yang mendefinisikan Persediaan sebagai barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa atau periode yang akan datang.

## **2.3 Peramalan**

Ramalan (*forecasting*) merupakan dugaan atau perkiraan mengenai terjadinya kejadian atau peristiwa dari waktu yang akan datang. Peramalan tidak memberikan jawaban yang pasti tentang apa yang akan terjadi, tetapi berusaha mencari sedekat mungkin dengan yang akan terjadi. Peramalan memerlukan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa depan dengan beberapa bentuk model matematis (Heizer, 2009).

Dalam menerapkan hasil suatu peramalan, terdapat beberapa sifat hasil peramalan yang harus dipertimbangkan, yaitu:

1. Peramalan pasti mengandung kesalahan.
2. Peramalan seharusnya memberikan informasi tentang berapa ukuran kesalahan.
3. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibandingkan peramalan jangka panjang.

### 2.3.1 Jenis Metode Peramalan

Secara ilmiah metode peramalan dapat diklasifikasikan dalam dua kelompok yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Biasanya metode yang sering dipakai adalah metode kuantitatif karena metode ini menggunakan analisis statistik dan tanpa penilaian subyektif orang yang melakukan peramalan. Peramalan dengan menggunakan metode kuantitatif dapat diterapkan apabila memiliki tiga kondisi yaitu tersedia informasi tentang masa lalu, informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik dan beberapa pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang. Metode kuantitatif dapat dibedakan menjadi dua yaitu (Andri, 2019):

1. Metode peramalan yang berdasarkan penggunaan analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu (*Time Series*). Metode yang termasuk dalam jenis ini adalah Metode Pemulusan (*smoothing*), Metode *Box Jenkins*, Metode proyeksi *Trend* dengan Regresi dan Metode Monte Carlo.
2. Metode peramalan yang berdasarkan penggunaan analisis pola hubungan antar variabel lain yang mempengaruhinya tanpa melibatkan waktu (metode korelasi atau sebab akibat). Metode peramalan yang termasuk dalam jenis ini adalah Metode Regresi dan Korelasi, Metode Ekonometrik dan Metode *Input Output*.

## 2.4 Simulasi

Simulasi merupakan salah satu cara untuk memecahkan berbagai persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh ketidakpastian dengan tidak atau menggunakan model atau metode tertentu dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya (Kakiay, 2003). Konsep simulasi muncul sebagai akibat dari terjadinya di dalam memandang persoalan, di mana suatu persoalan dianggap dapat diuraikan menurut bagian-bagian yang berinteraksi secara simultan yang dapat diamati akan memberikan hasil yang layak (*feasible*), di mana hasilnya dapat diperoleh dengan cepat. Pada pendekatan simulasi, untuk menyelesaikan persoalan yang rumit akan lebih mudah dilakukan dengan membangun model percobaan dari suatu sistem.

### 2.4.1 Alasan Penggunaan Simulasi

Metode simulasi digunakan secara luas dalam analisis permasalahan survai yang dilakukan tahun 1978 oleh Institut Manajemen (TIMS atau *The Institute Management Sciences*) dan Riset Operasi (ORSA atau *The Operations Research Society of America*) di Amerika menginformasikan bahwa simulasi menduduki rangking tiga setelah analisis ekonomi dan analisis statistik (Bonett, 2007). Data tentang rangking penggunaan keilmuan dalam melakukan pendekatan untuk penelitian dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 : Rangking penggunaan macam-macam metode manajemen keilmuan

No	Penjelasan Keilmuan
1	Analisa ekonomi ( <i>payback, BEP, PV, dsb</i> )
2	Analisa statistik ( <i>probabilistic, decision, theory, dll</i> )
3	Simulasi
4	Linier programming
5	Model inventori
6	Pert CPM
7	<i>Programming</i> yang lain seperti ( <i>integer, goal, dynamic programming, dll</i> )
8	<i>Search and detection tehniques</i>
9	Model antrian
10	<i>Game theory</i>

*Sumber: Buku Simulasi Teori dan Aplikasinya*

Penelitian yang lain juga memberikan informasi tentang kelebihan atau kemampuan serta manfaat penggunaan simulasi. Data tentang hasil penelitian tersebut tampak pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 : Hasil Penggunaan Simulasi

Hasil dalam Penggunaan	Persentase
Jelek	2%
Sedang	20%
Baik	73%
Tak tentu	5%

*Sumber: Buku Simulasi Teori dan Aplikasinya*

Peneliti yang lain juga menyimpulkan tentang penggunaan simulasi dalam mendukung pengambilan keputusan. Tentang penggunaan simulasi ini disimpulkan secara rata-rata di dunia industri, seperti terlihat pada **Tabel 2.3** tentang angka yang diperoleh dari penggunaan simulasi.

Tabel 2.3 : Kelebihan dari Hasil dan Manfaat

Kelebihan dari hasil dan manfaat	Persentase
Tidak sama sekali	15%
Kadang pada waktu tertentu	35%
Sangat baik	50%

*Sumber: Buku Simulasi Teori dan Aplikasinya*

#### 2.4.2 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo dikenal juga dengan istilah *Sampling Simulation* atau *Sampling Technique*. *Sampling Simulation* ini menggambarkan kemungkinan penggunaan data sampel dalam metode Monte Carlo dan juga sudah dapat diketahui atau diperkirakan distribusinya. Simulasi ini menggunakan data yang sudah ada (historikal data) yang sebenarnya dipakai pada simulasi untuk tujuan lain. Dengan kata lain, apabila menghendaki model simulasi yang mengikutsertakan random sampling dengan distribusi probabilitas yang dapat diketahui dan ditentukan maka cara simulasi Monte Carlo ini dapat dipergunakan.

Metode simulasi ini memiliki sifat dasar stokastik yang artinya metode ini berdasarkan pada penggunaan angka-angka yang bersifat acak dan kemungkinan untuk mengidentifikasi sebuah masalah, metode ini sebelumnya digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kuantitatif dengan proses fisik, seperti pelemparan dadu atau pengocokan kartu untuk menurunkan *sample*.

Asal mula metode Monte Carlo dimulai pada tahun 1940-an oleh tiga orang ilmuwan, yakni John von Neumann, Stanislaw Ulam dan Nicholas Metropolis yang bekerja dalam tugas rahasia di Laboratorium Nasional *Los Alam-*

os (*The Los Alamos National Laboratory*), saat mengerjakan proyek senjata nuklir yang disebut Proyek Manhattan. Mereka menyusun metode matematika baru (*new mathematical method*) yang nantinya akan dikenal dengan nama metode Monte Carlo (Nick, 2003).

Stanislaw Ulam memberi nama metode Monte Carlo setelah berdirinya tempat perjudian Monte Carlo, yang berlokasi di Negara Monaco. Monaco merupakan negara kecil yang terletak sebelah selatan Prancis yang menghadap Laut Mediterania dan terkenal juga dengan keindahan pantainya, tempat perjudian, dan balap mobilnya. Tim Manhattan merumuskan model sistem yang mereka pelajari termasuk variabel-variabel input, dan algoritma-algoritma yang sangat rumit untuk diselesaikan secara analitis.

Untuk menjalankan metode Monte Carlo, dibutuhkan sejumlah besar bilangan acak. Penggunaan metode ini melibatkan beberapa parameter yang nantinya dilakukan sebuah perhitungan. Tiap-tiap perhitungan yang dilakukan melibatkan sebuah variabel acak, maka dari itu tingkat ketelitian metode ini tergantung pada banyaknya literasi yang dilakukan, semakin banyak literasi yang dilakukan maka akan semakin teliti pula hasil yang didapatkan.

Variabel yang digunakan pun adalah variabel yang di kontrol (*controlled variabel*) dan variabel random (*randomized variabel*), *controlled variabel* ini sendiri diambil dari fakta yang terjadi di kenyataan, sedangkan *randomized variabel* digunakan untuk mensimulasikan mengalami *Over Stok* dan bahkan sering pula terjadi *Out off Stok*.

Metode Monte Carlo menggunakan angka acak, dengan mengubah sebuah model deterministik menjadi model stokastik. Metode Monte Carlo merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis *uncertainty propagation* yang memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa banyak variasi yang akan terjadi atau untuk mengetahui seberapa besar tingkat kesalahan, kemampuan, atau reliabilitas dari sebuah sistem yang dimodelkan. Metode Monte Carlo ini dikategorikan sebagai sebuah *sampling methods* karena masukannya diambil secara acak dari kemungkinan yang terjadi.

Langkah-langkah metode monte carlo:

1. Menetapkan distribusi probabilitas yang diketahui secara pasti dari data yang didapatkan dari data masa lalu.
2. Membangun distribusi probabilitas kumulatif untuk masing-masing variabel yang menjadi dasar pengelompokan batas interval dari bilangan acak yang mewakili setiap hasil yang mungkin.
3. Lakukan simulasi untuk membangkitkan bilangan acak.
4. Analisis yang dilakukan dari *output* simulasi sebagai masukan dan evaluasi terhadap kondisi yang sedang terjadi dengan hasil simulasi.
5. Melakukan simulasi berulang-ulang.

### 2.4.3 Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi adalah susunan data menurut kelas interval tertentu atau menurut kategori tertentu dalam sebuah daftar agar dapat memahami data dengan mudah baik data kuantitatif maupun kualitatif yang disajikan dalam bentuk ringkas dan jelas. Dengan demikian, data menjadi informatif dan mudah dipahami. Bentuk umum tabel distribusi frekuensi dapat dilihat pada **Tabel 2.4** berikut:

Tabel 2.4 : Bentuk umum tabel distribusi frekuensi

Kelas (Kategori)	Frekuensi ( $f_i$ )
Kelas ke-1	$f_1$
Kelas ke-2	$f_2$
Kelas ke-3	$f_3$
...	...
Kelas ke-k	$f_k$
Jumlah ( $\Sigma$ )	$n$

*Sumber: Fathoni, A. 2011.*

dengan:

$n$  = banyaknya data

$(f_i)$  = frekuensi pada kelas ke- $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, k$  sehingga  $n = \sum_{i=1}^k f_i$

Untuk menghitung panjang kelas dan interval kelas, maka rumus yang dipakai sesuai dengan aturan Sturges, yaitu (Fathoni. 2011):

$$k = 1 + 3,3 \log n$$

$$c = \frac{\max - \min}{K}$$

dengan:

K = panjang kelas

c = interval kelas

max = nilai tertinggi

min = nilai terendah.

Dalam suatu keadaan tertentu yang menjadi suatu titik perhatian mungkin bukan pada banyaknya data pada kelas tertentu, tetapi pada banyaknya pengamatan yang jatuh di atas atau di bawah suatu nilai tertentu yang dikenal sebagai distribusi frekuensi kumulatif. Distribusi frekuensi kumulatif dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu frekuensi kumulatif kurang dari dan frekuensi kumulatif lebih dari. Frekuensi kumulatif kurang dari merupakan penjumlahan dari kelas terendah hingga kelas tertinggi dan jumlah akhirnya merupakan jumlah data (n). Sedangkan frekuensi kumulatif lebih dari adalah pengurangan dari jumlah data (n) dengan frekuensi setiap kelas dimulai dari kelas terendah. Bentuk umum tabel distribusi frekuensi dapat dilihat pada **Tabel 2.5** berikut:

Tabel 2.5 : Bentuk umum tabel distribusi frekuensi kumulatif

Kelas (Kategori)	Frekuensi ( $f_i$ )	Frekuensi kumulatif kurang dari	Frekuensi kumulatif lebih dari
Kelas ke-1	$f_1$	$f_1$	$n$
Kelas ke-2	$f_2$	$f_1 + f_2$	$n - f_1$
Kelas ke-3	$f_3$	$f_1 + f_2 + f_3$	$n - f_1 - f_2$
...	...	...	...
Kelas ke-k	$f_k$	$f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_k = n$	$n - f_1 - f_2 - \dots - f_k$
Jumlah ( $\Sigma$ )	$n$	$n$	$n$

Sumber: Fathoni, A. 2011.

#### 2.4.4 *Random Number Generator (RNG)*

*Random number generator* (RNG) merupakan alat yang digunakan untuk *menggenerate* angka acak. Nilai RNG yang dipakai adalah nilai yang dihasilkan dari *Linear Congruential Methode* (LCM). *Linear Congruential Method* ini pertama kali dikenalkan oleh Lehmer (1951). Rumus untuk membangkitkan bilangan random dengan metode ini adalah (*Delsim Laboratory* UII. 2017):

$$x_{i+1} = (a \cdot x_i + c) \bmod m \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

Dengan catatan :

$x_{i+1}$  = angka RNG yang baru

$x_i$  = Angka RNG lama

c = konstanta bersyarat

m = angka modulo

a = nilai multiplier

#### 2.5 **Peneliti Terdahulu**

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ahmad Fathoni mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta tahun 2011 dengan judul "Optimasi Persediaan Rangkaian Bunga Hias Menggunakan Simulasi Monte Carlo studi kasus pada CV Senta Mulia Tahun 2011". Dengan hasil Untuk rangkaian bunga tipe I, tipe II, dan tipe III, memiliki jumlah rata-rata permintaan adalah 7,02, 6,75, dan 6,86. untuk rata-rata persediannya adalah 6,3, 6,5, dan 6,39. Dengan menggunakan simulasi Monte carlo, rata-rata keuntungan setiap rangkaian bunga lebih besar dibandingkan dengan rata-rata keuntungan yang dilakukan manager dari Rp 288.900,- menjadi Rp 299.100,- untuk rangkaian bunga tipe I, Rp 249.450- menjadi Rp 255.500,- untuk rangkaian bunga tipe II, dan Rp 287.759,- menjadi Rp 287.800,- untuk rangkaian bunga tipe III.

2. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Anggit Teguh Harjanto mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta tahun 2012 dengan judul "Pengendalian Persediaan pada Perusahaan *Retail* dengan Adanya Ketidakpastian Permintaan dan *Lead Time* Menggunakan Metode Monte Carlo Studi Kasus pada Persediaan Toko Olahraga *TeenQi Sport*" Dari hasil simulasi yang telah dirancang dengan mengacu pada data-data yang diambil dari toko olahraga *TeenQi Sport*, ditarik kesimpulan: Untuk menghasilkan total biaya persediaan yang paling minimal, perusahaan melakukan pemesanan kembali (*reorder*) saat persediaan ada pada titik 49 pasang dengan jumlah pemesanan sebanyak 124 pasang sehingga total biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan sebesar Rp 492.073.252,- / tahun Dengan menggunakan simulasi Monte Carlo. Sedangkan dengan kebijakan yang diterapkan perusahaan didapatkan total biaya persediaan sebesar Rp 495.791.214,- / tahun sehingga hasil dari simulasi lebih efektif dikarenakan dapat mengurangi total biaya persediaan sebesar Rp 3.717.962,- / tahun.

## 2.6 Kajian Al-Quran Terhadap Perkiraan Pengendalian Air

Konsep ilmu secara umum telah dijelaskan dalam Al-Quran. Salah satunya adalah Matematika. Konsep ilmu matematika yang ada dalam Al-Quran diantaranya adalah teknik analisis data dengan penaksiran atau perkiraan untuk menarik kesimpulan. Salah satu metode peramalan yaitu Metode Monte Carlo, sebuah metode yang melibatkan bilangan acak untuk mendapatkan nilai taksiran atau perkiraan. Konsep ramalan dalam Al-Quran dapat ditemukan dalam surat *Ar-Ruum* ayat 2-4 yang berbunyi:

غَلِبَتْ آ رُومٌ (٢) فِي أَدْنَى الْأَرْضِ وَهُمْ مِّنْ بَعْدِ غَلِبِهِمْ سَيَغْلِبُونَ (٣)  
فِي بضعِ سِنِينَ لِلَّهِ الْأَمْرُ مِنْ قَبْلُ وَمِنْ بَعْدُ وَيَوْمَئِذٍ يَفْرَحُ الْمُؤْمِنُونَ (٤)

*Artinya: Telah dikalahkan bangsa Romawi, di negeri yang terdekat dan mereka sesudah dikalahkan itu akan menang. Dalam beberapa tahun lagi. Bagi Allah-lah urusan sebelum dan sesudah (mereka menang). Dan di hari (kemungkinan bangsa Romawi) itu bergembiralah orang-orang yang beriman.*

Dari ayat diatas dapat diambil suatu simpulan bahwa suatu peramalan yang dilakukan manusia untuk mengetahui sesuatu yang akan terjadi di masa

yang akan datang atas kehendak Allah. Jika Allah menghendaki hal tersebut benar, maka peramalan itu akan bernilai benar. Begitu juga sebaliknya, jika Allah tidak menghendaki, maka peramalan tersebut tidak akan bernilai benar.

Adapun nilai interaksi manusia dengan air juga dapat dipahami pada sikap perlunya menjaga keseimbangan kehidupan di alam raya. Bahkan Allah pun memberi teguran bagi orang-orang yang membuat kerusakan keharmonian dalam kehidupan di alam ini, sebagaimana disebutkan dalam surat Al-Baqarah ayat 11, yaitu:

وَ إِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ (١١)

*Artinya: Dan bila dikatakan kepada mereka: "Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi". Mereka menjawab: "Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan".*

Dipahami dari pemikiran Quraish Shihab dalam tafsirnya, ayat tersebut menjelaskan bahwa orang yang kufur atau ingkar apabila diberikam teguran kepada perbuatan mereka "jangan membuat kerusakan di muka bumi, mereka menjawab sesungguhnya hanya kami yang selalu melakukan perbaikan." Sebenarnya peringatan tersebut untuk diberi tahu bahwa pengerusakan di bumi adalah aktivitas yang mengakibatkan kehilangan nilai-nilai manfaat dan fungsi yang baik dari segala sesuatu yang ada di muka bumi. Kehilangan nilai manfaat adalah bukti nyata keadaan bumi telah menjadi rusak. Dalam pernyataan ayat tersebut sebenarnya dituntut supaya kita menjadi orang yang memelihara nilai-nilai manfaat di muka bumi sehingga kondisinya tetap tidak berubah sebagaimana adanya. Oleh karena itu maka bumi selalu menjadi manfaat kepada kita dalam keadaan yang harmoni (Shihab, 2002).

Berdasarkan ayat ini dapat dipahami bahwa salah satu unsur yang paling penting di muka bumi adalah air. Air menjadi penting di pelihara dengan baik, karena semua unsur lain yang ada di muka bumi bukan hanya manusia saja yang memerlukan air. Seperti hewan, tumbuh-tumbuhan dan segala unsur lainnya. Dengan demikian penjagaan kondisi air dengan baik di muka bumi merupakan satu perintah yang wajib dilakukan. Karena kerusakan air mengakibatkan kerusakan semua unsur yang ada di muka bumi. Jika kerusakan ini terjadi maka pasti keseimbangan bumi akan rusak dan hancur.

Adapun dalam konsep ini, ayat tersebut sebenarnya sangat berkaitan dengan nilai interaksi manusia dengan air dalam bentuk menjaga kualitas air dengan baik, serta jangan membuat kerusakan kepada air sehingga air menjadi tercemar. Kata "jangan membuat kerusakan" dalam interaksi manusia dengan air dapat dipahami, Allah sangat melarang terhadap siapa saja yang membuat kerusakan pada air baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Karena kerusakan tersebut dapat menyebabkan kemudharatan juga bagi manusia sendiri. Seperti hilangnya daya tampung air disebabkan pengundulan kayu di pergunungan, tersumbat aliran air dalam sungai disebabkan membuang sampah ke dalamnya, menggunakan air berlebihan dapat menyebabkan pemborosan penggunaan air dan juga lainnya.

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan kurang lebih selama enam bulan dan tempat penelitian di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtanadi Cabang H.M. Yamin, Medan, Sumatera Utara.

#### **3.2 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan pendekatan literatur deskriptif kuantitatif. Pada pendekatan literatur, yaitu dilakukan dengan cara mengkaji buku-buku yang berkaitan dengan penelitian sebagai acuan dalam menyelesaikan penelitian. Sedangkan pendekatan deskriptif kuantitatif yaitu dengan menganalisis data dan menyusun data yang sudah ada sesuai dengan kebutuhan peneliti, dengan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa angka atau data numerik.

##### **3.2.1 Variabel yang Diteliti**

Variabel yang diteliti adalah volume permintaan air bersih tahun 2018-2019 di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtanadi cabang H.M. Yamin, Medan, Sumatera Utara.

##### **3.2.2 Jenis Data**

Jenis data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder diperoleh dari berbagai kepustakaan yang relevan dengan penelitian seperti: buku, jurnal, dan data-data dari internet.

#### **3.3 Prosedur Pelaksanaan**

Prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data dan teori pendukung

Penelitian ini dimulai dengan studi kepustakaan yaitu mengumpulkan bahan materi sebagai referensi dari berbagai sumber seperti artikel, buku, jurnal, paper, literatur-literatur lainnya yang berhubungan dengan metode Monte Carlo. Selanjutnya dilakukan pemahaman terhadap materi

yang akan dibahas dengan mengidentifikasi permasalahan, dan mengkajinya.

Dalam melakukan analisis terhadap data yang sudah diperoleh dilakukan dengan pengkajian data-data berdasarkan teori yang ada khususnya yang berkaitan dengan metode Monte Carlo untuk meramalkan jumlah volume permintaan air pada tahun 2019. Secara umum data yang diperlukan terdiri dari data yang langsung digunakan dalam analisa pemecahan persoalan, dan data yang perlu diolah terlebih dahulu sehingga dapat digunakan dalam analisa. Data-data tersebut diperoleh dari hasil wawancara dan literatur-literatur yang disediakan oleh perusahaan.

## 2. Pengolahan data

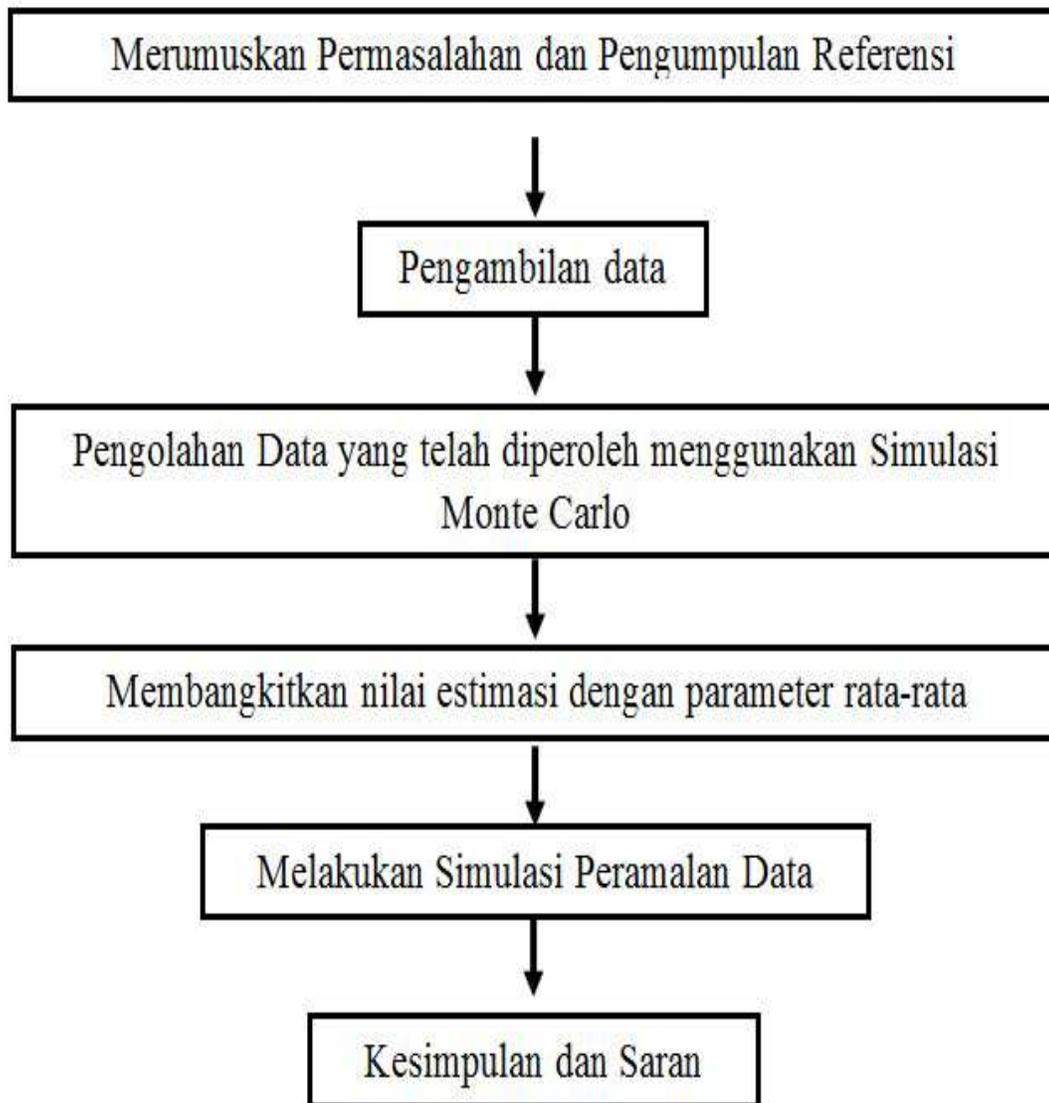
Dalam pengolahan data, langkah-langkah yang dikerjakan adalah:

- a) Melakukan identifikasi tentang volume permintaan air oleh masyarakat di kota Medan setiap bulannya pada tahun 2018 sampai bulan Juni 2019.
- b) Membuat model metode Monte Carlo berdasarkan plot data yang dibentuk.

## 3. Penarikan kesimpulan

Dari pengolahan data dengan menggunakan metode Monte Carlo, maka dapat ditentukan tingkat ketersediaan air di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtanadi untuk disalurkan ke rumah masyarakat yang ada di kota Medan.

Gambar 3.1 berikut merupakan alur metode penelitian menggunakan metode Simulasi Monte Carlo.



Gambar 3.1 Diagram Rancangan Penelitian

## BAB 4

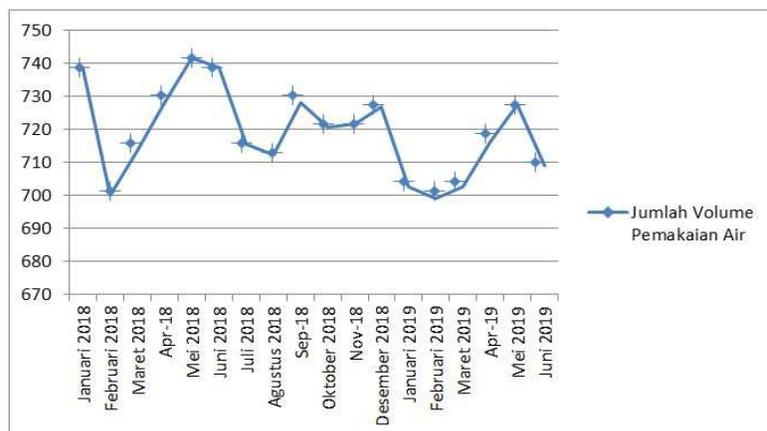
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Data

Data yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah jumlah Volume air bersih pada bulan Januari 2018 sampai dengan Juni 2019 yang diperoleh dari PDAM Tirtandi cabang H.M. Yamin, Medan, Provinsi Sumatera Utara. Data tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.1** berikut.

Tabel 4.1 : Jumlah pemakaian air setiap bulan

No	Bulan Pemakaian	Jumlah Volume Pemakaian Air ( $m^3$ )
1	Januari 2018	738.359
2	Februari 2018	700.180
3	Maret 2018	713.519
4	April 2018	728.111
5	Mei 2018	741.630
6	Juni 2018	738.721
7	Juli 2018	715.583
8	Agustus 2018	712.139
9	September 2018	728.021
10	Oktober 2018	720.728
11	November 2018	721.724
12	Desember 2018	726.642
13	Januari 2019	702.696
14	Februari 2019	699.030
15	Maret 2019	702.622
16	April 2019	716.206
17	Mei 2019	727.268
18	Juni 2019	709.174
	<b>Total</b>	<b>12.942.352</b>



Gambar 4.1 Diagram Volume Pemakaian Air

## 4.2 Analisis dengan Simulasi Monte Carlo

### 4.2.1 Nilai Min dan Max

Nilai minimal (Min) merupakan nilai terkecil dari sebuah data dan nilai Maksimum (Max) merupakan nilai yang paling besar dari sebuah data. Dari tabel permintaan air bersih pada bulan Januari 2018 sampai dengan Juni 2019 yang diperoleh dari PDAM Tirtandi cabang H.M. Yamin, Provinsi Sumatera Utara, maka diperoleh nilai Min dan Max dari permintaan tersebut:

Tabel 4.2 : Penentuan nilai Min dan Max

Min	699.030
Max	741.630

### 4.2.2 Distribusi Frekuensi

Setelah diperoleh nilai Min dan Max, tahap berikutnya adalah membuat range interval awal sampai dengan interval akhir dari selisih nilai maksimum tertinggi.

a) Jangkauan (J)

$$J = \text{Data Max} - \text{Data Min}$$

$$J = 741.630 - 699.030$$

$$J = 42.600$$

b) Banyaknya kelas interval (k)

$$K = 1 + 3,3 \log n, \text{ dimana } n = \text{banyaknya data}$$

$$K = 1 + 3,3 \log 18$$

$$K = 1 + 3,3(1,26)$$

$$K = 1 + 4,158$$

$$K = 5,158$$

$$K \approx 5$$

c) Panjang interval kelas (c)

$$c = \frac{J}{K}$$

$$c = \frac{42.600}{5}$$

$$c = 8.520$$

Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh jangkauan data dari yang terkecil ke data terbesar yakni 42.600. Banyaknya kelas interval yakni 5,158 atau sekitar 5. Dan untuk panjang interval kelas diperoleh jarak perkelas sebesar 8.520. Data awal dimulai dari nilai Min yaitu 699.030 ditambah nilai panjang interval 8.520, maka diperoleh nilai interval pertama 699.030 – 707.550 dst.

Tabel 4.3 : Frekuensi Relative

Interval	Mid	Frekuensi
699.030-707.550	703.290	4
707.551-716.071	711.811	4
716.072-724.592	720.332	3
724.593-733.113	728.858	4
733.114-741.634	737.374	3
<b>Total</b>		<b>18</b>

Untuk memaksimalkan hasil dari simulasi, jumlah kuantitas air yang harus disediakan oleh PDAM Tirtanadi cabang H.M. Yamin, Medan maka Probabilitas (kemungkinan) dan probabilitas Kumulatif harus ditentukan terlebih dahulu, Probabilitas diberikan dengan rumus (Okta. 2016):

$$c = \frac{a}{b}$$

c = probabilitas

a = nilai frekuensi awal

b = nilai frekuensi total

maka diperoleh hasil

$$c_1 = \frac{a}{b} = \frac{4}{18} = 0,22$$

$$c_2 = \frac{a}{b} = \frac{4}{18} = 0,22$$

$$c_3 = \frac{a}{b} = \frac{3}{18} = 0,17$$

$$c_4 = \frac{a}{b} = \frac{4}{18} = 0,22$$

$$c_5 = \frac{a}{b} = \frac{3}{18} = 0,17$$

Probabilitas yang sudah didapat hasilnya selanjutnya akan di kumulatifkan sehingga pada nilai kumulatif pertama adalah total probabilitas pertama ( $c_1$ ), nilai kumulatif kedua adalah total dari probabilitas pertama ditambah dengan probabilitas kedua ( $c_1 + c_2$ ), dst. Jika memperhatikan bilangan

acak yang muncul secara bervariasi tersebut dibangkitkan, maka kemungkinan tingkat kemunculan bilangan acak yang dibangkitkankan tersebut akan berhubungan dengan nilai interval bilangan acak (Bonett, 2007). Sehingga nilai penjumlahan interval bilangan acak dilihat dari nilai kumulatif yang nilainya akan dikali 100.

Tabel 4.4 : Probabilitas Kumulatif

Probabilitas	Kumulatif	Interval Bilangan acak
0,22	0,22	0 22
0,22	0,44	23 44
0,17	0,61	45 61
0,22	0,83	62 83
0,17	1	84 100

Tabel 4.5 : Bentuk Umum Tabel Distribusi Frekuensi Kumulatif

Interval kelas	Nilai Mid	$f_1$	C	Kumulatif	Interval Bilangan acak
699.030-707.550	703.290	4	0,22	0,22	0 22
707.551-716.071	711.811	4	0,22	0,44	23 44
716.072-724.592	720.332	3	0,17	0,61	45 61
724.593-733.113	728.858	4	0,22	0,83	62 83
733.114-741.634	737.374	3	0,17	1	84 100

### 4.2.3 Angka Acak

Untuk membangkitkn nilai random dilakukan dengan (LCM) *Linear Congruential Method* (Delsim Laboratory UII. 2017):

$$x_{i+1} = (a \cdot x_i + c) \bmod m$$

Jika  $c \neq 0$  diartikan sebagai *mixed congruential method*, dan  $c = 0$ , dinamakan *multiplicative congruential method*. Pemilihan nilai  $a, c, m$ , dan mempengaruhi kelengkapan nilai statistical dan nilai *cycle lenght*.

Syarat-syarat pembangkitan bilangan random dengan metode LCM :

- Konstanta  $a$  harus lebih besar dari  $\sqrt{m}$
- Untuk konstanta  $c$  harus bernilai ganjil apabila  $m$  bernilai pangkat dua. Tidak boleh berkelipatan dari  $m$
- Untuk modulus  $m$  harus bilangan primer atau bilangan tidak terbagikan.

- d. Untuk  $x_0$  harus merupakan angka integer dan juga ganjil dan cukup besar.

Bangkitkan bilangan *random* dengan menggunakan metode *inear Congruental* jika diketahui:

$$x_0 = 49 ; a = 17, c = 31; \text{ dan } m = 100$$

Nilai integer bilangan random yang dibangkitkan berada antara 0 sampai dengan 99 dikarenakan nilai modulusnya 100.

Penyelesaian :

a.  $x_1 = (a \cdot x_0 + c) \bmod m$

$$x_1 = ((17) \cdot (51) + 31) \bmod 100$$

$$x_1 = (867 + 31) \bmod 100$$

$$x_1 = (898) \bmod 100$$

$$x_1 = 98$$

b.  $x_2 = (a \cdot x_1 + c) \bmod m$

$$x_2 = ((17) \cdot (98) + 31) \bmod 100$$

$$x_2 = (1.666 + 31) \bmod 100$$

$$x_2 = (1.697) \bmod 100$$

$$x_2 = 97$$

c.  $x_3 = (a \cdot x_2 + c) \bmod m$

$$x_3 = ((17) \cdot (97) + 31) \bmod 100$$

$$x_3 = (1.649 + 31) \bmod 100$$

$$x_3 = (1.680) \bmod 100$$

$$x_3 = 80$$

d.  $x_4 = (a \cdot x_3 + c) \bmod m$

$$x_4 = ((17) \cdot (80) + 31) \bmod 100$$

$$x_4 = (1.360 + 31) \bmod 100$$

$$x_4 = (1.391) \bmod 1000$$

$$x_4 = 91$$

e.  $x_5 = (a.x_4 + c) \bmod m$

$$x_5 = ((17).(91) + 31) \bmod 100$$

$$x_5 = (1.547 + 31) \bmod 100$$

$$x_5 = (1.578) \bmod 100$$

$$x_5 = 78$$

f.  $x_6 = (a.x_5 + c) \bmod m$

$$x_6 = ((17).(78) + 31) \bmod 100$$

$$x_6 = (1.326 + 31) \bmod 100$$

$$x_6 = (1.357) \bmod 100$$

$$x_6 = 57$$

g.  $x_7 = (a.x_6 + c) \bmod m$

$$x_7 = ((17).(57) + 31) \bmod 100$$

$$x_7 = (969 + 31) \bmod 100$$

$$x_7 = (1.000) \bmod 100$$

$$x_7 = 0$$

h.  $x_8 = (a.x_7 + c) \bmod m$

$$x_8 = ((17).(0) + 31) \bmod 100$$

$$x_8 = (0 + 31) \bmod 100$$

$$x_8 = (31) \bmod 100$$

$$x_8 = 31$$

i.  $x_9 = (a.x_8 + c) \bmod m$

$$x_9 = ((17).(31) + 31) \bmod 100$$

$$x_9 = (527 + 31) \bmod 100$$

$$x_9 = (558) \bmod 100$$

$$x_9 = 58$$

$$\begin{aligned} \text{j. } x_{10} &= (a \cdot x_9 + c) \bmod m \\ x_{10} &= ((17) \cdot (58) + 31) \bmod 100 \\ x_{10} &= (986 + 31) \bmod 100 \\ x_{10} &= (1.017) \bmod 100 \\ x_{10} &= 17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{k. } x_{11} &= (a \cdot x_{10} + c) \bmod m \\ x_{11} &= ((17) \cdot (17) + 31) \bmod 100 \\ x_{11} &= (289 + 31) \bmod 100 \\ x_{11} &= (320) \bmod 100 \\ x_{11} &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{l. } x_{12} &= (a \cdot x_{11} + c) \bmod m \\ x_{12} &= ((17) \cdot (20) + 31) \bmod 100 \\ x_{12} &= (340 + 31) \bmod 100 \\ x_{12} &= (371) \bmod 100 \\ x_{12} &= 71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{m. } x_{13} &= (a \cdot x_{12} + c) \bmod m \\ x_{13} &= ((17) \cdot (71) + 31) \bmod 100 \\ x_{13} &= (1.207 + 31) \bmod 100 \\ x_{13} &= (1.238) \bmod 100 \\ x_{13} &= 38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{n. } x_{14} &= (a \cdot x_{13} + c) \bmod m \\ x_{14} &= ((17) \cdot (38) + 31) \bmod 100 \\ x_{14} &= (646 + 31) \bmod 100 \\ x_{14} &= (677) \bmod 100 \\ x_{14} &= 77 \end{aligned}$$

o.  $x_{15} = (a.x_{14} + c) \bmod m$

$$x_{15} = ((17).(77) + 31) \bmod 100$$

$$x_{15} = (1.309 + 31) \bmod 100$$

$$x_{15} = (1.340) \bmod 100$$

$$x_{15} = 40$$

p.  $x_{16} = (a.x_{15} + c) \bmod m$

$$x_{16} = ((17).(40) + 31) \bmod 100$$

$$x_{16} = (680 + 31) \bmod 100$$

$$x_{16} = (711) \bmod 100$$

$$x_{16} = 11$$

q.  $x_{17} = (a.x_{16} + c) \bmod m$

$$x_{17} = ((17).(11) + 31) \bmod 100$$

$$x_{17} = (187 + 31) \bmod 100$$

$$x_{17} = (218) \bmod 100$$

$$x_{17} = 18$$

r.  $x_{18} = (a.x_{17} + c) \bmod m$

$$x_{18} = ((17).(18) + 31) \bmod 100$$

$$x_{18} = (306 + 31) \bmod 100$$

$$x_{18} = (337) \bmod 100$$

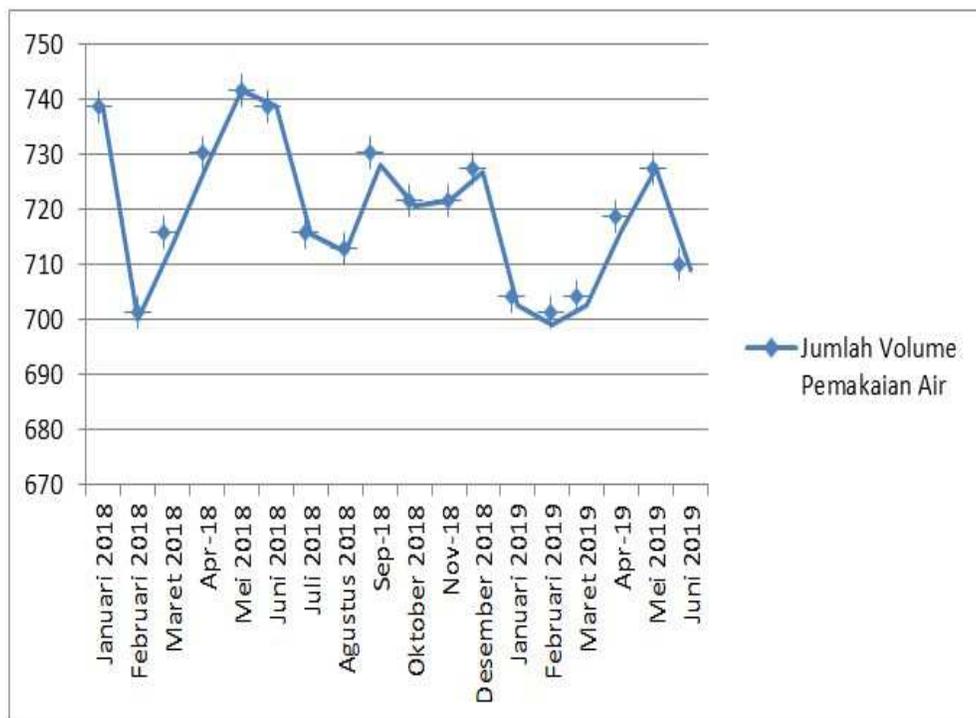
$$x_{18} = 37$$

### 4.3 Hasil dan Pembahasan

Hasil perkiraan untuk mengetahui persediaan air di tahun 2020 dengan menggunakan simulasi Monte Carlo didapat dari angka acak yang sudah dibangkitkan dari metode diatas, yang mana nilai-nilai angka acak tersebut akan disesuaikan dengan nilai interval angka acak pada **Tabel 4.5**. Nilai angka acak yang pertama ( $x_1$ ) didapatlah hasil 870 yang mana angka 870 terdapat pada interval angka acak ke-5, selanjutnya nilai yang akan diambil untuk nilai simulasi Monte Carlo adalah nilai Mid, yang mana nilai Mid pada angka 870 adalah 737.374. Untuk Nilai angka acak yang kedua ( $x_2$ ) didapatlah hasil 442 yang mana angka 442 terdapat pada interval angka acak ke-3, yang mana nilai Mid pada angka 442 adalah 720.332 hingga nilai acak yang terakhir ( $x_{18}$ ) didapatlah hasil 802 yang mana angka 802 terdapat pada interval angka acak ke-4, yang mana nilai Mid pada angka 802 adalah 728.858. Semua itu tercantum pada **Tabel 4.6**, sebagai berikut:

Tabel 4.6 : Perkiraan Pemakaian Air ( $m^3$ ) dengan simulasi Monte Carlo dengan nilai acak

No	Bulan Pemakaian	Nilai Acak	Nilai Mid
<b>1</b>	Juli 2019	98	737.374
<b>2</b>	Agustus 2019	97	737.374
<b>3</b>	September 2019	80	728.858
<b>4</b>	Oktober 2019	91	737.374
<b>5</b>	November 2019	78	728.858
<b>6</b>	Desember 2019	57	720.332
<b>7</b>	Januari 2020	0	703.290
<b>8</b>	Februari 2020	31	711.811
<b>9</b>	Maret 2020	58	720.332
<b>10</b>	April 2020	17	703.290
<b>11</b>	Mei 2020	20	703.290
<b>12</b>	Juni 2020	71	728.858
<b>13</b>	Juli 2020	38	711.811
<b>14</b>	Agustus 2020	77	728.858
<b>15</b>	September 2020	40	711.811
<b>16</b>	Oktober 2020	11	703.290
<b>17</b>	November 2020	18	703.290
<b>18</b>	Desember 2020	37	711.811
	<b>Total</b>		<b>12.931.912</b>



Gambar 4.2 Diagram perkiraan pemakaian air tahun 2020

Dari **Tabel 4.6** diatas maka didapat perkiraan persediaan air di PDAM Tirtanadi cabang H.M. Yamin pada Juli 2019 sampai dengan Desember 2020 adalah  $12.931.912 \text{ m}^3$

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Perkiraan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien untuk memprediksi peristiwa masa depan. Perkiraan identik tentang nilai-nilai masa depan dari sebuah variabel untuk perencanaan atau pengambilan keputusan dari situasi untuk memperkirakan nilai masa depan. Simulasi Monte Carlo adalah model simulasi yang mengikutsertakan serangkaian acak dan sampling dengan distribusi probabilitas yang dapat diketahui dan ditentukan, maka simulasi ini dapat digunakan. Dalam penelitian ini, data diambil dari jumlah pemakaian air di PDAM Tirtanadi cabang H.M. Yamin, Sumatera Utara dari Januari tahun 2018 hingga Juni tahun 2019. Kemudian, data diolah serta dianalisis menggunakan Simulasi Monte Carlo untuk menentukan hasil ramalan pada tahun setelahnya. Hasilnya perkiraan jumlah pemakaian air pada tahun 2019 dan 2020 di PDAM Tirtanadi cabang H.M. Yamin, Sumatera Utara adalah  $8.647.166 m^3$  dan  $8.541.742 m^3$ . Jumlah perkiraan pemakaian air tersebut turun dari jumlah pemakaian air pada tahun 2018 yang jumlahnya mencapai  $8.685.356 m^3$ . Jumlah pemakaian air pada tahun 2018, 2019, dan 2020 menurun sekitar  $\pm 100.000 m^3$ . Penurunan pemakaian air dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2020 bisa jadi disebabkan oleh bocornya pipa air dari PDAM Pusat sampai ke pelanggan atau para pelanggan yang berlangganan PDAM Tirtanadi cabang H.M. Yamin, mulai beralih ke pembuatan sumur bor.

#### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis seperti ini disarankan untuk melakukan simulasi dengan mempertimbangkan variabel-variabel lain yang juga ikut mempengaruhi jumlah air tersebut, sehingga hasil yang diperoleh dapat lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, Rima dkk. 2017. *Penentuan Tempat Menginap dengan Menggunakan Fuzzy Multipel Attribute Decision Making*. Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika, Vol. 01, No. 01.
- Assauri, Sofyan. 2016. *Manajemen Operasi Produksi Pencapaian Sasaran Organisasi Berkesinambungan*. Jakarta:Rajawali Pers.
- Aulia, Firda. 2017. *Simulasi Persediaan Barang Pada Koperasi Dengan Menggunakan Metode Monte Carlo*. Jurnal INFOTEK, Vol 2, No 1.
- Dedrizaldi dkk. 2019. *Analisis Perencanaan Persediaan Air Mineral dengan Pendekatan Metode Monte Carlo pada PT. Agrimitra Utama Persada*. Jurnal Kajian Manajemen dan Wirausaha, Vol. 01, No. 01.
- Dur, Sajaratud. 2018. *Utilization of Zeolits For Water Filing*. Jurnal Matematika dan Terapan, Vol. 4, No. 2.
- Fathoni, Ahmad. 2011. *Optimasi Persediaan Rangkaian Bunga Hias Menggunakan Simulasi Monte Carlo studi kasus pada CV Senta Mulia*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Skripsi.
- Harahap, Hamidah. 2007. *Studi Pengendalian Kualitas Air PDAM Tirtana-di pada Reservoir Tuasan dan Sambungan Pelanggan*. Jurnal Teknologi Proses, ISSN 1412-7814.
- Heizer, J, B Render. 2011. *Operations Management*. Pearson Education Inc.: New Jersey.
- Hudori, M. 2014. *Sistem Pengendalian Persediaan Bahan Bakar Minyak Solar dengan Simulasi Monte Carlo*. Jurnal, ISSN 2086-0412.
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Air>, akses 30 Oktober 2019.
- Indrajit, R. E., Djokopranoto, R. 2003. *Manajemen Persediaan*. Jakarta: Gramedia Widiasarana
- Kakiay, Thomas J. 2004. *Pengantar Sistem Simulasi*. Andi: Yogyakarta
- Laboratory, Delsim. 2017, *Monte Carlo*. UII Yogyakarta: Modul
- Nelwan, Fenny. 2013. *Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori*. Jurnal Sipil Statik, Vol.1, No.10.
- Nick T. Thomopoulos. 2013, *Essentials of Monte Carlo Simulation, Statistical Methods for Building Simulation Models, Springer*.
- Pasaribu, Sjahril Effendi dkk. 2005. *100 Tahun Mengalirkan Air Kehidupan*. Medan: USUpress.
- Rangkuti, Freddy. 2004. *Manajemen Persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Ristono, Agus. 2009. *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Russel, R.S., Taylor, B.W. 2011. *Operations Management*. 7th Ed. USA: John Wiley & Sons, Inc.

- Satya , Bonett. 2007. *Simulasi Teori dan Aplikasinya*. Yogyakarta: ANDI.
- Shihab, M. Quiaish, 2002. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Quran*, Vol. 1, Jakarta: Lentera Hati
- Saputra, Andri. 2019. *Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Asal Negara Anggota Asean di Sumatera Utara Menggunakan Simulasi Monte Carlo*. Universitas Sumatera Utara: Skripsi
- Tampubolon, Manahan P. 2004. *Manajemen Operasional*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Teguh, Anggit, 2017. *Pengendalian Persediaan pada Perusahaan Retail dengan Adanya Ketidakpastian Permintaan dan Lead Time Menggunakan Metode Monte Carlo Studi Kasus pada Persediaan Toko Olahraga TenQi Spor*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta: Skripsi.
- Veza, Okta. 2016. *Simulasi Pengendalian Persediaan Gas Menggunakan Metode Monte Carlo*. Jurnal Teknik Informatika. Vol. 01, No. 01.
- Yusuf, A. Muri. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan*. Jakarta: Kencana.