

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder, meliputi:

- a. Ketersediaan Air
 1. Data curah hujan
 2. Data klimatologi (lama penyinaran matahari dan suhu)
- b. Kebutuhan Air
 1. Data jumlah penduduk
 2. Data industri (jumlah karyawan), luas area persawahan dan luas area perkebunan
 3. Data guna lahan

Dalam penelitian ini, terdapat metode yang digunakan dilakukan secara sistematis untuk menghitung neraca air dan menganalisis Daya Dukung Lingkungan (DDL) di Surabaya Timur. Diagram alir penelitian terlihat pada Gambar 3.1.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

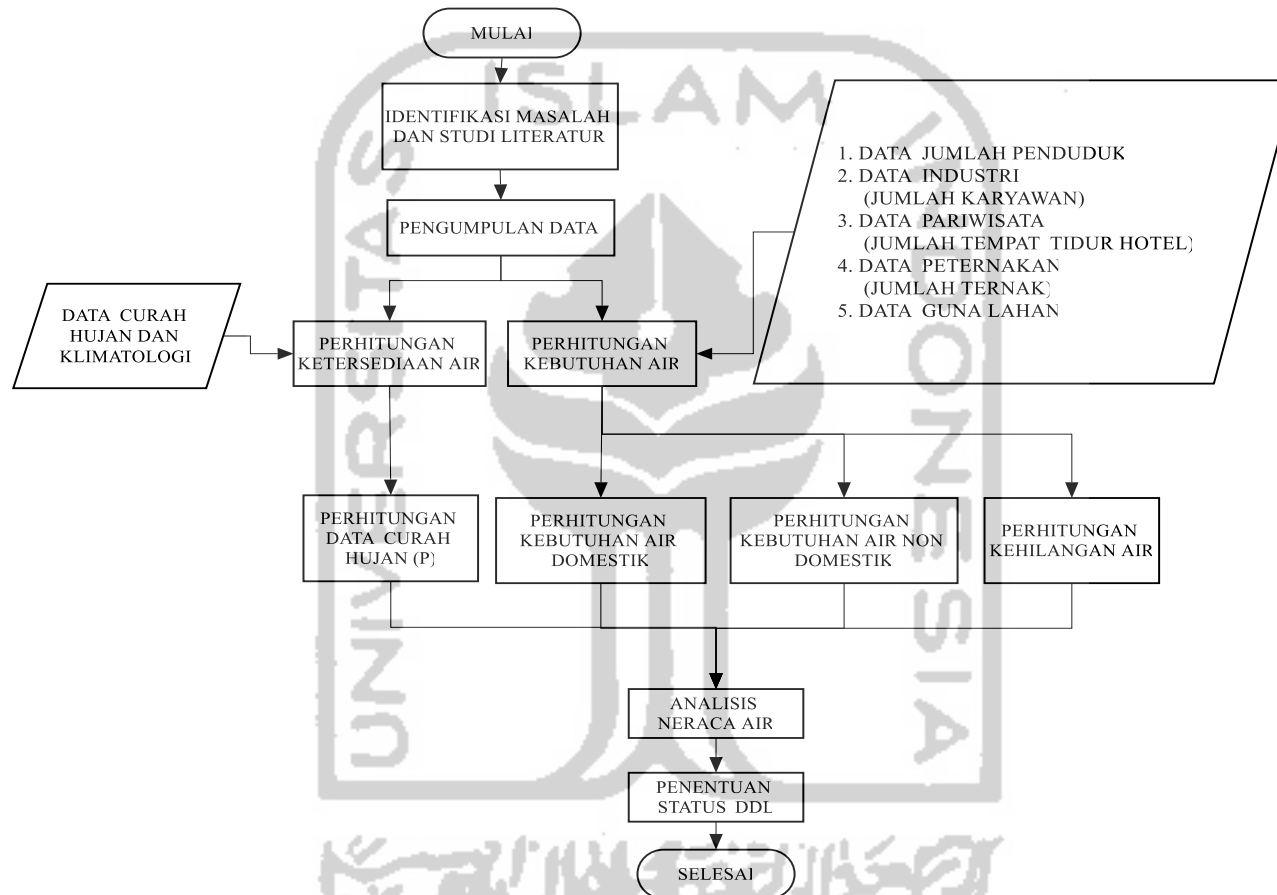
Penentuan daya dukung lingkungan dalam penelitian yang mencakup batas wilayah di Surabaya Timur dengan jumlah 7 (tujuh) kecamatan (Tabel 3.1). Kemudian detail batas terlihat pada Gambar 3.2.

3.3 Sumber Data

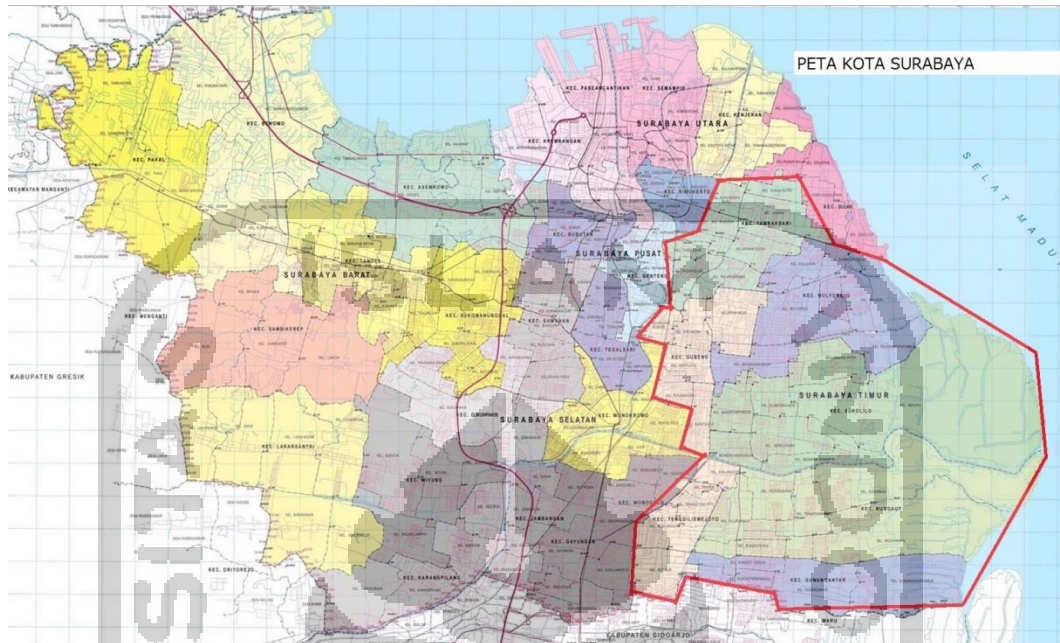
Sumberdata penelitian meliputi:

1. Data curah hujan di Surabaya Timur
Data curah hujan tahun 2008 s/d 2017. Data didapatkan dari Database Online Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika.
2. Data jumlah penduduk di Surabaya Timur
Data jumlah penduduk tahun 2008 s/d 2017. Data tersebut didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya
3. Data industri (jumlah karyawan) di Surabaya Timur
Data jumlah karyawan tahun 2017. Data tersebut didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.
4. Data persawahan dan perkebunan.
Data luas persawahan dan perkebunan tahun 2008 s/d 2017. Data didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.

Data yang telah terkumpul tersebut kemudian digunakan sebagai acuan dalam menentukan status daya dukung lingkungan di Surabaya Timur yang berbasis neraca air.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Peta Administrasi Kota Surabaya (Timur)

Keterangan: Peta Surabaya Timur berada di dalam garis merah

Tabel 3.1 Kecamatan Surabaya Timur

NO	Nama Kecamatan	Luas Wilayah (km ²)
1	Tambaksari	8.99
2	Gubeng	7.99
3	Rungkut	21.08
4	Tenggilis Mejoyo	5.52
5	Gunung Anyar	9.71
6	Sukolilo	23.68
7	Mulyorejo	14.21

Sumber: Badan Pusat Statistik Surabaya, 2018

3.4. Pengelolaan Data dan Analisis Data

3.4.1. Tren Perubahan

Tren perubahan ditentukan dahulu sebelum menghitung jumlah kebutuhan air. Perkiraan perkembangan jumlah penduduk, jumlah tenaga kerja dan luas area persawahan serta perkebunan diproyeksikan untuk jangka waktu 20 tahun yang akan datang. Proyeksi perkembangan (tren) menggunakan rumus yang sesuai yaitu dengan cara dilakukan pengujian terhadap data jumlah penduduk jumlah tenaga kerja dan

luas area persawahan serta perkebunan terdahulu menggunakan standar deviasi atau koefisien korelasi.

Tren perubahan di analisis menggunakan *software table curve 2D* (metode *fitting data*) dimana sumbu x menerangkan tahun ke-n dan sumbu y menerangkan faktor yang akan dianalisis tren perubahannya (Hasanah et al 2015). Dari *software* tersebut diperoleh persamaan terbaik terhadap tren perubahan dan persamaan tersebut dipilih sebagai persamaan untuk proyeksi yang akan digunakan sampai tahun 2030 mendatang.

3.4.2. Perhitungan Ketersediaan Air

Ketersediaan air pada penelitian ini berdasarkan jumlah curah hujan di Surabaya Timur, khususnya dalam bentuk curah hujan andalan. Langkah- langkah berikut ini yang diperlukan untuk mengetahui curah hujan:

1. Pengisian Data Curah Hujan yang Hilang

Pengisian data curah hujan yang hilang dimaksudkan untuk mengisi data curah hujan yang tidak tercatat datanya baik karena rusaknya alat pengukur atau dikarenakan pengamat tidak melakukan pengukuran di lapangan. Untuk pengisian data curah hujan yang hilang menggunakan metode *reciprocal* (Fahmi, 2015). Metode tersebut dipilih karena dianggap lebih presisi dibandingkan dengan metode aritmatik ataupun metode rasio normal.

Metode ini membutuhkan jarak antar stasiun dalam perhitungannya. Kemudian data curah hujan yang hilang dapat dihitung dengan membagi antara data curah hujan yang ada dengan data curah hujan hilang datanya, kemudian dibagi kembali dengan 1 per jarak stasiunnya. Lebih jelasnya dapat dilihat pada persamaan berikut (Fahmi, 2015):

$$r_x = \frac{\frac{r_1}{L_1^2} + \frac{r_2}{L_2^2} + \dots + \frac{r_n}{L_n^2}}{\frac{1}{L_1^2} + \frac{1}{L_2^2} + \dots + \frac{1}{L_n^2}} \quad (3.1)$$

dimana :

r_x = data hujan hilang di stasiun x

r_1, r_2, \dots, r_n = data hujan pada stasiun ke-n pada waktu yang sama dengan data yang hilang

L_1, L_2, \dots, L_n = jarak stasiun ke-n ke lokasi stasiun yang data hujannya hilang

n = jumlah stasiun hujan pembanding

2. Perhitungan Curah Hujan Andalan

Perhitungan curah hujan andalan dengan metode Weibull. Metode Weibull dipilih dalam analisis ini karena merupakan metode yang paling sering digunakan untuk penentuan curah hujan andalan dengan asumsi nilai yang paling mendekati kebenaran (Rahma, 2014). Curah hujan bulanan yang digunakan adalah curah

hujan andalan dengan peluang 80%. Curah hujan andalan diperoleh dari persamaan:

$$P = \frac{m}{n + 1} \quad (3.2)$$

Keterangan :

P = Peluang curah hujan

m = Urutan kejadian menurut besarnya

n = Jumlah tahun pengukuran

3.4.3 Perhitungan Kebutuhan Air

3.4.3.1. Perhitungan Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik berdasarkan SNI(2002) adalah 120 liter/orang/hari. Dalam Tabel 3.2 dijelaskan konsumsi air per orang per harinya sesuai dengan kebutuhan perorang.

Tabel 3.2 Kebutuhan Air Domestik

No	Uraian	Kebutuhan Air
1	Domestik	120 (L/orang/hari)

Sumber : SNI19-6728.1-2002

Kebutuhan air domestik dapat dihitung dengan rumus:

$$Q \text{ domestik (m}^3\text{)} = \text{Konsumsi air (1/1000 m}^3\text{/L/org/hari)} \times \text{Jumlah penduduk (org)} \times \text{jumlah hari dalam bulan (hari)} \quad (3.3)$$

3.4.3.2. Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik

A. Perhitungan Kebutuhan Air Non-Domestik Industri

Perhitungan kebutuhan air non-domestik untuk industri dapat dilakukan dengan rumus:

$$Q \text{ non-domestik (m}^3\text{)} = \text{Konsumsi air (1/1000 m}^3\text{/L/org/hari)} \times \text{jumlah karyawan (org)} \times \text{jumlah hari dalam bulan (hari)} \quad (3.4)$$

Pada Tabel 3.3 dijelaskan kebutuhan air industri untuk tiap karyawan perharinya.

Tabel 3.3 Kebutuhan Air Industri

No	Uraian	Kebutuhan Air
1	Industri	500/hari/karyawan)

Sumber ; Departemen Pekerjaan Umum (2003)

3.4.3.3. Kehilangan Air

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi di suatu kawasan dapat dihitung dengan rumus (Hasanah et al. 2015):

$$ET_c = k_c \cdot E_{T_o} \quad (3.8)$$

Keterangan:

ET_c = Evapotranspirasi potensial tanaman (mm/hari)

k_c = koefisien tanaman

E_{t_o} = Evapotranspirasi (mm/periode)

Tabel 3.4 Nilai Koefisien Tanaman (Kc)

Jenis Lahan	Nilai Kc
Kebun Campuran	0,8
Tegalan/Ladang	0,9
Pemukiman	0
Sawah Irigasi	1,15
Sawah Tadah Hujan	0,8
Hutan	0,88

Sumber : Doorenbos dan Pruitt dalam Rahma (2014)

Nilai ETo dihitung dengan persamaan *Hargreaves* (Hasanah *et al.*, 2015):

$$ETo = 0,000938 Rs (Tmaks-Tmin)^{1/2}(Trata-rata+17,8) \quad (3.9)$$

Dimana:

ETo = Evapotranspirasi potensial (rnm/hari).

T = Suhu rata-rata harian (°C) .

Ra = Radiasi surya ekuivalen evaporasi (rnrn/hari).

Dalam hal ini, nilai Ra didapat dari persamaan- persamaan (Allen *et al.* 2006):

$$Rs = 37,6d_r (\omega_s \sin\theta \sin\delta + \cos\theta \cos\delta \cos\omega_s) \quad (3.10)$$

Dimana:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos (0,0172J)$$

$$\omega_s = \arccos \{ -\tan\theta \tan\delta \}$$

$$\delta = 0,409 \sin (0,0172J - 1,39)$$

Dimana J adalah urutan hari sesuai dengan kalender Julian (*Julian date*) dan L adalah posisi lintang (Lintang Utara diberi tanda positif (+) dan Lintang Selatan diberi tanda negatif (-)).

3.4.4. Neraca Air

Persamaan neraca air menurut Sri Harto (2000):

$$input = output \quad (3.11)$$

Pada analisis DDL berdasarkan neraca air, nilai input yaitu dari parameter terkait dengan ketersediaan air (curah hujan), sedangkan *output* adalah parameter terkait dengan kebutuhan air (domestik, non-domestik dan evapotranspirasi).

Dimana:

Input = CH andalan

$$Output = Q \text{ domestik (m}^3\text{)} + Q \text{ non domestik (m}^3\text{)} + \text{Evapotranspirasi (ETc) (m}^3\text{)} \quad (3.12)$$

3.4.5. Daya Dukung Lingkungan

Status daya dukung lingkungan (DDL) pada suatu wilayah didapat dari perbandingan antara rasio ketersediaan air (*supply*) dan kebutuhan air (*demand*). Pada

Tabel 3.5 ditampilkan kriteria penetapan status daya dukung lingkungan berbasis neraca air dengan perbandingan rasio *supply* dan *demand* (Prastowo, 2010).

$$DDL = \text{supply} / \text{demand} \quad (3.13)$$

Tabel 3.5 Kriteria Penetapan Status DDL-air

Kriteria	Status DDL-air
Rasio <i>supply</i> / <i>demand</i> > 2	Daya dukung lingkungan aman (<i>sustain</i>)
Rasio <i>supply</i> / <i>demand</i> 1 - 2	Daya dukung lingkungan aman (<i>conditional sustain</i>)
Rasio <i>supply</i> / <i>demand</i> < 1	Daya dukung lingkungan telah terlampaui (<i>overshoot</i>)

Sumber : Prastowo (2010)

