



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERUMUSAN INDEKS RAWAN AIR
DI DAERAH PERKOTAAN
(STUDI KASUS: JAKARTA UTARA)**

SKRIPSI

TRISUNU AJI ISMAIL

06 06 07 823 5

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERUMUSAN INDEKS RAWAN AIR
DI DAERAH PERKOTAAN
(STUDI KASUS: JAKARTA UTARA)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

TRISUNU AJI ISMAIL

06 06 07 823 5

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Trisunu Aji Ismail

NPM : 0606078235

Tanda Tangan :

Tanggal : 5 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Trisunu Aji Ismail
NPM : 0606078235
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Perumusan Indeks Rawan Air di Daerah
Perkotaan (Studi Kasus : Jakarta Utara)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Firdaus Ali, Ph.D (.....)
Pembimbing 2 : Evy Novita, ST, M.Si (.....)
Penguji 1 : Dr. Ir. Djoko M. Hartono SE., M.Eng (.....)
Penguji 2 : Dr. Nyoman Suwartha, ST., MT., M.Agr (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 5 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.,

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya lah skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Saya selaku penulis berterima kasih atas kerjasama dari pihak dosen pembimbing beserta rekan-rekan yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, baik dalam hal memberikan bimbingan, penjelasan, maupun motivasi, terutama kepada :

- Dr. Ir. Firdaus Ali selaku pembimbing pertama yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini.
- Ibu Evy Novita, ST, M.Si selaku pembimbing kedua yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini.
- Orang tua saya dan juga kakak-kakak saya yang telah memberikan dukungan moril maupun finansial yang tidak terbatas.
- Teman-teman yang telah memberikan motivasi sehingga penyusunan skripsi ini dapat dilaksanakan dengan semangat yang tinggi.
- Pihak-pihak lain yang telah memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Menyadari adanya kekurangan dalam skripsi ini, saya mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak yang nantinya dapat dijadikan masukan dalam perbaikan skripsi ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi masyarakat. Mohon maaf jika ada kekurangan dan terima kasih atas perhatiannya.

Wassalamualaikum Wr, Wb.

Depok, Juni 2010

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Trisunu Aji Ismail

NPM : 0606078235

Program Studi : Teknik Lingkungan

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PERUMUSAN INDEKS RAWAN AIR DI DAERAH PERKOTAAN (STUDI KASUS : JAKARTA UTARA)

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dari sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 5.21.2010

Yang menyatakan



(Trisunu Aji Ismail)

ABSTRAK

Nama : Trisunu Aji Ismail

Program Studi : Teknik Lingkungan

Judul : Perumusan Indeks Rawan Air Di Daerah Perkotaan
(Studi Kasus : Jakarta Utara)

Isu kerawanan air sudah banyak dibahas didalam berbagai forum, salah satunya adalah acara *UN World Summit On Sustainable Development* di Johannesburg pada tahun 2002. Berbagai acara tersebut membahas sebuah sasaran dan solusi mengenai permasalahan kerawanan air bersih. Namun sebelum memberikan solusi untuk permasalahan air di suatu daerah, diperlukan sebuah indeks yang menggambarkan kondisi tersebut merupakan kawasan rawan air atau tidak. Sehingga dapat diketahui daerah mana saja yang rawan air atau yang harus diprioritaskan. Jadi indeks ini juga dapat memberikan dasar pertimbangan dalam pengambilan sebuah kebijakan terkait. Inti dari penelitian ini adalah untuk merumuskan indeks rawan air di daerah perkotaan. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, dengan melakukan studi literatur, survey instansi, survey kuesioner, dan wawancara tim ahli sebagai metodenya.

Berdasarkan hasil penelitan, terdapat 5 komponen dan 12 indikator yang mempengaruhi kerawanan air di daerah perkotaan. Berdasarkan indeks ini, daerah yang mengalami kerawanan air tinggi di Jakarta Utara adalah Kelurahan Tanjung Priok, Sunter Jaya dan Kamal Muara. Dan kelurahan yang mengalami kerawanan air rendah adalah Kelurahan Sukapura, Kelapa Gading Barat, dan Pademangan Timur. Sedangkan kelurahan lainnya memiliki tingkat kerawanan air sedang. Hasil perumusan indeks ini dapat dievaluasi dan dikembangkan lebih lanjut. Sehingga indeks ini dapat diaplikasikan pada setiap daerah perkotaan lainnya selain Jakarta Utara.

Kata Kunci:

Rawan air, indeks, Tingkat kerawanan air, Daerah perkotaan

ABSTRACT

Name : Trisunu Aji Ismail

Study Program: Environmental Engineering

Title : Formulation of Water Stress Index in Urban Area
(Case Study : Jakarta North)

Water stress issue have studied in many various forum, one of them is *UN World Summit On Sustainable Development* in Johannesburg 2002. That various events discuss the target and solution about water stress issue. Before giving solution for the problems of clean water in an area, required an index that depicting that area represent water stress or not. So we can know which area whose water stress or which must be given high priority. This index also give base consideration in intake a relevant policy. Core of this research is to formulate water stress index in urban area. The approach that used is quantitative approach, by studying literature, institution survey, field survey, and interview expert.

Based on the result in this research, there are 5 components and 12 indicators which influencing water stress in urban area. Pursuant to this index, the area that have high water stress level in North Jakarta are Tanjung Priok, Sunter Jaya and Kamal Muara Sub-District. And sub-district that have low water stress level are Sub-District Of Sukapura, West Kelapa Gading, and East Pademangan. While other sub-districts are moderate water stress level. The result of formulation this index can be evaluated and developed furthermore. So this index can be applied in other urban area besides North Jakarta.

Key Words:

Water stress, index, water stress level, urban area

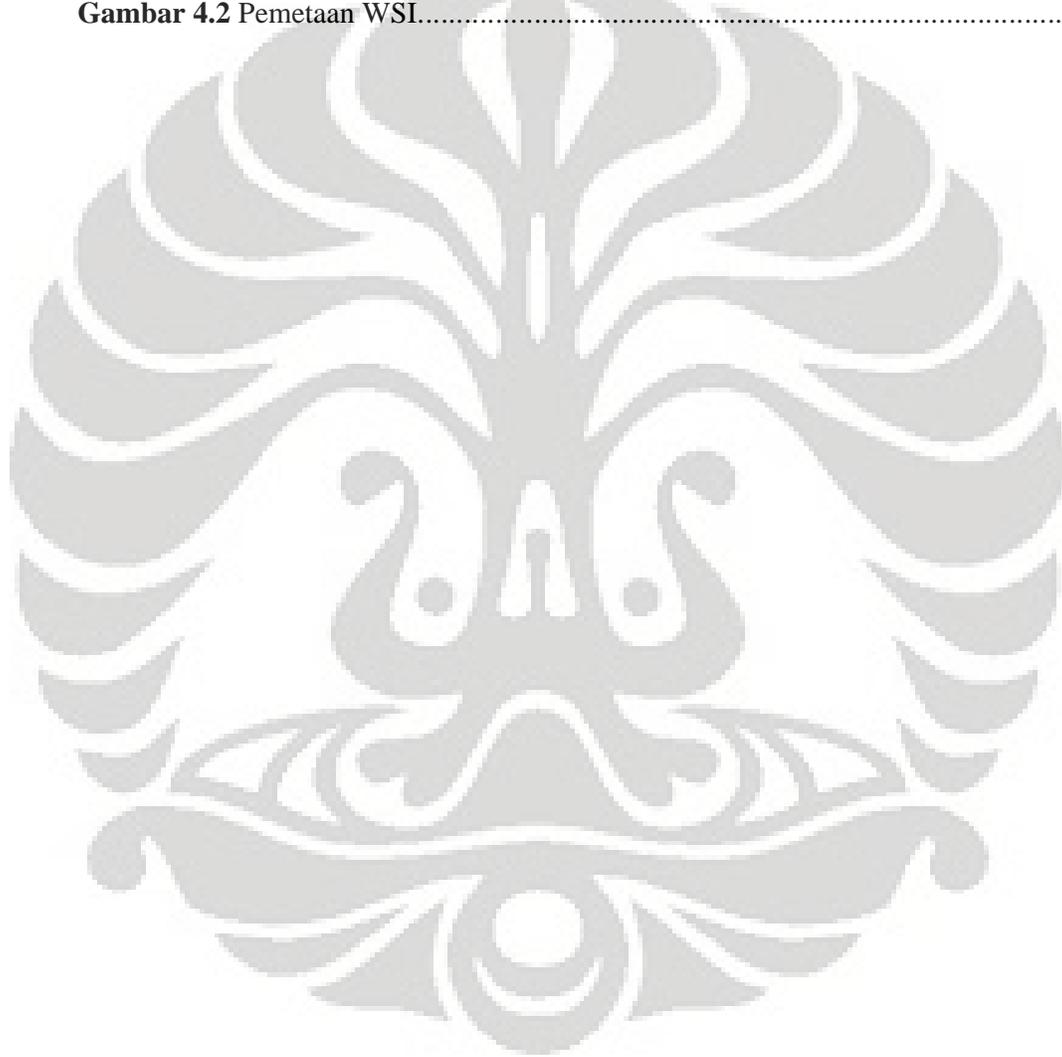
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
2. TINJAUAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Kerangka Teori.....	7
2.1.1 Pengertian <i>Water Stress</i>	7
2.1.2 Indikator dan Indeks.....	7
2.1.3 Pendekatan Perhitungan WSI.....	9
2.2 Kerangka Pemikiran.....	20
2.3 Hipotesa.....	24
3. METODE PENELITIAN	
3.1. Pendekatan Penelitian.....	25
3.2 Variabel Penelitian.....	26
3.3 Sampel dan Populasi.....	26
3.4 Data dan Analisis Data.....	28
3.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	31
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	32
4.1.1 Wilayah Administrasi dan Letak Geografis.....	32
4.1.2 Kependudukan.....	34
4.1.3 Topografi.....	35
4.1.4 Penggunaan Lahan.....	35
4.1.5 Iklim.....	35

4.1.6 Geologi	35
4.1.7 Tingkat Perekonomian.....	36
4.1.8 Transportasi	36
4.2 Pengembangan Indikator Water Stress Untuk Wilayah Jakarta Utara	36
4.2.1 Indikator Ketersediaan Air	37
4.2.2 Indikator Ketersediaan Pelayanan Air Minum Perpipaan	38
4.2.3 Indikator Kontinuitas Sumber Air.....	38
4.2.4 Indikator Kualitas Air Tanah	39
4.2.5 Indikator Kualitas Air Perpipaan	41
4.2.6 Indikator Banjir	42
4.2.7 Indikator Tata Guna Lahan	43
4.2.8 Indikator Ketersediaan Sarana Sanitasi Limbah Cair Domestik.....	44
4.2.9 Indikator Tingkat Kebutuhan Air Bersih.....	45
4.2.10 Indikator Pendidikan	46
4.2.11 Indikator Daya Beli Air Masyarakat	47
4.2.12 Indikator Tingkat Kepercayaan Masyarakat.....	48
4.3 Perhitungan Nilai Indikator <i>Water Stress</i>	50
4.3.1 Perhitungan Indikator Ketersediaan Air	50
4.3.2 Perhitungan Indikator Ketersediaan Pelayanan Air Minum Perpipaan	54
4.3.3 Perhitungan Indikator Kontinuitas Sumber Air	56
4.3.4 Perhitungan Indikator Kualitas Air Tanah.....	57
4.3.5 Perhitungan Indikator Kualitas Air Perpipaan.....	58
4.3.6 Perhitungan Indikator Banjir	60
4.3.7 Perhitungan Indikator Tata Guna Lahan	62
4.3.8 Perhitungan Indikator Ketersediaan Sarana Sanitasi Limbah Cair Domestik	63
4.3.9 Perhitungan Indikator Tingkat Kebutuhan Air Bersih	66
4.3.10 Perhitungan Indikator Pendidikan.....	69
4.3.11 Perhitungan Indikator Daya Beli Air Masyarakat.....	70
4.3.12 Perhitungan Indikator Tingkat Kepercayaan Masyarakat	75
4.4 Pengembangan dan Perhitungan <i>Water Stress Index (WSI)</i>	78
4.5 Pemetaan <i>Water Stress Index (WSI)</i> Di Jakarta Utara.....	80
4.5.1 Klasifikasi Tingkat Kerawanan Air (<i>Water Stress Level</i>).....	80
4.5.2 Pemetaan <i>Water Stress Index (WSI)</i>	81
5. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	82
5.2 Saran.....	83
DAFTAR REFERENSI	84

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ketersediaan Air di Beberapa Negara Menurut <i>Falkenmark</i>	11
Gambar 2.2 Komponen dan Variabel yang Mempengaruhi <i>Water Stress</i> di Jakarta Utara	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian <i>Water Stress</i>	25
Gambar 4.1 Wilayah Administrasi Jakarta Utara	32
Gambar 4.2 Pemetaan WSI.....	81



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kategori dan Indikator ESI	15
Tabel 2.2 Penjelasan Komponen-Komponen WPI	16
Tabel 2.3 Macam-macam Metode Perhitungan WSI.....	18
Tabel 3.1 Data dan Analisa Data Variabel <i>water stress</i>	29
Tabel 3.2 Jadwal Penelitian	31
Tabel 4.1 Luas Wilayah, Jumlah RW dan Jumlah RT di Kelurahan Jakarta Utara.....	33
Tabel 4.2 Demografi Penduduk Jakarta Utara.....	34
Tabel 4.3 Skor Kualitas Air PAM.....	42
Tabel 4.4 Debit Air Sungai di Jakarta Utara	50
Tabel 4.5 Debit Waduk di Jakarta Utara	51
Tabel 4.6 Debit Air dari Berbagai Sumber Air di Jakarta Utara	52
Tabel 4.7 Perhitungan Skor Indikator Ketersediaan Air Bersih	53
Tabel 4.8 Perhitungan Indikator Pelayanan Air PAM	55
Tabel 4.9 Perhitungan Indikator Kontinuitas Sumber Air	56
Tabel 4.10 Perhitungan Nilai Indikator Kualitas Air Tanah	58
Tabel 4.11 Perhitungan Nilai Indikator Kualitas Air Perpipaan.....	59
Tabel 4.12 Perhitungan Indikator Banjir.....	61
Tabel 4.13 Nilai Indikator Tata Guna Lahan.....	62
Tabel 4.14 Luas Area Pemakaian Teknologi Limbah Cair	64
Tabel 4.15 Perhitungan Nilai Indikator Ketersediaan Sarana Sanitasi Limbah Cair.....	65
Tabel 4.16 Kebutuhan Air Pelanggan dan Bukan Pelanggan.....	67
Tabel 4.17 Perhitungan Nilai Indikator Tingkat Komsumsi Air Bersih	68
Tabel 4.18 Perhitungan Skor Indikator Pendidikan	70
Tabel 4.19 Rata-rata Pendapatan dari Golongan Pelanggan	71
Tabel 4.20 Daya Beli Air Pelanggan PAM	72
Tabel 4.21 Daya Beli Air Bukan Pelanggan Air Perpipaan	73
Tabel 4.22 Perhitungan Indikator Daya Beli Air Masyarakat	74
Tabel 4.23 Persentase Pemakaian Air Minum Dalam Kemasan (AMDK).....	76
Tabel 4.24 Perhitungan Indikator Tingkat Kepercayaan Masyarakat.....	77
Tabel 4.25 Pembobotan Indikator <i>Water Stress</i>	78
Tabel 4.26 WSI Kelurahan-kelurahan di Jakarta Utara	79

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Perhitungan Standar Deviasi Sampel	86
Lampiran 2 Kuesioner Untuk Pembobotan <i>Water Stress Index</i> (WSI).....	88
Lampiran 3 Kuesioner Untuk Responden Bukan Pelanggan Air Perpipaan.....	89



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan manusia yang sangat vital dan ketersediaan air merupakan prasyarat kehidupan manusia. Kebutuhan air bersih terus bertambah seiring dengan meningkatnya populasi manusia. Tetapi peningkatan populasi tersebut, dapat mengakibatkan eksploitasi air yang makin tinggi. Selain itu, aktivitas manusia dapat meningkatkan potensi pencemaran sumber air bersih. Hal ini mengancam ketersediaan air bersih yang menjadikan kondisi tersebut mengalami kerawanan air.

Keberlanjutan air bersih saat ini juga terancam oleh isu perubahan iklim. Perubahan iklim merupakan faktor global yang mempengaruhi siklus hidrologi. Penelitian di Ceara, Brazil, dengan menggunakan tiga skenario perubahan iklim (ECHAM4, HADCM2 dan *Constant*), menunjukkan perubahan iklim telah mempengaruhi volume air pada reservoir (Krol dan Oel, 2003).

Isu kerawanan air sudah banyak dibahas dalam berbagai forum ilmiah baik skala regional, nasional, ataupun internasional. Salah satu pembahasan tentang isu kerawanan air adalah pada acara *UN World Summit On Sustainable Development* di Johannesburg pada September 2002. Salah satu hasil pertemuan tersebut yang penting adalah penegasan kembali *UN Millenium Development Goals* (MDGs), khususnya tujuan nomor 7 yaitu “Jaminan Keberlanjutan Lingkungan”, dimana salah satu indikatornya adalah target nomor 10 yaitu “Hanya setengah dari penduduk di dunia yang tidak mendapat akses air minum pada tahun 2015” (Sullivan, Meigh, Fediw, dkk, 2003) .

Target MDGs pada tahun 2015 di Indonesia adalah 90% penduduk Indonesia aman akses air bersih perpipaan dan non-perpipaan untuk meningkatkan derajat kesehatan manusia. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2005), penduduk yang mendapat akses air minum non-perpipaan terlindungi di Indonesia sebanyak 133,8 juta jiwa (61%). Sedangkan penduduk yang mendapatkan akses air minum non-perpipaan tidak terlindungi sebanyak 46,1 juta jiwa (21%). Dan penduduk yang mendapatkan akses air minum perpipaan di

perkotaan baru mencapai 31,2 juta jiwa (33% penduduk kota), dan di pedesaan sebanyak 8,3 juta jiwa (7% Penduduk desa) dengan kapasitas eksisting 98.000 l/detik (Hartono, Gusniani, Kristanto, 2009). Hal ini menunjukkan masih kurang dari 90% penduduk Indonesia yang mendapatkan akses terhadap air minum.

Menurut Undang-Undang No.7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air pasal 6; “Negara menjamin hak setiap orang untuk mendapatkan air bagi kebutuhan pokok minimal sehari-hari guna memenuhi kehidupannya yang sehat, bersih, dan produktif”. Dengan landasan hukum tersebut, yang merupakan pengganti UU No.11/1974 tentang Pengairan yang bersumber pada UUD 1945 pasal 33, sudah menjadi kewajiban pemerintah untuk menyediakan air bersih bagi masyarakat.

Jakarta Utara termasuk kota metropolitan yang memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.182.749 jiwa pada tahun 2009. Jakarta Utara memiliki tingkat kepadatan dan mobilitas yang tinggi dan merupakan kota jasa yang memanfaatkan peluang bisnis pemberdayaan pesisir pantai sebagai kawasan terbangun. Setiap tahunnya kota ini memiliki pertumbuhan penduduk yang tinggi karena bermigrasinya penduduk dari luar kota untuk memenuhi jumlah pekerja yang dibutuhkan di berbagai industri. Hal ini mengakibatkan meningkatnya kebutuhan penduduk seperti kebutuhan air bersih sebagai kebutuhan primer.

PDAM DKI Jakarta merupakan instansi pemerintah yang bertanggung jawab dalam hal penyediaan air di propinsi DKI Jakarta. Namun pihak PAM Jaya sendiri belum bisa melayani kebutuhan air tersebut karena cakupan layanan saat ini masih 64% untuk wilayah layanan PT. Aetra (Aetra, 2009) dan 63.93% untuk wilayah layanan Palyja (Palyja, 2009)

Laju konsumsi air bersih di DKI Jakarta sendiri melebihi laju penyediaan air yang bisa disediakan oleh pihak PDAM Jakarta (PAM Jaya). Kapasitas IPA (Instalasi Pengolahan Air) eksisting adalah 18.075 l/detik sedangkan kapasitas IPA nyata adalah 35.188 l/detik sehingga kekurangan pelayanan IPA sebesar 17.113 l/detik pada proyeksi tahun 2010. Kondisi ini mendorong masyarakat untuk mengeksploitasi air tanah sehingga berpotensi menurunkan muka air tanah di wilayah DKI Jakarta. Jika terus terjadi, maka akan mengakibatkan turunnya muka tanah (*land subsidence*) dan terjadi intrusi air asin (laut) pada air tanah di

wilayah pesisir, terutama pada musim kemarau (Sabar, 2009).

Ancaman keberlanjutan air di Jakarta disebabkan karena kuantitas air yang minim akibat adanya faktor regional yakni degradasi lahan di bagian hulu wilayah Bogor, Puncak, dan Cianjur (Bopunjur). Degradasi lahan tersebut menyebabkan terjadinya kondisi debit ekstrim di DAS Ciliwung yang mempengaruhi debit air baku untuk PAM Jaya (Sabar, 2009).

Rumitnya permasalahan penyediaan air di DKI Jakarta dikhawatirkan mengakibatkan terjadinya kerawanan air (*water stress*) di Jakarta utara. *Water stress* adalah kondisi dimana kebutuhan akan air melebihi ketersediaan air pada periode waktu tertentu. *Water stress area* dapat ditentukan dengan menggunakan *water stress index* (WSI). Dengan *water stress index* (WSI) memungkinkan untuk merangking suatu negara dan komunitas dalam kebijakan data fisik dan faktor sosio-ekonomi yang dihubungkan dengan kerawanan air.

Banyak negara yang mencari nilai WSI dengan tujuan tertentu. Sebagai contoh seperti di Australia menggunakan lembaga bantuan Australia yang bernama AUSAID untuk mengevaluasi kinerja sektor air di negara kepulauan pasifik. Contoh lain adalah di Ghana, dimana WSI digunakan sebagai kerangka dasar pengembangan lebih lanjut dari kerangka monitoring proyek CGIAR (*Consultative Group on International Agricultural Research*) dalam hal program pengembangan air dan makanan (OCWR, 2007). Namun secara umum tujuan dari *water stress index* (WSI) adalah sebagai bahan pertimbangan pengambilan kebijakan dalam lingkup pengawasan kinerja sektor terkait dan prioritas pengembangan sumber daya air di sebuah wilayah.

Berdasarkan hasil perhitungan *Relative Water Stress Index* (RWSI), Indonesia merupakan daerah yang tidak dalam kondisi *water stress*. Penelitian tersebut bersifat global dengan ruang lingkup negara sebagai batasannya. Namun, penelitian tersebut hanya menghitung ketersediaan air saja. Indonesia memang memiliki ketersediaan air yang mencukupi, tetapi secara kualitas belum tentu layak menjadi air bersih, terutama di daerah Jakarta yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi. Oleh karena itu, dengan adanya pengukuran *water stress index* (WSI), maka dapat diketahui daerah mana saja yang memiliki kondisi *water*

stress. Sehingga dapat diketahui daerah mana saja yang diprioritaskan untuk pembangunan akses air bersih.

1.2. Perumusan Masalah

Lokasi perhitungan *water stress index* (WSI) yang dilakukan pada penelitian ini adalah di Jakarta Utara. Hal ini dikarenakan Jakarta Utara merupakan daerah yang paling banyak memiliki masalah terkait dengan penyediaan air bersih dibandingkan dengan daerah Jakarta lainnya. Permasalahan ini timbul karena sumber air bersih yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari sangatlah terbatas.

Baru sebagian kecil masyarakat Jakarta Utara yang mendapatkan akses air perpipaan, bahkan masih ada kelurahan yang belum ada jaringan air perpipaannya. Daerah Jakarta Utara merupakan daerah yang memiliki tingkat kemiskinan mencapai 44.000 KK, sehingga pengembangan jaringan di Jakarta Utara tidak menjadi prioritas karena tidak menguntungkan operator dari segi finansial. Selain itu Jakarta Utara merupakan kotamadya yang memiliki tingkat sensitifitas warga yang tinggi, sehingga seringkali timbulnya konflik sosial. Hal ini mengakibatkan banyak warga yang menyadap air perpipaan yang menjadikan Jakarta Utara memiliki tingkat kebocoran peling tinggi dibandingkan daerah Jakarta lainnya.

Walaupun tempat bermuaranya 13 sungai, namun sumber air permukaannya tidak dapat dipakai karena kualitas yang tidak layak pakai. Sumber air tanahnya pun terancam intrusi air laut karena daerah pesisir pantai, sehingga sumber air tanah tidak bisa menjadi pilihan sumber air bersih karena rasanya payau atau asin.

Dengan demikian dengan berbagai permasalahan tersebut, penelitian indeks kerawanan air bersih perlu dilakukan di Jakarta Utara. Sehingga dapat diketahui daerah mana saja yang rawan air dan dapat menjadi bahan pertimbangan oleh PAM Jaya untuk mengatasi permasalahan kerawanan air bersih yang ada di Jakarta Utara.

Banyak penelitian tentang *water stress* di berbagai negara atau wilayah karena *water stress* sendiri menjadi ukuran kesejahteraan masyarakat yang ada

disana. Yang jadi permasalahannya adalah komponen-komponen yang dipakai sebagai pendekatan menentukan *water stress* di tiap-tiap negara berbeda-beda karena memiliki kondisi eksisting yang berbeda pula.

Berdasarkan uraian diatas, maka pertanyaan yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi *water stress* di wilayah Jakarta Utara?
2. Bagaimana kriteria penentuan *water stress*?
3. Wilayah mana saja di Jakarta Utara yang masuk kriteria *water stress*?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi *water stress* di wilayah Jakarta Utara.
2. Menentukan kriteria *water stress* di Jakarta Utara.
3. Mengetahui wilayah mana saja di Jakarta Utara yang termasuk dalam kriteria *water stress*.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Untuk Peneliti

Untuk memenuhi Tugas Akhir sebagai persyaratan lulus di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Indonesia. Selain itu, penelitian ini juga bermanfaat untuk menambah wawasan dan pengalaman di bidang air bersih terutama permasalahan *water stress*.

2. Untuk Pihak Kampus (Universitas Indonesia)

Menambah literatur ilmu pengetahuan di Universitas Indonesia khususnya di Program Studi Teknik Lingkungan.

3. Untuk Pihak lain

Bagi instansi yang bergerak di bidang air bersih untuk wilayah Jakarta Utara, dapat bermanfaat untuk mengevaluasi kinerja dan juga sebagai pertimbangan prioritas perluasan area pelayanan. Sedangkan bagi peneliti lain dapat dijadikan referensi untuk penelitian lainnya yang berhubungan dengan pengembangan *water stress* di daerah perkotaan.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan perumusan *water stress index* yang dapat diaplikasikan di daerah perkotaan. Selain itu, untuk melihat tingkat *water stress* pada masing-masing wilayah yang telah ditentukan di Jakarta Utara yang kemudian akan dipetakan. Batasan dalam penelitian ini adalah :

- *Water stress* adalah istilah kerawanan air yang digunakan di dalam penelitian.
- Wilayah studi adalah Jakarta Utara dengan batas-batas administrasinya sebagai batas penelitian.
- Isu *Global Warming* tidak dimasukkan di dalam komponen dan indikator *water stress*.
- Kondisi *water stress* akan dikaji di tingkat kelurahan sebagai unit/satuan (wilayah) terkecil.
- Pemetaan dilakukan berdasarkan kondisi *water stress* pada tingkat kelurahan.
- Konsumsi air untuk irigasi dan industri tidak dimasukkan di dalam perhitungan indikator *water stress*.

BAB 2

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1 Kerangka Teori

2.1.1 Pengertian *Water Stress*

Water stress adalah kondisi dimana jumlah kebutuhan air bersih (*demand*) lebih besar daripada jumlah air yang dapat disediakan (*supply*) pada waktu tertentu. Ada banyak istilah untuk indikator kerawanan air seperti *water poverty index (WPI)*, *water stress index (WSI)*, *relative water stress index (RWSI)*, dan lain sebagainya. Pada penelitian ini, istilah kelangkaan air yang dipakai adalah *Water Stress* dan istilah indeks yang dipakai adalah *water stress index (WSI)*.

Manfaat dari *water stress index (WSI)* adalah untuk menggambarkan suatu ukuran berbagai intradisiplin yang berhubungan antara kesejahteraan rumah tangga dan ketersediaan air. Indeks ini dapat dipakai untuk merangking negara atau komunitas yang berguna dalam pengambilan kebijakan pemerintah yang mempertimbangkan faktor sosial-ekonomi yang berhubungan dengan kelangkaan air. Indeks ini dapat membantu pemerintah dan organisasi internasional terkait untuk memonitor faktor sumber daya yang tersedia dan sosial-ekonomi yang berdampak pada akses dan penggunaan sumber daya tersebut (Lawrence, Meigh., Sullivan, 2002).

2.1.2 Indikator dan Indeks

Penggunaan indeks sebagai alat kebijakan dimulai pada tahun 1920an (Sullivan, 2002). Indeks adalah ukuran kuantitas yang relatif terhadap waktu tertentu. Indeks adalah konsep statistik, menyediakan cara tidak langsung pengukuran kuantitas atau status secara efektif dengan mempertimbangkan perbandingan dari waktu ke waktu. Hal yang penting dalam membuat indeks adalah :

1. Pemilihan komponen dan indikator
2. Sumber data
3. Pemilihan rumus
4. Pemilihan periode dasar (waktu)

Terlepas dari permasalahan empiris, persoalan utama dalam indeks adalah mengkuantitaskan sesuatu yang tidak bisa diukur secara langsung. Misalnya bagaimana kelangkaan air di dalam suatu rumah tangga. Selain itu untuk mengukur perubahan, seperti pengaruh dari pertumbuhan ekonomi dari waktu ke waktu. Tujuan dari *water stress index* sesuai dengan konsep indeks, yakni untuk mengukur sesuatu secara tidak langsung yang terdiri dari komponen yang digambarkan.

Indeks air menunjukkan ketersediaan air dan kualitas, sedangkan indikator pada kemiskinan bergantung pada variabel sosial dan ekonomi. Hampir 50 indikator tentang pengembangan yang berkelanjutan sudah diidentifikasi, dan hampir seluruhnya telah diaplikasikan.

Sudah banyak metode yang dilakukan untuk mengembangkan indikator. Dengan literatur dan proses konsultasi, penelitian dari berbagai pendekatan tersebut dapat diuji. Dengan metode tersebut indeks yang paling sesuai dan efektif untuk menilai hubungan antara air dan kemiskinan dapat dikembangkan, dalam batasan ilmu pengetahuan yang telah ada.

a. Kemampuan diterima (*relevansi*)

Salah satu atribut yang paling utama dari manajemen dan perangkat kebijakan adalah kemampuan untuk diterima (*relevansi*). Dalam alat bantu manapun seperti *water stress index*, sangat penting untuk dapat diterima dan hal ini menjadi penting untuk dikembangkan sesuai dengan penggunaannya. Sampai saat ini, konsultasi merupakan aspek penting yang harus dilakukan, bukan hanya berkaitan dengan siapa akan berkonsultasi, tetapi juga berkaitan dengan jenis orang atau organisasi yang terlibat dalam proses konseptualisasi.

b. Permasalahan pada skala

Permasalahan skala adalah permasalahan utama, penentuan *up-scaling* dan *down-scaling* dapat menjadi permasalahan yang serius. Dalam hubungan pengembangan *water stress index* secara khusus, pertimbangan diperlukan untuk pemecahan permasalahan tentang seberapa jauh informasi fisik dan sosioekonomi dapat dinyatakan pada skala dengan perbandingan tertentu agar menjadi alat manajemen yang berguna.

Tingkat keakuratan indeks bergantung pada range skala yang diaplikasikan untuk tujuan kebijakan. Sasaran kebijakan akan menentukan hasil skala yang paling sesuai dan relevan. Di dalam masyarakat dan rumah tangga manapun, variasi akses dan ketersediaan sumber air akan terjadi, tetapi indeks ini dapat tidak akurat karena skala yang tidak sesuai.

Ada masyarakat atau rumah tangga yang masuk jaringan distribusi air, tetapi secara ekonomi tidak bisa mendapatkan air karena daya beli air yang tidak mencukupi. Sehingga perlu dibuatnya indeks yang diurai pada variabel indikator seperti perhitungan persentase populasi dengan akses air bersih dan sanitasi.

Indeks pada level nasional mungkin tidak berpengaruh pada variasi akses air bersih, dan pada level regional mungkin akan ada perbedaan antara pedesaan dan kota. Salah satu cara untuk menunjukkan hal ini adalah dengan menggunakan *georeferenced dataset* dengan memakai informasi dari beberapa tempat untuk dihubungkan tipe data satu dengan lainnya. Hal ini berarti untuk titik manapun pada belahan bumi (dikenali acuannya), detail dan keakuratan data ilmu sosial dan fisik dapat dihubungkan secara terintegrasi. Di dalam kerangka seperti itu, hal ini menjadi mungkin untuk menghasilkan ukuran yang mencerminkan derajat kelangkaan air yang dirasakan oleh masyarakat lokal, dimana pada waktu yang sama dapat menyediakan alat yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan manajemen air dalam lingkup regional dan nasional.

2.1.3 Pendekatan Perhitungan WSI

Ada beberapa cara penentuan indeks kerawanan air (*water stress index*) yang dikembangkan oleh para ahli. Berikut adalah beberapa metode yang digunakan untuk menghitung *water stress index* (WSI):

1. *Falkenmark Water Stress Indicator*

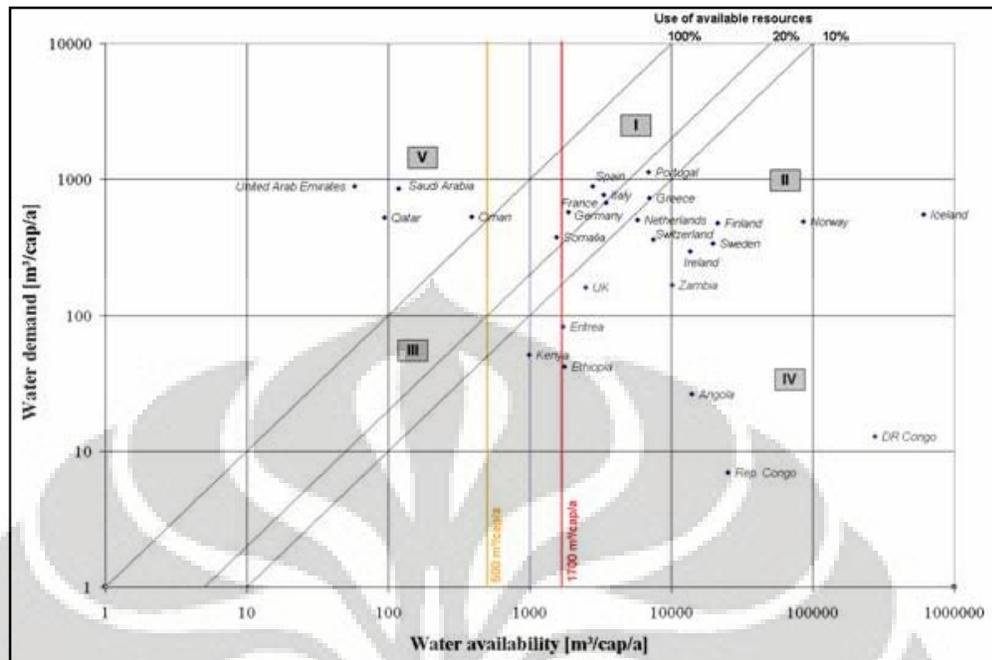
Falkenmark water stress indicator dikembangkan oleh peneliti dari Swedia yang bernama Falkenmark pada tahun 1989 (<http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010). Indikator ini paling sering digunakan untuk menggambarkan ketersediaan air di suatu negara. Awalnya indikator

didasarkan pada penilaian satuan debit yakni 1 juta m³ yang dapat melayani kebutuhan bersih 2.000 orang di dalam suatu masyarakat dengan kondisi perkembangan ekonomi yang tinggi. Lokasi indeks ini berada di Israel, yang kemudian dipakai sebagai acuan sebagai perhitungan total sumber daya air yang dapat diperbaharui perkapita.

Ketersediaan air lebih dari 1.700 m³/kapita/tahun digambarkan sebagai ambang batas di atas kekurangan air yang hanya bersifat *irregular* dan *locally*. Di bawah tingkatan ini, kelangkaan air akan muncul. Di bawah 1.700 m³/kapita/tahun akan terjadi kelangkaan air tetap, dan di bawah 1.000 m³/kapita/tahun kelangkaan air adalah sebuah batas untuk perkembangan ekonomi dan kesehatan manusia. Sedangkan jika dibawah 500 m³/kapita/tahun, maka ketersediaan air merupakan batas utama kehidupan.

Walaupun indikator ini diterima secara umum, namun indikator ini mempunyai banyak kekurangan. Kekurangan yang paling utama adalah hanya air permukaan dan air tanah yang dapat diperbaharui saja dalam suatu negara yang diamati. Lebih dari itu, ketersediaan air per orang dihitung sebagai rata-rata dari skala waktu yang sementara dan skala ruang tertentu saja. Dengan demikian mengabaikan kekurangan air pada musim kemarau atau di daerah tertentu saja di dalam suatu negara.

Selain itu, indikator ini tidak mempertimbangkan kualitas air sama sekali dalam perhitungan dan juga indikator ini tidak memberikan informasi tentang suatu kemampuan negara untuk menggunakan sumberdaya airnya. Walaupun dalam suatu negara mempunyai air yang cukup menurut indikator *Falkenmark*, sumber air tersebut memungkinkan tidak bisa digunakan karena tercemar atau akses yang terbatas untuk dipakai. Nilai ketersediaan air dan kebutuhan air untuk beberapa negara digambarkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.1 Gambar Ketersediaan Air di Beberapa Negara Berdasarkan *Falkenmark*

Sumber : <http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010

2. Dry season flow by river basin

Indikator ini dikembangkan oleh *World Resources Institute* (WRI) sebagai bagian dari *Pilot Analysis of Global Ecosystems* (PAGE) untuk menggambarkan kondisi air pada suatu daerah sungai (<http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010).

Indikator ini mempertimbangkan variabel ketersediaan air sementara seperti pada wilayah yang memiliki musim hujan dan kering. Batas air musim kemarau adalah kurang dari 2% dari rata-rata aliran sungai yang tersedia pada 4 bulan paling kering pada satu tahun.

Indikator ini dihitung dengan pembagian antara volume aliran sungai sepanjang musim kemarau, yaitu sepanjang 4 bulan berturut-turut dengan kumulatif aliran sungai yang paling rendah, dengan populasinya. Berdasarkan definisi *Falkenmark*, suatu basin dikatakan *water stress* jika kurang dari 1.700 m³/tahun/orang, dan jika diantara 1.700 m³/tahun/orang dengan 4.000 m³/tahun/orang diindikasikan persediaan airnya cukup.

Indikator ini tidak menampilkan seluruh gambaran kondisi sumber air, karena hanya menggambarkan ketersediaan air saja. Tetapi, indikator ini

mempertimbangkan variabel ketersediaan air sementara yang merupakan bagian dari *water stress index* yang begitu rumit.

3. *Water Availability Index (WAI)*

Meigh et al (1999) menggunakan *Global Water Availability Assessment (GWAVA)* sebagai model variabilitas ketersediaan air sementara dalam perhitungan. Indeks meliputi air permukaan seperti halnya air tanah, dan membandingkan total jumlah sumberdaya air dengan kebutuhan dari semua sektor seperti domestik, industri dan pertanian (<http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010).

Pada bulan yang memiliki defisit maksimum atau surplus minimum berturut-turut bersifat penentu indeks. Umumnya indeks memiliki range -1 sampai +1. Jika indeks adalah 0, maka ketersediaan dan kebutuhan air adalah sama.

$$WAI = \frac{R + G - D}{R + G + D} \quad (2.1)$$

Keterangan :

R = *Surface runoff* (Debit sungai pertahunnya)

G = Sumber air tanah

D = Jumlah kebutuhan air semua sektor

Ketersediaan air permukaan dihitung sebagai 90% aliran sungai. Ketersediaan air tanah dihitung sebagai potensi siklus ketersediaan yang dihitung dari neraca air permukaan bulanan yang setimbang, atau sebagai potensi aquifer dan gambaran lain yang lebih mudah yang dipertimbangkan pada perhitungan tersebut.

4. *Basic Human Needs Index*

Gleick (1996) mengukur jumlah air yang dibutuhkan untuk kebutuhan utama atau *Basic Human Needs*, seperti untuk minum, memasak, mandi, sanitasi dan kesehatan adalah 50 L/orang/hari (<http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010). Menurut definisi ini, diperkirakan banyak negara yang memiliki jumlah rata-rata kebutuhan domestik di bawah ambang batas dari indeks yang telah dibuatnya.

Indikator ini hanya dihitung pada level negara sedemikian rupa sehingga kelangkaan air regional tidaklah digambarkan. Selain itu, kualitas dan kebutuhan air dari sektor lain seperti industri, pertanian, atau kebutuhan alami tidak dimasukkan sama sekali dalam pendekatan ini.

5. *Index of Water Scarcity*

Index of Water Scarcity adalah indeks yang mengkombinasikan informasi tentang keabstrakan air dengan ketersediaan air (<http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010). Indeks ini digambarkan oleh intensitas penggunaan sumber daya air, yaitu air tawar sebagai persentase dari total sumber daya air yang dapat diperbaharui atau sebagai persentase sumber daya internal.

Pada tahun 1998, Heap menambahkan variabel sumber air yang terdesalinasi pada indikator ini. Bagian desalinasi penggunaan air merupakan bagian yang tidak penting pada skala global, tetapi hal ini menjadi sangat penting di beberapa wilayah. Wilayah tersebut seperti di United Emirat Arab dimana air desalinasi mencapai 18% tiap tahunnya. Indikator ini digambarkan sebagai rasio.

$$Rws = \frac{W - S}{Q} \quad (2.2)$$

Dimana :

Rws = *Water Scarcity Indeks*

W = abstrak air tahunan

S = Sumber daya air yang terdesalinasi

Q = Persediaan air tahunan yang dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini

$$Q = R + \alpha \sum Dup \quad (2.3)$$

Dimana :

R = Sumber daya air internal dalam negeri

Dup = Jumlah sumber daya air eksternal

α = Rasio sumber daya air eksternal yang dapat digunakan

Faktor α dipengaruhi oleh kualitas batas lintas air, konsumsi sumber daya air riil yang ada di daerah hulu, dan kemampuan mengakses air. Tetapi indikator ini memiliki kekurangan yang sama yakni mengabaikan waktu dan variasi ruang seperti data kualitas air. Klasifikasi indeks ini adalah sebagai berikut.

$RWS < 0.1$	Tidak terjadi <i>water stress</i>
$0.1 < RWS < 0.2$	Tingkat <i>water stress</i> rendah
$0.2 < RWS < 0.4$	Tingkat <i>water stress</i> menengah
$RWS > 0.4$	Tingkat <i>water stress</i> tinggi

6. *Vulnerability of Water System*

Pada tahun 1990, Gleick mengembangkan indeks ini untuk Daerah Aliran Sungai di Amerika Serikat sebagai bagian dari suatu penilaian dampak perubahan iklim untuk sumber daya air dan sistem penyediaan air (<http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010).

Hal ini menguraikan kesensitifan sistem sumber daya air berdasarkan 5 kriteria dan kesesuaian ambang batasnya. Pendekatan ini ditekankan pada sektor DAS yang terancam kekurangan air, antara lain :

- Hubungan volume sumber air terhadap total sumber daya air yang dapat diperbaharui.

Suatu basin dikatakan *vulnerable* jika kapasitas penampungannya kurang dari 60% dari total sumber daya air yang dapat diperbaharui.

- Hubungan Konsumsi air bersih dengan total sumber air yang dapat diperbaharui.

Ambang batas rasio *vulnerability* adalah 0.2.

- Hubungan proporsi *hydroelectricity* dengan total listrik.

Jika bagian dari *hydroelectricity* lebih dari 25%, maka daerah tersebut termasuk *vulnerable*.

- Hubungan kelebihan air tanah dengan total pengaliran air tanah.

Daerah dengan suatu perbandingan di atas 0.25 digolongkan kedalam *vulnerable*.

- Variabilitas pengaliran.

Indikator ini dihitung dengan membagi kelebihan aliran sungai tahunan yang melewati 5% dengan waktu berdasarkan kuantitas dengan kuantitas kelebihan 95% berdasar waktu. Rasio yang rendah menandai adanya variabilitas rendah dan oleh karenanya beresiko rendah terkena banjir dan kekeringan. Suatu nilai variabilitas diatas 3 menandai *vulnerability* pada aspek ini.

7. *Environmental Sustainability Index* (ESI)

Tabel 2.1 Kategori dan Indikator ESI

Kategori	Indikator
Eksplorasi Sumber	<ul style="list-style-type: none"> • Konsumsi air bersih • Input fosfat pada lahan pertanian
Penyebaran senyawa berbahaya dan beracun	<ul style="list-style-type: none"> • Indeks emisi logam berat pada air • Emisi persistent organic pollutants (POPs) • Penggunaan bahan kimia berbahaya dan beracun
Pencemaran air	<ul style="list-style-type: none"> • Emisi nutrient oleh rumah tangga • Emisi nutrient oleh industri • Penggunaan pestisida per hektar pada utilitas area pertanian • Penggunaan kuantitas nitrogen per hektar pada utilitas area pertanian • Emisi senyawa organik pada rumah tangga • Emisi senyawa organik pada industri
Permasalahan lingkungan daerah urban	<ul style="list-style-type: none"> • Ada tidaknya pengolahan limbah cair (urban)
Lingkungan kelautan dan pesisir pantai	<ul style="list-style-type: none"> • Intensitas turis

Sumber : <http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010

8. Water Poverty Index

Water Poverty Index (WPI) (Sullivan, 2002) dikembangkan oleh *Centre for Ecology and Hydrology* (CEH) di Wallingford yang telah dibahas secara intensif. Indeks ini menunjukkan hubungan antara masalah kelangkaan air dan aspek sosial ekonomi. Indeks ini menggolongkan kelangkaan air berdasarkan 5 komponen, yakni :

- Sumber daya air
- Akses
- Penggunaan
- Kapasitas
- Lingkungan

Masing-masing komponen ini dibagi menjadi 2 sampai 5 indikator yang mempunyai skala 0 sampai 1.

Dalam permasalahan persamaan pembobotan, subindeks dan nilai komponen dihitung sebagai rata-rata sesuai dengan indikator, dan nilai ini dikalikan 20. Keseluruhan indeks dihasilkan dari penjumlahan nilai komponen sehingga nilai tersebut mempunyai range 0 sampai 100. Nilai 100 hanya dimungkinkan pada suatu wilayah dengan memiliki nilai kelima komponen yang terbaik.

Tabel 2.2 Penjelasan Komponen-Komponen WPI

Komponen	Sub-indeks	Indikator	Unit
Sumber Daya Air	n/a	<ul style="list-style-type: none"> • Sumber Daya Air internal • Sumber daya air external 	<ul style="list-style-type: none"> • km³/cap/tahun • km³/cap/tahun
Akses	n/a	<ul style="list-style-type: none"> • Akses air bersih • Akses sanitasi • Akses irigasi 	<ul style="list-style-type: none"> • % • % • %
Kapasitas	n/a	<ul style="list-style-type: none"> • GDP per capita • Under 5 mortality rate • UNDP education indeks • Gini coefficient 	<ul style="list-style-type: none"> • US\$ • Per 1000 kelahiran • - • -

Sumber : <http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010

Tabel 2.2 Penjelasan Komponen-Komponen WPI (Lanjutan)

Kebutuhan air bersih	n/a	<ul style="list-style-type: none"> • Kebutuhan domestik • Kebutuhan industri (sebagai proporsi GDP diperoleh dari industri/ proporsi penggunaan air oleh industri) • Kebutuhan pertanian (sebagai proporsi GDP diperoleh dari pertanian/ proporsi penggunaan air oleh pertanian) 	<ul style="list-style-type: none"> • l/cap/day • - • -
Lingkungan	Kualitas air	<ul style="list-style-type: none"> • DO • Phospor • SS • Electrical conductivity 	<ul style="list-style-type: none"> • Mg/l • Mg/l • Mg/l • mS/cm
	<i>Water stress</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan pupuk • Penggunaan pestisida • Polutan organik dari industri • % wilayah negara yang mengalami kelangkaan air (menurut definisi ESI) 	<ul style="list-style-type: none"> • 100 g • Kg • ton/km³ • %
	Peraturan dan manajemen kapasitas	<ul style="list-style-type: none"> • Kebijakan lingkungan yang harus dipatuhi • Kebijakan lingkungan yang diperbaharui • Lahan yang dilindungi • Jumlah sector petunjuk EIA 	<ul style="list-style-type: none"> • - • - • % • -
	Kapasitas Informasional	<ul style="list-style-type: none"> • Tersedianya keberlanjutan perkembangan informasi pada tingkat nasional, lingkungan yang strategis dan action plan • % variabel ESI yang hilang dari data masyarakat global 	<ul style="list-style-type: none"> • - • %
	Biodiversitas	<ul style="list-style-type: none"> • % terancamnya mamalia • % terancamnya burung 	<ul style="list-style-type: none"> • % • %

Sumber : <http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010

Berikut adalah ringkasan dari indeks yang telah ada, beserta dengan skala penggunaannya.

Tabel 2.3 Macam-macam Metode Perhitungan WSI

Indikator / indeks	Referensi	Skala Ruang	Kebutuhan Data
Akses untuk air minum dan pelayanan sanitasi	WHO, 2000	Negara	<ul style="list-style-type: none"> • Persentase populasi dengan akses air minum • Persentase populasi dengan pelayanan sanitasi
<i>Falkenmark Water stress Indeks</i>	Falkenmark, 1989	Negara	<ul style="list-style-type: none"> • Total jumlah sumber air bersih yang dapat diperbaharui • Populasi
<i>Dry season flow by river basin</i>	WRI, 2000	DAS	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Time series</i> dari aliran sungai (data bulanan) • Populasi
<i>Basic Human Needs Index</i>	Gleick, 1996	Negara	<ul style="list-style-type: none"> • Kebutuhan air domestik per kapita
<i>Indicator of water scarcity</i>	OECD, 2001	Negara, wilayah	<ul style="list-style-type: none"> • Pemakaian tahunan air bersih • Total sumber air bersih yang dapat diperbaharui
<i>Water availability indeks (WAI)</i>	Meigh et al., 1999	Wilayah	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Time series</i> dari aliran sungai (bulanan) • <i>Time series</i> dari sumber air tanah (bulanan) • Kebutuhan air domestik, pertanian dan industri
<i>Vulnerability of Water Systems</i>	Gleick, 1990	DAS (Daerah aliran sungai)	<ul style="list-style-type: none"> • Volume tampungan (bendungan) • Total sumber daya air yang dapat diperbaharui • konsumsi air bersih • Proporsi hydroelectricity dengan total listrik • Pengaliran air tanah • Sumber air tanah • <i>Time series</i> aliran sungai

Sumber : <http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010

Tabel 2.3 Macam-macam Metode Perhitungan WSI (Lanjutan)

Indikator / indeks	Referensi	Skala Ruang	Kebutuhan Data
<i>Water resources Vulnerability Index (WRVI)</i>	Raskin, 1997	Negara	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaliran air tahunan • Total sumber air bersih yang dapat diperbaharui • GDP per kapita • Volume penampung reservoir nasional • <i>Time series</i> dari hujan • Persentase sumber air external
<i>Indicator of Relative Water Scarcity</i>	Seckler et al., 1998	Negara	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaliran air pada tahun 1990 • Pengaliran air pada tahun 2025
<i>Index of Watershed Indicators (IWI)</i>	EPA, 2002	DAS	<ul style="list-style-type: none"> • 15 kondisi dan indikator <i>vulnerability</i>
<i>Water Poverty Index (WPI)</i>	Sullivan, 2002	Negara, wilayah	<ul style="list-style-type: none"> • Sumber daya air internal yang dapat diperbaharui • Sumber daya air eksternal yang dapat diperbaharui • Akses terhadap air bersih, akses sanitasi, lahan butuh pengairan, total lahan untuk ditanami, total luas area • GDP perkapita • <i>Under 5 mortality rate</i> • UNDP <i>education index</i> • <i>Gini coefficient</i> • Kebutuhan domestik perkapita • GDP per sector • Variabel kualitas air, penggunaan perstisida • Data Lingkungan (ESI)

Sumber : <http://environ.chemeng.ntua.gr>, 2010

2.2 Kerangka Pemikiran

Water stress index (WSI) merupakan pengukuran indeks yang dipakai pada suatu wilayah dan waktu tertentu. Sehingga metode yang digunakan untuk menentukan *water stress index* (WSI) akan berbeda-beda pada setiap wilayah. Berbagai negara memiliki metode yang berbeda-beda seperti di Peru yang menggunakan metode 5 komponen (Garrega dan Foguet, 2007) dengan permodelan Pressure-State-Response (OECD, 1993). Sedangkan di Ceara, Brazil memakai komponen “*Climate Change*” untuk menentukan volume air dalam lingkup *water stress* (Krol dan Oel, 2003).

Perbedaan wilayah tersebut mempengaruhi komponen dan metode yang digunakan dalam pendekatan penentuan *water stress index* (WSI). Tahapan design *water stress index* (WSI) adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan komponen *water stress*

Memilih komponen-komponen yang menjadi sebab *water stress*. Komponen-komponen tersebut harus tepat digunakan di Jakarta Utara dengan pendekatan literatur dan diskusi dengan ahli.

2. Pemilihan indikator *water stress*

Indikator tersebut merupakan detail dari komponen. Setelah menentukan indikator, dilakukan dengan pendekatan pembobotan (*scoring*) pada setiap indikator untuk menentukan *water stress index*.

3. Menentukan skala

Jika pada Sullivan (2002) semua komponen diberi pembobotan yang sama yakni 20 sehingga memiliki nilai maksimum 100, pada penelitian ini hanya diberikan nilai indikator maksimum 20. Lalu dilakukan penyekalaan yang dikalikan dengan bobot masing-masing indikator. Skala tersebut dibutuhkan karena masing-masing indikator belum tentu mempunyai nilai pengaruh yang sama terhadap *water stress*. Jadi nilai akhir indeks adalah pembobotan dari hasil perkalian tersebut.

4. Mengklasifikasikan tingkat kerawanan air (*water stress level*)

Pengklasifikasian dilakukan dengan cara mengelompokkan hasil indeks dari daerah yang diteliti menjadi beberapa kelompok sehingga memudahkan gambaran tingkat kerawanan airnya.

Penelitian ini dilakukan untuk mengubah data kualitatif menjadi data kuantitatif. Untuk itu diperlukan indeks yang menjadi sebuah nilai pada suatu ruang dan waktu tertentu.

Yang jadi permasalahan adalah penentuan komponen yang terkait dengan objek (ruang dan waktu) yang akan diteliti. Untuk menentukan komponen-komponen yang berhubungan dengan *water stress* perlu diketahui dahulu kondisi eksisting yang ada di wilayah yang akan ditinjau. Seperti di Afrika selatan, parameter jarak akses untuk mengambil air bersih dimasukkan dalam komponen *water stress index* (WSI). Hal ini berbeda dengan kondisi di Jakarta Utara karena kondisi geografis dan demografi yang berbeda.

Berdasarkan studi literatur, komponen yang telah ditetapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sumber Air Bersih

Sumber air adalah sumber daya alam yang dapat diperbaharui melalui siklus hidrologi, tergantung oleh iklim (subtropis/tropis) dipengaruhi faktor kosmik, regional dan lokal membentuk *rezim hidrologi* dimana komponennya (P,Q) berkarakter variabel acak dan stokastik dan pengaliran air menuju laut merupakan fenomena deterministic (Arwin, 2009).

Sumber air bersih dibagi menjadi air permukaan (sungai, danau/waduk), air tanah dan air hujan. Setiap sumber air bersih memiliki karakteristik kualitas air yang berbeda-beda. Sedangkan di daerah urban seperti Jakarta Utara, air distribusi perpipaan/PAM merupakan salah satu alternatif air bersih. Indikator pada komponen ini adalah indikator ketersediaan air, indikator ketersediaan pelayanan air minum perpipaan, dan indikator kontinuitas sumber air

2. Kondisi Ekosistem (Lingkungan)

Menurut UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, ekosistem adalah tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup. Dalam hubungannya dengan *water stress*, ekosistem dititikberatkan pada ruang lingkup kualitas air yang berasal dari sumber alami.

Kualitas air tersebut dipengaruhi oleh limbah dari hasil kegiatan manusia yang dibuang di sumber air tersebut. Jika masyarakat sekitar menggunakan sumber air alami sebagai sumber konsumsi air bersihnya, maka kualitas air mempengaruhi pertimbangan penggunaan air oleh masyarakat yang dapat mempengaruhi *water stress*. Air tanah merupakan pemilihan sumber air bersih di Jakarta Utara. Indikator pada komponen ini adalah indikator kualitas air tanah, kualitas air perpipaan, banjir, dan tata guna lahan.

3. Kondisi Ketersediaan Infrastruktur dan Sanitasi

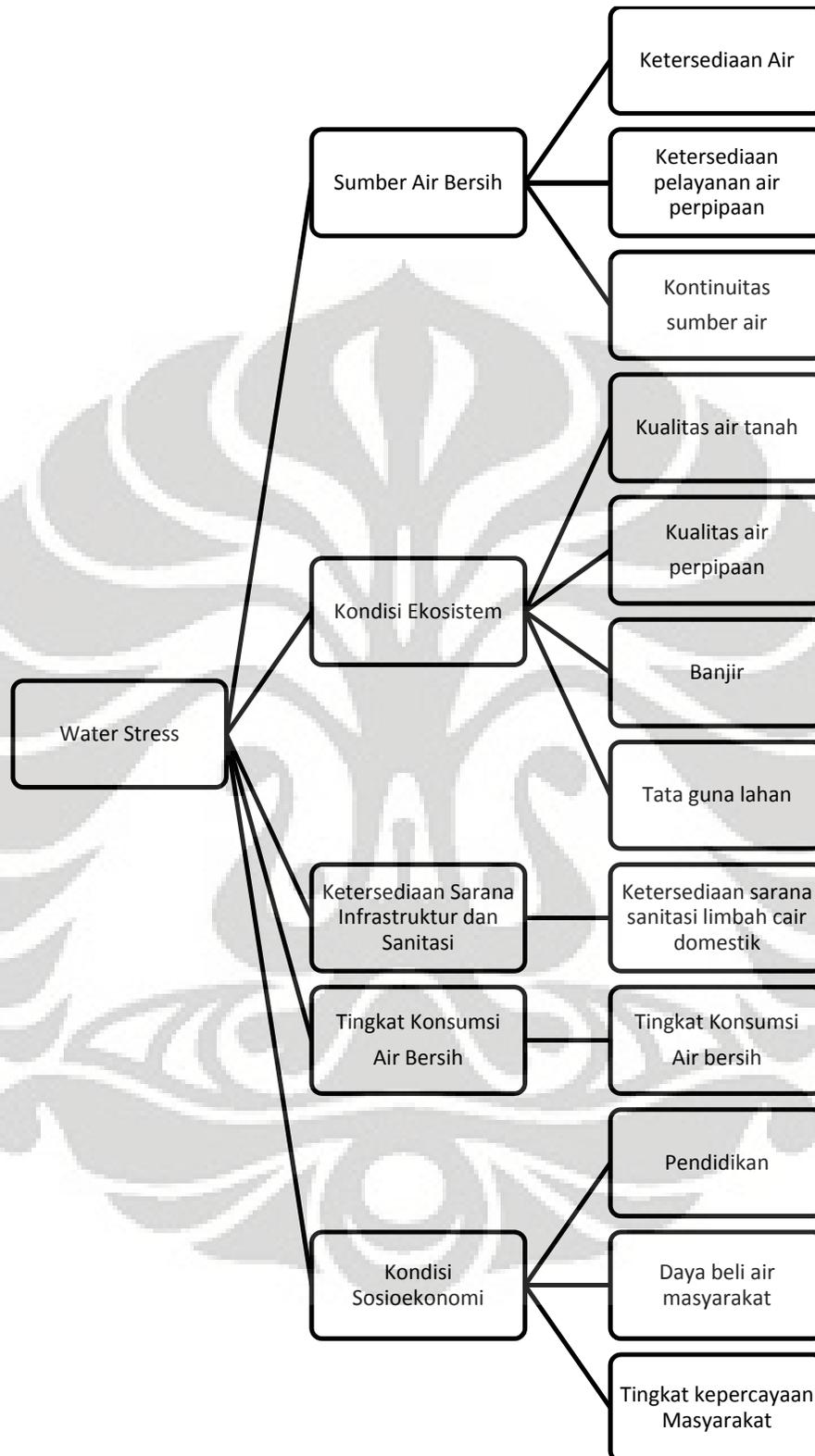
Sanitasi adalah sesuatu cara untuk mencegah berjangkitnya suatu penyakit menular dengan jalan memutuskan mata rantai dari sumber. Sanitasi merupakan usaha kesehatan masyarakat yang menitikberatkan pada penguasaan terhadap berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhi derajat kesehatan. Infrastruktur sanitasi dapat mengurangi penurunan kualitas air pada ekosistem dari dampak kegiatan manusia. Indikator pada komponen ini adalah ketersediaan sarana sanitasi limbah cair domestik.

4. Tingkat Konsumsi Air Bersih

Tingkat konsumsi air bersih adalah volume air yang habis dikonsumsi untuk kebutuhan sehari-hari seperti mandi, masak, mencuci, sanitasi, dan kesehatan pada individu dalam satu hari (l/o/h). Faktor yang mempengaruhi tingkat konsumsi air bersih pada masyarakat adalah aktivitas, budaya, dan agama. Sehingga setiap tempat mempunyai nilai konsumsi air bersih yang berbeda-beda. Tingkat konsumsi air bersih mempengaruhi laju konsumsi sumber air, sehingga mempengaruhi ketersediaan air yang artinya dapat menimbulkan *water stress*. Indikator komponen ini adalah tingkat konsumsi air bersih.

5. Kondisi Sosioekonomi

Kondisi Sosioekonomi yang dimaksudkan disini adalah latar belakang sosial ekonomi masyarakat yang mempengaruhi konsumsi air bersih. Kondisi sosial ekonomi tersebut dapat mempengaruhi kemudahan akses air bersih dan penggunaan air bersih. Indikator pada komponen ini adalah indikator pendidikan, indikator daya beli air masyarakat dan indikator tingkat kepercayaan masyarakat.



Gambar 2.2 Komponen dan Indikator yang Mempengaruhi *Water Stress* di Jakarta Utara

2.3 Hipotesa

Berdasarkan kerangka dasar pemikiran yang telah disusun menurut studi pustaka sebelumnya, maka dapat disusun satu hipotesa sebagai berikut:

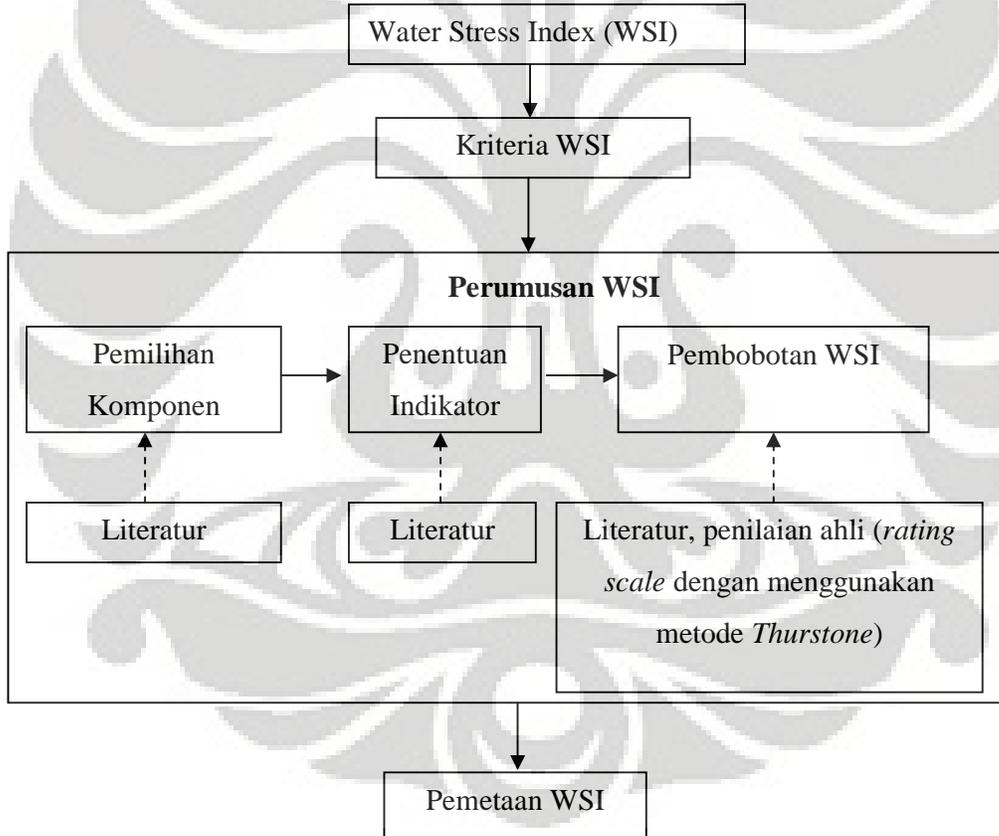
“Dengan adanya penelitian *water stress* di Jakarta Utara, setiap wilayah dalam batas administrasi Kelurahan akan memiliki *water stress index* (WSI) yang berbeda-beda karena memiliki karakteristik komponen yang berbeda-beda juga”



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan penelitian

Menurut Parson (1946), penelitian adalah pencarian atas sesuatu (*inquiry*) secara sistematis dengan penekanan bahwa pencarian ini dilakukan terhadap masalah-masalah yang dapat dipecahkan. Penelitian ini termasuk penelitian survey, yakni penelitian yang mengambil sampel dari satu populasi dan menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpulan data pokok (Effendi, 1995). Pendekatan penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif. Metode pengambilan data yang dipakai adalah kuesioner, survey instansi, dan wawancara.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian *Water Stress*

3.2 Variabel Penelitian

Variabel adalah konsep yang mempunyai bermacam-macam nilai (Nazir, 1988). Umumnya variabel dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu variabel kontinu (*continuous variable*) dan variabel deskrit (*descrete variable*). Variabel juga dapat dibedakan menjadi variabel dependent dan variabel independent dan variabel bebas. Juga variabel dapat dilihat sebagai variabel aktif dan variabel atribut.

Pada penelitian ini, pembagian variabel dibagi menjadi variabel dependent dan variabel bebas. Variabel dependent adalah variabel yang disebabkan oleh variabel bebas. Variabel bebas adalah setiap komponen yang mempengaruhi *water stress*, sedangkan variabel dependent adalah *water stress*.

Variabel bebas yang dipakai dalam penelitian ini adalah indikator *water stress index*. Variabel bebas tersebut terdiri dari 12 indikator yaitu *ketersediaan air, ketesediaan pelayanan air perpipaan, kontinuitas sumber air, kualitas air tanah, kualitas air perpipaan, banjir, tata guna lahan, ketersediaan sarana sanitasi limbah cair domestik, tingkat konsumsi air bersih, pendidikan, daya beli masyarakat, dan tingkat kepercayaan masyarakat*.

3.3 Sampel dan Populasi

Populasi adalah kumpulan dari individu dengan kualitas serta ciri-ciri yang telah ditetapkan. Sedangkan sampel adalah bagian dari populasi. Survey sample adalah suatu prosedur dimana hanya sebagian dari populasi saja yang diambil dan dipergunakan untuk menentukan sifat serta ciri yang dikehendaki dari populasi (Nazir, 1988).

Perhitungan jumlah sampel dilakukan untuk survey kuesioner, yang diperlukan untuk data primer. Survey kuesioner tersebut dilakukan untuk pengolahan data bagi penduduk bukan pelanggan air perpipaan, karena data penduduk pelanggan air perpipaan sudah didapat dari data sekunder. Sehingga jumlah populasi untuk survey kuesioner adalah jumlah rumah tangga di Jakarta Utara yang bukan pelanggan air perpipaan/PAM. Jumlah rumah tangga mewakili jumlah penduduk yang bukan pelanggan air perpipaan/PAM.

Metode pengambilan sampel yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan *stratified random sample* (Metode alokasi

proporsional). Metode ini menghitung jumlah sampel seperti Persamaan 3.1, lalu membagi sampel ke dalam kelompok yang homogen (kecamatan) seperti pada Persamaan 3.2.

$$n = \frac{z^2 N S^2}{(N - 1) E^2 + S^2 z^2} \quad (3.1)$$

Keterangan :

- n = Jumlah sampel
 N = Jumlah populasi
 S = Standar Deviasi
 z = Tingkat kepercayaan. Jika tingkat kepercayaan yang dipakai 90%, nilai z adalah 1,65. Jika tingkat kepercayaan 95%, nilai z adalah 1,96. Sedangkan nilai z untuk tingkat kepercayaan 99% adalah 2,58
 E = Kesalahan sampel yang dikehendaki (*sampling error*)

Tingkat kepercayaan yang dipakai adalah 95%, sehingga nilai z adalah 1,96. Error yang dipakai pada perhitungan jumlah sampel adalah 1,39%. Sedangkan nilai standar deviasi adalah 0,058 yang diperoleh dari hasil perhitungan pada survey pendahuluan. Perhitungan standar deviasi dapat dilihat pada Lampiran 1. Sehingga perhitungan besarnya sampel untuk survey kuesioner adalah sebagai berikut.

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 63190 \times (0,058)^2}{(63190 - 1)(0,0139)^2 + (0,058)^2 (1,96)^2} = 66$$

Setelah jumlah sampel diketahui, dilakukan distribusi pada masing-masing kecamatan. Pendistribusian dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.2, dimana L adalah pembagian jumlah penduduk di kecamatan tersebut dibagi dengan jumlah penduduk di Jakarta Utara.

$$n_i = n \times L \quad (3.2)$$

Keterangan :

- n_i = Besar sampel untuk kecamatan i
 n = Jumlah sampel
 L = Proporsi jumlah penduduk di Kecamatan i

3.4 Data dan Analisis Data

Pengambilan data dibagi menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dapat diperoleh dengan cara survey lapangan dengan bantuan kuesioner dan wawancara dengan tim ahli. Sedangkan untuk mendapatkan data sekunder, perlu dilakukan survey instansi terkait. Kuesioner dan data sekunder diperlukan untuk pengolahan data yang akan ditetapkan pada tahap perumusan WSI. Sedangkan wawancara dengan tim ahli diperlukan untuk menentukan nilai pembobotan masing-masing indikator *water stress*.

Data sekunder dibagi menjadi studi literatur dan data untuk perhitungan *water stress* di Jakarta Utara. Komponen, indikator dan perumusan *water stress* ditetapkan dari berbagai studi literatur. Studi literatur tersebut berupa jurnal-jurnal yang berisi tentang perumusan *water stress index* di berbagai wilayah atau negara yang pernah dilakukan. Sedangkan data untuk perhitungan *water stress* di Jakarta Utara bersumber dari instansi-instansi terkait. Perhitungan dan pemetaan dilakukan dengan bantuan berbagai program komputer.

Setiap nilai indikator memiliki nilai maksimal 20, dan akan diberi penyekalaan dengan nilai pembobotan. Nilai pembobotan dicari dengan metode *thurstone*. Langkah metode ini adalah memberikan skala kuantitatif pada masing-masing indikator yang menggambarkan tingkat pengaruh *water stress* di lokasi penelitian. Setelah nilai bobot dari masing-masing responden (tim ahli) didapat, lalu dirata-ratakan. Nilai rata-rata bobot inilah yang menggambarkan besarnya pengaruh *water stress* di Jakarta Utara untuk masing-masing indikator. Sehingga dapat dihasilkan nilai WSI dan peta, yang merupakan hasil dari penelitian ini.

Tabel 3.1 yang menjelaskan pengambilan data yang akan dilakukan pada tiap-tiap variabel.

Tabel 3.1 Data dan Analisa Data Variabel *Water Stress*

No	Kompenen	Indikator	Bentuk data	Satuan	Jenis Data	Metode Pengambilan data	Sumber Data
1	Sumber Air (Resources)	1. Ketersediaan air (I ₁) 2. Ketersediaan pelayanan air perpipaan (I ₂) 3. Kontinuitas sumber air (I ₃)	- Debit air tanah - Debit air danau - Debit air PAM - Jumlah penduduk - Peta Jaringan distribusi air bersih Jakarta Utara (Detail wilayah administrasi Kelurahan) - Data daerah layanan (Detail wilayah administrasi Kelurahan) -Kontinuitas pengaliran (K)	m ³ /tahun m ³ /tahun m ³ /tahun orang - % jam	Sekunder Sekunder Sekunder Sekunder Sekunder Sekunder	Survey Instansi Survey Instansi Survey Instansi Survey Instansi Survey Instansi Survey Instansi	Direktorat GTL Balai Besar CilCis Aetra, Palyja, BR Kelurahan/Kecamatan Aetra, Palyja, BR Aetra, Palyja, BR Aetra, Palyja, BR
2	Kondisi Ekosistem (Lingkungan)	1. Kualitas air tanah (I ₄) 2. Kualitas air perpipaan (I ₅) 3. Banjir (I ₆) 4. Tata guna lahan (I ₇)	Untuk parameter air PAM dan air tanah adalah parameter yang ada di Permenkes no.907/2000. Sedangkan parameter untuk air permukaan adalah TSS,DO,Ph, dan BOD -Peta daerah rawan banjir -Data persentase wilayah rawan banjir -Peta tata guna lahan - Data luas tata guna lahan	- - km ² km ²	Sekunder Sekunder Sekunder Sekunder	Survey Instansi Survey Instansi Survey Instansi Survey Instansi	BPLHD Aetra, Palyja, BR PU, BPS PU, BPS BPS, Dinas Tata Kota BPS, Dinas Tata Kota

Tabel 3.1 Data dan Analisa Data Variabel *Water Stress* (Lanjutan)

No	Komponen	Indikator	Bentuk data	Satuan	Jenis Data	Metode Pengambilan data	Sumber Data
3	Ketersediaan Infrastruktur & Sanitasi	1. Ketersediaan Sarana Sanitasi limbah cair (I_8)	- Data persentase penyebaran septic tank, Komunal, Waste Water Treatment Facilities (WWTF) dan open decay (langsung ke sungai)	%	Sekunder	Survey Instansi	BPS, PD Pal
			- Peta Jaringan limbah cair domestik wilayah Jakarta Utara	-	Sekunder	Survey Instansi	BPS, PD Pal
4	Tingkat Konsumsi Air bersih	1. Tingkat Konsumsi air bersih (I_9)	- Kebutuhan air bersih perkapita	l/o/h	Sekunder	Survey Instansi	Aetra, Palyja, BR
5	Kondisi Sosioekonomi	1. Pendidikan (I_{10})	Jumlah penduduk berdasarkan tingkatan pendidikan (detail Kelurahan)	orang	Sekunder	Survey Instansi	Kelurahan, BPS
		2. Daya Beli Air Masyarakat (I_{11})	- Data Pendapatan masyarakat (detail Kelurahan)	Rp/bulan	Sekunder	Survey Instansi	BR, BPS, Kelurahan
		3. Tingkat kepercayaan masyarakat (I_{12})	- Beli air kemasan untuk minum/tidak karena tidak percaya terhadap kualitas air	-	Sekunder	Kuesioner	Sample

3.4 Lokasi dan Jadwal penelitian

Lokasi penelitian berada di Jakarta Utara dengan jadwal penelitian bulan Februari 2010 sampai dengan bulan Juni 2010. Tabel 3.2 memperlihatkan jadwal kegiatan penelitian beserta dengan dengan waktu pelaksanaannya.

Tabel 3.2 Jadwal Penelitian

Kegiatan	Minggu ke-																			
	Februari				Maret				April				Mei				Juni			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Design WSI					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Survey instansi									■	■	■	■	■	■	■	■				
Survey kuesioner													■	■	■	■				
Pengolahan Data													■	■	■	■	■	■	■	■
Penyusunan Skripsi																	■	■	■	■



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Wilayah Administrasi dan Letak Geografis

Luas wilayah Kotamadya Jakarta Utara adalah 7.133,51 km² (www.jakartautara.com, 2010). Wilayah ini terdiri dari luas lautan 6.979,4 km² dan luas daratan 154,11 km². Daratan Jakarta Utara membentang dari Barat ke Timur sepanjang ±35 km, menjorok ke darat antara 4 sampai dengan 10 km.

Wilayah Jakarta Utara merupakan daerah pantai dan tempat bermuaranya 13 (tigabelas) sungai dan 2 (dua) banjir kanal. Oleh karena itu, banyak daerah di wilayah Jakarta Utara yang merupakan daerah rawan banjir, baik kiriman maupun banjir karena pasang air laut.

Berdasarkan wilayah administratifnya, Jakarta Utara dibagi menjadi 6 Kecamatan dan 31 kelurahan. Jumlah RW di kotamadya tersebut adalah 406 dengan jumlah RT sebanyak 4.172. Kecamatan-kecamatan yang ada di kotamadya Jakarta Utara adalah :

1. Kecamatan Cilincing
2. Kecamatan Koja
3. Kecamatan Kelapa Gading
4. Kecamatan Tanjung Priok
5. Kecamatan Pademangan
6. Kecamatan Penjaringan



Gambar 4.1 Wilayah Administrasi Jakarta Utara

Sumber : www.jakartautara.go.id, 2010

Wilayah Kotamadya Jakarta Utara berbatasan dengan :

- Sebelah Utara : Laut Jawa.
- Sebelah Selatan : Jakarta Barat, Jakarta Pusat dan Jakarta Timur.
- Sebelah Barat : Kab. Dati II Tangerang dan Jakarta Barat.
- Sebelah Timur : Kab. Dati II Bekasi.

Luas kelurahan beserta dengan jumlah RW dan RT pada masing-masing kelurahan yang ada di Jakarta Utara dapat dilihat pada Tabel 4.1. Luas kelurahan yang terbesar adalah Kamal Muara, sedangkan luas kelurahan yang terkecil adalah Rawa Badak Selatan.

Tabel 4.1 Luas Wilayah, Jumlah RW dan Jumlah RT di Kelurahan Jakarta Utara

Kecamatan	Kelurahan	Luas Wilayah (km ²)	Jumlah RW	Jumlah RT
Kelapa Gading	Kelapa Gading Barat	5,0312	21	205
	Pegangsaan Dua	6,2845	23	231
	Kelapa gading Timur	3,5513	21	240
Pademangan	Ancol	5,7728	7	63
	Pademangan Timur	2,6124	10	49
	Pademangan barat	3,5335	16	213
Penjaringan	Penjaringan	3,9543	17	240
	Pejagalan	3,2318	18	226
	Kamal Muara	10,5360	4	30
	Pluit	7,1190	20	242
	Kapuk Muara	10,0550	9	88
Cilincing	Kalibaru	2,4670	14	172
	Cilincing	8,3125	10	133
	Semper Timur	3,1615	10	97
	Semper Barat	1,5970	17	245
	Rorotan	5,6140	12	136
	Sukapura	5,6140	10	99
	Marunda	7,9169	9	76
Koja	Koja	3,2780	13	147
	Lagoa	1,5053	18	222
	Tugu Utara	3,3200	18	202
	Tugu Selatan	2,6800	6	73
	Rawa Badak Utara	1,3338	14	119
	Rawa Badak Selatan	1,0162	7	72
Tanjung Priok	Tanjung Priok	5,5400	16	157
	Kebon Bawang	1,7270	16	196
	Sungai Bambu	2,3630	10	104
	Papanggo	2,8018	13	128
	Warakas	1,0884	14	183
	Sunter Agung	4,2500	20	280
	Sunter Jaya	5,0542	14	220

Sumber : Laporan bulanan kelurahan-kelurahan di Jakarta Utara, 2010

4.1.2 Kependudukan

Jakarta Utara memiliki jumlah penduduk sebesar 1.182.749 jiwa pada tahun 2009. Jumlah penduduk terbanyak ada di kelurahan Kebon Bawang dengan jumlah penduduk 65.292 jiwa. Dari Tabel 4.2 terlihat bahwa rasio laki-laki dan perempuan berbeda-beda pada setiap kelurahan dan rata-rata lebih banyak jumlah penduduk laki-laki daripada perempuan pada setiap kelurahan. Keberadaan warga negara asing terbesar berada pada kelurahan Sunter Agung dengan jumlah 146 jiwa.

Tabel 4.2 Demografi Penduduk Jakarta Utara

Kelurahan	Jumlah Penduduk						Jumlah KK	Kepadatan (jiwa/km ²)	
	WNI			WNA					
	L	P	Total	L	P	Total			
Kelapa Gading Barat	14.691	14.126	28.817	25	15	40	28.857	11.592	5.735,6
Pegangsaan Dua	19.043	19.230	38.273	15	5	20	38.293	13.615	6.093,2
Kelapa gading Timur	21.360	21.182	42.542	4	1	5	42.547	12.863	11.980,7
Ancol	9.456	7.842	17.298	9	9	18	17.316	5.281	2.999,6
Pademangan Timur	21.842	18.610	40.452	8	6	14	40.466	11.202	15.490,0
Pademangan barat	32.352	29.142	61.494	3	1	4	61.498	20.769	17.404,3
Penjaringan	29.466	26.591	56.057	5	5	10	56.067	16.467	14.178,7
Pejagalan	27.863	27.008	54.871	21	13	34	54.905	14.779	16.989,0
Kamal Muara	3.897	3.545	7.442	4	1	5	7.447	1.945	706,8
Pluit	22.859	21.049	43.908	0	0	0	46.491	16.264	6.530,6
Kapuk Muara	10.800	10.319	21.119	0	0	0	21.988	9.695	2.186,8
Kalibaru	21.993	23.205	45.198	0	0	0	45.198	10.178	18.321,0
Cilincing	16.490	16.160	32.650	1	0	1	32.651	10.368	3.927,9
Semper Timur	15.418	14.105	29.523	0	0	0	29.523	17.743	9.338,3
Semper Barat	29.971	31.574	61.545	1	1	2	61.547	13.312	38.539,1
Rorotan	14.650	13.846	28.496	0	0	0	28.496	9.299	5.075,9
Sukapura	13.254	12.738	25.992	3	0	3	25.995	6.932	4.630,4
Marunda	9.244	8.798	18.042	0	0	0	18.042	5.293	2.278,9
Koja	15.572	16.680	32.252	7	6	13	32.265	10.092	9.842,9
Lagoa	29.561	29.138	58.699	0	0	0	58.699	16.467	38.994,9
Tugu Utara	31.543	27.372	58.915	0	0	0	58.915	28.191	17.745,5
Tugu Selatan	13.000	13.057	26.057	0	0	0	26.057	7.060	9.722,8
Rawa Badak Utara	21.444	16.077	37.521	1	0	1	37.522	14.791	28.131,7
Rawa Badak Selatan	17.102	15.985	33.087	0	0	0	33.087	13.116	32.559,5
Tanjung Priok	22.556	18.745	41.301	0	0	0	41.301	11.547	7.455,1
Kebon Bawang	35.865	29.427	65.292	0	0	0	65.292	17.218	37.806,6
Sungai Bambu	14.764	14.387	29.151	1	0	1	29.152	9.100	12.336,9
Papanggo	13.660	15.595	29.255	14	14	28	29.283	8.693	10.451,7
Warakas	24.870	24.134	49.004	2	1	3	49.007	11.333	45.026,6
Sunter Agung	32.073	31.427	63.500	62	84	146	63.646	22.081	14.975,5
Sunter Jaya	30.301	28.167	58.468	26	31	57	58.525	13.741	11.579,5

Sumber : laporan bulanan kelurahan-kelurahan Jakarta Utara, 2010

4.1.3 Topografi

Ketinggian Jakarta Utara dari permukaan laut adalah antara 0 sampai dengan 20 meter (www.jakartautara.com, 2010). Sebagian besar wilayah ini terdiri dari hasil pengurukan rawa-rawa, terutama di sepanjang pantai yang mempunyai ketinggian rata-rata 0 sampai 1 meter di atas permukaan laut. Bahkan di beberapa kawasan tertentu berada di bawah permukaan laut yang sebagian besar terdiri dari rawa-rawa/empang air payau.

4.1.4 Penggunaan Lahan

Peruntukan lahan Kotamadya Jakarta Utara yang digunakan sebagai lahan perumahan sebesar 47,58%, kawasan industri 15,87%, sedangkan 8,89% digunakan sebagai perkantoran dan pergudangan, selebihnya merupakan lahan pertanian, lahan kosong dan sebagainya. Sementara itu, apabila dilihat berdasarkan status kepemilikan, sebanyak 13,28% merupakan lahan dengan status hak milik, Hak Guna Bangunan (HGB) sekitar 29,04%, dan selebihnya berstatus Hak Pakai, Hak Pengelolaan dan non sertifikat.

4.1.5 Iklim

Wilayah Jakarta Utara merupakan pantai beriklim panas, dengan suhu rata-rata sepanjang tahun 27° C. Intensitas curah hujan setiap tahunnya rata-rata 142,54 mm dengan maksimal curah hujan terjadi pada bulan September. Karena letak Indonesia yang berada di daerah Khatulistiwa, maka wilayah Jakarta Utara dipengaruhi oleh angin Muson Timur yang terjadi pada bulan Mei sampai dengan bulan Oktober dan angin Muson Barat yang terjadi sekitar bulan Nopember sampai dengan bulan April.

4.1.6 Geologi

Lapisan tanah yang membentuk daratan Jakarta merupakan hasil batuan endapan (*sediment stone*). Batuan ini berasal dari Zaman Ploiocene yang berada 50 meter di bawah permukaan tanah saat ini. Batuan tersebut merupakan hasil pengendapan, sehingga tidak bersifat padat melainkan *permeable* sehingga keberadaan air laut sangat mempengaruhi kondisi air tanah.

4.1.7 Tingkat Perekonomian

Volume ekspor di Jakarta Utara melalui pelabuhan Tanjung Priok pada tahun 2000 mencapai 2.509.305 ton, turun 47,59% dibandingkan dengan tahun 1999. Sementara itu nilai impor meningkat 73,0%, yaitu dari US \$9.076.263.827 pada tahun 1999 menjadi US \$15.637.198.378 pada tahun 2000.

4.1.8 Transportasi

Dikarenakan Jakarta Utara berbatasan langsung dengan Laut Jawa, maka pelabuhan menjadi salah satu sarana transportasi yang penting di kota tersebut. Bahkan pelabuhan tersebut bukan hanya berperan untuk Jakarta Utara, namun juga memiliki peranan yang sangat dominan bagi laju transportasi dan perdagangan dalam lingkup negara. Pelabuhan tersebut adalah pelabuhan Tanjung Priok, Sunda Kelapa, Muara Baru, dan Kalibaru. Pelabuhan Tanjung Priok adalah pelabuhan yang berpotensi paling berkembang dari keempat pelabuhan yang ada. Hal ini dikarenakan Pelabuhan Tanjung priok merupakan sentra bagi angkutan penumpang dan barang (ekspor dan impor) termasuk perdagangan dalam negeri.

Selain angkutan laut, angkutan darat juga memegang peranan-peranan penting bagi arus transportasi di Jakarta Utara seperti bus kota, bus antar daerah dan kereta api.

4.2. Pengembangan Indikator *Water Stress* untuk Wilayah Jakarta Utara

Indikator *water stress* merupakan parameter yang dapat diukur nilainya. Indikator ini menunjukkan kondisi kelangkaan air yang ada di suatu wilayah. Indikator-indikator *water stress* merupakan pecahan dari komponen-komponen seperti yang telah diuraikan pada Bab 2, pada bagian Kerangka Pemikiran.

Pada penelitian ini, dikembangkan 12 indikator yang mempengaruhi tingkat *water stress* di wilayah Jakarta Utara. Indikator-indikator tersebut adalah ketersediaan air, ketersediaan pelayanan air perpipaan, kontinuitas sumber air, kualitas air tanah, kualitas air perpipaan, banjir, tata guna lahan, ketersediaan sarana sanitasi limbah cair domestik, tingkat konsumsi air bersih, pendidikan, daya beli air, dan tingkat kepercayaan masyarakat. Masing-masing indikator akan diuraikan pada bagian berikut ini.

4.2.1 Indikator Ketersediaan Air

Indikator ketersediaan air mengukur jumlah air atau volume air yang tersedia di wilayah Jakarta Utara untuk memenuhi kebutuhan air setiap penduduk. Volume air yang tersedia berasal dari beberapa sumber yang meliputi air tanah, air permukaan (sungai dan waduk), dan air perpipaan/PAM.

Perhitungan ketersediaan air pada suatu kelurahan menggunakan persamaan berikut :

$$KA = \frac{AT + AP + PAM}{P} \quad (4.1)$$

Keterangan :

KA = Ketersediaan air (m^3 /tahun/orang)

AT = Debit air tanah (m^3 / tahun)

AP = Debit air permukaan (m^3 / tahun)

PAM = Debit air perpipaan/PAM (m^3 / tahun)

P = Jumlah penduduk (jiwa)

Perhitungan ketersediaan air ini berdasarkan pada indikator *Falkenmark*. Penelitian *Falkenmark* dilakukan pada daerah yang memiliki perkembangan cepat. Indikator *Falkenmark* merupakan indikator yang paling sesuai untuk Jakarta Utara sebagai kawasan perkotaan yang sedang berkembang dengan pesat.

Hasil dari perhitungan ketersediaan air tersebut menggambarkan kapasitas ketersediaan air untuk 1 orang di kelurahan tersebut. Kemudian hasil perhitungan tersebut dibandingkan dengan indikator *Falkenmark*, sehingga menghasilkan nilai indikator yang berbeda untuk batasan tertentu. Nilai indikator ditentukan dengan cara distribusi merata dengan nilai maksimal 20. Dengan demikian nilai indikator ketersediaan air bersih adalah sebagai berikut :

- Jika $KA > 1700 m^3$ / tahun, maka $I_1 = 20$
- Jika $1000 < KA \leq 1700 m^3$ / tahun, maka $I_1 = 15$
- Jika $500 < KA \leq 1000 m^3$ / tahun, maka $I_1 = 10$
- Jika $KA \leq 500 m^3$ / tahun, maka $I_1 = 5$

4.2.2 Indikator Ketersediaan Pelayanan Air Minum Perpipaan

Wilayah Jakarta Utara merupakan daerah perkotaan dengan sumber air bersih utamanya berasal dari air perpipaan/PAM. Pelayanan air perpipaan dikelola oleh Perusahaan Air Minum Daerah yaitu PAM JAYA yang dibantu oleh 2 mitra swasta sebagai operator pelaksana layanan air bersih. Kedua mitra swasta tersebut adalah PT. Pam Lyonnaise Jaya (PALYJA) dan PT. Aetra Air Jakarta (Aetra).

Hingga saat ini, pelayanan air perpipaan belum mampu memenuhi kebutuhan seluruh penduduk Jakarta Utara. Bahkan jaringan perpipaan air bersih belum tersedia di beberapa kawasan Jakarta Utara. Oleh karena itu, air PAM sebagai sumber air bersih utama menjadi sangat penting dan mempengaruhi tingkat kerawanan air di Jakarta Utara.

Ketersediaan pelayanan perpipaan merupakan cakupan pelayanan air perpipaan yang ada di setiap kelurahan. Cakupan pelayanan air perpipaan mencerminkan persentase penduduk yang terlayani air perpipaan/PAM. Nilai persentase cakupan pelayanan PAM didapat dengan Persamaan 4.2.

$$T = \frac{\text{Jumlah Penduduk Pelanggan PAM}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 100 \quad (4.2)$$

Dimana T adalah Persentase cakupan layanan perpipaan/PAM (%)

Penentuan nilai indikator Ketersediaan Pelayanan perpipaan/PAM (I_2) dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$I_2 = T \times 20 \quad (4.3)$$

Keterangan :

T = Persentase cakupan layanan perpipaan/PAM

I_2 = Nilai indikator ketersediaan pelayanan air perpipaan/PAM

4.2.3 Indikator Kontinuitas Sumber Air

Konsistensi pengaliran air dalam 24 jam atau kontinuitas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keandalan ketersediaan air bersih di suatu wilayah. Kontinuitas yang dimaksud pada penelitian ini adalah kontinuitas air perpipaan untuk pelanggan PAM dan selain perpipaan untuk penduduk yang

bukan pelanggan PAM. Kontinuitas selain perpipaan meliputi air tanah dan air sungai.

Kontinuitas ditinjau berdasarkan pengaliran air lebih dari 12 jam atau pengaliran air kurang dari 12 jam. Penentuan skor untuk kontinuitas pengaliran masing-masing sumber air bersih diambil dari nilai tengah yakni 10 dan dari nilai maksimal yaitu 20, sehingga penentuan skornya adalah sebagai berikut :

- Lama pengaliran air >12 jam, akan diberi skor 20
- Lama pengaliran air <12 jam, akan diberi skor 10

Setelah itu, dapat dihitung nilai indikator kontinuitas sumber air dengan persamaan berikut.

$$I_3 = \frac{KAT + KAS + KPAM}{3} \quad (4.4)$$

Keterangan :

I_3 = Nilai indikator kontinuitas air bersih

KAT = Skor kontinuitas pada sumber air tanah

KAS = Skor kontinuitas pada sumber air sungai

KPAM = Skor kontinuitas pada sumber air perpipaan/PAM

4.2.4 Indikator Kualitas Air Tanah

Polutan yang mencemari air tanah berpotensi mempengaruhi kualitas air tanah sehingga kualitasnya dapat menurun. Air tanah merupakan salah satu sumber air bersih di Jakarta Utara. Oleh karena itu, kualitas air tanah menentukan tingkat *water stress* di Jakarta Utara.

Parameter kualitas air tanah yang dipantau adalah parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi mengacu pada Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Parameter tersebut dihitung dengan menggunakan indeks pencemar untuk mendapatkan status mutu air tanah yang sesuai dengan Lampiran II Kepmeneg LH No.155 Tahun 2003 tentang “Penggunaan Index Lingkungan Pada Pencemar Air”.

Prosedur perhitungan index pencemar pada pencemar air adalah sebagai berikut :

1. Memilih parameter dengan ketentuan makin rendah nilainya, maka kualitas makin baik.
2. Memilih baku mutu yang tidak memiliki rentang.
3. Menghitung nilai C_i/L_{ij} untuk setiap parameter pada pengambilan *sample*. C_i adalah nilai parameter yang diukur, sedangkan L_{ij} adalah nilai baku mutu sesuai peruntukkan.
4. Jika konsentrasi parameter yang menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat, misal DO. Tentukan nilai teoritik atau nilai maksimum C_{im} (misal untuk DO, maka C_{im} merupakan nilai DO jenuh). Dalam kasus ini nilai C_i/L_{ij} hasil pengukuran digantikan oleh hasil penilaian persamaan di bawah ini :

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{baru} = \frac{C_{im} - C_i \text{ (hasil pengukuran)}}{C_{im} - L_{ij}} \quad (4.5)$$

5. Jika nilai baku L_{ij} memiliki rentang

- Untuk $C_i \leq L_{ij}$ rata-rata

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{rata - rata}]}{[(L_{ij})_{minimum} - (L_{ij})_{rata - rata}]} \quad (4.6)$$

- Untuk $C_i > L_{ij}$ rata-rata

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{rata - rata}]}{[(L_{ij})_{maksimum} - (L_{ij})_{rata - rata}]} \quad (4.7)$$

6. Jika dua nilai (C_{ij}/L_{ij}) berdekatan dengan nilai acuan 1, misal $C_i/L_{ij} = 0,9$ atau perbedaan yang sangat besar seperti $C_i/L_{ij} = 10$, maka tingkat kerusakan air sulit ditentukan. Cara untuk mengatasi kesulitan ini adalah :

- Menggunakan nilai (C_i/L_{ij}) hasil pengukuran kalau nilai ini lebih kecil dari 1
- Penggunaan nilai (C_i/L_{ij}) baru jika nilai (C_i/L_{ij}) hasil pengukuran lebih besar dari 1

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{baru} = 1,0 + P \cdot \text{Log} \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) \text{ hasil pengukuran} \quad (4.8)$$

P adalah konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukkan (biasanya digunakan nilai 5).

7. Menentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan C_i/L_{ij} [(C_i/L_{ij}) r dan (C_i/L_{ij}) m]

8. Menentukan harga PI_j

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) m^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) r^2}{2}} \quad (4.9)$$

Keterangan : PI_j = Index Pencemar

Nilai index pencemar dapat dibagi menjadi empat golongan berdasarkan tingkatan pencemarannya. Golongan tingkatan pencemaran tersebut adalah sebagai berikut :

- $0 \leq PI_j \leq 1,0$ → Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
- $1,0 < PI_j \leq 5,0$ → Tercemar ringan
- $5,0 < PI_j \leq 10$ → Tercemar sedang
- $PI_j > 10$ → Tercemar berat

Nilai PI_j menjadi dasar dalam penentuan nilai indikator kualitas air tanah.

Penentuan nilai indikator ini yaitu :

- Jika $PI_j \geq 20$, maka $I_4 = 0$
- Jika $PI_j < 20$, maka $I_4 = 20 - PI_j$

4.2.5 Indikator Kualitas Air Perpipaan

Kualitas air perpipaan yang keluar dari instalasi pengolahan harus sesuai dengan peraturan yang berlaku yakni Kepmenkes 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Namun pada kenyataannya, kualitas air perpipaan yang keluar pada Sambungan Rumah (SR) belum tentu memenuhi baku mutu. Jadi terdapat pengaduan pelanggan yang diterima oleh PAM Jaya, Operator, dan Badan Regulator PAM Jaya. Penilaian kualitas air PAM pada indikator ini berdasarkan dari pengaduan masyarakat tersebut yang memiliki parameter bau, rasa, dan kejernihan air.

Penentuan skor indikator kualitas air perpipaan didistribusi merata pada 3 klasifikasi parameter. Skor indikator dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Skor Kualitas Air PAM

Parameter	Klasifikasi	Skor
Bau	Baik	20
	Biasa	10
	Buruk	5
Rasa	Baik	20
	Biasa	10
	Buruk	5
Kejernihan Air	Baik	20
	Biasa	10
	Buruk	5

Sumber : Hasil pengolahan data

Dengan acuan skor diatas, nilai indikator kualitas air perpipaan dapat dihitung dengan mencari rata-ratanya seperti persamaan dibawah ini.

$$I_5 = \frac{SB + SR + SK}{3} \quad (4.10)$$

Keterangan :

SB = Skor parameter bau

SR = Skor parameter rasa

SK = Skor parameter kejernihan air

I₅ = Nilai indikator kualitas air perpipaan

4.2.6 Indikator Banjir

Banjir merupakan bencana alam utama yang sering terjadi setiap tahunnya di Kotamadya Jakarta Utara. Selain dikarenakan beberapa kawasan berada di bawah permukaan laut, penyebab banjir lainnya adalah saluran drainase yang tersumbat oleh sampah dan degradasi lahan di bagian hulu sungai. Degradasi lahan Bopunjur menyebabkan debit air yang masuk pada daerah Jakarta melebihi kapasitas debit rencana pada saluran drainase, sehingga menimbulkan banjir.

Penyebab lain timbulnya banjir adalah penurunan muka tanah dan rob. Muka tanah beberapa kawasan turun karena beban bangunan yang besar seperti apartemen bertingkat. Rob terjadi karena pengaruh cuaca, dimana saat ini intensitas hujan tinggi dalam jangka waktu yang pendek merupakan permasalahan umum karena *global warming*.

Perhitungan nilai indikator banjir menggunakan persentase daerah rawan banjir dengan persamaan sebagai berikut.

$$I_6 = \left(1 - \frac{b}{w}\right) \times 20 \quad (4.11)$$

Keterangan :

- I_6 = Nilai indikator banjir
 b = luas wilayah rawan banjir (ha)
 w = luas kelurahan (ha)

4.2.7 Indikator Tata Guna Lahan

Tata guna lahan secara tidak langsung dapat mempengaruhi kelangkaan air bersih. Setiap penggunaan lahan mempengaruhi tingkat konsumsi air bersih, sebagai contoh tingkat konsumsi air bersih pada kawasan pemukiman pasti lebih rendah daripada tingkat konsumsi air bersih pada kawasan industri.

Jenis penggunaan tata guna lahan juga dapat mempengaruhi tingkat pencemaran terhadap kualitas air yang ada di ekosistem. Sebagai contoh, kawasan industri berpotensi membuang limbah cair lebih besar kuantitas maupun kualitas pencemarnya dibandingkan dengan peruntukan lahan untuk pemukiman. Dengan demikian tata guna lahan dapat mempengaruhi ketersediaan air dan kualitas air yang ada pada wilayah tersebut.

Sebelum dilakukan perhitungan nilai indikator, ditentukan dahulu skor berdasarkan jenis peruntukan lahan. Masing-masing skor ditentukan berdasarkan pertimbangan dampak pemakaian air dan pencemaran air terhadap ekosistem. Peruntukan lahan yang akan digunakan adalah pemukiman, fasilitas umum, industri, dan lahan terbuka. Nilai skor tersebut merupakan distribusi merata dari nilai maksimal yaitu 20. Penentuan skor untuk masing-masing peruntukan lahan adalah sebagai berikut :

- Skor Lahan Terbuka = 20
- Skor Pemukiman = 15
- Skor Fasilitas Umum = 10
- Skor Industri = 5

Perhitungan nilai indikator tata guna lahan dilakukan dengan menggunakan persentase peruntukan lahan berdasarkan jenisnya. Dengan adanya skor yang telah ditentukan diatas, maka persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung nilai indikator tata guna lahan adalah sebagai berikut.

$$I_7 = (L \times 20) + (P \times 15) + (F \times 10) + (I \times 5) \quad (4.12)$$

Keterangan :

- I_7 = Nilai indikator tata guna lahan
 L = Persentase wilayah peruntukan lahan terbuka
 P = Persentase wilayah peruntukan pemukiman
 F = Persentase wilayah peruntukan fasilitas umum
 I = Persentase wilayah peruntukan industri

4.2.8 Indikator Ketersediaan Sarana Sanitasi Limbah Cair Domestik

Ketersediaan sarana sanitasi limbah cair domestik dapat mempengaruhi pencemaran air tanah maupun air permukaan. Pemilihan teknologi pengolahan limbah cair mempengaruhi kualitas air yang ada pada ekosistem tersebut. Pemilihan pengolahan limbah cair tersebut terbagi menjadi individual, semi komunal/modular, dan komunal. Namun, pemilihan pembuangan limbah cair domestik langsung ke sungai, ikut diperhitungkan dalam indikator ini.

Penentuan nilai indikator pada masing-masing kelurahan ditentukan berdasarkan persentase area yang menggunakan pengolahan komunal, semi komunal, atau individual. Penentuan skor untuk masing-masing pengolahan adalah sebagai berikut :

- Skor Sistem komunal = 20
- Skor Sistem semi komunal/modular = 10
- Skor Sistem individual = 5
- Skor Sungai = 2

Berdasarkan ketentuan skor di atas, persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai indikator ini adalah sebagai berikut.

$$I_8 = 20 \times K + 10 \times SK + 5 \times V + 2 \times S \quad (4.13)$$

Dimana :

- I_8 = Nilai indikator ketersediaan sarana sanitasi limbah cair
- K = Persentase wilayah yang menggunakan sistem komunal
- SK = Persentase wilayah yang menggunakan sistem semi komunal/modular
- V = Persentase wilayah yang menggunakan sistem individual
- S = Persentase wilayah yang membuang limbah cair langsung ke sungai

4.2.9 Indikator Tingkat Konsumsi Air Bersih

Tingkat konsumsi air bersih setiap individu akan berbeda-beda bergantung pada waktu dan tempat individu tersebut. Tingkat konsumsi air bersih ini tentunya mempengaruhi tingkat kerawanan suatu daerah karena menentukan jumlah air yang dibutuhkan oleh penduduk pada daerah tersebut.

Tingkat konsumsi air bersih dibagi menjadi 2, yakni tingkat konsumsi air bersih pelanggan air perpipaan dan bukan pelanggan air perpipaan. Dengan demikian perlu dilakukan pembobotan untuk mencari tingkat konsumsi air bersih. Perhitungan nilai air bersih dengan pembobotan dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$A = \frac{P \times A1 + Np \times A2}{P + Np} \quad (4.14)$$

Keterangan :

- A = Tingkat Konsumsi Air bersih di Kelurahan (l/o/h)
- P = Jumlah pelanggan air perpipaan (orang)
- Np = Jumlah bukan pelanggan air perpipaan (orang)
- $A1$ = Tingkat konsumsi air bersih pelanggan (l/o/h)
- $A2$ = Tingkat konsumsi air bersih bukan pelanggan (l/o/h)

Tingkat kebutuhan air bersih manusia (*Basic Human Needs Index*) adalah 50 liter/orang/hari untuk memenuhi kebutuhan primernya. Dasar inilah yang dijadikan acuan dalam penentuan indikator kebutuhan air bersih di Jakarta Utara.

Penentuan nilai indikator ini dilakukan dengan mengklasifikasikan tingkat konsumsi air bersih yang mengacu pada *Basic Human Needs*. Penentuan nilai indikator kebutuhan air bersih adalah sebagai berikut.

- Jika $A \geq 50$ l/o/h, maka $I_9 = 20$
- Jika $A < 50$ l/o/h, maka nilai indikator dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$I_9 = \frac{A}{50} \times 20 \quad (4.15)$$

Keterangan :

I_9 = Nilai Indikator Tingkat Kebutuhan Air Bersih

A = Tingkat Kebutuhan Air bersih (l/o/h)

4.2.10 Indikator Pendidikan

Tingkat pendidikan menggambarkan kondisi perekonomian dan kesejahteraan di daerah tersebut. Selain itu indikator pendidikan ini menggambarkan pemahaman penduduk tentang penggunaan air bersih. Makin tinggi tingkat pendidikannya biasanya wawasannyapun akan semakin luas sehingga sudah mulai memikirkan tentang penghematan dalam penggunaan air. Oleh karena itu, indikator pendidikan mempengaruhi tingkat *water stress* yang ada di Jakarta Utara.

Tingkat pendidikan masyarakat pada suatu daerah beragam mulai dari tamatan SD, SMP, SMA, S1, S2, S3, ataupun tidak sekolah. Batasan pendidikan yang akan dipergunakan adalah lulusan SMA. Batasan ini diartikan bahwa masyarakat yang memiliki pendidikan terakhir SMA mempunyai wawasan yang cukup dalam hal penggunaan air. Perhitungan nilai indikator ini adalah persentase penduduk yang memiliki pendidikan terakhir SMA seperti pada persamaan berikut.

$$I_{10} = P \times 20 \quad (4.16)$$

Keterangan :

I_{10} = Nilai indikator pendidikan

P = Persentase penduduk lulusan SMA

4.2.11 Indikator Daya Beli Air Masyarakat

Harga air yang kompetitif merupakan salah satu syarat utama dalam pemenuhan kebutuhan air bersih di masyarakat. Beragam pendapatan suatu masyarakat mempengaruhi kemampuan untuk membeli air bersih sesuai dengan yang dibutuhkannya. Walaupun ketersediaan air bersih melimpah namun masyarakat tidak bisa memperoleh karena harga jual yang tinggi dapat menyebabkan kondisi *water stress*. Oleh karena itu, indikator ini mempengaruhi tingkat *water stress* di Jakarta Utara.

Daya beli air pada penelitian ini dibagi menjadi 2, yakni daya beli air pelanggan dan bukan pelanggan. Perhitungan daya beli air pelanggan dihitung dengan merata-ratakan golongan daya beli air PAM yakni 2A1, 2A2, 2A3, dan 2A4. Daya beli air pelanggan dapat dapat dihitung dengan Persamaan 4.17.

$$AP = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{4R} \times 100\% \quad (4.17)$$

Keterangan :

- AP = Affordabilitas Pelanggan Air Perpipaan (%)
- A₁ = Rata-rata rekening air golongan 2A1 di kelurahan (Rp)
- A₂ = Rata-rata rekening air golongan 2A2 di kelurahan (Rp)
- A₃ = Rata-rata rekening air golongan 2A3 di kelurahan (Rp)
- A₄ = Rata-rata rekening air golongan 2A4 di kelurahan (Rp)
- R = Rata-rata pendapatan hasil analisa affordabilitas 2009 (Rp)

Sedangkan perhitungan daya beli air bagi penduduk bukan pelanggan dihitung dengan mencari rata-rata biaya air bersih dari hasil survey penduduk bukan pelanggan. Biaya tersebut adalah biaya air galon, biaya pompa, biaya air kemasan, dan biaya air “selang”. Persamaan yang digunakan untuk menghitung daya beli air bagi penduduk bukan pelanggan air perpipaan adalah sebagai berikut.

$$ANP = \frac{G + Po + K + N}{P} \times 100\% \quad (4.18)$$

Keterangan :

ANP = Daya beli air bukan pelanggan air perpipaan (%)

G = Biaya Air Galon (Rp/Bulan/Keluarga)

Po = Biaya Pompa (Rp/Bulan/Keluarga)

K = Biaya Air Kemasan (Rp/Bulan/Keluarga)

N = Biaya “Air Selang” (Rp/Bulan/Keluarga)

P = Pendapatan rata-rata (Rp/bulan/Keluarga)

Setelah nilai daya beli air perpipaan pelanggan dan bukan pelanggan air perpipaan diketahui, maka dapat dicari nilai daya beli air perpipaan untuk masing-masing kelurahan. Pendekatan yang dilakukan adalah dengan pembobotan seperti pada persamaan dibawah ini.

$$F = \frac{P \times AP + NP \times ANP}{P + NP} \quad (4.19)$$

Keterangan :

F = Nilai daya beli air di kelurahan (%)

P = Jumlah penduduk pelanggan air perpipaan (orang)

NP = Jumlah penduduk bukan pelanggan air perpipaan (orang)

AP = Nilai daya beli air pelanggan air perpipaan (%)

ANP = Nilai daya beli air bukan pelanggan air perpipaan (%)

Kemudian nilai daya beli air di kelurahan tersebut dibagi menjadi 3 kelompok yakni kurang dari 4%, diantara 4% sampai 4.5%, dan lebih dari 4.5%. Pembagian ini berdasarkan Permendagri No. 26 Tahun 2006, sehingga penentuan nilai indikatornya yang didistribusikan secara merata adalah :

- Jika $F \geq 4.5\%$, maka nilai I_{11} adalah 5
- Jika $4\% < F < 4.5\%$, maka nilai I_{11} adalah 10
- Jika $F \leq 4\%$, maka nilai I_{11} adalah 20

4.2.12 Indikator Tingkat Kepercayaan Masyarakat

Tingkat kepercayaan masyarakat yang dimaksud adalah persepsi masyarakat terhadap kualitas air bersih yang digunakan sebagai air minum.

Walaupun berdasarkan hasil pemantauan dari Aetra dan Palyja sebagian besar kualitas air perpipaan sudah memenuhi Kepmenkes 907/2000, namun pada kenyataannya pelanggan air perpipaan di Jakarta Utara lebih memilih memasak dahulu sebelum diminum. Masyarakat juga banyak yang memilih membeli Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) walaupun sudah terlayani air perpipaan. Oleh karena itu tingkat kepercayaan masyarakat merupakan faktor penting yang mempengaruhi pemakaian air minum.

Tingkat kepercayaan masyarakat dapat dilihat dari kebiasaan masyarakat membeli air minum kemasan atau tidak. Persentase penduduk yang mengkonsumsi AMDK dapat dihitung dengan Persamaan 4.20 dan 4.21 untuk penduduk pelanggan PAM dan penduduk bukan pelanggan PAM.

$$T1 = \frac{k1}{P1} \times 100\% \quad (4.20)$$

Keterangan :

T 1 = Persentase penduduk pelanggan PAM yang mengkonsumsi AMDK (%)

k1 = Jumlah responden pelanggan PAM yang membeli AMDK (orang)

P 1 = Jumlah responden pelanggan PAM (orang)

$$T2 = \frac{k2}{P2} \times 100\% \quad (4.21)$$

Keterangan :

T 2 = Persentase bukan pelanggan PAM yang mengkonsumsi AMDK (%)

k2 = Jumlah responden bukan pelanggan PAM yang membeli AMDK (orang)

P 2 = Jumlah responden bukan pelanggan PAM (orang)

Selanjutnya dilakukan pembobotan dengan persamaan di bawah ini untuk mencari nilai persentase tingkat kepercayaan masyarakat di setiap kelurahan.

$$T = \frac{P \times T1 + NP \times T2}{P + NP} \quad (4.22)$$

Keterangan :

T = Persentase penduduk yang memakai air dalam kemasan (%)

P = Jumlah pelanggan PAM (orang)

NP = Jumlah penduduk bukan pelanggan PAM (orang)

T1 = Persentase pelanggan yang mengkonsumsi AMDK (%)

T2 = Persentase bukan pelanggan yang mengkonsumsi AMDK (%)

Penentuan nilai indikator tingkat kepercayaan masyarakat dihitung dengan memakai persamaan dibawah ini.

$$I_{12} = T \times 20 \quad (4.23)$$

Keterangan :

I_{12} = Nilai indikator tingkat kepercayaan masyarakat

T = Persentase penduduk yang mengkonsumsi AMDK (%)

4.3. Perhitungan Nilai Indikator *Water Stress*

4.3.1 Perhitungan Indikator Ketersediaan Air (I_1)

Setiap kelurahan memiliki sumber air yang berbeda-beda sebagai ketersediaan airnya. Tidak semua kelurahan dilalui oleh sungai, begitu pula dengan jaringan perpipaan air PAM dan air waduk/danau/situ.

Sungai-sungai besar yang melalui wilayah Jakarta Utara diantaranya adalah Kali Sunter yang melalui kelurahan Koja, Rawa Badak Selatan, Rawa Badak Utara, Lagoa, Kelapa Gading Timur, dan Kelapa Gading Barat. Sungai Ciliwung melintasi kelurahan Pademangan timur, Ancol, dan Penjaringan. Sementara itu, Kali Angke hanya melalui kelurahan Pluit dan Pejagalan saja. Banjir Kanal Timur (BKT) yang merupakan kanal buatan hanya melalui Kelurahan Pejagalan dan Cengkareng Drain hanya melalui Kelurahan Kamal Muara. Debit air masing-masing sungai dan kanal dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Debit Air Sungai Di Jakarta Utara

No	Aliran Sungai	Debit (juta m ³ /tahun)
1	BKT	11.037,6
2	Kali Angke	110,6
3	Cengkareng drain	12.299,04
4	Ciliwung	309,05
5	Kali sunter	366

Sumber : Balai Besar Ciliwung Cisadane, 2009

Selain sungai yang telah disebut diatas, Jakarta Utara memiliki 7 waduk/situ/danau dimana debit masing-masing waduk/situ/danau dapat dilihat pada Tabel 4.5. Waduk/situ/danau yang ada di Jakarta Utara adalah :

1. Waduk Situ Rawa Kendal di Kelurahan Marunda
2. Waduk Puit di Kelurahan Pluit
3. Waduk Sunter Timur III di Kelurahan Rawa Badak Selatan
4. Waduk Sunter Utara di Kelurahan Papanggo
5. Waduk Sunter Selatan di Kelurahan Sunter Jaya
6. Waduk teluk Gong di Kelurahan Penjaringan
7. Waduk Sunter di Kelurahan Pademangan Barat

Tabel 4.5 Debit Waduk Di Jakarta Utara

No	Aliran Sungai	Debit (m ³ /tahun)
1	Situ Rawa Kendal	4.125.000
2	Waduk pluit	12.000.000
3	Waduk sunter timur III	960.000
4	Waduk sunter utara	4.800.000
5	Waduk sunter selatan	3.885.000
6	Waduk teluk gong	105.000
7	Waduk Sunter	3.885.000

Sumber : Balai Besar Cilivung Cisadane, 2009

Menurut kedalaman, Air tanah dibagi menjadi 2 yaitu air tanah bebas dan air tanah tertekan. Air tanah bebas adalah air tanah yang memiliki tekanan permukaan yang berbeda dengan tekanan atmosfer. Sedangkan air tanah tertekan adalah air tanah yang memiliki tekanan permukaan sama dengan tekanan atmosfer. Jakarta Utara memiliki jumlah aliran air tanah bebas (Q_1) sebesar 803 juta m³/tahun dan jumlah aliran air tanah tertekan (Q_2) sebesar 40 juta m³/tahun (Direktorat Geologi Tata Lingkungan, 2005).

Volume air perpipaan yang tersedia dalam suatu kelurahan dihitung dari tingkat konsumsi air bersih perpipaan dalam 1 tahun pada kelurahan tersebut. Ketersediaan air perpipaan diperoleh berdasarkan laporan penggunaan air pelanggan milik kedua mitra PAM Jaya yaitu PT. Aetra dan PT. Palyja. Berdasarkan uraian diatas, maka ketersediaan air total untuk masing-masing kelurahan disajikan pada Tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Debit Air Dari Berbagai Sumber Air Di Jakarta Utara

No	Kelurahan	Debit (m ³ /tahun)				Total
		Air tanah tertekan ¹	Air PAM ²	Air Permukaan		
				Air Waduk ³	Air Sungai ⁴	
1	Kalibaru	40.000.000	2.032.017	-	-	42.032.017
2	Cilincing	40.000.000	1.554.736	-	-	41.554.736
3	Semper Barat	40.000.000	1.820.956	-	-	41.820.956
4	Semper Timur	40.000.000	1.418.356	-	-	41.418.356
5	Sukapura	40.000.000	3.454.562	-	-	43.454.562
6	Rorotan	40.000.000	2.481.077	-	-	42.481.077
7	Marunda	40.000.000	1.845.118	4.125.000	-	45.970.118
8	Koja	40.000.000	1.302.865	-	366.006.816	407.309.681
9	Rawa Badak Utara	40.000.000	1.349.276	-	366.006.816	407.456.092
10	Rawa Badak Selatan	40.000.000	1.631.381	960.000	366.006.816	408.598.197
11	Tugu Utara	40.000.000	2.490.750	-	-	42.490.750
12	Tugu Selatan	40.000.000	1.007.571	-	-	41.007.571
13	Lagoa	40.000.000	1.851.222	-	366.006.816	407.858.038
14	Kelapa Gading Barat	40.000.000	5.818.726	-	366.006.816	411.825.542
15	Kelapa Gading Timur	40.000.000	2.932.650	-	366.006.816	408.939.466
16	Pegangsaan Dua	40.000.000	5.035.836	-	-	45.035.836
17	Tanjung Priok	40.000.000	2.081.189	-	-	42.081.189
18	Kebon Bawang	40.000.000	2.648.057	-	-	42.648.057
19	Sungai Bambu	40.000.000	2.133.056	-	-	42.133.056
20	Papango	40.000.000	2.547.047	4.800.000	-	47.347.047
21	Warakas	40.000.000	1.514.705	-	-	41.514.705
22	Sunter Agung	40.000.000	5.687.496	-	-	45.687.496
23	Sunter Jaya	40.000.000	4.259.786	3.885.000	-	48.144.786
24	Pademangan Timur	40.000.000	1.936.239	-	309.052.800	350.989.039
25	Pademangan Barat	40.000.000	2.887.725	3.885.000	-	46.772.725
26	Ancol	40.000.000	4.463.560	-	309.052.800	353.516.360
27	Penjaringan	40.000.000	1.910.894	105.000	309.052.800	351.068.694
28	Pluit	40.000.000	4.816.532	12.000.000	110.653.517	167.470.049
29	Pejagalan	40.000.000	2.727.803	-	11.148.253.517	11.190.981.320
30	Kapuk Muara	40.000.000	1.538.748	-	-	41.538.748
31	Kamal Muara	40.000.000	-	-	12.299.040.000	12.339.040.000

Sumber :

- 1) Direktorat Geologi Tata Lingkungan, 2003
- 2) Hasil Pengolahan Data, 2010
- 3) Balai Besar Ciliwung Cisadane, 2009
- 4) Balai Besar Ciliwung Cisadane, 2009

Selanjutnya ketersediaan air untuk masing-masing kelurahan dihitung dengan menggunakan Persamaan 4.1. Tingkat ketersediaan air yang didapat akan dibandingkan dengan indikator *Falkenmark* untuk mendapatkan nilai indikator ketersediaan air. Contoh perhitungan nilai indikator ketersediaan air di Kelurahan Kalibaru adalah sebagai berikut.

$$KA = \frac{40.000.000 + 0 + 2.032.017}{45.198} = 929,95 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Karena nilai $500 < KA \leq 1000 \text{ m}^3/\text{tahun}$, maka nilai indikator Kelurahan Kalibaru

adalah 10.

Hasil perhitungan tingkat ketersediaan air dan nilai indikator, dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Perhitungan Skor Indikator Ketersediaan Air Bersih

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk	Tingkat Ketersediaan Air (m ³ /tahun)	Skor I ₁
1	Kalibaru	45.198	929,9530388	10
2	Cilincing	32.651	1.272,694125	15
3	Semper Barat	61.547	679,4962623	10
4	Semper Timur	29.522	1.402,965785	15
5	Sukapura	25.995	1.671,650777	15
6	Rorotan	28.496	1.490,773319	15
7	Marunda	18.042	2.547,950205	20
8	Koja	32.265	12.623,88599	20
9	Rawa Badak Utara	37.552	10.847,78685	20
10	Rawa Badak Selatan	33.087	12.349,20653	20
11	Tugu Utara	58.915	721,2212557	10
12	Tugu Selatan	26.057	1.573,764106	15
13	Lagoa	58.699	6.948,296197	20
14	Kelapa Gading Barat	28.857	14.271,2528	20
15	Kelapa Gading Timur	42.457	9.631,850252	20
16	Pegangsaan Dua	38.273	1.176,699926	15
17	Tanjung Priok	41.301	1.018,890316	15
18	Kebon Bawang	65.292	653,1896261	10
19	Sungai Bambu	29.151	1.445,338262	15
20	Papanggo	29.283	1.616,878308	15
21	Warakas	49.007	847,1178641	10
22	Sunter Agung	63.646	717,8376623	10
23	Sunter Jaya	58.468	823,4382164	10
24	Pademangan Timur	40.450	8.677,108501	20
25	Pademangan Barat	61.498	760,5568541	10
26	Ancol	17.316	20.415,59023	20
27	Penjaringan	56.067	6.261,592281	20
28	Pluit	46.491	3.602,203635	20
29	Pejagalan	54.905	203.824,448	20
30	Kapuk Muara	21.988	1.889,155357	20
31	Kamal Muara	7.447	1.656.914,194	20

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

4.3.2 Perhitungan Indikator Ketersediaan Pelayanan Air Perpipaan (I_2)

Ketersediaan pelayanan air perpipaan dilihat dari besarnya cakupan pelayanan air perpipaan yang ada di setiap kelurahan. Cakupan pelayanan air perpipaan mencerminkan persentase jumlah penduduk yang terlayani air perpipaan/PAM. Sebelum menghitung jumlah penduduk yang terlayani harus dicari dahulu jumlah Sambungan Rumah (SR) yang ada. Sambungan Rumah (SR) dapat diperoleh dari hasil laporan konsumsi air pelanggan yang menggambarkan jumlah pelanggan pada tiap sel jaringan/*Primary Cell* (PC) yang distribusi air minum perpipaan.

Setelah diperoleh jumlah Sambungan Rumah (SR), tahap selanjutnya adalah mencari jumlah rata-rata penghuni dalam satu rumah. Jumlah rata-rata penghuni dalam satu rumah dapat dicari dengan membagi jumlah total penduduk dibagi dengan jumlah rumah yang ada. Namun apabila tidak ada data total jumlah rumah, maka diambil nilai 4.6 orang/rumah sebagai rata-rata jumlah penghuni per rumah (BR PAM Jaya, 2009). Dengan demikian jumlah penduduk terlayani dapat diperoleh dengan mengalikan jumlah Sambungan Rumah (SR) dengan rata-rata penghuni dalam satu rumah.

Contoh perhitungan nilai indikator ketersediaan pelayanan air perpipaan di Kelurahan Kalibaru adalah sebagai berikut.

$$T = \frac{28.847}{51.901} \times 100 = 55,58$$

$$\text{Maka } I_2 = 55,58\% \times 20 = 11$$

Hasil perhitungan persentase cakupan pelayanan air PAM dan nilai indikator pada masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8 Perhitungan Indikator Pelayanan Air PAM

Kelurahan	Jumlah House Connection	Jumlah orang / rumah	Jumlah Penduduk Terlayani	Jumlah Penduduk	Persentase cakupan layanan PAM	I ₂
Kalibaru	6.271	4,60	28.847	51.901	55,58%	11
Cilincing	5.248	4,60	24.141	37.493	64,39%	13
Semper Barat	5.978	4,60	27.499	70.674	38,91%	8
Semper Timur	4.242	5,69	24.153	33.901	71,25%	14
Sukapura	15.486	5,60	86.727	106.564	81,38%	16
Rorotan	8.494	4,60	39.072	72.119	54,18%	11
Marunda	6.337	3,45	21.845	39.768	54,93%	11
Koja	3.384	4,60	15.566	37.050	42,01%	8
Rawa Badak Utara	3.549	4,60	16.325	43.087	37,89%	8
Rawa Badak Selatan	5.061	4,60	23.281	37.994	61,28%	12
Tugu Utara	8.272	4,60	38.051	67.652	56,25%	11
Tugu Selatan	3.224	4,60	14.830	29.921	49,56%	10
Lagoa	6.010	4,60	27.646	67.404	41,02%	8
Kelapa Gading Barat	10.575	4,60	48.645	63.305	76,84%	15
Kelapa Gading Timur	8.056	4,07	32.783	48.857	67,10%	13
Pegangsaan Dua	11.744	4,60	54.022	83.067	65,03%	13
Tanjung Priok	4.038	4,60	18.575	35.747	51,96%	10
Kebon Bawang	6.288	4,60	28.925	44.270	65,34%	13
Sungai Bambu	2.222	4,60	10.221	17.646	57,92%	12
Papanggo	5.649	1,63	9.197	9.982	58,47%	18
Warakas	3.882	4,60	17.857	33.649	53,07%	11
Sunter Agung	13.681	4,60	62.933	81.733	77,00%	15
Sunter Jaya	12.325	4,60	56.695	15.779	66,55%	13
Pademangan Timur	6.323	4,60	29.086	46.467	62,59%	13
Pademangan Barat	9.350	4,60	43.010	70.618	60,91%	12
Ancol	1.827	3,61	6.599	19.577	33,71%	7
Penjaringan	3.926	5,33	20.926	63.389	33,01%	7
Pluit	12.236	5,33	52.563	52.563	100,00%	20
Pejagalan	8.546	5,33	45.550	62.076	73,38%	15
Kapuk Muara	4.116	5,33	21.938	24.860	88,25%	18
Kamal Muara	-	5,33	-	8.420	0,00%	0

Sumber : Hasil Pengolahan data, 2010

4.3.3 Perhitungan Indikator Kontinuitas Sumber Air (I_3)

Kontinuitas adalah lamanya pengaliran air dalam satu hari. Ukuran kontinuitas pada penelitian ini adalah 12 jam. Data kontinuitas air perpipaan masing-masing kelurahan diperoleh dari data PAM Jaya. Jakarta Utara merupakan daerah pesisir pantai (hilir) dan bermuaranya 13 sungai, sehingga air tanah dan air sungai mengalir lebih dari 12 jam setiap harinya. Oleh karena itu, skor indikator kontinuitas sumber air tanah dan air sungai adalah 20. Jadi dari data kontinuitas air perpipaan, dapat dihitung nilai indikator kontinuitas dengan Persamaan 4.4 pada bahasan sebelumnya.

Tabel 4.9 Perhitungan Indikator Kontinuitas Sumber Air

No	Kelurahan	Kontinuitas Air Perpipaan/PAM		Skor Air PAM	Skor Air Tanah	Skor Air Sungai	I_3
		Air mengalir <12 jam	Air mengalir ≥ 12 jam				
1	Kalibaru		v	20	20	20	20
2	Cilincing	v		10	20	20	17
3	Semper Barat		v	20	20	20	20
4	Semper Timur		v	20	20	20	20
5	Sukapura	v		10	20	20	17
6	Rorotan	v		10	20	20	17
7	Marunda	v		10	20	20	17
8	Koja		v	20	20	20	20
9	Rawa Badak Utara		v	20	20	20	20
10	Rawa Badak Selatan		v	20	20	20	20
11	Tugu Utara		v	20	20	20	20
12	Tugu Selatan		v	20	20	20	20
13	Lagoa		v	20	20	20	20
14	Kelapa Gading Barat	v		10	20	20	17
15	Kelapa Gading Timur	v		10	20	20	17
16	Pegangsaan Dua	v		10	20	20	17
17	Tanjung Priok	v		10	20	20	17
18	Kebon Bawang	v		10	20	20	17
19	Sungai Bambu	v		10	20	20	17
20	Papanggo	v		10	20	20	17
21	Warakas	v		10	20	20	17
22	Sunter Agung	v		10	20	20	17
23	Sunter Jaya	v		10	20	20	17
24	Pademangan Timur		v	20	20	20	20
25	Pademangan Barat		v	20	20	20	20
26	Ancol		v	20	20	20	20
27	Penjaringan		v	20	20	20	20
28	Pluit	v		10	20	20	17
29	Pejagalan		v	20	20	20	20
30	Kapuk Muara	v		10	20	20	17
31	Kamal Muara			0	20	20	13

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

Contoh perhitungan nilai indikator kontinuitas sumber air di Kelurahan Kalibaru yang memiliki skor air PAM, air tanah, dan air sungai 20 adalah sebagai berikut.

$$I_3 = \frac{20 + 20 + 20}{3} = 20$$

Hasil perhitungan nilai indikator kontinuitas sumber air pada masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.9 di atas.

4.3.4 Perhitungan Indikator Kualitas Air Tanah (I_4)

Skor Indikator kualitas air tanah dihitung dari Index Pencemar berdasarkan hasil pengukuran parameter fisik, kimia, dan biologi. Perhitungan Index Pencemar dapat dilihat pada Lampiran II Kepmeneg LH no.155 tahun 2003 tentang “Penggunaan Index Lingkungan Pada Pencemar Air”. Index pencemar untuk wilayah Jakarta Utara sudah terdapat pada laporan Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Daerah Khusus Ibukota Jakarta pada bulan Oktober 2008. Nilai indikator kualitas air tanah untuk masing-masing kelurahan ditentukan berdasarkan laporan BPLHD tersebut.

Contoh perhitungan nilai indikator kualitas air tanah di Kelurahan Kalibaru adalah sebagai berikut.

PI_j Kelurahan Kalibaru = 8,4.

Dikarenakan $PI_j < 20$, maka $I_4 = 20 - 8,4 = 11,6 \approx 12$

Hasil perhitungan nilai indikator kualitas air tanah pada masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10 Perhitungan Nilai Indikator Kualitas Air Tanah

No	Kelurahan	PIj ¹	Status ¹	Skor I ₄ ²
1	Kalibaru	8,4	cemar sedang	12
2	Cilincing	8,4	cemar sedang	12
3	Semper Barat	10,5	cemar berat	10
4	Semper Timur	10,5	cemar berat	10
5	Sukapura	0,3	baik	20
6	Rorotan	11,3	cemar berat	9
7	Marunda	11,3	cemar berat	9
8	Koja	10,5	cemar berat	10
9	Rawa Badak Utara	10,5	cemar berat	10
10	Rawa Badak Selatan	10,5	cemar berat	10
11	Tugu Utara	10,5	cemar berat	10
12	Tugu Selatan	1,8	cemar ringan	18
13	Lagoa	10,5	cemar berat	10
14	Kelapa Gading Barat	0,3	baik	20
15	Kelapa Gading Timur	0,4	baik	20
16	Pegangsaan Dua	0,3	baik	20
17	Tanjung Priok	2,8	cemar ringan	17
18	Kebon Bawang	7,9	cemar sedang	12
19	Sungai Bambu	7,9	cemar sedang	12
20	Papanggo	7,9	cemar sedang	12
21	Warakas	7,9	cemar sedang	12
22	Sunter Agung	7,9	cemar sedang	12
23	Sunter Jaya	20,4	cemar berat	0
24	Pademangan Timur	7,9	cemar sedang	12
25	Pademangan Barat	9,1	cemar sedang	11
26	Ancol	12,9	cemar berat	7
27	Penjaringan	1,2	cemar ringan	19
28	Pluit	11,4	cemar berat	9
29	Pejagalan	19,5	cemar berat	1
30	Kapuk Muara	19,5	cemar berat	4
31	Kamal Muara	7,2	cemar sedang	13

Sumber :

¹⁾ BPLHD, 2008

²⁾ Hasil Pengolahan Data, 2010

4.3.5 Perhitungan Indikator Kualitas Air PAM (I₅)

Pemantauan kualitas air perpipaan pada Sambungan Rumah (SR) sudah dilakukan oleh masing-masing infra swasta PAM Jaya berdasarkan wilayah pelayanannya. Sebanyak 97,25% *sample* telah memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.416/MENKES/PER/IX/90 untuk wilayah pelayanan Palyja. Pemantauan tersebut dilakukan di 302 titik pantau tertentu dengan 16 parameter kualitas air (Palyja, 2008). Sedangkan untuk wilayah pelayanan Aetra, sebanyak 99,13% *sample* memenuhi persyaratan standar air bersih (PT. Thames Pam Jaya, 2008).

Namun berdasarkan hasil jumlah pengaduan yang diterima oleh PAM JAYA, tidak semua kualitas memenuhi standar baku mutu. Pengaduan dari masyarakat tersebut merupakan data kualitatif yang terdiri dari parameter rasa, bau, dan kejernihan air. Kualitas ketiga parameter tersebut diklasifikasikan menjadi baik, biasa, dan buruk.

Contoh perhitungan nilai indikator kualitas air perpipaan di Kelurahan Kalibaru adalah dengan merata-ratakan skor ketiga parameter yaitu :

$$I_5 = \frac{10 + 20 + 5}{3} = 12$$

Hasil perhitungan skor dan nilai indikator pada masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4.11 Perhitungan Nilai Indikator Kualitas Air Perpipaan

No	Kelurahan	Bau				Rasa				Kejernihan Air				I ₅
		1	2	3	SB	1	2	3	SR	1	2	3	SK	
1	Kalibaru		v		10	v			20			v	5	12
2	Cilincing		v		10	v			20		v		10	13
3	Semper Barat		v		10	v			20		v		10	13
4	Semper Timur		v		10	v			20		v		10	13
5	Sukapura		v		10	v			20		v		10	13
6	Rorotan		v		10	v			20		v		10	13
7	Marunda	v			20	v			20	v			20	20
8	Koja		v		10	v			20		v		10	13
9	Rawa Badak Utara			v	5	v			20	v			20	15
10	Rawa Badak Selatan		v		10	v			20		v		10	13
11	Tugu Utara	v			20	v			20	v			20	20
12	Tugu Selatan		v		10	v			20		v		10	13
13	Lagoa			v	5	v			20		v		10	12
14	Kelapa Gading Barat		v		10	v			20		v		10	13
15	Kelapa Gading Timur		v		10	v			20		v		10	13
16	Pegangsaan Dua		v		10	v			20		v		10	13
17	Tanjung Priok			v	5		v		10			v	5	7
18	Kebon Bawang		v		10		v		10		v		10	10
19	Sungai Bambu			v	5		v		10			v	5	7
20	Papanggo			v	5		v		10			v	5	7
21	Warakas			v	5		v		10			v	5	7
22	Sunter Agung			v	5		v		10			v	5	7
23	Sunter Jaya		v		10		v		10		v		10	10
24	Pademangan Timur		v		10	v			20		v		10	13
25	Pademangan Barat			v	5		v		10			v	5	7
26	Ancol		v		10	v			20		v		10	13
27	Penjaringan		v		10		v		10		v		10	10
28	Pluit			v	5		v		10			v	5	7
29	Pejagalan		v		10		v		10		v		10	10
30	Kapuk Muara		v		10				5		v		10	8
31	Kamal Muara				0				0				0	0

Keterangan : 1 = Baik, 2 = Sedang, 3 = Buruk

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

4.3.6 Perhitungan Indikator Banjir (I_6)

Sumber pengolahan data untuk indikator banjir adalah data daerah rawan banjir yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Data tersebut menampilkan luas area rawan banjir di Jakarta Utara berdasarkan kelurahan pada tahun 2007 (Kecamatan Dalam Angka, 2008).

Sebagian besar daerah rawan banjir di Jakarta Utara kurang dari 6%, kecuali kelurahan-kelurahan yang ada di Kecamatan Koja. Kelurahan-kelurahan di Kecamatan Koja memiliki persentase wilayah banjir lebih besar dibandingkan kelurahan lainnya. Kecamatan Koja merupakan kecamatan yang dilalui oleh gabungan 2 sungai besar yaitu Kali Cipinang dan Kali Sunter. Kecamatan ini juga letaknya di pesisir pantai berbatasan langsung dengan pantai sehingga sangat rawan terjadi banjir.

Luas area rawan banjir dihitung dengan menggunakan Persamaan 4.11, sehingga menghasilkan nilai indikator banjir. Pada Kelurahan Kalibaru, perhitungan indikator banjir adalah sebagai berikut.

$$I_6 = \left(1 - \frac{10}{246,7}\right) \times 20 = 19$$

Hasil perhitungan nilai indikator banjir pada masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perhitungan Indikator Banjir

No	Kelurahan	Luas Kelurahan (ha)	Luas area rawan banjir (ha)	Persentase daerah rawan banjir	I ₄
1	Kalibaru	246,7	10	4,1%	19
2	Cilincing	831,25	0	0,0%	20
3	Semper Barat	159,7	0	0,0%	20
4	Semper Timur	316,15	0	0,0%	20
5	Sukapura	561,4	0	0,0%	20
6	Rorotan	1063,7	0	0,0%	20
7	Marunda	791,69	0	0,0%	20
8	Koja	327,8	124,6	38,0%	12
9	Rawa Badak Utara	133,38	31,92	23,9%	15
10	Rawa Badak Selatan	101,62	45,9	45,2%	11
11	Tugu Utara	332	92,4	27,8%	14
12	Tugu Selatan	268	55,8	20,8%	16
13	Lagoa	150,53	67,78	45,0%	11
14	Kelapa Gading Barat	503,12	0,56	0,1%	20
15	Kelapa Gading Timur	355,13	0,15	0,0%	20
16	Pegangsaan Dua	628,45	0,21	0,0%	20
17	Tanjung Priok	554	1	0,2%	20
18	Kebon Bawang	172,7	3	1,7%	20
19	Sungai Bambu	236,3	1	0,4%	20
20	Papanggo	280,175	1	0,4%	20
21	Warakas	108,84	4	3,7%	19
22	Sunter Agung	425	4,6	1,1%	20
23	Sunter Jaya	505,42	5,7	1,1%	20
24	Pademangan Timur	261,24	0,03	0,0%	20
25	Pademangan Barat	353,35	4,32	1,2%	20
26	Ancol	577,28	3,26	0,6%	20
27	Penjaringan	395,43	20,3	5,1%	19
28	Pluit	711,9	0	0,0%	20
29	Pejagalan	323,18	0	0,0%	20
30	Kapuk Muara	1.005,5	35,8	3,6%	19
31	Kamal Muara	1.053,6	0	0,0%	20

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

4.3.7 Perhitungan Indikator Tata Guna Lahan (I_7)

Perhitungan nilai indikator tata guna lahan berdasarkan pada jenis peruntukan lahan yang sudah ditentukan yaitu pemukiman, industri dan perdagangan, fasilitas umum dan lahan terbuka. Contoh perhitungan indikator tata guna lahan di Kelurahan Kalibaru adalah sebagai berikut.

$$I_7 = (0,07 \times 20) + (0,21 \times 15) + (0,13 \times 10) + (0,58 \times 5) = 9$$

Persentase penggunaan lahan masing-masing kelurahan beserta hasil perhitungan nilai indikator dapat dilihat pada Tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4.13 Nilai Indikator Tata Guna Lahan

Kelurahan	Tata Guna Lahan (%)				I_7
	Pemukiman	Industri dan Perdagangan	Fasilitas Umum	Lahan Terbuka	
Kalibaru	0,21	0,58	0,13	0,07	9
Cilincing	0,41	0,34	0,00	0,25	16
Semper Barat	0,28	0,24	0,07	0,41	16
Semper Timur	0,36	0,22	0,08	0,34	15
Sukapura	0,39	0,27	0,04	0,30	16
Rorotan	0,41	0,05	0,00	0,54	18
Marunda	0,21	0,10	0,01	0,68	18
Koja	0,35	0,35	0,22	0,07	12
Rawa Badak Utara	0,69	0,00	0,11	0,20	14
Rawa Badak Selatan	0,53	0,02	0,35	0,10	10
Tugu Utara	0,95	0,02	0,01	0,03	15
Tugu Selatan	0,63	0,07	0,06	0,24	15
Lagoa	0,70	0,00	0,00	0,30	17
Kelapa Gading Barat	0,92	0,01	0,04	0,03	15
Kelapa Gading Timur	0,86	0,04	0,08	0,02	14
Pegangsaan Dua	0,89	0,05	0,04	0,03	15
Tanjung Priok	0,07	0,09	0,78	0,06	4
Kebon Bawang	0,92	0,00	0,07	0,01	14
Sungai Bambu	0,35	0,44	0,06	0,14	15
Papanggo	0,52	0,29	0,08	0,11	14
Warakas	0,89	0,00	0,00	0,11	16
Sunter Agung	0,83	0,06	0,03	0,08	15
Sunter Jaya	0,46	0,24	0,19	0,11	13
Pademangan Timur	0,27	0,00	0,02	0,72	18
Pademangan Barat	0,66	0,00	0,07	0,27	15
Ancol	0,75	0,09	0,06	0,10	15
Penjaringan	0,56	0,28	0,05	0,11	15
Pluit	0,50	0,00	0,30	0,20	12
Pejagalan	0,75	0,18	0,03	0,04	15
Kapuk Muara	0,36	0,22	0,09	0,33	15
Kamal Muara	0,08	0,17	0,07	0,68	17

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

4.3.8 Perhitungan Indikator Ketersediaan Sarana Sanitasi Limbah Cair

Domestik (I_8)

PD PAL Jaya adalah instansi pemerintah daerah yang bertanggung jawab memberikan pelayanan sarana limbah cair. Setiap konsumen wajib membuang limbah cairnya ke pipa sambungan menurut Keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 45 Tahun 1992.

Sarana sanitasi limbah cair yang ada di Jakarta Utara terbagi menjadi tiga jenis. Pertama adalah sistem komunal yaitu sistem terpusat yang air limbahnya dibuang melalui pipa limbah cair. Sistem ini merupakan sistem *Sewerage Water Treatment Plant* (SWTP) yang pada bagian instalasi pengolahannya menggunakan 7 buah unit aerator yang memiliki kemampuan mensuplai oksigen 48 kg/unit/jam. Sehingga sistem ini dapat menurunkan kadar BOD sampai 80%, sehingga effluen dapat memenuhi baku mutu limbah cair sesuai dengan peraturan Keputusan Gubernur DKI Jakarta No.1040 Tahun 1997 tentang “Baku mutu air limbah sistem perpipaan (*Sewerage System*) di Daerah Khusus Ibukota Jakarta”. Kedua adalah sarana sanitasi dengan menggunakan sistem semi komunal atau modular. Sistem ini diperuntukkan bagi kawasan bisnis terpadu dan pemukiman. Sistem yang ketiga adalah sarana sanitasi individual. Pengolahan limbah cair secara individual adalah pengolahan ditempat dengan menggunakan *septic tank*.

Namun, masih ada masyarakat Jakarta Utara yang membuang langsung limbah cair domestiknya ke sungai. Sehingga saluran pipa limbah cair langsung dibuang ke sungai tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Perhitungan luas area yang membuang langsung limbah cair ke sungai dilakukan dengan perhitungan luas pada peta DAS (Daerah Aliran Sungai). Perhitungan tersebut mengambil jarak 5 meter dari sisi sungai sebagai batas luas daerah yang membuang langsung limbah cair ke sungai. Jarak 5 meter tersebut merupakan jarak sempadan sungai yang ditentukan berdasarkan pada PP No.35 Tahun 1991 tentang Sungai.

Luas area penggunaan sistem komunal, semi komunal/modular, dan individual pada masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.14 di bawah ini.

Tabel 4.14 Luas Area Pemakaian Teknologi Limbah Cair

No	Kelurahan	Luas (ha)				Luas Kelurahan (ha)
		Sistem Komunal	Semi Komunal /modular	Individual	Sungai	
1	Kalibaru	0,00	241,93	0,00	4,77	246,70
2	Cilincing	0,00	0,00	831,25	0,00	831,25
3	Semper Barat	59,44	97,88	0,00	2,38	159,70
4	Semper Timur	0,00	313,58	0,00	2,57	316,15
5	Sukapura	0,00	559,17	0,00	2,23	561,40
6	Rorotan	0,00	0,00	1.059,80	3,90	1.063,70
7	Marunda	0,00	0,00	786,63	5,06	791,69
8	Koja	17,49	308,21	0,00	2,10	327,80
9	Rawa Badak Utara	132,29	0,00	0,00	1,09	133,38
10	Rawa Badak Selatan	100,44	0,00	0,00	1,18	101,62
11	Tugu Utara	332,00	0,00	0,00	0,00	332,00
12	Tugu Selatan	0,00	268,00	0,00	0,00	268,00
13	Lagoa	150,53	0,00	0,00	0,00	150,53
14	Kelapa Gading Barat	0,00	69,52	429,68	3,92	503,12
15	Kelapa Gading Timur	0,00	132,26	222,87	0,00	355,13
16	Pegangsaan Dua	0,00	625,81	0,00	2,64	628,45
17	Tanjung Priok	73,56	478,71	0,00	1,74	554,00
18	Kebon Bawang	58,58	111,52	0,00	2,60	172,70
19	Sungai Bambu	236,30	0,00	0,00	0,00	236,30
20	Papanggo	44,36	235,81	0,00	0,00	280,18
21	Warakas	108,84	0,00	0,00	0,00	108,84
22	Sunter Agung	0,00	422,00	0,00	3,00	425,00
23	Sunter Jaya	0,00	501,08	0,00	4,34	505,42
24	Pademangan Timur	259,14	0,00	0,00	2,10	261,24
25	Pademangan Barat	353,35	0,00	0,00	0,00	353,35
26	Ancol	0,00	576,38	0,00	0,90	577,28
27	Penjaringan	0,00	391,73	0,00	3,70	395,43
28	Pluit	0,00	705,71	0,00	6,19	711,90
29	Pejagalan	0,00	320,01	0,00	3,17	323,18
30	Kapuk Muara	0,00	0,00	998,18	7,32	1.005,50
31	Kamal Muara	0,00	0,00	1.045,38	8,22	1.053,60

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

Contoh hasil perhitungan indikator ketersediaan sarana sanitasi limbah cair domestik di Kelurahan Kalibaru adalah sebagai berikut.

$$I_8 = 20 \times 0 + 10 \times 98,07\% + 5 \times 0 + 2 \times 1,93\% = 10$$

Pengolahan nilai indikator masing-masing kelurahan berdasarkan Persamaan 4.13 dapat dilihat pada Tabel 4.15 dibawah ini.

Tabel 4.15 Perhitungan Nilai Indikator Ketersediaan Sarana Sanitasi Limbah Cair

No	Kelurahan	Persentase Wilayah Pengolahan Limbah Cair				I _g
		Sistem Komunal	Semi Komunal/modular	Individual	Sungai	
1	Kalibaru	0,00%	98,07%	0,00%	1,93%	10
2	Cilincing	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	5
3	Semper Barat	37,22%	61,29%	0,00%	1,49%	14
4	Semper Timur	0,00%	99,19%	0,00%	0,81%	10
5	Sukapura	0,00%	99,60%	0,00%	0,40%	10
6	Rorotan	0,00%	0,00%	99,63%	0,37%	5
7	Marunda	0,00%	0,00%	99,36%	0,64%	5
8	Koja	5,34%	94,02%	0,00%	0,64%	10
9	Rawa Badak Utara	99,18%	0,00%	0,00%	0,82%	20
10	Rawa Badak Selatan	98,84%	0,00%	0,00%	1,16%	20
11	Tugu Utara	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20
12	Tugu Selatan	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	10
13	Lagoa	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20
14	Kelapa Gading Barat	0,00%	13,82%	85,40%	0,78%	6
15	Kelapa Gading Timur	0,00%	37,24%	62,76%	0,00%	7
16	Pegangsaan Dua	0,00%	99,58%	0,00%	0,42%	10
17	Tanjung Priok	13,28%	86,41%	0,00%	0,31%	11
18	Kebon Bawang	33,92%	64,57%	0,00%	1,51%	13
19	Sungai Bambu	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20
20	Papanggo	15,83%	84,17%	0,00%	0,00%	12
21	Warakas	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20
22	Sunter Agung	0,00%	99,29%	0,00%	0,71%	10
23	Sunter Jaya	0,00%	99,14%	0,00%	0,86%	10
24	Pademangan Timur	99,20%	0,00%	0,00%	0,80%	20
25	Pademangan Barat	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20
26	Ancol	0,00%	99,84%	0,00%	0,16%	10
27	Penjaringan	0,00%	99,06%	0,00%	0,94%	10
28	Pluit	0,00%	99,13%	0,00%	0,87%	10
29	Pejagalan	0,00%	99,02%	0,00%	0,98%	10
30	Kapuk Muara	0,00%	0,00%	99,27%	0,73%	5
31	Kamal Muara	0,00%	0,00%	99,22%	0,78%	5

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

4.3.9 Perhitungan Indikator Tingkat Konsumsi Air Bersih (I_9)

Perhitungan tingkat konsumsi air bersih pada penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian. Pembagian tersebut berdasarkan 2 data yang berbeda untuk diolah. Data pertama adalah tingkat konsumsi air bersih untuk penduduk yang terlayani air perpipaan, sedangkan data yang kedua adalah penduduk yang tidak terlayani air perpipaan.

Data tingkat konsumsi air bersih penduduk terlayani air perpipaan bersumber dari hasil “Survey Konsumsi Air PAM 2009” yang telah dilakukan oleh Badan Regulator. Survey ini dilakukan pada tahun 2009 dengan jumlah responden 560 untuk kawasan pelayanan Palyja dan 476 responden untuk kawasan pelayanan Aetra. Salah satu tujuan dari survey ini adalah untuk mendapatkan tingkat konsumsi air bersih rata-rata bagi pelanggan PAM, sehingga data tersebut dapat diolah lebih lanjut untuk mengetahui konsumsi air PAM di berbagai kelurahan di Jakarta Utara. Namun tidak semua tingkat konsumsi air bersih dapat diperoleh, karena ada responden yang tidak berdomisili di kelurahan yang dicari pada penelitian ini. Tingkat Konsumsi air bersih bagi kelurahan yang tidak ada, ditentukan nilai air bersihnya berdasarkan rata-rata tingkat konsumsi air bersih secara keseluruhan.

Konsumsi air bersih bagi penduduk yang tidak terlayani air perpipaan/bukan pelanggan PAM diperoleh dengan survey. Jumlah responden survey ini adalah 66 yang terdistribusi secara merata berdasarkan jumlah penduduk di setiap kelurahan. Nilai konsumsi air bersih dihitung berdasarkan kecamatan sehingga nilai konsumsi air bersih kelurahan di satu kecamatan adalah sama.

Konsumsi air bersih penduduk bukan pelanggan memiliki rata-rata konsumsi air bersih 99,22 l/o/h. Nilai konsumsi air bersih bukan pelanggan lebih kecil daripada nilai konsumsi air bersih pelanggan. Hal ini dikarenakan responden untuk bukan pelanggan sebagian besar adalah penduduk yang mempunyai perekonomian menengah kebawah sehingga harus membeli atau dari air sumur sebagai sumber air bersihnya. Dikarenakan harus membeli, biaya yang harus dikeluarkan untuk air bersih juga relatif lebih mahal daripada pelanggan air perpipaan. Hal ini berdampak pemakaian air bersih lebih hemat dan secara tidak

langsung konsumsi air bersih bukan pelanggan air perpipaan lebih kecil daripada pelanggan air perpipaan.

Tabel 4.16 Kebutuhan Air Pelanggan dan Bukan Pelanggan

No	Kelurahan	Rata-rata Konsumsi pelanggan (l/o/h)	Survey Kebutuhan Air Bersih non pelanggan (l/o/h)
1	Kalibaru	157,89	128,84
2	Cilincing	157,89	128,84
3	Semper Barat	266,67	128,84
4	Semper Timur	177,28	128,84
5	Sukapura	190,78	128,84
6	Rorotan	233,90	128,84
7	Marunda	201,14	128,84
8	Koja	93,28	77,90
9	Rawa Badak Utara	93,28	77,90
10	Rawa Badak Selatan	159,60	77,90
11	Tugu Utara	182,57	77,90
12	Tugu Selatan	225,93	77,90
13	Lagoa	140,52	77,90
14	Kelapa Gading Barat	227,69	99,42
15	Kelapa Gading Timur	186,39	99,42
16	Pegangsaan Dua	165,74	99,42
17	Tanjung Priok	259,34	87,01
18	Kebon Bawang	259,34	87,01
19	Sungai Bambu	177,28	87,01
20	Papanggo	287,41	87,01
21	Warakas	259,34	87,01
22	Sunter Agung	379,64	87,01
23	Sunter Jaya	214,21	87,01
24	Pademangan Timur	394,61	83,43
25	Pademangan Barat	204,03	83,43
26	Ancol	259,34	83,43
27	Penjaringan	191,58	128,26
28	Pluit	191,58	128,26
29	Pejagalan	191,58	128,26
30	Kapuk Muara	191,58	128,26
31	Kamal Muara	191,58	128,26

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

Masing-masing kelurahan mempunyai 2 tingkat konsumsi air bersih yaitu konsumsi air bersih pelanggan dan bukan pelanggan. Jadi dengan menggunakan pembobotan pada Persamaan 4.14, maka dapat diperoleh tingkat konsumsi air bersih di kelurahan seperti pada Tabel 4.17 di bawah ini.

Tabel 4.17 Perhitungan Nilai Indikator Tingkat Konsumsi Air Bersih

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Penduduk Pelanggan PAM (Jiwa)	Jumlah Penduduk Bukan Pelanggan PAM (Jiwa)	Tingkat Konsumsi Air bersih (l/o/h)	I ₉
1	Kalibaru	51.901	28.847	23.054	144,99	20
2	Cilincing	37.493	24.141	13.352	147,55	20
3	Semper Barat	70.674	27.499	43.175	182,47	20
4	Semper Timur	33.901	24.153	9.748	163,36	20
5	Sukapura	106.564	86.727	19.837	179,25	20
6	Rorotan	72.119	39.072	33.047	185,76	20
7	Marunda	39.768	21.845	17.923	168,56	20
8	Koja	37.050	15.566	21.484	84,36	20
9	Rawa Badak Utara	43.087	16.325	26.762	83,72	20
10	Rawa Badak Selatan	37.994	23.281	14.713	127,96	20
11	Tugu Utara	67.652	38.051	29.601	136,77	20
12	Tugu Selatan	29.921	14.830	15.091	151,27	20
13	Lagoa	67.404	27.646	39.758	103,58	20
14	Kelapa Gading Barat	63.305	48.645	14.660	197,98	20
15	Kelapa Gading Timur	48.857	32.783	16.074	157,78	20
16	Pegangsaan Dua	83.067	54.022	29.045	142,55	20
17	Tanjung Priok	35.747	18.575	17.172	176,56	20
18	Kebon Bawang	44.270	28.925	15.345	199,61	20
19	Sungai Bambu	17.646	10.221	7.425	139,30	20
20	Papanggo	9.982	9.197	785	271,65	20
21	Warakas	33.649	17.857	15.792	178,46	20
22	Sunter Agung	81.733	62.933	18.800	312,33	20
23	Sunter Jaya	85.192	56.695	28.497	171,66	20
24	Pademangan Timur	46.467	29.086	17.381	278,21	20
25	Pademangan Barat	70.618	43.010	27.608	156,88	20
26	Ancol (aetra)	19.577	6.599	12.978	142,73	20
27	Penjaringan	63.389	20.926	42.463	149,16	20
28	Pluit	52.563	52.563	0	191,58	20
29	Pejagalan	62.076	45.550	16.526	174,72	20
30	Kapuk Muara	24.860	21.938	2.922	184,14	20
31	Kamal Muara	8.420	0	8.420	128,26	20

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

Contoh perhitungan nilai indikator tingkat konsumsi air bersih di Kelurahan Kalibaru adalah sebagai berikut.

$$A = \frac{28.847 \times 157,89 + 23.054 \times 128,84}{28.847 + 23.054} = 144,99 \text{ l/o/h}$$

Karena $A \geq 50 \text{ l/o/h}$, maka $I_9 = 20$ untuk Kelurahan Kalibaru.

4.3.10 Perhitungan Indikator Pendidikan (I_{10})

Persentase penduduk lulus SMA yang diperoleh merupakan hasil pengolahan data sekunder. Data tersebut terbatas sampai ruang lingkup kecamatan, sehingga nilai kelurahan dianggap sama dalam satu kecamatan. Perhitungan skor berdasarkan persamaan yang telah dibahas adalah sebagai berikut. Contoh perhitungan nilai indikator pendidikan di Kelurahan Kalibaru adalah sebagai berikut.

$$I_{10} = 36,03 \% \times 20 = 7,21$$

Perhitungan nilai indikator pendidikan di kelurahan lainnya adalah seperti pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Perhitungan Nilai Indikator Pendidikan

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk	Persentase (%)	I ₁₀
1	Kalibaru	51.901	36,03	7,21
2	Cilincing	37.493	36,03	7,21
3	Semper Barat	70.674	36,03	7,21
4	Semper Timur	33.901	36,03	7,21
5	Sukapura	106.564	36,03	7,21
6	Rorotan	72.119	36,03	7,21
7	Marunda	39.768	36,03	7,21
8	Koja	37.050	35,33	7,07
9	Rawa Badak Utara	43.087	35,33	7,07
10	Rawa Badak Selatan	37.994	35,33	7,07
11	Tugu Utara	67.652	35,33	7,07
12	Tugu Selatan	29.921	35,33	7,07
13	Lagoa	67.404	35,33	7,07
14	Kelapa Gading Barat	63.305	39,18	7,84
15	Kelapa Gading Timur	48.857	39,18	7,84
16	Pegangsaan Dua	83.067	39,18	7,84
17	Tanjung Priok	35.747	36,66	7,33
18	Kebon Bawang	44.270	36,66	7,33
19	Sungai Bambu	17.646	36,66	7,33
20	Papanggo	9.982	36,66	7,33
21	Warakas	33.649	36,66	7,33
22	Sunter Agung	81.733	36,66	7,33
23	Sunter Jaya	85.192	36,66	7,33
24	Pademangan Timur	46.467	37,36	7,47
25	Pademangan Barat	70.618	37,36	7,47
26	Ancol (aetra)	19.577	37,36	7,47
27	Penjaringan	63.389	38,77	7,75
28	Pluit	52.563	38,77	7,75
29	Pejagalan	62.076	38,77	7,75
30	Kapuk Muara	24.860	38,77	7,75
31	Kamal Muara	8.420	38,77	7,75

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

4.3.11 Perhitungan Indikator Daya Beli Air Masyarakat (I₁₁)

Perhitungan indikator ini terdiri dari daya beli air pelanggan air perpipaan dan daya beli air penduduk bukan pelanggan air perpipaan. Daya beli air pelanggan dihitung berdasarkan hasil kajian yang dilakukan oleh BR PAM (Analisa *Affordabilitas*, 2009). Pembagian kelompok pada Tabel 4.19 berdasarkan

tingkat pendapatan rata-rata yang ada di masyarakat. Sedangkan daya beli air penduduk bukan pelanggan air perpipaan didapat dengan melakukan survey.

Tabel 4.19 Rata-rata Pendapatan Dari Golongan Pelanggan

Golongan Affordabilitas	Rata-rata pendapatan (Rp)
2A1	2.356.000
2A2	4.576.321
2A3	5.185.744
2A4	7.007.042
Rata-rata	4.781.276,75

Sumber : Badan Regulator Air, 2009

Perhitungan daya beli air pelanggan air perpipaan adalah dengan memilah kemampuan beli air berdasarkan golongan 2A1, 2A2, 2A3, dan 2A4 diatas berdasarkan *Primary Cell* (PC) untuk setiap kelurahan. Setelah itu dicari nilai rata-rata rekening airnya dari setiap pelanggan. Kemudian dicari rata-ratanya untuk keempat golongan dan dibagi dengan nilai rata-rata berdasarkan hasil kajian BR yaitu Rp 4.781.276, 75. Nilai dari pembagian tersebut adalah nilai daya beli air masyarakat. Untuk kelurahan Kamal Muara nilai daya beli air masyarakatnya adalah 0, karena belum ada jaringan air perpipaan di kelurahan tersebut. Berdasarkan Persamaan 4.17, daya beli air pelanggan PAM dapat dilihat pada Tabel 4.20

Tabel 4.20 Daya Beli Air Pelanggan PAM

No	Kelurahan	Rata-rata tagihan air					Rata-rata	Daya Beli Air Pelanggan Air Perpipaan
		2A1	2A2	2A3	2A4			
1	Kalibaru	36.053	79.337	125.391	197.733	109.628	2,29%	
2	Cilincing	49.993	79.296	120.264	214.059	115.903	2,42%	
3	Semper Barat	54.501	102.191	130.589	145.990	108.318	2,27%	
4	Semper Timur	56.129	81.885	120.708	219.501	119.556	2,50%	
5	Sukapura	58.467	105.233	134.586	151.833	112.530	2,42%	
6	Rorotan	35.795	86.617	118.789	221.053	115.564	2,42%	
7	Marunda	47.966	74.994	103.865	247.520	118.586	2,48%	
8	Koja	53.025	141.043	178.173	227.051	149.823	3,13%	
9	Rawa Badak Utara	56.875	115.526	176.398	279.985	157.196	3,29%	
10	Rawa Badak Selatan	44.184	88.895	148.601	557.952	209.908	4,39%	
11	Tugu Utara	39.908	94.904	131.752	175.841	110.601	2,31%	
12	Tugu Selatan	63.573	99.519	146.145	487.864	199.275	4,17%	
13	Lagoa	35.513	96.426	136.747	460.703	182.347	3,81%	
14	Kelapa Gading Barat	54.866	102.641	138.274	316.125	152.977	3,20%	
15	Kelapa Gading Timur	55.994	109.534	126.445	290.009	145.495	3,04%	
16	Pegangsaan Dua	68.935	108.367	135.576	238.156	137.758	2,88%	
17	Tanjung Priok	52.835	162.280	393.984	331.445	235.136	4,92%	
18	Kebon Bawang	57.498	131.121	397.178	397.020	245.704	5,14%	
19	Sungai Bambu	50.962	120.832	152.008	252.650	144.113	3,01%	
20	Papango	49.850	91.559	145.908	276.776	141.023	2,95%	
21	Warakas	76.730	131.885	201.811	767.495	294.480	6,16%	
22	Sunter Agung	62.086	93.640	162.697	301.830	155.063	3,24%	
23	Sunter Jaya	75.378	87.021	143.054	600.936	226.597	4,74%	
24	Pademangan Timur	43.206	90.937	159.203	514.740	202.021	4,23%	
25	Pademangan Barat	32.080	82.049	132.674	427.567	168.592	3,53%	
26	Ancol	31.759	78.617	145.048	659.330	228.689	4,55%	
27	Penjaringan	41.218	85.102	127.081	324.193	144.398	3,90%	
28	Pluit	111.71	100.292	180.264	416.026	202.073	4,23%	
29	Pejagalan	42.866	96.328	127.452	540.375	201.755	4,22%	
30	Kapuk Muara	56.618	42.126	113.460	253.099	116.326	2,43%	
31	Kamal Muara	-	-	-	-	-	0,00%	

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

Contoh perhitungan daya beli air pelanggan air perpipaan di Kelurahan Kalibaru adalah sebagai berikut.

$$AP = \frac{36.053 + 79.337 + 125.391 + 197.733}{4 \times (109.628)} \times 100\% = 2,29\%$$

Perhitungan daya beli air bukan pelanggan air perpipaan adalah dengan cara membagi biaya beli air dengan pendapatan per bulannya. Biaya untuk membeli air adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli air dirigen, biaya pompa, biaya beli air kemasan, dan biaya beli untuk “air selang”.

Biaya untuk membeli air dirigen beragam sesuai kebutuhan air setiap keluarga. Harga beli dirigen beragam mulai dari Rp 300 sampai Rp 3.000 dengan rata-rata Rp 1.081.

Biaya pompa adalah biaya listrik yang dikeluarkan untuk pemakaian pompa listrik. Biaya ini dikeluarkan apabila pemilik rumah memakai pompa untuk mendapatkan air bersih dari sumber air tanah. Kapasitas pompa yang digunakan beragam mulai dari 125 Watt sampai 350 Watt. Dikarenakan responden adalah rumah menengah kebawah, maka biaya listriknya masuk pada golongan R1 yakni Rp320/kW. Rata-rata biaya untuk pompa pada setiap keluarga adalah Rp 4.527/bulan.

Biaya untuk air minum harus dikeluarkan apabila membeli air kemasan sebagai sumber air minum. Biaya air kemasan terbagi menjadi dua yaitu dari air isi ulang dan air kemasan galon. Rata-rata pembelian air kemasan untuk setiap keluarga per bulannya adalah Rp 56.568/bulan.

Air “selang” yang dimaksud disini adalah air yang dibeli dengan cara mendistribusikan air langsung ke rumah melalui selang. Harga beli “air selang” ini relatif lebih murah dibanding air dirigen dimana 1 dirigennya rata-rata dihargai Rp 500. Namun dikarenakan lebih murah per dirigennya, akibatnya tingkat konsumsi air bersih meningkat. Jadi rata-rata daya beli air untuk “air selang” ini lebih besar daripada air dirigen per keluarganya yakni Rp 86.545. Berdasarkan Persamaan 4.18, daya beli air bagi penduduk bukan pelanggan dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Daya Beli Air Bukan Pelanggan Air Perpipaan

No	Kecamatan	Affordabilitas
1	Cilincing	8,00%
2	Koja	8,39%
3	Kelapa Gading	7,93%
4	Tanjung Priuk	7,89%
5	Pademangan	9,50%
6	Penjaringan	7,31%

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

Daya beli air perpipaan untuk bukan pelanggan dibatasi tiap kecamatan karena jumlah responden hanya 66. Nilai daya beli air bagi responden bukan pelanggan lebih besar dibandingkan dengan responden pelanggan karena harga beli air perpipaan relatif lebih murah dibandingkan harus membeli air nonPAM.

Perhitungan daya beli air gabungan pelanggan dan bukan pelanggan dapat didapat dari Persamaan 4.19. Dimana daya beli air tersebut diklasifikasikan dan ditentukan nilai indikatornya sesuai dengan pembahasan sebelumnya. Hasil perhitungan indikator daya beli air adalah sebagai berikut.

Tabel 4.22 Perhitungan Indikator Daya Beli Air Masyarakat

No	Kelurahan	Jumlah Pelanggan Air Perpipaan	Jumlah Penduduk Bukan Pelanggan Air Perpipaan	Jumlah Penduduk	Daya Beli Air Masyarakat	I ₁₁
1	Kalibaru	28.847	23.054	51.901	4,83%	5
2	Cilincing	24.141	13.352	37.493	4,41%	10
3	Semper Barat	27.499	43.175	70.674	5,77%	5
4	Semper Timur	24.153	9.748	33.901	4,08%	10
5	Sukapura	86.727	19.837	106.564	3,46%	20
6	Rorotan	39.072	33.047	72.119	4,98%	5
7	Marunda	21.845	17.923	39.768	4,97%	5
8	Koja	15.566	21.484	37.050	6,18%	5
9	Rawa Badak Utara	16.325	26.762	43.087	6,45%	5
10	Rawa Badak Selatan	23.281	14.713	37.994	5,94%	5
11	Tugu Utara	38.051	29.601	67.652	4,97%	5
12	Tugu Selatan	14.830	15.091	29.921	6,30%	5
13	Lagoa	27.646	39.758	67.404	6,51%	5
14	Kelapa Gading Barat	48.645	14.660	63.305	4,29%	10
15	Kelapa Gading Timur	32.783	16.074	48.857	4,65%	5
16	Pegangsaan Dua	54.022	29.045	83.067	4,65%	5
17	Tanjung Priok	18.575	17.172	35.747	6,34%	5
18	Kebon Bawang	28.925	15.345	44.270	6,09%	5
19	Sungai Bambu	10.221	7.425	17.646	5,06%	5
20	Papanggo	9.197	785	9.982	3,34%	20
21	Warakas	17.857	15.792	33.649	6,97%	5
22	Sunter Agung	62.933	18.800	81.733	4,31%	10
23	Sunter Jaya	56.695	28.497	85.192	5,79%	5
24	Pademangan Timur	29.086	17.381	46.467	6,20%	5
25	Pademangan Barat	43.010	27.608	70.618	5,86%	5
26	Ancol	6.599	12.978	19.577	7,83%	5
27	Penjaringan	20.926	42.463	63.389	6,18%	5
28	Pluit	52.563	-	52.563	4,23%	10
29	Pejagalan	45.550	16.526	62.076	5,04%	5
30	Kapuk Muara	21.938	2.922	24.860	3,01%	20
31	Kamal Muara	-	8.420	8.420	7,31%	5

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

Contoh perhitungan nilai indikator daya beli air untuk Kelurahan Kalibaru adalah sebagai berikut.

$$F = \frac{28.847 \times 2,29\% + 23.054 \times 8,00\%}{51.901} = 4,83\%$$

Karena $F \geq 4.5\%$, maka nilai I_{11} adalah 5 untuk Kelurahan Kalibaru

4.3.12 Perhitungan Indikator Tingkat Kepercayaan Masyarakat (I_{12})

Parameter indikator tingkat kepercayaan masyarakat adalah persentase penduduk yang membeli Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) ataupun air mineral isi ulang. Seperti halnya perhitungan pada indikator kebutuhan air bersih dan daya beli air masyarakat, tingkat kepercayaan masyarakat juga dibagi menjadi dua yaitu tingkat kepercayaan masyarakat pelanggan PAM dan tingkat kepercayaan masyarakat bukan pelanggan air perpipaan.

Data “Survey Cakupan 2009” dijadikan data sekunder untuk perhitungan tingkat kepercayaan pelanggan air perpipaan. Sedangkan untuk perhitungan penduduk bukan pelanggan air perpipaan, data diperoleh dari hasil kuesioner dengan jumlah responden 66. Kedua data tersebut diolah dengan mencari persentase orang yang memakai air kemasan dengan Persamaan 4.20 dan 4.21. Jadi dapat dilihat persentase tingkat kepercayaan masyarakat untuk pelanggan PAM dan penduduk bukan pelanggan PAM.

Tabel 4.23 Persentase Pemakaian Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

No	Kelurahan	Persentase yang membeli AMDK (Pelanggan Air PAM)	Persentase yang membeli AMDK (Bukan Pelanggan Air PAM)
1	Kalibaru	78,57%	72,73%
2	Cilincing	78,57%	72,73%
3	Semper Barat	66,67%	72,73%
4	Semper Timur	61,34%	72,73%
5	Sukapura	35,56%	72,73%
6	Rorotan	65,48%	72,73%
7	Marunda	64,29%	72,73%
8	Koja	96,15%	42,86%
9	Rawa Badak Utara	96,15%	42,86%
10	Rawa Badak Selatan	98,08%	42,86%
11	Tugu Utara	87,61%	42,86%
12	Tugu Selatan	100,00%	42,86%
13	Lagoa	98,08%	42,86%
14	Kelapa Gading Barat	55,56%	77,78%
15	Kelapa Gading Timur	48,89%	77,78%
16	Pengasaan Dua	63,33%	77,78%
17	Tanjung Priok	90,48%	52,94%
18	Kebon Bawang	90,48%	52,94%
19	Sungai Bambu	61,34%	52,94%
20	Papanggo	95,24%	52,94%
21	Warakas	90,48%	52,94%
22	Sunter Agung	77,78%	52,94%
23	Sunter Jaya	100,00%	52,94%
24	Pademangan Timur	62,67%	66,67%
25	Pademangan Barat	92,00%	66,67%
26	Ancol (aetra)	90,48%	66,67%
27	Penjaringan	62,86%	66,67%
28	Pluit	62,86%	66,67%
29	Pejagalan	62,86%	66,67%
30	Kapuk Muara	62,86%	66,67%
31	Kamal Muara	62,86%	66,67%

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

Pembobotan penduduk pelanggan PAM dan penduduk bukan pelanggan PAM dihitung dengan Persamaan 4.22. Sebagai contoh, perhitungan persentase penduduk yang memakai air minum dalam kemasan di Kelurahan Kalibaru adalah sebagai berikut.

$$F = \frac{28.847 \times 78,57\% + 23.054 \times 72,73\%}{51.901} = 76\%$$

Setelah itu dapat ditentukan nilai indikator daya beli air dengan Persamaan 4.23. Hasil perhitungan nilai indikator tingkat kepercayaan masyarakat yang ada di Jakarta Utara seperti pada Tabel 4.24.

Contoh perhitungan nilai indikator tingkat kepercayaan masyarakat di Kelurahan Kalibaru adalah :

$$I_{12} = 0,76 \times 20 = 5$$

Tabel 4.24 Perhitungan Indikator Tingkat Kepercayaan Masyarakat

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk Pelanggan Air PAM	Jumlah Penduduk Bukan Pelanggan Air PAM	Jumlah Penduduk	Persentase penduduk yang membeli AMDK	I ₁₂
1	Kalibaru	28.847	23.054	51.901	0,76	5
2	Cilincing	24.141	13.352	37.493	0,76	5
3	Semper Barat	27.499	43.175	70.674	0,70	6
4	Semper Timur	24.153	9.748	33.901	0,65	7
5	Sukapura	86.727	19.837	106.564	0,42	12
6	Rorotan	39.072	33.047	72.119	0,69	6
7	Marunda	21.845	17.923	39.768	0,68	6
8	Koja	15.566	21.484	37.050	0,65	7
9	Rawa Badak Utara	16.325	26.762	43.087	0,63	7
10	Rawa Badak Selatan	23.281	14.713	37.994	0,77	5
11	Tugu Utara	38.051	29.601	67.652	0,68	6
12	Tugu Selatan	14.830	15.091	29.921	0,71	6
13	Lagoa	27.646	39.758	67.404	0,66	7
14	Kelapa Gading Barat	48.645	14.660	63.305	0,61	8
15	Kelapa Gading Timur	32.783	16.074	48.857	0,58	8
16	Pegangsaan Dua	54.022	29.045	83.067	0,68	6
17	Tanjung Priok	18.575	17.172	35.747	0,72	6
18	Kebon Bawang	28.925	15.345	44.270	0,77	5
19	Sungai Bambu	10.221	7.425	17.646	0,58	8
20	Papanggo	9.197	785	9.982	0,92	2
21	Warakas	17.857	15.792	33.649	0,73	5
22	Sunter Agung	62.933	18.800	81.733	0,72	6
23	Sunter Jaya	56.695	28.497	85.192	0,84	3
24	Pademangan Timur	29.086	17.381	46.467	0,64	7
25	Pademangan Barat	43.010	27.608	70.618	0,82	4
26	Ancol	6.599	12.978	19.577	0,75	5
27	Penjaringan	20.926	42.463	63.389	0,65	7
28	Pluit	52.563	-	52.563	0,63	7
29	Pejagalan	45.550	16.526	62.076	0,64	7
30	Kapuk Muara	21.938	2.922	24.860	0,63	7
31	Kamal Muara	-	8.420	8.420	0,67	7

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

4.4. Pengembangan dan Perhitungan *Water Stress Index* (WSI)

Water stress index (WSI) yang akan ditetapkan pada penelitian ini memiliki range antara 0 sampai 1. Jika WSI makin mendekati 1, maka akan menggambarkan wilayah tersebut mendekati kondisi *water stress*. Sebaliknya, jika WSI makin mendekati 0, menggambarkan wilayah tersebut makin mendekati kondisi tidak *water stress*. Dengan demikian, persamaan WSI yang ditetapkan dapat di lihat pada Persamaan 4.24.

$$WSI = \frac{\left(20 - \frac{\sum_1^i I_i \cdot W_i}{W_t}\right)}{20} \quad (4.24)$$

Keterangan :

WSI = *Water Stress Index*

I_i = Nilai indikator ke- i

W_i = Bobot indikator ke- i

W_t = Total pembobotan

Pada persamaan tersebut terdapat nilai W_i , yaitu bobot masing-masing indikator. Nilai bobot tersebut merupakan hasil penilaian oleh tim ahli di bidang air bersih yang mengetahui kondisi lokasi penelitian. Nilai bobot adalah nilai rata-rata dari hasil penilaian. Hasil pembobotan dari kegiatan wawancara dengan menggunakan metode *thurstone* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.25 Pembobotan Indikator *Water Stress*

No	Komponen	Indikator	Sumber 1	Sumber 2	Bobot
1	Sumber air bersih	Ketersediaan air	5	5	5
2		Ketersediaan pelayanan air perpipaan	5	5	5
3		kontinuitas sumber air	5	5	5
4	Kondisi Ekosistem (lingkungan)	Kualitas air tanah	4	4	4
5		Kualitas air pam	4	4	4
6		Banjir	4	3	3.5
7		Tata guna lahan	3	3	3
8	Kondisi Infrastruktur dan sanitasi	Ketersediaan sarana sanitas limbah cair domestik	5	4	4.5
9	Tingkat Konsumsi air bersih	Tingkat kebutuhan air bersih	5	4	4.5
10	Kondisi Sosioekonomi	Pendidikan	4	3	3.5
11		Daya beli air masyarakat	4	3	3.5
12		Tingkat kepercayaan masyarakat	4	2	3
	Jumlah		52	45	48.5

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

Hasil perhitungan *water stress index* (WSI) pada masing-masing kelurahan yang ada di Jakarta Utara dapat dilihat pada Tabel 4.26 dibawah ini.

Tabel 4.26 WSI Kelurahan-Kelurahan di Jakarta Utara

No	Kecamatan	Kelurahan	WSI
1	Cilincing	Kalibaru	0,39
2		Cilincing	0,35
3		Semper Barat	0,37
4		Semper Timur	0,31
5		Sukapura	0,22
6		Rorotan	0,38
7		Marunda	0,33
8	Koja	Koja	0,37
9		Rawa Badak Utara	0,30
10		Rawa Badak Selatan	0,32
11		Tugu Utara	0,32
12		Tugu Selatan	0,34
13		Lagoa	0,32
14	Kelapa Gading	Kelapa Gading Barat	0,27
15		Kelapa Gading Timur	0,30
16		Pegangsaan Dua	0,31
17	Tanjung Priuk	Tanjung Priok	0,40
18		Kebon Bawang	0,38
19		Sungai Bambu	0,32
20		Papanggo	0,30
21		Warakas	0,36
22		Sunter Agung	0,37
23		Sunter Jaya	0,45
24	Pademangan	Pademangan Timur	0,24
25		Pademangan Barat	0,35
26		Ancol	0,36
27	Penjaringan	Penjaringan	0,32
28		Pluit	0,31
29		Pejagalan	0,34
30		Kapuk Muara	0,31
31		Kamal Muara	0,46

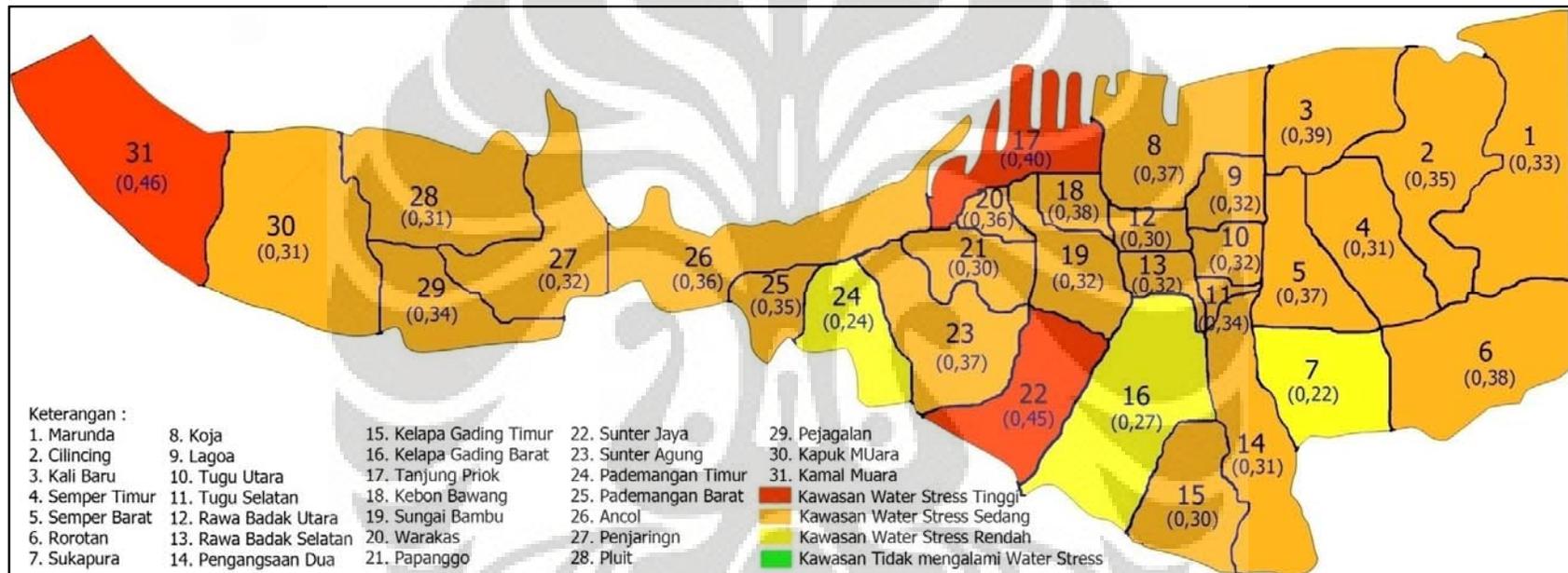
Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

4.5. Pemetaan *Water Stress Index* (WSI) Di Jakarta Utara

4.5.1. Klasifikasi Tingkat Kerawanan Air (*Water Stress Level*)

Klasifikasi tingkat kerawanan air (*water stress level*) dilakukan untuk mengetahui gambaran tingkatan kerawanan air pada masing-masing kelurahan. Klasifikasi WSI ditentukan berdasarkan tujuan penggunaan WSI dari hasil perhitungan. Pada penelitian ini, klasifikasi tingkat *water stress* dibagi menjadi 5 tingkatan, dimana batasan tingkatan *water stress* tinggi adalah 0,4. Nilai 0,4 dijadikan batasan tingkat *water stress* tinggi berdasarkan penelitian yang dilakukan *Relative Water Stress* (RWS). Kelima klasifikasi WSI adalah sebagai berikut:

- Kawasan Tingkat *Water Stress* Sangat Tinggi : $WSI > 0.5$
- Kawasan Tingkat *Water Stress* Tinggi : $0.4 < WSI \leq 0.5$
- Kawasan Tingkat *Water Stress* Sedang : $0.3 < WSI \leq 0.4$
- Kawasan Tingkat *Water Stress* Rendah : $0.2 < WSI \leq 0.3$
- Kawasan Tidak Mengalami *Water Stress* : $WSI \leq 0.2$

4.5.2. Pemetaan *Water Stress Index* (WSI)

Gambar 4.2 Pemetaan WSI

Sumber : Hasil pengolahan data, 2010

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berikut ini adalah beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini.

1. Penelitian ini difokuskan untuk kawasan Kotamadya Jakarta Utara yang selama ini merupakan kawasan yang mengalami masalah serius terkait dengan penyediaan air bersih dan layanan sanitasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerawanan air (*water stress*) pada suatu kawasan yang dapat dijadikan dasar analisa dalam penelitian ini diantaranya adalah sumber air bersih, kondisi ekosistem, kondisi ketersediaan infrastruktur dan sanitasi, tingkat konsumsi air bersih dan kondisi sosioekonomi.
2. Pada penelitian ini, digunakan 5 (lima) tingkat kerawanan air (*water stress level*) yang secara kuantitatif diekspresikan dengan indeks rawan air atau *water stress index* (WSI). Kelima kondisi kerawanan air tersebut adalah sangat tinggi ($WSI > 0,5$), tinggi ($0,4 < WSI \leq 0,5$), sedang ($0,3 < WSI \leq 0,4$), rendah ($0,2 < WSI \leq 0,3$), dan tidak mengalami *water stress* ($0,2 \leq WSI$).
3. Berdasarkan hasil penelitian ini, kelurahan yang mengalami kerawanan air tinggi di Jakarta Utara adalah Kelurahan Tanjung Priok, Sunter Jaya dan Kamal Muara. Dan kelurahan yang mengalami kerawanan air rendah adalah Kelurahan Sukapura, Kelapa Gading Barat, dan Pademangan Timur. Sedangkan kelurahan lainnya memiliki tingkat kerawanan air sedang.

5.2. Saran

Rekomendasi berdasarkan hasil penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan verifikasi terhadap kelengkapan data, sehingga menghasilkan nilai WSI yang lebih akurat.
2. Diperlukan penelitian lanjutan untuk nilai WSI yang lebih detail sampai ruang lingkup Rukun Warga (RW), sehingga penanganan terhadap permasalahan air bersih khususnya akan dapat lebih efektif.

3. Diharapkan agar WSI ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan pengembangan sarana penyediaan air minum di Jakarta Utara. Sehingga dapat diprioritaskan kelurahan mana saja yang akan dikembangkan dan dibangun sarana dan prasarana penyediaan air minum lebih dulu.



DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara (2008). Jakarta Utara Dalam Angka.
- Badan Pusat Statistik Kota Administrasi Jakarta Utara (2008). Kecamatan Dalam Angka.
- BPLHD (2008). Status Indeks Pencemar Air Tanah. Jakarta.
- Dinas Tata Kota DKI Jakarta (2007). Masterplan Jakarta Utara 2010. Jakarta : PT.Mediaku Gagah Kreasi.
- Effendi, S., *Metode Penelitian Survey* (Jakarta : LP3ES [Lembaga Penelitian, Pendidikan dan Penerangan Ekonomi dan Sosial, 1995]
- G. Garrega, R., dan P. Foguet, A (2007). *Enhancing The Water Poverty Index : Toward a Meaningfull Indicator*. webs2002.uab.es/fas/.../descargas/.../7.RicardGineGarriga.pdf. Diakses pada 10 Februari 2010 pukul 16:11
- Hartono, D., Gusniani, I., Kristanto, G (2009). Perancangan Bangunan Pengolahan dan Distribusi Air Bersih. Persentasi Mata Kuliah “Pengolahan Air Bersih”. halaman 10.
- Indicator* *appendix.*
http://environ.chemeng.ntua.gr/WSM/Newsletters/Issue4/Indicators_Appendix.htm. Diakses pada 17 Februari 2010 pukul 20:12
- Kelurahan-Kelurahan Di Kotamadya Jakarta Utara (2010). Laporan Bulanan Kelurahan.
- Krol, M.S. dan Oel, P. Van (2003). *Integrated Assessment of Water Stress in Cear, Brazil, Under Climate Change Forcing*. www.iemss.org/iemss2004/pdf/scenario/krolinte.pdf. Diakses pada 5 Februari 2010 pukul 16:02
- Lawrence, P., Meigh, J., Sullivan, C (2002). *The Water Poverty Index : An International Comparison*. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.13.2349&rep=rep1&type=pdf>. Diakses pada 8 Februari 2010 pukul 11:27
- Nazir, M. *Metode Penelitian* (Bogor Selatan : Ghalia Indonesia, 2005)

Pengelolaan sistem komunal, Pengelolaan sistem terpusat, sistem setempat.
<http://www.paljaya.com/>. Diakses pada 23 Mei 2010 pukul 16:42

PT.PAM Lyonnaise Jaya (2008). Penyediaan Air Wilayah Jakarta Barat, Studi Kelayakan Periode Ke-3 2008-2012. Jakarta : PT.Mott MacDonald Indonesia

PT.Thames Pam Jaya (2008). Penyediaan Air Wilayah Jakarta Timur, Studi Kelayakan Periode Ke-3 2008-2012. Jakarta : PT.Mott MacDonald Indonesia

Sabar, A (2009). Perubahan Iklim, Konversi Lahan, dan Ancaman Banjir Dan Kekeringan Di Kawasan Terbangun. Persentasi Mata Kuliah “Pengelolaan Sumber Daya Air”. Halaman 2.

Sejarah dan Geografis Jakarta Utara. <http://www.jakartautara.com/index.html>. Diakses pada 10 Februari 2010 pukul 15:35

Sullivan, C (2002). *Calculating a Water Poverty Index*. www.sciencedirect.com. Diakses pada 10 Februari 2010 pukul 15:43

Sullivan, C., Meigh, J., Fediw, dkk (2003). *The Water Poverty Index : Development and the application at the community scale*. ftp://ftp.fao.org/agl/emailconf/wfe2005/narf_054.pdf. Diakses pada 10 Februari 2010 pukul 15:52

The Water Poverty Index: A tool for monitoring and prioritisation in the water sector. <http://ocwr.ouce.ox.ac.uk/research/wmpg/wpi/>. Diakses pada 17 Februari 2010 pukul 20:39

Lampiran 1

Perhitungan Standar Deviasi Sampel

No	Affordabilitas						
	Biaya Dirigen (Rp/bulan)	Biaya Nyelang	Biaya Kemasan (Rp/bulan)	Biaya pompa (Rp/bulan)	Total Biaya	Pendapatan (Rp/bulan)	Affordabilitas (%)
1	45000	0	45000	5760	95760	1000000	9.576
2	22500	0	0	3840	26340	600000	4.390
3	45000	0	0	3360	48360	500000	9.672
4	22500	0	30000	1200	53700	500000	10.740
5	22500	0	0	1200	23700	500000	4.740
6	30000	0	45000	5760	80760	600000	13.460
7	180000	0	0	0	180000	1500000	12.000
8	180000	0	22500	0	202500	2000000	10.125
9	60000	0	0	0	60000	900000	6.667
10	315000	0	90000	0	405000	3000000	13.500
11	30000	0	0	0	30000	800000	3.750
12	30000	0	0	0	30000	600000	5.000
13	15000	0	18000	0	33000	500000	6.600
14	105000	0	0	0	105000	600000	17.500
15	0	60000	0	0	60000	7000000	0.857
16	90000	0	0	2400	92400	4000000	2.310
17	225000	0	0	4800	229800	5000000	4.596
18	90000	0	0	0	90000	900000	10.000

Lampiran 1 (Lanjutan)

No	Affordabilitas						
	Biaya Dirigen (Rp/bulan)	Biaya Nyelang	Biaya Kemasan (Rp/bulan)	Biaya pompa (Rp/bulan)	Total Biaya	Pendapatan (Rp/bulan)	Affordabilitas (%)
19	0	60000	0	7875	67875	4000000	1.697
20	0	0	150000	3840	153840	2000000	7.692
21	225000	0	22500	0	247500	2000000	12.375
22	0	0	30000	0	30000	1100000	2.727
23	135000	0	45000	2880	182880	1500000	12.192
24	0	0	4285.714286	14400	18685	2000000	0.934
25	9000	0	90000	5760	104760	2000000	5.238
26	60000	0	22500	5760	88260	1200000	7.355
27	180000	0	100000	0	280000	3000000	9.333
28	90000	0	0	0	90000	1200000	7.500
29	180000	0	0	0	180000	2000000	9.000
30	0	200000	0	0	200000	1500000	13.333
Average							7.829
Standar deviasi							0.058

Lampiran 2

Kuesioner Untuk Pembobotan *Water Stress Index* (WSI)

No	Komponen	Indikator	Tingkat Keterkaitan <i>Water stress</i>				
			1	2	3	4	5
1	Sumber Air (Resources)	1. Ketersediaan air	1	2	3	4	5
		2. Ketersediaan pelayanan air perpipaan	1	2	3	4	5
		3. Kontinuitas sumber air	1	2	3	4	5
2	Ekosistem (Lingkungan)	1. Kualitas air tanah	1	2	3	4	5
		2. Kualitas air pam	1	2	3	4	5
		3. Bencana Alam (Banjir)	1	2	3	4	5
		4. Tata guna lahan	1	2	3	4	5
3	Infrastruktur sanitasi	1. Ketersediaan Sarana Sanitasi limbah cair	1	2	3	4	5
4	Tingkat Konsumsi Air Bersih	1. Tingkat Konsumsi Air Bersih	1	2	3	4	5
5	Sosioekonomi	1. Pendidikan	1	2	3	4	5
		2. Daya Beli Air (Affordibilitas)	1	2	3	4	5
		3. Tingkat Kepercayaan Masyarakat	1	2	3	4	5

Lampiran 3

Kuesioner Untuk Responden Bukan Pelanggan Air Perpipaan

I. IDENTITAS RESPONDEN

1. Nama Responden :
2. Jenis kelamin : Laki-Laki / Perempuan
3. RT/RW :
4. Kelurahan :
5. Kecamatan :
6. Jumlah keluarga : Orang/rumah (Termasuk responden)
7. Pendidikan Terakhir :
 - a. Tidak Sekolah
 - b. Tidak Tamat SD
 - c. Tamat SD
 - d. Tamat SLTP
 - e. Tamat SLTA
 - f. Tamat Akademi
 - g. Tamat Universitas (S1, S2 & S3).
8. Pekerjaan :
 - a. Tidak Bekerja
 - b. PNS/ABRI/Polisi
 - c. Pedagang
 - d. Pegawai Swasta
 - e. Wiraswasta
 - f. Jasa
 - g. Lainnya, sebutkan
9. Pendapatan rata-rata (1 Keluarga) : Rp...../bulan/1keluarga
10. Pendapatan rata-rata (Kepala Keluarga) : Rp...../bulan
11. Untuk pengeluaran keluarga per bulan, memakai pendapatan dari mana : a. 1 Keluarga b. Kepala Keluarga

I. SUMBER AIR DAN AMDK

1. Darimanakah sumber air bersih yang dipakai untuk sehari-hari ? (Pilihan boleh lebih dari satu)
 - a. Air Tanah Dangkal
 - b. Air Sungai
 - c. Air PAM
 - d. Beli Kemasan
 - e. Beli dirigen
 - e. Lain-lain.....
2. Darimanakah sumber air minum yang dipakai untuk sehari-hari ? (Pilihan boleh lebih dari satu)
 - a. Air Tanah Dangkal
 - b. Air Sungai
 - c. Air PAM
 - d. Beli Kemasan
 - e. Beli dirigen
 - e. Lain-lain.....

III. KEBUTUHAN AIR BERSIH DAN AFFORDABILITAS

1. Dalam sehari, berapa rata-rata banyak volume air bersih dari air PAM biasa dipakai untuk 1 keluarga?Liter
2. Dalam sehari, berapa rata-rata banyak volume air bersih dari air tanah biasa dipakai untuk 1 keluarga?Liter
3. Dalam sehari, berapa rata-rata banyak volume air bersih dari air sungai biasa dipakai untuk 1 keluarga?Liter
4. Dalam sehari, berapa rata-rata banyak konsumsi air beli dirigen dalam sehari untuk 1 keluarga?dirigen
5. 1 dirigen = Liter
6. 1 dirigen = Rp
7. Dalam sehari, berapa rata-rata hari habis 1 galon air minum dalam kemasan untuk konsumsi 1 keluarga?hari
8. Berapa lama pemakaian pompa rata-rata? jam/hari
9. Berapakah kapasitas listrik pompa? Watt
10. Harga listrik? Rp/kWH