

TUGAS AKHIR

KAJIAN INTRUSI AIR LAUT DI SURABAYA UTARA



KONSTANTINUS DATOM

NPM: 21.11.0035

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA

SURABAYA

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat
Memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Oleh:

KONSTANTINUS DATOM

NPM: 21.11.0035

Tanggal ujian: 8 Januari 2025

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Soebagio, MT

NIK: 94249-ET

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



Johan pang H.W., ST., MT.
NIP: 196903102005011002

Ketua Program Studi Teknik sipil,



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT.

NIK: 93190-ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

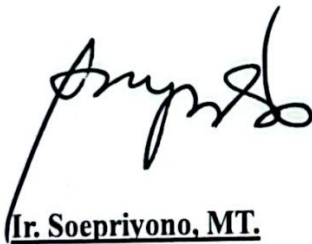
Judul : Kajian Intrusi Air Laut Di Surabaya Utara
Nama : Konstantinus Datom
NPM : 21.11.0035

Tanggal Ujian : 8 Januari 2025

Disetujui oleh:

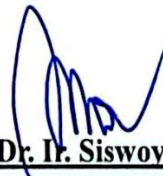
Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



Ir. Soeprivono, MT.

NIK :23877-ET



Dr. Ir. Siswovo, MT.

NIK: 92177-ET

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Soebagio, MT.

NIK: 94249-ET

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas terang roh kudus-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul “ **Kajian Intrusi Air Laut Di Surabaya Utara**”. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Intrusi air laut merupakan masalah lingkungan yang menjadi keresahan masyarakat. Fenomena ini terjadi ketika air tanah tercemar atau terkontaminasi oleh air laut, yang dapat berdampak negatif terhadap kualitas air tanah dan kesehatan masyarakat. Selain itu, tingginya kandungan klorida dalam air tanah dapat menyebabkan korosi baja tulangan pada struktur bangunan. Tugas akhir ini membahas tentang kajian intrusi air laut di Surabaya Utara melalui pengujian kualitas air tanah berdasarkan parameter fisik dan kimia. Tujuannya adalah untuk mengetahui intrusi air laut yang terjadi di Surabaya Utara berdasarkan hasil uji parameter serta melakukan pemetaan agar masyarakat mengetahui wilayah-wilayah yang terdampak. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memperkirakan seberapa jauh air laut telah memasuki daratan.

Dalam proses penyusunan proposal tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, arahan dan masukan dari berbagai pihak. Untuk itu atas terselesainya laporan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Soebagio, MT, selaku dosen pembimbing yang memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengetahuan kepada penulis yang tulus sepanjang proses penyelesaian tugas akhir ini.
2. Johan Paing H. W., ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
4. Ir. Soepriyono, MT., selaku dosen penguji I dan Dr. Ir. Siswoyo, MT., selaku dosen penguji II yang telah mengarahkan dan membimbing selama sidang Tugas Akhir.
5. Ayah dan ibu yang selalu mendukung baik material spritual berupa doa, menyemangati dan menasehati penulis selama mengerjakan tugas akhir ini.
6. Teman – teman yang selalu memberikan dukungan dan masukan selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Dengan segala keterbatasan yang penulis miliki, penulis menyadari jika laporan tugas akhir ini tentu masih belum sempurna. Meskipun demikian, penulis telah berusaha semaksimal mungkin demi pencapaian yang terbaik. Oleh karenanya, Penulis memerlukan kritik dan saran yang membangun. Penulis juga berharap proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya mahasiswa Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Surabaya, Januari 2025

Konstantinus Datom
NPM: 21.11.0035

KAJIAN INTRUSI AIR LAUT DI SURABAYA UTARA

Nama Mahasiswa : Konstantinus Datom
NPM : 21.11.0035
Jurusan : Teknik Sipil FT-UWKS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Soebagio, MT.

Abstrak

Air merupakan sumber kehidupan yang digunakan untuk berbagai kebutuhan, seperti pertanian, industri, dan rumah tangga. Meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan tingginya ketergantungan masyarakat pada air tanah, meskipun sebagian menggunakan air PDAM. Untuk menghemat biaya, masyarakat cenderung memanfaatkan air tanah untuk kebutuhan sehari-hari. Namun, pengambilan air tanah berlebih dapat menurunkan muka air tanah, menciptakan perbedaan tinggi muka air tanah dengan air laut, sehingga memicu intrusi air laut. Gejala ini ditandai oleh rasa payau pada air sumur. Penelitian sebelumnya menunjukkan intrusi air laut di Kecamatan Kenjeran, namun kajian lebih lanjut diperlukan di kecamatan lain di Surabaya Utara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya intrusi air laut di Surabaya Utara dan memetakan persebaran intrusi air laut, serta dapat memperkirakan sejauh mana intrusi air laut masuk ke wilayah daratan di Surabaya Utara. Penelitian ini menggunakan metode survei pada air sumur warga. Data dikumpulkan melalui pengujian kualitas air secara langsung (*in-situ*) dan laboratorium (*ex-situ*), mencakup parameter fisik dan kimia mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017. Intrusi air laut diidentifikasi berdasarkan nilai daya hantar listrik (DHL) dan rasio klorida-bikarbonat (R). Penyebab keasinan air tanah dianalisis menggunakan fasies hidrokimia menggunakan diagram Piper. Pemetaan intrusi dilakukan menggunakan program *Surfer 16*. Hasil penelitian menunjukkan adanya intrusi air laut di Surabaya Utara, dengan nilai DHL 1000–2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, yang termasuk kategori air payau. Sebagian besar sampel dengan nilai rasio klorida-bikarbonat lebih dari satu ($R > 1$), mengindikasikan terjadinya intrusi air laut dengan tingkat sedang hingga agak tinggi di Surabaya Utara. Analisis fasies hidrokimia dengan sampel air dominan masuk kategori *Mixed Type*, yang mengindikasikan keasinan air tanah tidak hanya disebabkan oleh air laut, tetapi juga pelarutan mineral di akuifer. Hasil pemetaan intrusi air laut yang berdasarkan pada nilai Daya Hantar Listrik dan rasio klorida – bikarbonat menunjukkan bahwa nilai tertinggi mempunyai jarak ± 2 km dari garis pantai.

Kata Kunci : Air Sumur, Kualitas Air, Intrusi Air Laut

Abstract

Water is a source of life that is used for various needs, such as agriculture, industry, and households. The increasing population has caused high dependence on groundwater, although some use PDAM water. To save costs, people tend to use groundwater for their daily needs. However, excessive groundwater extraction can lower the groundwater level, creating a difference in height with seawater, thus triggering intrusion. This symptom is characterized by a brackish taste in well water. Previous research showed intrusion in Kenjeran District, but further studies are needed in other districts in North Surabaya. This study aims to determine the presence of intrusion in North Surabaya and map the distribution of intrusion. and can estimate the extent to which seawater intrusion enters the mainland area in North Surabaya. This study used a survey method on residents' well water. Data were collected through direct water quality testing (in-situ) and Laboratory (ex-situ), including physical and chemical parameters referring to the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 32 of 2017. Intrusion was identified based on the electrical conductivity (DHL) value and the chloride-bicarbonate ratio. The causes of groundwater salinity were analyzed using hydrochemical facies using the Piper diagram. Intrusion mapping was carried out using the Surfer 16 program. The results of the study showed that there was intrusion in North Surabaya, with a DHL value of 1000–2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, which is included in the brackish water category. Most samples with a chloride-bicarbonate ratio value of more than one ($R > 1$), indicate that there was moderate to high levels of intrusion in North Surabaya. Hydrochemical facies analysis with dominant water samples in the mixed type category, indicating that groundwater salinity is not only caused by seawater, but also by mineral dissolution in the aquifer. The results of intrusion mapping based on the Electrical Conductivity and chloride-bicarbonate ratio values show that the highest value has a distance of ± 2 km from the coastline.

Keywords: *Well Water, Water Quality, Intrusion*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Lokasi Studi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Air.....	7
2.2 Sumber Air	7
2.2.1 Air Hujan	8
2.2.2 Air Permukaan	8
2.2.3 Air Tanah.....	8
2.3 Air Laut	11
2.4 Parameter Kualiatas Air Tanah	12
2.4.1 Parameter Fisika.....	12
2.4.2 Parameter Kimia	15
2.5 Permasalahan Intrusi Air Laut	18
2.5.1 Berdasarkan Nilai Daya Hantar Listrik (DHL)	20

2.5.2 Metode Rasio Klorida – Bikarbonat	21
2.6 Fasies Hidrokimia Air Tanah.....	22
2.7 Dampak Intrusi Air Laut Terhadap Bangunan.....	27
2.7.1 Kandungan Klorida (Cl) Air Tanah	27
2.7.2 Kandungan Sulfat (SO ₄) Air Tanah	28
2.8 <i>Surfer</i>	28
2.8.1 <i>Surfer Plot</i>	29
2.8.2 <i>Worksheet</i>	29
2.8.3 <i>Jendela Editor</i>	30
2.8.4 <i>Simbolisasi</i>	30
2.8.5 <i>Editing</i>	31
2.9 Studi Terdahulu.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	48
3.1 Umum.....	48
3.2 Studi Literatur.....	48
3.3 Penentuan Titik Rencana Lokasi Pengambilan Sampel Air	48
3.4 Pengumpulan Data	50
3.4.1 Pengujian Langsung di Lapangan (<i>In-Situ</i>)	50
3.4.2 Pengujian di Laboratorium	51
3.5 Analisa Data	51
3.5.1 Penentuan Intrusi Air Laut di Surabaya Utara	51
3.5.2 Fasies Hidrokimia Air Tanah	52
3.5.3 Pemetaan Intrusi Air Laut di Surabaya Utara	52
3.5.4 Penentuan Jarak Lokasi yang Terintrusi Paling Tinggi.....	52
3.6 Diagram Alir.....	52
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMETAAN	55
4.1 Data Primer.....	55
4.2 Titik Lokasi Sampel Air	56
4.3 Hasil Pengujian Kualitas Air	58
4.3.1 Parameter Fisika.....	58
4.3.2 Parameter Kimia	65
4.4 Penentuan Intrusi Air Laut	69
4.4.1 Berdasarkan Nilai Daya Hantar Listrik.....	69

4.4.2 Berdasarkan Ratio Klorida-Bikarbonat.....	73
4.5 Potongan Penampang Hasil Pemetaan	77
4.6 Fasies Hidrokimia Air Tanah Di Lokasi Penelitian	78
4.7 Dampak Intrusi Air Laut Terhadap Bangunan di Surabaya Utara.....	84
4.7.1 Pengaruh Kandungan Klorida (Cl) ⁻	85
4.7.2 Pengaruh Kandungan Sulfat (SO ₄) ²⁻	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan.....	89
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Keperluan Mandi dan <i>Higiene</i> Sanitasi	14
Tabel 2.2	Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Keperluan Mandi dan <i>Higiene</i> Sanitasi	17
Tabel 2.3	Nilai Berat Atom dari Setiap Kandungan.....	22
Tabel 2.4	Tingkat Keparahan Akibat Terpapar Kosentrasi Ion Klorida (Cl) Air Terhadap Bangunan	27
Tabel 2.5	Tingkat Keparahan Akibat Terpapar Kosentrasi Ion Sulfat (SO ₄) Air Terhadap Bangunan	28
Tabel 2.6	Penelitian Terdahulu.....	32
Tabel 3.1	Titik Rencana Lokasi Pengambilan Sampel Air	49
Tabel 4.1	Data Titik Pengambilan Sampel Air.....	56
Tabel 4.2	Titik Lokasi Pengambilan Sampel Air	57
Tabel 4.3	Data Kualitas Air Sumur dengan Parameter Fisik	64
Tabel 4.4	Data Kualitas Air sumur dengan Parameter Kimia	68
Tabel 4.5	Penentuan Intrusi Air Laut Berdasarkan Kandungan DHL.....	70
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Penentuan Intrusi Air Laut Berdasarkan Teori Ravelle.....	74
Tabel 4.7	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Persentase Kation	80
Tabel 4.8	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Anion	80
Tabel 4.9	Tingkat Keparahan Akibat Terpapar Kosentrasi Ion Klorida di Lokasi Penelitian	85
Tabel 4.10	Tingkat Keparahan Akibat Terpapar Kosentrasi Ion Sulfat di Lokasi Penelitian	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Korosif Pada Kolom Rumah	3
Gambar 1.2	Peta Lokasi Penelitian	6
Gambar 2.1	Klasifikasi Fasies Air Tanah Menurut Back (1988)	24
Gambar 2.2	Tampilan Lembar Kerja	29
Gambar 2.3	Tampilan <i>Worksheet</i>	30
Gambar 2.4	Tampilan Simbolisasi pada <i>Surfer</i>	30
Gambar 2.5	Tampilan Jendela Editing pada <i>Surfer</i>	31
Gambar 3.1	Titik Rencana Pengambilan Sampel Air	49
Gambar 3.2	Alat <i>Krisbow</i>	51
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian.....	53
Gambar 4.1	Titik Pengambilan Sampel Air	58
Gambar 4.2	Grafik Kondisi Suhu Air di Lokasi Penelitian	60
Gambar 4.3	Grafik Kondisi TDS Air di Lokasi Penelitian	61
Gambar 4.4	Grafik Kondisi pH Air di Lokasi Penelitian.....	62
Gambar 4.5	Grafik Kondisi DHL Air di Lokasi Penelitian	63
Gambar 4.6	Grafik Kondisi Magnesium Air di Lokasi Penelitian.....	65
Gambar 4.7	Grafik Kondisi Klorida Air di Lokasi Penelitian	66
Gambar 4.8	Grafik Kondisi Sulfat Air di Lokasi Penelitian	67
Gambar 4.9	Peta Persebaran Air Payau di Surabaya Utara.....	71
Gambar 4.10	Peta Intrusi Air Laut Berdasarkan Nilai DHL.....	72
Gambar 4.11	Peta Intrusi Air Laut Berdasrkan Nilai Ratio (R) di Surabaya Utara	76
Gambar 4.12	Potongan Penampang Hasil Pemetaan Berdasarkan Nilai DHL.....	77
Gambar 4.13	Potongan Penampang Hasil Pemetaan Berdasarkan Nilai R	77
Gambar 4.14	Diagram Piper	82
Gambar 4.15	Peta Kondisi Klorida (Cl) di Lokasi Penelitian	86
Gambar 4.16	Peta Kondisi Sulfat (SO ₄) di Lokasi Penelitian.....	88

DAFTAR NOTASI

Ca	: Kalsium
Cl	: Klorida
CO ₃	: Karbonat
DHL	: Daya Hantar Listrik
HCO ₃	: Bikarbonat
Mg	: Magnesium
Na	: Natrium
SO ₄	: Sulfat
TDS	: <i>Total Dissolved Solids</i>
pH	: <i>Power of Hydrogen</i>
R	: <i>Ratio</i>