

**PREDIKSI PENURUNAN MUKA TANAH TERHADAP POLA
KONSUMSI AIR BERSIH DI DKI JAKARTA TAHUN 2021-2025
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



**UNIVERSITAS
BAKRIE**

Sarah Maulina

1172005016

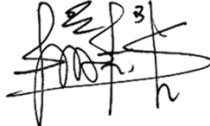
**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2021**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Sarah Maulina

NIM : 1172005016

Tanda Tangan : 

Tanggal : 27 Agustus 2021





HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Sarah Maulina
NIM : 1172005016
Program Studi : S1 Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Prediksi Penurunan Muka Tanah Terhadap Pola
Konsumsi Air Bersih di DKI Jakarta Tahun 2021-
2025 Menggunakan *Machine Learning*

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 dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prisma Nursetyowati, S.T., M.T. ()
Pembimbing : Andita Rachmania Dwipayani, S. T., M.T. ()
Penguji : Diki Surya Irawan, S.T., M.Si. ()
Penguji : Aqil Azizi, S.Pi., MAppIsc, Ph.D. ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 27 Agustus 2021

UNGKAPAN TERIMA KASIH

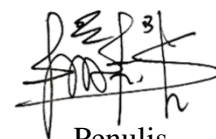
Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatnya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjan Teknik Program Studi Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, kakak dan seluruh keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan penulis selama masa perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini;
2. Ibu Prisma Nursetyowati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing satu yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini. Serta kata-kata penyemangat yang diberikan untuk penulis selama penyusunan skripsi ini;
3. Ibu Andita Rachmania Dwipayani S.T., M.T., selaku pembimbing dua yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membimbing saya dalam menyusun skripsi ini;
4. Bapak Diki Surya Irawan S.T., M.Si., selaku dosen penguji sekaligus ketua riset penelitian yang saya ikuti, yang dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini membimbing dan memberikan masukan pada skripsi ini;
5. Bapak Aqil Azizi, S.Pi., M.ApplSc, Ph.D selaku dosen penguji sekaligus dosen pembimbing akademik yang sangat mendukung penulis selama masa perkuliahan;
6. Universitas Bakrie yang telah membiayai dan mendukung penelitian ini dengan nomor kontrak 261/SPK/LPP-UB/IX/2020;
7. Mas Erdy Poernomo, selaku staf Program Studi Teknik Lingkungan yang membantu penulis dalam urusan administratif dan selalu suportif selama masa perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir ini;

8. Dinas Sumber Daya Air (SDA) yang telah membantu dalam usaha memperoleh data yang penulis perlukan;
9. Badan Konservasi Air Tanah (BKAT) dan Perusahaan Air Minum (PAM) Jaya yang telah memberikan dukungan berupa masukkan yang berharga bagi penelitian ini;
10. Warga Ape Yeee yang senantiasa saling memberikan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini;
11. Teman-teman penulis Teknik Lingkungan Universitas Bakrie Angkatan 2017 yang juga memberikan dukungannya selama masa perkuliahan hingga berakhirnya masa studi;
12. Kak Agustina Iskandar Crombach yang selalu memberikan pengertian dan pelajaran berharga selama pelaksanaan Tugas Akhir ini;
13. Para Koordinator tim World Cleanup Day Indonesia yang selalu memberikan semangat kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir;

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 27 Agustus 2021



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sarah Maulina
NIM : 1172005016
Program Studi : S1 Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Prediksi Penurunan Muka Tanah Terhadap Pola Konsumsi Air Bersih di DKI Jakarta Tahun 2021-2025 Menggunakan *Machine Learning*

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

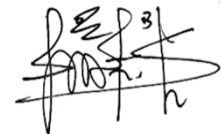
“Prediksi Penurunan Muka Tanah Terhadap Pola Konsumsi Air Bersih di DKI Jakarta Tahun 2021-2025 Menggunakan *Machine Learning*”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Nonesklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan seharusnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 27 Agustus 2021

Yang menyatakan



(Sarah Maulina)

**PREDIKSI PENURUNAN MUKA TANAH TERHADAP POLA
KONSUMSI AIR BERSIH DI DKI JAKARTA TAHUN 2021-2025
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING***

Sarah Maulina

ABSTRAK

Adanya perubahan pola konsumsi air bersih di DKI Jakarta diperkirakan mempengaruhi penurunan muka tanah. Sehingga dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengeksplorasi data penggunaan air minum pada setiap wilayah DKI Jakarta, membuat model prediksi dan menentukan model algoritma yang paling sesuai untuk memprediksi penurunan muka tanah terhadap penggunaan air minum di DKI Jakarta, serta memprediksi penurunan muka tanah wilayah Jakarta Utara 5 tahun ke depan (2021-2025). Data yang digunakan adalah data penggunaan air minum, penggunaan air tanah dan elevasi (2018-2020). Model algoritma pada pembelajaran mesin yang digunakan adalah *Decision Tree*, *Random Forest* dan *Support Vector Machine*. Hasil analisis eksplorasi data didapatkan penggunaan air minum dan air tanah di DKI Jakarta paling banyak tersebar di wilayah Jakarta Selatan, Jakarta Pusat dan Jakarta Timur. Penggunaan air minum dan air tanah pada tahun 2020 lebih rendah dibandingkan pada tahun 2019 dan 2018. Wilayah Jakarta Utara, semakin rendah tingkat elevasi menunjukkan penggunaan air minum dan air tanah semakin tinggi. Model algoritma terbaik adalah *Random Forest* dengan nilai MAE sebesar 0,106638, MSE sebesar 0,232016, RMSE sebesar 0,481680 dan R^2 sebesar 0,999020. Hasil prediksi penurunan muka tanah di Jakarta Utara (2021-2025) menunjukkan penggunaan air minum dan air tanah mempengaruhi penurunan muka tanah sebesar 34%. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam meninjau penyediaan akses air bersih di DKI Jakarta dan membuat kebijakan untuk mempertegas peraturan dalam konservasi air tanah khususnya di wilayah Jakarta Utara.

Kata kunci: Penggunaan air minum, penurunan muka tanah, prediksi, pembelajaran mesin, *Decision Tree*, *Random Forest*, *Support Vector Machine*.

**PREDICTION OF LAND SUBSIDENCE ON CLEAN WATER
CONSUMPTION PATTERNS IN DKI JAKARTA 2021-2025 USING
MACHINE LEARNING**

Sarah Maulina

ABSTRACT

Changes in the pattern of clean water consumption in DKI Jakarta are estimated to affect land subsidence. Thus, a study was conducted that aims to explore data on drinking water use in each area of DKI Jakarta, make prediction models, and determine the most suitable algorithm model to predict land subsidence on drinking water use in DKI Jakarta, and predict land subsidence in North Jakarta in 5 years. the future (2021-2025). The data used are data on drinking water use, groundwater use, and elevation (2018-2020). Algorithm models in machine learning used are Decision Tree, Random Forest, and Support Vector Machine. The results of the data exploration analysis showed that the use of drinking water and groundwater in DKI Jakarta was most widely spread in the areas of South Jakarta, Central Jakarta, and East Jakarta. The use of drinking water and groundwater in 2020 is lower than in 2019 and 2018. In the North Jakarta area, the lower the elevation, the higher the use of drinking water and groundwater. The best algorithm model is Random Forest with MAE value of 0.106638, MSE of 0.232016, RMSE of 0.481680, and R^2 of 0.999020. The results of the prediction of land subsidence in North Jakarta (2021-2025) show that the use of drinking water and groundwater affects land subsidence by 34%. This research can be used as consideration in reviewing the provision of clean water access in DKI Jakarta and making policies to strengthen regulations in groundwater conservation, especially in the North Jakarta area.

Kata kunci: drinking water consumption, land subsidence, prediction machine learning, Decision Tree, Random Forest, Support Vector Machine.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
UNGKAPAN TERIMA KASIH	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kebutuhan Air.....	5
2.1.1 Faktor Pemakaian Air.....	6
2.1.2 Penyediaan Air di Jakarta.....	6
2.2 Faktor Penyebab Terjadinya Penurunan Tanah	7
2.3 Hidrogeologi dan Kondisi Air Tanah di DKI Jakarta.....	8
2.4 <i>Machine Learning</i>	11
2.4.1 Pendekatan <i>Machine Learning</i>	12
2.4.2 Algoritma <i>Machine Learning</i>	16
2.4.3 Komputasi dan Perpustakaan pada <i>Machine Learning</i>	17
2.4.4 Tahapan <i>Machine Learning</i>	19
2.4.5 <i>Decision Tree</i>	20
2.4.6 <i>Random Forest</i>	21

2.4.1 <i>Support Vector Machine</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2 Diagram Alir Penelitian	27
3.3 Studi Literatur	28
3.4 Perizinan	29
3.5 Pengambilan Data Primer dan Sekunder	29
3.6 Pembuatan Set Data	29
3.7 Sistematisa Prediksi menggunakan <i>Machine Learning</i>	30
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Analisis Eksplorasi Data	36
4.2 Model Prediksi Penurunan Muka Tanah	54
4.3 Penentuan Model Algoritma	57
4.4 Prediksi Penurunan Muka Tanah Wilayah Jakarta Utara	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pembagian sistem akuifer CAT Jakarta.....	10
Gambar 2.2. Muka air tanah pada sistem akuifer tertekan di Jakarta periode 2013	10
Gambar 2.3. Peta penurunan muka tanah DKI Jakarta tahun 2016.....	11
Gambar 2.4. Cakupan kategori AI dan ML.....	12
Gambar 2.5. <i>Hyperlane</i> pada dimensi yang lebih tinggi	22
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1. Distribusi frekuensi penggunaan air minum setiap wilayah di DKI Jakarta (2018-2019)	42
Gambar 4.2. Penggunaan air minum di DKI Jakarta selama tahun 2018-2020 ..	43
Gambar 4.3. Penggunaan air minum DKI Jakarta per tahun (2018-2020).....	44
Gambar 4.4. Distribusi frekuensi penggunaan air tanah setiap wilayah di DKI Jakarta (2018-2019)	45
Gambar 4.5. Hubungan tinggi muka tanah dengan penggunaan air tanah di DKI Jakarta (2018-2020)	46
Gambar 4.6. Penggunaan air tanah di DKI Jakarta selama tahun 2018-2020	47
Gambar 4.7. Penggunaan air tanah DKI Jakarta per tahun (2018-2020)	48
Gambar 4.8. Tingkat elevasi pada setiap wilayah DKI Jakarta (2018-2020).....	49
Gambar 4.9. Hubungan elevasi, penggunaan air minum dan air tanah di DKI Jakarta (2018-2020)	50
Gambar 4.10. Penggunaan air tanah di Jakarta Utara tahun 2018-2020	51
Gambar 4.11. Hubungan elevasi, penggunaan air minum dan penggunaan air tanah di Jakarta Utara.....	51
Gambar 4.12. Boxplot penggunaan air minum (a) dan air tanah (b) di DKI Jakarta (2018-2020)	53
Gambar 4.13. <i>Heatmap</i> antar variabel.....	54
Gambar 4.14. Plot regresi nilai aktual dan prediksi <i>Decision Tree</i> (a), <i>Random Forest</i> (b) dan <i>Support Vector Machine</i> (c)	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Daftar Penelitian Terkait Terdahulu.....	24
Tabel 4.1. 5 Baris Pertama dan 5 Baris Terakhir Set Data Penelitian.....	37
Tabel 4.2. Hasil Preparasi Set Data.....	38
Tabel 4.3. Hasil Analisis Deskriptif	39
Tabel 4.4. Analisis Deskriptif Terhadap Data Kategorikal	41
Tabel 4.5. Dua Nilai Pencilan Terluar.....	53
Tabel 4.6. Hasil Pengurutan Set Data.....	55
Tabel 4.7. Kriteria Parameter pada Proses <i>Machine Learning</i>	56
Tabel 4.8. Hasil Evaluasi Model	57
Tabel 4.9. 5 Baris Pertama dan 5 Baris Terakhir Hasil Prediksi Penurunan Muka Tanah di Jakarta Utara	60