

**PERBANDINGAN ALGORITMA DEEP Q-NETWORK DAN
LOCAL OUTLIER FACTOR UNTUK DETEKSI ANOMALI
KONSUMSI AIR MINUM PELANGGAN PUDAM
KABUPATEN BANYUWANGI**

SKRIPSI



Oleh :

ANDHIKA AHNAF DANISWARA

NPM. 19081010124

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2024**

**PERBANDINGAN ALGORITMA DEEP Q-NETWORK DAN
LOCAL OUTLIER FACTOR UNTUK DETEKSI ANOMALI
KONSUMSI AIR MINUM PELANGGAN PUDAM
KABUPATEN BANYUWANGI**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Dalam Menempuh Gelar Sarjana
Komputer Program Studi Informatika



Oleh :

ANDHIKA AHNAF DANISWARA

NPM. 19081010124

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : PERBANDINGAN ALGORITMA DEEP Q-NETWORK DAN LOCAL OUTLIER FACTOR UNTUK DETEKSI ANOMALI KONSUMSI AIR MINUM PELANGGAN PUDAM KABUPATEN BANYUWANGI

Oleh : Andhika Ahnaf Daniswara

NPM : 19081010124

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi

Pada : Hari Kamis, Tanggal 4 Juli 2024

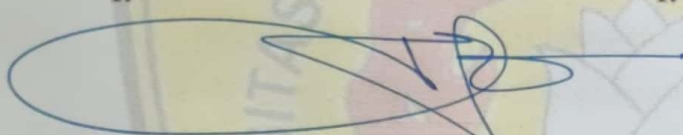
Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

1.

1.



Dr. Basuki Rahmat, S.Si., M.T.

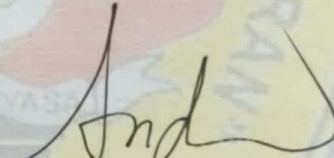
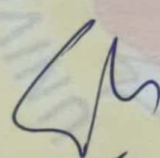
Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19690723 2021211 002

NIP. 19800907 2021211 005

2.

2.



Eva Yulia P, S.Kom., M.Kom.

Andreas Nugroho S, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19890705 2021212 002

NPT. 211199 00 412271

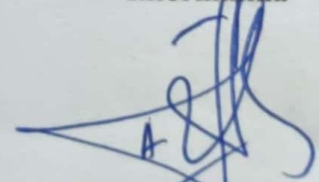
Menyetujui,

Dekan

Koordinator Program Studi

Fakultas Ilmu Komputer

Informatika



Prof. Dr. Ir. Noviria Hendrasarie, M.T.

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19681126 199403 2 001

NIP. 19820211 2021212 005

SURAT PENYATAAN BEBAS DARI PLAGIASI

Saya, mahasiswa Program Studi Sarjana Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andhika Ahnaf Daniswara

NPM : 19081010124

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/Tugas Akhir yang saya kerjakan berjudul :

“PERBANDINGAN ALGORITMA DEEP Q-NETWORK DAN LOCAL OUTLIER FACTOR UNTUK DETEKSI ANOMALI KONSUMSI AIR MINUM PELANGGAN PUDAM KABUPATEN BANYUWANGI”

Bukan merupakan plagiasi sebagian atau keseluruhan dari Skripsi/Tugas Akhir/Penelitian orang lain dari juga bukan merupakan produk dan software yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/Tugas Akhir ini secara keseluruhan adalah pekerjaan Saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur maupun di Institut Pendidikan lain. Bukti hasil pengecekan plagiasi dokumen ini dapat ditelusuri melalui QR Code di bawah.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dokumen ini merupakan plagiasi karya orang lain, saya sanggup menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Demikian atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

Surabaya, 19 Juli 2024

Hormat Saya,



Andhika Ahnaf Daniswara
NPM. 19081010124

PERBANDINGAN ALGORITMA DEEP Q-NETWORK DAN LOCAL OUTLIER FACTOR UNTUK DETEKSI ANOMALI KONSUMSI AIR MINUM PELANGGAN PUDAM KABUPATEN BANYUWANGI

Nama Mahasiswa : Andhika Ahnaf Daniswara
NPM : 19081010124
Program Studi : Informatika
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Basuki Rahmat, S.Si., M.T.
Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom.

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan dasar hidup manusia baik untuk minum, masak, mandi, mencuci, dll. Ketersediaan air minum yang memenuhi aspek 3K (Kuantitas, Kualitas dan Kontinuitas), sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia. Untuk mewujudkannya, diperlukan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) yang merupakan satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan air minum yang merupakan kewajiban dan tanggung jawab PUDAM Kabupaten Banyuwangi, salah satu permasalahan yang dihadapi dalam SPAM adalah Air Tak Berekening (ATR). Salah satu cara untuk menangani permasalahan tersebut yakni dengan mendeteksi anomali pada data konsumsi air minum pelanggan. Dalam membantu menangani permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan *machine learning* dengan menggunakan algoritma Deep Q-Network dan Local Outlier Factor.

Berdasarkan penjelasan tersebut penulis melakukan penelitian untuk membandingkan metode Deep Q-Network dan Local Outlier Factor dalam mendeteksi anomali pada data konsumsi air pelanggan PUDAM Kabupaten Banyuwangi untuk mengetahui hasil analisa perbandingan kedua metode tersebut dibandingkan dengan perhitungan manual menggunakan Microsoft Excel dengan metode *interquartile range* (IQR) . Pada penelitian ini mendapatkan hasil performa model terbaik menggunakan algoritma Local Outlier Factor dengan nilai F1-Score sebesar 36 %. Hasil analisa dapat disimpulkan bahwa algoritma DQN kurang cocok untuk mendeteksi anomali jika dibandingkan dengan algoritma Local Outlier Factor, terbukti dengan adanya kesalahan deteksi pada algoritma Deep Q-Network,

sedangkan untuk hasil pengujian performa kedua algoritma tersebut masih tergolong rendah, karena adanya perbedaan pendekatan dalam mendeteksi anomali antara algoritma Deep Q-Network dan Local Outlier Factor, dengan perhitungan manual menggunakan Microsoft Excel dengan metode *interquartile range* (IQR).

Kata Kunci : *Air Tak Berekening, Konsumsi air, Anomali, DQN, LOF, IQR*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul :

**“PERBANDINGAN ALGORITMA DEEP Q-NETWORK DAN
LOCAL OUTLIER FACTOR UNTUK DETEKSI ANOMALI
KONSUMSI AIR MINUM PELANGGAN PUDAM
KABUPATEN BANYUWANGI”**

Banyak dukungan dan juga doa yang penulis terima selama proses perancangan dan pelaksanaan penelitian skripsi ini, membuat penulis mudah dalam mengerjakan skripsi ini dari awal hingga selesai. Diharapkan dengan adanya penyusunan skripsi ini, dapat menambah ilmu serta wawasan baru bagi yang membaca.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada laporan penelitian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menerima segala bentuk kritik, saran, dan juga masukan dari semua pihak yang bertujuan membangun upaya penelitian ini menjadi lebih baik dan sempurna.

Surabaya, ... Juli 2024

Andhika Ahnaf Daniswara
NPM. 19081010124

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penelitian dan laporan ini berhasil terselesaikan. Selain itu dengan segala hormat, ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada seluruh pihak terkait yang telah membantu atas selesainya laporan skripsi ini. Secara khusus, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, rahmat, serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi ini sampai selesai.
2. Orang tua yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun non-materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dari awal hingga akhir dengan baik.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Noviria Hendrasarie, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.T. selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Bapak Wahyu Syaifullah JS., S.Kom. M.Kom. selaku dosen wali saya yang telah membantu saya dalam perwalian yang saya alami sejak awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan ini.
7. Bapak Dr. Ir. Basuki Rahmat, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing pertama saya yang sangat membantu dalam memberikan bantuan dan juga arahan dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi ini dengan baik.
8. Ibu Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing kedua saya yang telah membimbing saya dalam penulisan tugas akhir ini dengan maksimal.

9. Seluruh Dosen Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan banyak ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan.
10. XPAL yang memberikan saya dukungan dan gambaran menjadi seorang yang high value, dan memotivasi saya untuk menjadi pribadi yang lebih baik.
11. Seluruh teman-teman pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur periode 2020/2021 dan 2022/2023 yang telah menemani saya berproses dalam meningkatkan ilmu *softskill* saya selama perkuliahan.
12. Seluruh teman angkatan 2019 yang selalu menemani saya berjuang sejak memasuki perkuliahan.
13. Semua pihak yang penulis tidak sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat dan juga menambah wawasan pengetahuan bagi semua pihak yang membaca laporan skripsi ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak terkait atas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Surabaya, 19 Juli 2024

Andhika Ahnaf Daniswara
NPM. 19081010124

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI | i |
| SURAT PENYATAAN BEBAS DARI PLAGIASI | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| UCAPAN TERIMA KASIH | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 5 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 6 |
| 1.5 Batasan Masalah | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| 2.1 Penelitian Terdahulu | 8 |
| 2.2 PUDAM Kabupaten Banyuwangi | 11 |
| 2.3 Kerugian Dalam Distribusi Air Minum | 11 |
| 2.3.1 Kehilangan Fisik | 12 |
| 2.3.2 Kehilangan Non-Fisik | 12 |
| 2.4 Deteksi Anomali | 13 |
| 2.5 Time Series | 15 |
| 2.6 Python | 18 |
| 2.7 Tensorflow | 18 |
| 2.8 Scikit-Learn | 19 |
| 2.9 Normalisasi | 19 |
| 2.10 Reinforcement Learning | 21 |
| 2.11 Deep Q-Network | 22 |
| 2.12 Local Outlier Factor | 23 |
| 2.13 Fungsi Aktivasi | 25 |
| 2.14 Fungsi ReLU | 26 |
| 2.15 Optimizer | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 2.16 Optimizer Adam | 27 |
| 2.17 Pengukuran Kinerja..... | 27 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 29 |
| 3.1 Tahapan Penelitian | 29 |
| 3.2 Studi Literatur..... | 29 |
| 3.3 Pengumpulan Data | 30 |
| 3.4 Praproses data..... | 30 |
| 3.4.1 Seleksi dan Penggabungan Atribut..... | 31 |
| 3.4.2 Eliminasi Missing Value..... | 31 |
| 3.4.3 Eliminasi Nilai Nol | 31 |
| 3.5 Perancangan Model | 31 |
| 3.6 Pembuatan Model..... | 32 |
| 3.6.1 Membuat Model Deep Q-Network (DQN)..... | 33 |
| 3.6.2 Membuat Model Local Outlier Factor | 35 |
| 3.7 Melakukan Deteksi Anomali..... | 36 |
| 3.8 Membandingkan Hasil Deteksi Anomali | 36 |
| 3.9 Skenario Pengujian..... | 36 |
| BAB IV HASIL & PEMBAHASAN..... | 39 |
| 4.1 Lingkungan Penelitian..... | 39 |
| 4.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras..... | 39 |
| 4.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak..... | 39 |
| 4.2 Hasil Pengumpulan Data | 40 |
| 4.3 Praproses Data..... | 40 |
| 4.3.1 Seleksi dan Penggabungan Atribut | 41 |
| 4.3.2 Eliminasi Missing Value..... | 43 |
| 4.3.3 Eliminasi Nilai Nol | 45 |
| 4.3.4 Normalisasi | 46 |
| 4.4 Implementasi Algoritma DQN | 47 |
| 4.5 Hasil Skenario Uji Coba Algoritma DQN..... | 50 |
| 4.5.1 Skenario 1 | 50 |
| 4.5.2 Skenario 2 | 52 |
| 4.5.3 Skenario 3 | 54 |
| 4.5.4 Skenario 4 | 56 |
| 4.5.5 Skenario 5 | 58 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5.6 Skenario 6 | 60 |
| 4.5.7 Skenario 7 | 62 |
| 4.5.8 Skenario 8 | 64 |
| 4.6 Implementasi Algoritma LOF | 66 |
| 4.7 Hasil Skenario Uji Coba Algoritma LOF | 67 |
| 4.7.1 Skenario 1 | 67 |
| 4.7.2 Skenario 2 | 69 |
| 4.7.3 Skenario 3 | 71 |
| 4.7.4 Skenario 4 | 73 |
| 4.7.5 Skenario 5 | 75 |
| 4.8 Hasil Analisis Pengujian | 77 |
| BAB V PENUTUP | 80 |
| 5.1 Kesimpulan | 80 |
| 5.2 Saran | 80 |
| DAFTAR PUSTAKA | 82 |
| LAMPIRAN | 85 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|---------------------|--|----|
| Gambar 2. 1 | Anomali dan Noise | 15 |
| Gambar 2. 2 | Grafik Jumlah Pelanggan..... | 16 |
| Gambar 2. 3 | Grafik Indeks Saham Gabungan..... | 17 |
| Gambar 2. 4 | Grafik Produksi Padi dan Pergerakan Inflasi..... | 17 |
| Gambar 2. 5 | Grafik Perbandingan Inflasi dan Suku Bunga | 18 |
| Gambar 2. 6 | Gambaran Outlier | 24 |
| Gambar 2. 7 | Output Fungsi ReLU | 26 |
| Gambar 3. 1 | Diagram Alur Tahapan Penelitian | 29 |
| Gambar 3. 2 | Flowchart Praproses Data | 30 |
| Gambar 3. 3 | Diagram Alur Perancangan Model | 32 |
| Gambar 3. 4 | Flowchart Algoritma DQN | 33 |
| Gambar 3. 5 | Flowchart Algoritma LOF | 35 |
| Gambar 4. 1 | Cuplikan Dataset..... | 40 |
| Gambar 4. 2 | Sebelum Seleksi dan Penggabungan Atribut..... | 43 |
| Gambar 4. 3 | Sesudah Seleksi dan Penggabungan Atribut..... | 43 |
| Gambar 4. 4 | Grafik Jumlah Pelanggan PUDAM Kabupaten Banyuwangi Wilayah Kecamatan Kalipuro Periode Januari 2022 Hingga Desember 2022 | 44 |
| Gambar 4. 5 | Data Sebelum Praproses | 46 |
| Gambar 4. 6 | Data Sesudah Praproses | 47 |
| Gambar 4. 7 | Output Pelatihan Model DQN | 49 |
| Gambar 4. 8 | Pelanggan Terdeteksi Anomali Skenario 1 DQN..... | 50 |
| Gambar 4. 9 | Heatmap Skenario 1 DQN..... | 51 |
| Gambar 4. 10 | Pelanggan Terdeteksi Anomali Skenario 2 DQN..... | 52 |
| Gambar 4. 11 | Heatmap Skenario 2 DQN..... | 53 |
| Gambar 4. 12 | Pelanggan Terdeteksi Anomali Skenario 3 DQN..... | 54 |
| Gambar 4. 13 | Heatmap Skenario 3 DQN..... | 55 |
| Gambar 4. 14 | Anomali Terdeteksi Skenario 4 DQN..... | 56 |
| Gambar 4. 15 | Heatmap Skenario 4 DQN..... | 57 |
| Gambar 4. 16 | Anomali Terdeteksi Skenario 5 DQN..... | 58 |
| Gambar 4. 17 | Heatmap Skenario 5 DQN..... | 59 |
| Gambar 4. 18 | Anomali Terdeteksi Skenario 6 DQN..... | 60 |
| Gambar 4. 19 | Heatmap Skenario 6 DQN..... | 61 |
| Gambar 4. 20 | Anomali Terdeteksi Skenario 7 DQN..... | 62 |
| Gambar 4. 21 | Heatmap Skenario 7 DQN..... | 63 |
| Gambar 4. 22 | Anomali Terdeteksi Skenario 8 DQN..... | 64 |
| Gambar 4. 23 | Heatmap Skenario 8 DQN..... | 65 |
| Gambar 4. 24 | Anomali Terdeteksi Skenario 1 LOF..... | 67 |
| Gambar 4. 25 | Heatmap Skenario 1 LOF..... | 68 |
| Gambar 4. 26 | Anomali Terdeteksi Skenario 2 LOF..... | 69 |
| Gambar 4. 27 | Heatmap Skenario 2 LOF..... | 70 |
| Gambar 4. 28 | Anomali Terdeteksi Skenario 3 LOF..... | 71 |
| Gambar 4. 29 | Heatmap Skenario 3 LOF..... | 72 |
| Gambar 4. 30 | Anomali Terdeteksi Skenario 4 LOF..... | 73 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 31 Heatmap Skenario 4 LOF | 74 |
| Gambar 4. 32 Anomali Terdeteksi Skenario 5 LOF..... | 75 |
| Gambar 4. 33 Heatmap Skenario 5 LOF | 76 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabel 2. 1 | Contoh Normalisasi Dengan Min-Max | 21 |
| Tabel 3. 1 | Tabel Skenario Pengujian Algoritma DQN..... | 37 |
| Tabel 3. 2 | Tabel Skenario Pengujian Algoritma LOF..... | 37 |
| Tabel 4. 1 | Detail Spesifikasi Perangkat Keras | 39 |
| Tabel 4. 2 | Detail Spesifikasi Perangkat Lunak | 40 |
| Tabel 4. 3 | Tabel Jumlah Pelanggan Tak Aktif | 45 |
| Tabel 4. 4 | Tabel Confussion Matriks Skenario 1 DQN | 50 |
| Tabel 4. 5 | Matriks Evaluasi Skenario 1 DQN..... | 51 |
| Tabel 4. 6 | Tabel Confussion Matriks Skenario 2 DQN | 52 |
| Tabel 4. 7 | Matriks Evaluasi Skenario 2 DQN..... | 53 |
| Tabel 4. 8 | Tabel Confussion Matriks Skenario 3 DQN | 54 |
| Tabel 4. 9 | Matriks Evaluasi Skenario 3 DQN..... | 55 |
| Tabel 4. 10 | Confussion Matriks Skenario 4 DQN | 56 |
| Tabel 4. 11 | Matriks Evaluasi Skenario 2 DQN..... | 57 |
| Tabel 4. 12 | Confussion Matriks Skenario 5 DQN | 58 |
| Tabel 4. 13 | Matriks Skenario 5 DQN..... | 59 |
| Tabel 4. 14 | Confussion Matriks Skenario 6 DQN | 60 |
| Tabel 4. 15 | Matriks Evaluasi Skenario 6 DQN..... | 61 |
| Tabel 4. 16 | Confussion Matriks Skenario 7 DQN | 62 |
| Tabel 4. 17 | Matriks Evaluasi Skenario 7 DQN..... | 63 |
| Tabel 4. 18 | Matriks Evaluasi Skenario 8 DQN..... | 64 |
| Tabel 4. 19 | Matriks Evaluasi Skenario 8 DQN..... | 65 |
| Tabel 4. 20 | Confussion Matriks Skenario 1 LOF | 67 |
| Tabel 4. 21 | Matriks Evaluasi Skenario 1 LOF | 68 |
| Tabel 4. 22 | Confussion Matriks Skenario 2 LOF | 69 |
| Tabel 4. 23 | Matriks Evaluasi Skenario 2 LOF | 70 |
| Tabel 4. 24 | Confussion Matriks Skenario 3 LOF | 71 |
| Tabel 4. 25 | Matriks Evaluasi Skenario 3 LOF | 72 |
| Tabel 4. 26 | Confussion Matriks Skenario 4 LOF | 73 |
| Tabel 4. 27 | Matriks Evaluasi Skenario 4 LOF | 74 |
| Tabel 4. 28 | Confussion Matriks Skenario 5 LOF | 75 |
| Tabel 4. 29 | Matriks Evaluasi Skenario 5 LOF | 77 |
| Tabel 4. 30 | Hasil Pengujian Algoritma DQN | 77 |
| Tabel 4. 31 | Hasil Pengujian Algoritma LOF..... | 78 |