**USULAN TUGAS AKHIR**

**PERANGKAT LUNAK PEMBACA METERAN AIR PDAM MENGGUNAKAN METODE YOLO**



**Oleh:**

**Dep` Niel Sinaga 2125250058**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN REKAYASA  
UNIVERSITAS MULTI DATA PALEMBANG  
PALEMBANG  
2025**

# HALAMAN PENGESAHAN

**USULAN TUGAS AKHIR**

**PERANGKAT LUNAK DETEKSI KEBERSIHAN GIGI MELALUI FOTO SELFIE MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS**

Diajukan oleh:

Dep` Niel Sinaga 2125250058

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Palembang, ---- 2025 | | |
| Pengusul | | |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | Dep` Niel Sinaga |  |
|  | NPM 2125250004 |  |
|  |  |  |
|  | Menyetujui, |  |
|  | Dosen Pembimbing Utama |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | Tinaliah, M.Kom. |  |
|  | NIK 111070 |  |
|  | | |
| Mengetahui, | | |
| Kaprodi Informatika | | |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Derry Alamsyah, S.Si, M.Kom, M.Pd | | |
|  | NIK 111069 |  |

# DAFTAR ISI

[HALAMAN PENGESAHAN 2](#_Toc177493753)

[DAFTAR ISI 3](#_Toc177493754)

[DAFTAR TABEL 4](#_Toc177493755)

[DAFTAR GAMBAR 5](#_Toc177493756)

[BAB I PENDAHULUAN 6](#_Toc177493757)

[1.1 Latar Belakang 6](#_Toc177493758)

[1.2 Rumusan Masalah 8](#_Toc177493759)

[1.3 Analisis terhadap Batasan 8](#_Toc177493760)

[1.3.1 Analisis terhadap Aspek Ekonomis 8](#_Toc177493761)

[BAB II LANDASAN TEORI 9](#_Toc177493762)

[2.1 Alternatif Solusi 9](#_Toc177493763)

[2.1.1 *Decision Tree* 9](#_Toc177493764)

[BAB III METODELOGI 11](#_Toc177493765)

[BAB IV PERANCANGAN 12](#_Toc177493766)

[DAFTAR PUSTAKA 13](#_Toc177493767)

# DAFTAR TABEL

# DAFTAR GAMBAR

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada saat ini telah berperan penting dalam beberapa sektor yang telah mengubah paradigma operasional, terutama di dalam bidang Artificial Intelligence dan Computer Vision di beberapa sektor pelayanan publik seperti pengelolaan sumber daya air melalui perusahaan daerah air minum (PDAM). Perusahaan ini berperan penting dalam penyediaan air minum yang berkualitas dengan rencana strategis yang telah dirancang sebaik mungkin. Namun, dalam strategi tersebut masih ada kekurangan yang perlu di perbaiki sehingga perlakuan tersebut harus di tangani secepat mungkin.

Salah satu yang dialami perusahaan daerah saat ini adalah dimana saat petugas lapangan yang melakukan pengecekan terhadap meteran air harus melakukan foto terlebih dahulu lalu. menginput secara manual data yang tertera dalam meteran (Carvalho dkk., 2023).

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan Badan Usaha Milik Daerah yang bertugas menyediakan dan mengelola air bersih untuk kebutuhan rumah tangga, komersial, maupun industri di wilayah kerjanya. PDAM juga bertanggung jawab atas instalasi, pemeliharaan, dan pengelolaan infrastruktur pendukung pengadaan air bersih, termasuk perawatan meteran air yang digunakan untuk mengukur tingkat konsumsi air pada pelanggan. Sistem prabayar yang diterapkan oleh PDAM menjamin ketersediaan air bersih bagi masyarakat (Ramadhan & Fazila), tetapi saat ini proses pengukuran dan pemantauan meteran air masih dilakukan secara konvensional dan dengan sistem analog, yang berdampak pada berkurangnya efektivitas dan efisiensi pengelolaan.

Salah satu tugas utama PDAM adalah mengukur dan menagih jumlah penggunaan air yang digunakan oleh rumah tangga atau pelanggan lainnya. Untuk mencapait tujuan tersebut, PDAM memasang meteran di setiap lokasi yang telah ditentukan, di mana petugas secara berkala mencatat angka meter sebagai dasar penagihan. Meskipun fokus utamanya adalah memastikan distribusi air yang lancar, PDAM juga berkomitmen untuk menjaga kualitas dan kuantitas air, yang menegaskan peran mereka dalam memenuhi kebutuhan air bersih secara berkelanjutan bagi masyarakat (Febriawati dkk., t.t.). Oleh karena itu, PDAM tidak hanya berperan sebagai penyedia layanan, tetapi juga memainkan peran kunci dalam pemeliharaan, pemantauan, dan peningkatan sistem guna memastikan akses air bersih yang andal bagi semua masyarakat Indonesia.

Pengelolaan air merupakan komponen penting dalam infrastruktur modern, dengan meteran PDAM sebagai elemen utama dalam proses pengukuran konsumsi air di rumah tangga. Walaupun krusial, pemantauan dan pemeliharaan meteran PDAM seringkali dihadapkan pada berbagai tantangan. Misalnya, petugas PDAM secara rutin harus mengunjungi rumah pelanggan untuk mencatat angka pada meteran air secara manual menggunakan buku catatan (Imran dkk., 2023). Proses manual ini tidak hanya memakan waktu yang lama, tetapi juga memiliki potensi menimbulkan kesalahan dalam pencatatan akibat human error, yang akhirnya berdampak pada ketidakakuratan data dan penagihan yang tidak sesuai.

Selain itu, terdapat kasus dimana meteran air pelanggan terkubur atau terhalang, yang menyulitkan petugas dalam melakukan pembacaan secara akurat (Sa’adat & Widiyanto, 2024). Untuk memverifikasi kunjungan ke lapangan dan menjamin keabsahan data, petugas biasanya mengambil foto meteran sebagai bukti bahwa pencatatan telah dilakukan. Namun, terdapat pula keluhan dari pelanggan yang menganggap proses pengukuran ini masih mengandalkan perkiraan tanpa perhitungan yang tepat, sehingga mengakibatkan penagihan yang berlebihan. Kesalahan dalam input data dapat memperlambat proses perhitungan, terutama dengan jumlah pelanggan yang sangat banyak.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pembangunan aplikasi pengolahan citra yang mampu mengenali tampilan angka pada meteran air dengan bantuan jaringan syaraf tiruan dan metode pelatihan komputer. Otomasi dalam proses pengenalan dan deteksi angka ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi pencatatan, mengurangi kesalahan manusia, dan akhirnya meningkatkan efisiensi pengawasan serta monitoring penggunaan air oleh PDAM.

## Rumusan Masalah

Pencatatan angka pada meteran air oleh PDAM masih dilakukan secara konvensional dan tidak diotomisasi sehingga menyebabkan potensi kesalahan dan keterlambatan dalam proses pencatatan angka meteran. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem yang mampu mencatat angka meteran secara otomatis dan memudahkan petugas dalam melakukan pemantauan.

## Analisis terhadap Batasan

### Analisis terhadap Aspek Ekonomis

### Analisis Terhadap Aspek Manufakturabilitas

### Analisis Aspek Sustainabilitas

## Analisis terhadap Karakteristik Solusi

## Pemilihan Solusi

## Skenario Pemanfaatan Produk oleh Pengguna

## Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Mengimplementasikan metode YOLO dalam perangkat lunak mendeteksi dan membaca angka pada meteran air PDAM secara cepat dan akurat.

Mengembangkan perangkat lunak yang dapat merekap laporan data pembacaan pada meteran air PDAM.

# LANDASAN TEORI

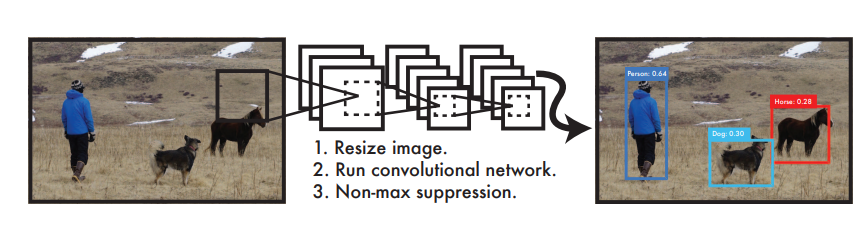
## Alternatif Solusi

### *You Only Look Once (YOLO)*

You Only Look Once (YOLO) merupakan metode yang dapat digunakan dalam proses pengembangan perangkat lunak. YOLO merupakan algoritma yang sudah sangat sering digunakan oleh para pengembang untuk mendeteksi objek. Algoritma ini menggunakan artsitetektur Convulutional Neural Network (CNN) untuk sebagai dasar dari fitur ekstrasi dari gambar yang di input untuk dilakukan dektesi pada objek. Algoritma ini termasuk memiliki kecepatan yang tinggi dalam melakukan deteksi pada objek karena hanya perlu memasukkan gambar kedalam jaringan untuk mendapatkan hasil deteksi(Peiyuan Jiang).

YOLO memiliki kemampuan generalisasi yang kuat karena YOLO dapat mempalajari fitur umum (generic feature) dan dapat di terapkan dalam pelatihan data di bidang lain. Algoritma ini dirancang untuk mempelajari fitur-fitur visual mendasar yang dapat di terapkan dalam berbagai bidang. Dengan mempelajari pola dan karakteristik sebuah objek secara umum, dalam lapisan awal algoritma ini dapat mendeteksi fitu secara sederhana seperti tepi dan tekstur. Lalu untuk lapisan dalam dapat mengidentifikasi struktur yang kompleks seperti bentuk dan konteks objek. Pelatihan yang dilakukan dalam dataset yang beragam dapat membangun generalisasi yang kuat bagi algoritma YOLO.

YOLO bekerja dengan membagi citra input menjadi grid sel yang berukuran seragam, yang dimana setiap sel bertanggung jawab untuk memprediksi bounding box dan probabilitas kelas objek yang berada yang nantinya akan diprediksi. Dengan membagi gambar menjadi beberapa bagian sel/grid dengan variasi ukuran tergantung pada ukuran citra yang di input, bounding box yang telah diprediksi dan probabilitas kelas untuk tiap sel.



**Gambar 2. 1 Cara Kerja Algoritma YOLO**

Setiap grid memiliki tanggung jawab menentukan apakah objek berada pada area grid (Gupta dkk., 2021). Deteksi objek akan dilakukan apabila objek yang ditentukan berada dalam grid. Setelah itu, Algoritma YOLO menghasilkan koordinat bounding box dari objek dengan menunjukkan nilai confidence kelas yang terbesar. Koordinat bounding box dalam vector, seperti y = [pc, bx, by, bh, bw, c1, c2] yang dimana pc menunjukkan probabilitas dari grid yang memiliki objek, bx dan by menunjukkan koordinat bounding box, bh & bw menunjukkan lebar dan tinggi dari bounding box, dan c1 & c2 menujukkan probabilitas kelas objek yang dideteksi objek yang dideteksi apabila terdapat 2 kelas.

Setelah bounding box, Non-Max Suppression (NMS) diimplementasikan untuk menyaring hasil prediksi yang memiliki probabilitas hasil yang rendah dengan menetapkan confidence threshold yang dihasilkan model. NMS mempertahankan bounding box dengan confidence tertinggi dengan menghilangkan prediksi lain yang tumpang tindih. Tingkat tumpang tindih dihitung menggunakan Intersection over Union (IoU), yaitu resio antara are tumpang tindih dan total area gabungan dari dua bounding box. Jika diantara dua bounding box memiliki IoU yang tinggi dan salah satunya memiliki confidence yang lebih rendah, maka bounding box dengan nilai confidence yang lebih rendah akan dihapus (). Hal ini membantu mengurangi duplikasi deteksi objek yang sama, sehingga meningkatkan akurasi deteksi akhir.

Saat YOLO 10 dipublikasikan, NMS tidak gunakan kembali, sehingga diganti dengan menggunakan dua label assignments yang dapat dilihat pada gambar 2.2. YOLOv10.

# METODELOGI

## Identifikasi Masalah

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) memiliki tanggung jawab yang besar dalam penyediaan air bersih kepada pelanggan yang berkaitan. Pencatatan penggunaan air bersih saat ini umumnya masih dilakukan secara konvensional, yang dimana petugas lapangan harus mendatangi setiap rumah pelanggan untuk mencatat keseluruhan penggunaan air yang tertera pada angka meteran air. Cara yang dilakukan yakni mengambil gambar meteran air pada saat kunjungan ke pelanggan lalu mencatat penggunaan air yang telah di gunakan oleh pelanggan. Masalah ini menyebabkan data penggunaan air seringkali terkambat masuk kedalam sistem dan dapat menimbulkan ketidaktepatkan dalam penagihan jumlah kepada pelanggan. Karena itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat membantu pencatatan meteran air secara otomatis, cepat dan akurat agar proses pelayanan dapat menjadi lebih efisien.

## Analisis Solusi

Dari masalah yang telah diidentifikasi, dipilih solusi yang terbaik berdasarkan performa yang diberikan dalam aspek ekonomis, sustainbilitas dan manufakturabilitas. Serta berdasarkan penelitian terdahulu yang telah menggunakan solusi yang dipilih, yakni dengan algoritma You Only Look Once (YOLO) yang akan digunakan YOLO versi 11 Nano yang memiliki kemampuan dalam kecepatan yang baik dalam mendeteksi objek dibanding versi YOLO sebelumnya.

## Pengumpulan Data

Pada tahap ini, pengumpulan data dilakukan secara konvensional oleh petugas lapangan PDAM yang bertugas mengambil gambar meteran air di lokasi pelanggan. Data yang dikumpulkan berupa gambar digital meteran air yang diambil dengan menggunakan handphone petugas sesuai dengan kondisi nyata di lapangan, seperti perbedaan pencahayaan siang dan malam, sudut pengambilan gambar, serta berbagai kondisi meteran dalam bentuk bersih dan kotor.

Sebelum pengambilan data ketua tim pengawas meteran menyiapkan panduan teknis yang berisi kriteria gambar yang dibutuhkan dan menyiapkan penamaan file gambar yang telah diambil sesuai dengan nomor pelanggan yang di kunjungi.

## Pengembangan Model

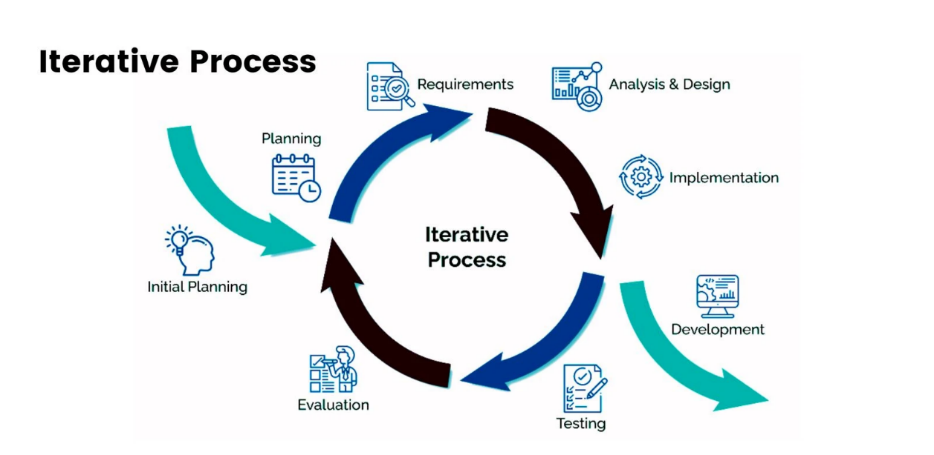
Pengembangan mode menggunakan metode You Only Look Once (YOLO) versi 11 Nano. YOLO menggunakan metode pembelajaran mesin yang diawasi (supevised learning) untuk melatih model prediksi (). YOLO menerapkan arsitektur jaringan saraf tiruan, seperti convolution layer dengan fungsi aktivasi sigmoid linear unit (SiLU), batch normalization, dan bottle neck layer untuk mengurangi proses komputasi model yang dapat dilihat pada Gambar 3.3. Model YOLO11n dibuat melalui transfer learning dari pretrained weight yang di sediakan dari library Ultralytics.

GAMBAR

YOLOv11n masih menggunakan lapisan dari konvolusi fitur ekstrasi dari citra input dnegan aktivasi SiLU. Model YOLOv11 menggunakan blok C3k2 menggantikan blok C2f dari pendahulunya merupakan implementasi Bottleneck Cross Stage Partial (CSP) yang lebih efisien, cepat dan meningkatkan performa model yang dapat dilihat pada Gambar 3.4. Penambahan blok dari Cross Stage Partial with Spatial Attention (C2PSA) setelah blok Spatial Pyramid Pooling-Fast (SPPF) yang memungkinkan model dapat lebih fokus pada era penting dari citra yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 (). Lapisan konvolusi akhir dan lapisan deteksi masih digunakan dengan penggunaan batch normalization dan fungsi aktivasi SiLU.

## Pengembangan Perangkat Lunak

Pada tahap pengembangan, perangkat lunak dikembangkan dengan System Development Life Cycle (SDLC), yakni model iteratif. Model iteratif merupakan salah satu tahapan pengembangan yang prosesnya dilakukan secara bertahap dan penjadwalan ulang pada saat memperbaiki bagian-bagian dari rancangan sistem. Tujuan dari model iteratif ini untuk meningkatkan pengembangan melalui beberapan tahapan pengulangan kecil sehingga dapat mengerjakannya secara fleksibel tanpa adanya keharusan penyelesaian satu tahap secara utuh. Tahapan model iteratif dapat dilihat pada Gambar 3.1 yang terdiri dari perencanaan, analisis dan desain, implementasi, pengujian dan evaluasi.



**Gambar 3. 1 Model Pengembangan Iteratif** (Imran Hibba, 2022)

Perencanaan

Pada tahap ini, perencanaan mengenai masalah yang dihadapi dengan menentukan tujuan dari perangkat lunak dalam menyelesaikan permasalahan. Dalam model iteratif, tahapan ini dapat dilakukan secara berulang untuk mendapatkan kebutuhan perangkat lunak secara maksimal.

Analisis dan desain

Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap rancangan sistem perangkat lunak. Desain dapat diimplementasikan dengan membuat rancangan antarmuka perangkat lunak berdasarkan kebutuhan perangkat lunak.

Implementasi

Pada tahap ini, perangkat lunak mulai dikembangkan berdasarkan rancangan sistem dan desain yang telah dikerjakan. Perangkat lunak dikembangkan dengan kode pemrograman sesuai kebutuhan perangkat lunak. Database mulai diimplementasikan untuk mendukung perangkat lunak sebagai tempat penyimpanan.

Pengujian

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap perangkat lunak yang telah dikembangkan untuk mengukur performa dari perangkat lunak yang dibuat. Tahapan ini juga bertujuan untuk menemukan kekuragnan atau kesalahan dalam perangkat lunak. Pengujian perangkat lunak dilakukan dnegan user acceptance testing untuk mendapat feedback atau umpan balik dari pengguna mengenai perangkat lunak. Setelah dilakukan pengujian, hasilnya akan menjadi dasar dari peningkatan perangkat lunak agar lebih optimal.

Evaluasi

Dalam tahapan ini, dilakukan evaluasi dari hasil iterasi yang telah dilakukan. Evaluasi yang dilakukan adalah dapatkah perangkat lunak telah memenuhi kebutuhan dari user, setelah itu akan di *deploy* kepada pengguna.

## Pengujian

Pada tahap pengujian, performa dari model yang telah dikembangkan akan diukur dari segi proses hyperparameter tuning. Proses tuning dilihat pada tabel 3.1 yang mencakup penyesuaian parameter seperti learning rate, momentum, batch size, optimizer, dan lainnya untuk menghasilkan metrik evaluasi. Metrik evaluasi yang dihasilkan berupa precision, recall, f1 score, mean average precision at IoU 50 (mAP50), dan mean average precision at IoU 50-95 (mAP50-95). Metrik evaluasi ini bertujuan memastikan bahwa model dapat mendeteksi dan menghitung objek dengan akurat dan konsisten dalam kondisi lingkungan pengujian.

|  |  |
| --- | --- |
| Parameter | Nilai |
| Initial learning rate | 0,01, 0.001 |
| Final learning rate | 0.1, 0,01 |
| Optimizer | SGD, AdamW |
| Epoch | 100, 200, 300 |

Precision merupakan metrik untuk mengukur seberapa akurat model dalam menghasilkan prediksi yang benar. Precision dihitung dengan membagi jumlah True Positives (TP) dengan jumlah True Positive dan False Positives (FP) seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1) sedangkan recall merupakan metrik untuk mengukur seberapa baik model dalam menangkap seluruh contoh positif yang benar. Recall dihititung dengan membagi jumlah True Positives dengan jumlah True Positives dan False Negatives (FN) seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2).

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |
|  | (2) |

F1 score merupakan metrik yang mewakili rata-rata harmonis dari precision dan recall, F1 score yang tingg menunjukkan kinerja model yang baik. Perhitungan F1 score ditunjukkan pada persamaan (3).

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

Perhitungan mAP (mean average precision pada persamaan (4) didapat dari average precision (AP) pada persamaan (3) yang menggunakan precision dan recall. AP dihitung berdasarkan kurva precision-recall dengan mempertimbangkan berbagai ambang batas untuk menilai kinerja model dari deteksi objek.

## Hasil

Output yang dihasilkan dari penelitian ini berupa perangkat lunak berbasis desktop yang dimana dapat mendeteksi angka dalam foto meteran yang diambil dan menampilkan data pembacaan pada meteran yang telah di deteksi.

# PERANCANGAN

## Spesifikasi Solusi

Spesifikasi solusi dari perangkat lunak pembaca angka meteran air yang dikembangkan saat ini, yaitu:

Perangkat lunak terdiri dari aplikasi desktop.

Perangkat lunak desktop dapat mendeteksi angka meteran pdam.

Perangkat lunak terhubung dengan PostgreSQL sebagai database.

Perangkat lunak desktop dapat merekap laporan pembacaan meteran air pdam.

Perangkat lunak mobile dapat menyimpan gambar meteran air secara lokal.

Perangkat lunak mobil dapat mengirimkan gambar meteran air ketika sedang online

Perangkat lunak mobile mengirimkan gambar yang meteran diambil dalam beberapa batch.

Perangkat lunak desktop memiliki model YOLO 11 Nano yang dibuat melalui library Ultralytics dan kerangka kerja deep learning Pytorch.

## Rencana Pengujian

Rencana pengujian untuk mengukur spesifikasi yang telah diajukan akan dilakukan terhadap perangkat lunak dan model yang dikembangkan dengan penguji, yaitu pengguna dan expert. Perangkat lunak diuji dengan menggunakan metode blackbox testing yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

|  |  |
| --- | --- |
| No | Pengujian |
| 1. | Pengguna login dengan memasukkan username dan password. |
| 2. | Pengguna register ke perangkat lunak apabila belum mempunyai akun. |
| 3. | Pengguna memasukkan foto kedalam desktop dan memulai deteksi angka yang berada didalam meteran. |
| 4. | Sistem membaca angka meteran dan mengekstrak angka. |
| 5. |  |

# DAFTAR PUSTAKA