

PROTOTIPE POM BENSIN MINI DIGITAL BERBASIS IMAGE PROCESSING MENGGUNAKAN JETSON NANO

Reza Nandika¹, Budhi Bakhtiar², Anton Hidayat³, Nofita Wulandari⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang

Corresponding Author: reza@pnp.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan pada pom bensin mini konvensional adalah sistem masih manual, kurang efisien, dan tidak mampu memvalidasi keaslian uang. Penelitian ini merancang prototipe pom bensin mini digital berbasis image processing menggunakan Jetson Nano untuk mengatasi masalah tersebut. Webcam dengan lampu UV digunakan untuk mendeteksi nominal uang kertas, lalu dianalisis menggunakan algoritma YOLO. Hasil deteksi dikirim ke Arduino Uno untuk mengendalikan pompa, sensor waterflow, serta LCD sebagai penampil informasi. Pengujian menunjukkan sistem mampu mengenali uang kertas dengan akurasi tinggi dan mengeluarkan volume bahan bakar sesuai transaksi. Simpulan dari penelitian ini adalah sistem berhasil meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keandalan proses pengisian bahan bakar mini secara otomatis.

Kata kunci : Pom bensin mini, Jetson Nano, Image Processing, YOLO

ABSTRACT

Conventional mini fuel dispensers face problems such as manual operation, low efficiency, and lack of banknote authenticity validation. This study designs a digital mini gas station prototype based on image processing using Jetson Nano to address these issues. A webcam with UV light is employed to detect banknote denominations, which are analyzed by the YOLO algorithm. The detection results are transmitted to Arduino Uno to control the pump, waterflow sensor, and LCDs for displaying information. Tests showed that the system accurately recognized banknotes and dispensed fuel volume according to the transaction. The conclusion is that the proposed system improves efficiency, accuracy, and reliability in automatic mini fuel dispensing.

Keywords : Mini gas station, Jetson Nano, Image Processing, YOLO

1. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor merupakan salah satu transportasi darat yang dibutuhkan masyarakat saat ini. Setiap tahun, jumlah kendaraan meningkat dan menawarkan mode yang berbeda. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor menyebabkan kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM) juga ikut meningkat. Dengan meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak tentunya memerlukan tempat untuk pengisian bahan bakar minyak agar dapat dijangkau seluruh masyarakat Indonesia [1].

Namun, ketersediaan fasilitas pengisian BBM yang efisien dan mudah dijangkau, terutama di daerah terpencil, masih menjadi

kendala. Pom bensin mini (pertamini) hadir sebagai alternatif pengisian BBM dalam skala kecil, namun sebagian besar masih bersifat manual dan rentan terhadap kesalahan pengukuran serta penyalahgunaan.

Pom bensin mini ini sebelumnya telah dirancang oleh Zulfahmi, dengan metode pendeteksian volume tangki menggunakan sensor ultrasonik SRF04. Metode ini bekerja dengan memancarkan dan menerima pantulan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak permukaan bahan bakar. Kelebihannya adalah pemasangan yang mudah dan biaya relatif murah. Namun, kelemahannya terletak pada akurasi yang rendah dan ketidakstabilan

pembacaan akibat pengaruh uap bahan bakar, yang juga berpotensi merusak komponen sensor [2].

Selanjutnya pom bensin mini ini dikembangkan Topit Putra tahun 2016 dengan mengganti sensor ultrasonik SRF04 menjadi sensor waterflow untuk mengukur volume bahan bakar berdasarkan debit aliran. Metode ini lebih akurat karena mengukur aliran secara langsung dan tidak terpengaruh oleh uap bahan bakar seperti sensor ultrasonik. Selain itu, digunakan sensor warna TCS3200 GY-31 untuk mendeteksi nominal uang berdasarkan nilai RGB. Meskipun sensor ini murah dan mudah digunakan, akurasinya rendah dan tidak mampu membedakan uang asli dan palsu [3].

Dengan demikian, untuk meningkatkan akurasi dan kemampuan deteksi keaslian uang, sensor tersebut diganti dengan webcam yang dilengkapi lampu UV. Penggunaan webcam ini memungkinkan pengambilan citra uang secara detail sehingga dapat dianalisis menggunakan model deteksi berbasis deep learning seperti YOLOv5. Lampu UV berperan penting dalam menampilkan fitur keamanan pada uang kertas, seperti watermark atau tanda UV, yang tidak terlihat oleh mata telanjang. Dengan sistem berbasis kamera, proses pendeteksian dapat dilakukan secara real-time, lebih akurat, serta mudah diperbarui melalui pengembangan perangkat lunak tanpa harus mengganti perangkat keras utama.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini, beberapa literatur digunakan untuk mendukung pemahaman terkait komponen utama seperti webcam untuk deteksi nominal uang, penggunaan lampu UV sebagai pendeteksi keaslian uang, Jetson Nano untuk pemrosesan citra berbasis deep learning, mikrokontroler Arduino sebagai pengendali perangkat keras, sensor waterflow untuk pengukuran volume serta relay dan pompa sebagai aktuator dalam proses pengeluaran bahan bakar.

2.1 Image Processing

Pengolahan citra atau *Image Processing* adalah suatu proses pengolahan citra dengan menggunakan komputer menjadi sebuah citra yang memiliki kualitas yang lebih baik sehingga dapat diinterpretasi lebih lanjut atau

digunakan untuk tujuan pengenalan objek di dalam citra [4].

Tujuan dari pengolahan citra ini adalah memperbaiki kualitas suatu citra sehingga dapat diinterpretasi dengan mudah oleh manusia atau sebuah mesin. OpenCV (Open Source Computer Vision Library) banyak digunakan dalam bidang pengolahan citra digital dan visi komputer. Dengan dukungan berbagai algoritma seperti deteksi tepi, segmentasi objek, dan pengenalan pola, OpenCV memungkinkan pengembangan sistem visual cerdas yang efisien. Bahasa pemrograman Python sering digunakan bersama OpenCV karena kemudahan sintaksis dan dukungan pustaka yang luas, sehingga mempercepat proses penelitian dan implementasi sistem berbasis visi komputer pada berbagai bidang, seperti keamanan, industri, dan otomasi [5].

Sistem ini menggunakan metode *image processing* yang dijalankan pada Jetson Nano untuk mendeteksi nominal uang kertas. Proses ini dilakukan dengan bantuan kamera dan sinar UV agar pola uang lebih jelas terbaca. Algoritma YOLO digunakan untuk mengenali citra uang secara real-time, sehingga nominal dapat diidentifikasi dengan cepat dan akurat. Data hasil pengenalan kemudian dikirimkan ke Arduino Uno yang bertugas mengolah input dari sensor dan mengendalikan aktuator seperti pompa air, serta menampilkan informasi volume dan harga pada LCD. Dengan demikian, *image processing* menjadi inti dari sistem untuk memastikan bahwa transaksi berbasis uang kertas dapat dilakukan secara otomatis

2.2 Uang Kertas

Uang merupakan alat transaksi yang digunakan oleh manusia. Uang yang digunakan secara langsung untuk proses tukar menukar adalah uang kertas. Uang kertas memiliki dua jenis yaitu jenis uang logam dan jenis uang kertas [6]. Uang kertas adalah uang yang terbuat dari kertas dan merupakan alat pembayaran yang sah.

Dalam penelitian ini akan membahas beberapa uang untuk di deteksi nominal uangnya yaitu Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, dan Rp50.000.

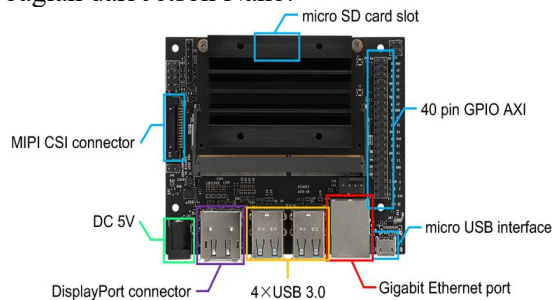


Gambar 1. Contoh uang kertas rupiah

2.3 Jetson Nano

Jetson Nano merupakan komputer mini buatan NVIDIA yang dirancang untuk aplikasi berbasis kecerdasan buatan (AI), pemrosesan citra digital, dan pembelajaran mesin (*machine learning*). Kompatibel digunakan dengan kartu microSD maupun SSD sebagai penyimpanannya, keunggulan jetson terdapat pada salah satunya yaitu JetPack sangat *compatible* dengan *platform* kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) [7].

Jetson Nano digunakan dalam proyek ini sebagai unit pemrosesan citra untuk mengenali nominal uang kertas secara real-time melalui kamera (*webcam*). Pada proyek ini, Jetson Nano bekerja secara terintegrasi dengan Arduino Uno yang bertugas mengendalikan perangkat keras seperti motor DC penarik uang, pompa, dan LCD. Gambar 2 memperlihatkan bagian dari Jetson Nano.



Gambar 2. Jetson Nano

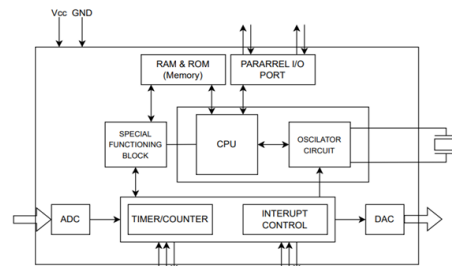
Perangkat ini mampu menjalankan algoritma deteksi dan klasifikasi citra berbasis AI dengan cepat dan akurat, menjadikannya sangat cocok untuk sistem otomatis yang memerlukan respons visual instan. Jetson Nano bekerja secara terintegrasi dengan Arduino Uno yang bertugas mengendalikan perangkat keras seperti motor DC penarik uang, pompa, dan LCD.

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip mikrokomputer yang berbentuk fisik sebagai IC

(Integrated Circuit). Mikrokontroler umumnya digunakan dalam sistem yang berskala kecil, terjangkau, dan tidak memerlukan perhitungan yang rumit seperti pada aplikasi di PC. Mikrokontroler juga dilengkapi dengan berbagai perangkat keras tambahan yang berguna untuk berbagai keperluan, seperti penghitung, komunikasi serial, interupsi, dan lain-lain. Beberapa mikrokontroler bahkan dilengkapi dengan ADC (Analog to-Digital Converter), pengendali USB, CAN (Controller Area Network), dan sebagainya.

Diagram blok dan struktur mikrokontroler beserta penjelasan singkat tentang bagian-bagian utamanya diperlihatkan gambar 3



Gambar 3. Blok diagram mikrokontroler

Dalam proyek Pom Bensin Mini Digital berbasis Jetson Nano, mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Uno. Arduino Uno berperan sebagai pengendali aktuator seperti motor DC penarik uang kertas, pompa air, solenoid valve, dan LCD I2C. Arduino menerima perintah dari Jetson Nano melalui komunikasi serial, lalu menjalankan instruksi untuk mengaktifkan motor penarik uang, menyalakan pompa, membuka solenoid valve, dan memperbarui tampilan LCD sesuai data yang diterima.

2.5 Webcam

Webcam adalah sebuah kamera video digital kecil yang dihubungkan ke komputer melalui port USB ataupun port COM. Webcam digunakan untuk pengolahan citra (*image processing*). Pengolahan citra (*image processing*) adalah proses mengubah citra menjadi bentuk digital dan melakukan operasi tertentu untuk mendapatkan informasi yang berguna dari citra tersebut [8].

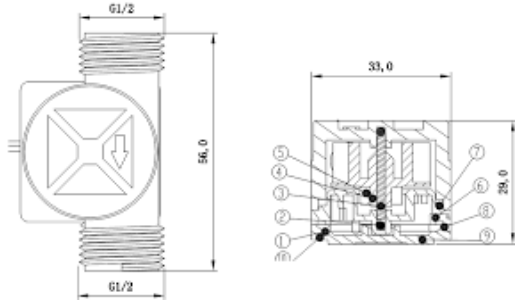


Gambar 4. Webcam

Webcam bekerja dengan menangkap cahaya melalui lensa dan mengubahnya menjadi sinyal digital menggunakan sensor gambar, seperti CCD (*Charge Coupled Device*) atau CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*). Data digital ini kemudian diolah oleh perangkat lunak (software) untuk ditampilkan atau dikirimkan melalui jaringan.

2.6 Sensor Waterflow

Sensor *waterflow* terdiri dari tubuh katup plastik, rotor air, dan sensor efek *hall*. Ketika air mengalir melalui gulungan rotor-rotor. Kecepatan perubahan dengan tingkat yang berbeda aliran. Sesuai sensor *hallelfek* output sinyal pulsa. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5Vdc dan Ground. Sensor *waterflow* ini terdiri atas katup plastik, rotor air, dan sebuah sensor hall-effect [9].



Gambar 5. Mechanic Sensor Waterflow

Sensor *waterflow* digunakan untuk mengukur volume simulasi bahan bakar (air) yang dikeluarkan oleh pompa. Data pulsa yang dihasilkan sensor ini dibaca oleh Arduino Uno, kemudian dihitung untuk menentukan berapa liter air yang telah dikeluarkan. Nilai tersebut akan dikonversikan ke dalam satuan liter sesuai nilai nominal uang yang dimasukkan (misalnya Rp10.000 setara dengan 1 liter air).

2.7 Pompa Air

Pompa air merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan cairan atau fluida dari satu tempat ke tempat lain melalui saluran pipa

dengan menggunakan bantuan dari tenaga listrik untuk mendorong air dan dipindahkan secara terus-menerus [10].



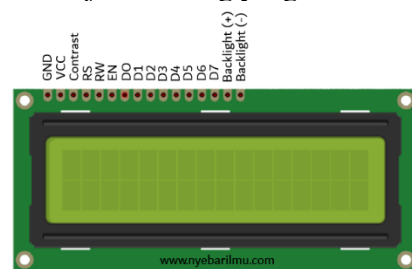
Gambar 6. Pompa Air

Penggunaan pompa air dalam proyek ini berfungsi sebagai penggerak utama aliran simulasi bahan bakar. Selain itu, pengendalian pompa secara otomatis menjamin bahwa volume yang dikeluarkan akurat, efisien, dan sesuai dengan transaksi yang dilakukan, sehingga mensimulasikan mekanisme pengisian bahan bakar layaknya pom bensin digital yang sesungguhnya.

2.8 LCD (Liquid Crystal Display) 16 x 2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa menampilkan suatu gambar atau karakter dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun Kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. LCD 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter [11].

Sistem ini memanfaatkan dua buah LCD, di mana LCD pertama berfungsi untuk menampilkan nominal uang yang terdeteksi oleh kamera dan diproses oleh Jetson Nano, sedangkan LCD kedua menampilkan volume bahan bakar yang akan dikeluarkan berdasarkan jumlah uang yang dimasukkan.



Gambar 7. LCD 16x2

3. METODE PENELITIAN

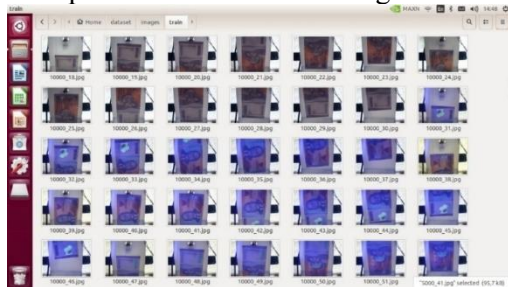
Penelitian ini menggunakan Metode YOLO (*You Only Look Once*). Metode ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk merancang dan membangun sistem deteksi uang kertas secara real-time pada prototipe pom bensin mini digital berbasis image processing. YOLO merupakan algoritma deteksi objek berbasis deep learning yang mampu mengenali dan mengklasifikasikan objek dengan cepat dan akurat, sehingga sesuai dengan kebutuhan sistem otomatisasi transaksi pengisian bahan bakar.

Metode YOLO bekerja dengan membagi citra menjadi grid, kemudian setiap grid melakukan prediksi bounding box dan kelas objek secara bersamaan. Pendekatan ini menjadikan YOLO lebih efisien dibandingkan metode deteksi objek tradisional, karena proses deteksi dilakukan hanya sekali pada keseluruhan citra.

Tahapan penelitian dengan metode YOLO meliputi:

1. Akuisisi Data

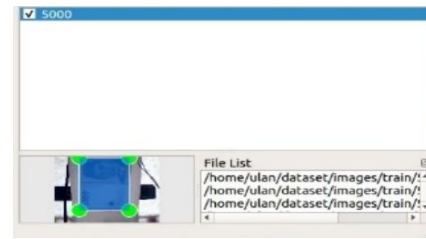
Gambar uang kertas pecahan Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, dan Rp50.000 dikumpulkan menggunakan webcam dengan tambahan pencahayaan lampu UV untuk menampilkan fitur keamanan uang.



Gambar 8. Pengumpulan dataset

2. Pelabelan Data

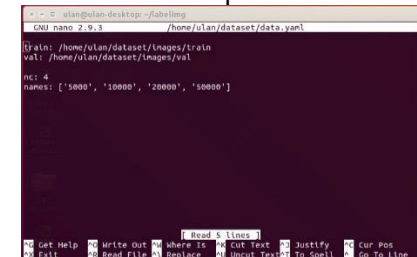
Pada tahap labeling, setiap objek yang ingin dideteksi diberi label dengan menggambar bounding box di sekitar objek pada gambar. Hasil labeling disimpan dalam format teks (.txt) sesuai dengan format YOLOv5, yaitu berisi class ID, lebar, dan tinggi bounding box dalam rasio terhadap ukuran gambar.



Gambar 9. Proses pelabelan data

3. Prapemrosesan Data

Dataset yang telah dilabeli kemudian diproses agar sesuai dengan struktur folder yang diterima oleh YOLOv5. Proses ini meliputi pembagian dataset menjadi folder train, val, dan opsional test, verifikasi format label, serta pengecekan konsistensi jumlah class dengan file konfigurasi data.yaml. Augmentasi gambar dapat dilakukan pada tahap ini untuk menambah variasi data pelatihan.



Gambar 10. Prapemrosesan dataset

4. Training Model YOLOv5

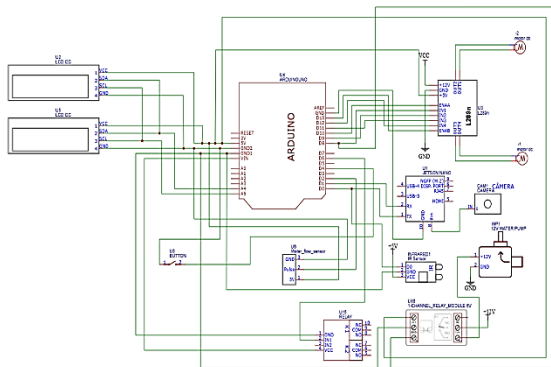
Melatih model YOLOv5 adalah proses yang melibatkan beberapa langkah penting. Proses pelatihan dilakukan dengan menjalankan skrip train.py dari repositori YOLOv5. Model dilatih menggunakan dataset yang telah diproses, dengan parameter seperti ukuran gambar, jumlah epoch, dan batch size yang dapat disesuaikan dengan kapasitas Jetson Nano. Pada penelitian ini, jumlah epoch ditetapkan sebanyak 500 epoch untuk memberikan waktu pelatihan yang memadai agar model mencapai konvergensi dan akurasi optimal.

5. Evaluasi

Setelah model dilatih, tahap evaluasi dilakukan untuk menilai kinerja dan akurasi model deteksi. Hasil evaluasi akan menentukan apakah model sudah memadai atau perlu dilakukan pelatihan ulang dengan penyesuaian dataset maupun parameter.



Gambar 11. Hasil evaluasi



Gambar 12. Diagram pengkawatan Perancangan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah pengerjaan seluruh sistem, maka perlu dilakukan pengujian dan analisa terhadap sensor yang digunakan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang direncanakan. Pengujian juga bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sensor yang digunakan. Gambar 12 memperlihatkan pom mini yang dirancang



Gambar 13. Desain pom mini

4.1 Pengujian dan Analisa *Waterflow*

Pengujian dilakukan untuk memastikan sensor *waterflow* dapat membaca debit air secara akurat. Proses dimulai dengan mengalirkan air melalui pipa yang telah dipasang sensor, kemudian nilai pulsa yang

dihasilkan sensor dibaca oleh mikrokontroler dan dikonversi menjadi satuan liter. Hasil pembacaan dibandingkan dengan volume aktual yang diukur secara manual untuk mengevaluasi tingkat akurasi sensor.

Tabel 1. Pengujian Sensor *Waterflow*

| No | Volume Target (Liter) | Percobaan | Volume Sensor | Selisih (Liter) | Error(%) |
|-----------|-----------------------|-----------|---------------|-----------------|----------|
| 1 | 0,5 | 1 | 0,49 | 0,01 | 2,00 |
| | | 2 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| | | 3 | 0,48 | 0,02 | 4,00 |
| | | 4 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| | | 5 | 0,49 | 0,01 | 2,00 |
| Rata-rata | | | | | 1,60 |
| 2 | 1,0 | 1 | 0,99 | 0,01 | 1,00 |
| | | 2 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | 3 | 0,98 | 0,02 | 2,00 |
| | | 4 | 1,00 | 0,00 | 0,50 |
| | | 5 | 0,99 | 0,01 | 1,00 |
| Rata-rata | | | | | 0,80 |
| 3 | 2,0 | 1 | 1,99 | 0,02 | 1,00 |
| | | 2 | 2,00 | 0,03 | 1,50 |
| | | 3 | 1,98 | 0,00 | 0,00 |
| | | 4 | 1,99 | 0,01 | 0,50 |
| | | 5 | 2,01 | 0,01 | 0,50 |
| Rata-rata | | | | | 0,70 |
| 4 | 5,0 | 1 | 4,97 | 0,03 | 0,60 |
| | | 2 | 4,98 | 0,02 | 0,40 |
| | | 3 | 5,01 | 0,01 | 0,20 |
| | | 4 | 5,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | 5 | 5,02 | 0,02 | 0,40 |
| Rata-rata | | | | | 0,32 |

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel diatas, sensor *waterflow* memiliki tingkat akurasi tinggi, dengan rata-rata error di bawah 2% pada semua variasi volume. Pada pengujian 0,5 L rata-rata error sebesar 1,60%, sedangkan pada 5 L rata-rata error turun hingga 0,32%.. Persentase error pengukuran diperoleh dengan membandingkan hasil pembacaan sensor *waterflow* dengan volume aktual yang diukur secara langsung, kemudian dikalikan 100% menggunakan rumus yang sama seperti pada pengujian pompa air.

Dengan demikian, sensor *waterflow* dapat diandalkan untuk mengukur volume cairan secara real-time. Keakuratan ini sangat penting karena sensor menjadi acuan utama sistem

dalam menentukan kapan pompa harus berhenti agar volume sesuai dengan nominal uang yang dimasukkan pengguna.

4.2 Pengujian dan Analisa Deteksi Uang

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem dapat mengenali nominal uang kertas dengan akurasi yang tinggi. Pengujian dilakukan pada beberapa kondisi, seperti posisi uang di bagian depan, belakang, kiri, kanan, dan variasi pencahayaan. Hasil deteksi kemudian dibandingkan dengan nilai nominal sebenarnya untuk menghitung tingkat akurasi sistem.

1. Pengujian nominal uang Rp5.000



Gambar 14. Uang Rp5.000

Hasil pengujian menunjukkan bahwa deteksi nominal Rp5.000 berhasil dilakukan. Sistem mampu mengenali nominal dengan baik pada semua posisi pengujian, baik dari sisi depan maupun belakang serta pada arah kiri dan kanan. Hal ini menandakan bahwa model YOLO yang digunakan memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap variasi orientasi uang.

2. Pengujian nominal uang Rp10.000



Gambar 15. Uang Rp10.000

Hasil Pengujian terhadap uang nominal Rp10.000 dilakukan dengan memvariasikan posisi uang, baik dari sisi depan maupun belakang, serta arah kiri dan kanan. Sistem mampu mengenali nominal Rp10.000 dengan baik pada sebagian besar percobaan, menunjukkan bahwa model YOLO dapat memproses citra uang dengan cepat dan memberikan hasil deteksi secara real-time.

3. Pengujian nominal uang Rp20.000



Gambar 16. Uang Rp20.000

Pengujian nominal Rp20.000 juga menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali uang dengan baik pada sebagian besar kondisi uji. Deteksi berlangsung cepat ketika uang ditempatkan dalam posisi tegak lurus dengan kamera. Namun, pada posisi dengan sudut miring atau pencahayaan kurang optimal, terdapat indikasi penurunan kualitas deteksi. Hal ini menegaskan bahwa faktor pencahayaan dan sudut kamera masih berpengaruh pada performa sistem.

4. Pengujian nominal uang Rp50.000



Gambar 17. Uang Rp50.000

Pada pengujian uang nominal Rp50.000, sistem mampu menampilkan hasil deteksi secara real-time dan memberikan respon yang baik. Namun, pada beberapa posisi tertentu proses deteksi memerlukan waktu sedikit lebih lama untuk menampilkan hasil. Temuan ini menunjukkan bahwa model YOLO bekerja optimal pada kondisi normal, tetapi tetap perlu penyesuaian dataset agar mencakup variasi kondisi objek yang lebih luas.

4.3 Hasil Pengujian dan Analisa Uang

Pada bagian ini disajikan hasil pengujian sistem pendeteksian nominal uang yang telah dikembangkan menggunakan Jetson Nano dan algoritma YOLO. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengenali berbagai pecahan uang secara *real-time* pada berbagai posisi dan orientasi objek.

Tabel 2. Pengujian deteksi uang

| No. | Uang Rp5.000 | | Uang Rp10.000 | | Uang Rp20.000 | | Uang Rp50.000 | |
|-----|--------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| | Terang | Gelap | Terang | Gelap | Terang | Gelap | Terang | Gelap |
| 1 | True | False | True | True | True | True | True | False |
| 2 | True | True | True | True | True | True | True | False |
| 3 | True | True | True | False | True | False | True | True |
| 4 | True | False | True | True | True | True | True | False |
| 5 | True | False | True | False | True | True | True | True |
| 6 | True | True | True | True | True | False | True | True |
| 7 | True | True | True | True | True | True | True | True |
| 8 | True | True | True | True | False | False | True | True |
| 9 | True | True | True | True | True | False | True | False |
| 10 | True | True | True | True | True | True | True | False |

Pengujian sistem deteksi uang dilakukan pada beberapa nominal yaitu Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, dan Rp50.000 dengan memvariasikan posisi uang (depan kiri, depan kanan, belakang kiri, dan belakang kanan). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi setiap nominal secara *real-time*, dengan respons yang cepat ketika objek berada pada posisi tegak lurus dan pencahayaan memadai.

Sistem deteksi uang menunjukkan performa yang bervariasi pada setiap nominal dan kondisi pencahayaan. Pada uang Rp5.000, hasil deteksi pada kondisi terang selalu berhasil (True), sedangkan pada kondisi gelap terdapat beberapa kesalahan deteksi yang ditunjukkan oleh hasil False, sehingga akurasi menurun. Untuk uang Rp10.000, tingkat keberhasilan pada kondisi terang hampir sempurna, sedangkan pada kondisi gelap hanya terjadi sedikit kesalahan. Pada uang Rp20.000, meskipun mayoritas pengujian memberikan hasil True, terdapat beberapa kesalahan baik pada kondisi terang maupun gelap. Sedangkan uang Rp50.000 menunjukkan tingkat keberhasilan terendah, terutama pada kondisi gelap yang menghasilkan cukup banyak kesalahan deteksi. Secara umum, sistem bekerja lebih baik pada kondisi terang dibandingkan gelap.

Setiap nominal diuji sebanyak sepuluh kali dengan variasi posisi dan sudut pengambilan gambar.

4.4 Pengujian dan Analisa Keseluruhan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem pom bensin mini ini mampu menjalankan proses pembacaan nominal uang dan penyaluran bahan bakar secara sinkron. Setiap nominal yang dimasukkan diproses dengan akurat sehingga volume bahan bakar yang dikeluarkan sesuai dengan nilai yang telah diprogram. Proses otomatisasi ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keandalan yang baik dalam mengatur alur kerja mulai dari input hingga output tanpa memerlukan intervensi manual.

Tabel 3. Tabel Pengujian Keseluruhan

| No. | Nominal (Rp) | Volume Target (L) | Percobaan | Volume Terukur (L) | Selisih (L) | Error (%) |
|-----|--------------|-------------------|-----------|--------------------|-------------|-----------|
| 1 | 5.000 | 0,50 | 1 | 0,49 | 0,01 | 2,00 |
| | | | 2 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 3 | 0,48 | 0,002 | 4,00 |
| | | | 4 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 5 | 0,49 | 0,01 | 2,00 |
| 2 | 10.000 | 1,00 | 1 | 0,99 | 0,01 | 1,00 |
| | | | 2 | 1,02 | 0,02 | 0,40 |
| | | | 3 | 0,98 | 0,02 | 2,00 |
| | | | 4 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 5 | 0,99 | 0,01 | 1,00 |
| 3 | 20.000 | 2,00 | 1 | 1,98 | 0,02 | 1,00 |
| | | | 2 | 2,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 3 | 1,97 | 0,03 | 1,50 |
| | | | 4 | 2,01 | 0,01 | 0,50 |
| | | | 5 | 1,99 | 0,01 | 0,50 |
| 4 | 50.000 | 5,00 | 1 | 4,97 | 0,03 | 0,60 |
| | | | 2 | 4,99 | 0,01 | 0,20 |
| | | | 3 | 5,02 | 0,02 | 0,40 |
| | | | 4 | 4,98 | 0,02 | 0,40 |
| | | | 5 | 5,01 | 0,01 | 0,20 |

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem secara umum dapat berjalan dengan baik. Setiap nominal uang yang dimasukkan berhasil diproses, meskipun terdapat beberapa keterlambatan deteksi pada kondisi gelap. Sensor waterflow mampu menghitung volume air dengan akurasi yang cukup tinggi, meskipun terjadi sedikit error antara volume target dan volume aktual.

Secara umum, error volume berada di kisaran 2–5%, yang masih dapat diterima.

Pompa air merespons instruksi dengan cepat, namun kinerja optimal hanya tercapai ketika debit air stabil. Dua LCD yang digunakan juga berfungsi dengan baik: LCD pertama menampilkan nominal pembayaran, sedangkan LCD kedua menampilkan volume bahan bakar yang keluar.

Dari keseluruhan pengujian dapat disimpulkan bahwa Sistem deteksi uang pada kondisi pencahayaan memadai mampu mengenali nominal uang kertas dengan baik, sedangkan untuk pengendalian volume bahan bakar oleh pompa dan sensor waterflow memiliki rata-rata error $\leq 5\%$. Integrasi Jetson Nano dengan Arduino berjalan stabil melalui komunikasi serial.

Dengan demikian, prototipe pom bensin mini digital yang dirancang sudah dapat digunakan sebagai model awal untuk sistem pembayaran otomatis berbasis deteksi uang kertas, meskipun masih diperlukan penyempurnaan terutama pada pencahayaan dan akurasi deteksi uang nominal besar.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem, dapat disimpulkan:

1. Sistem deteksi uang berbasis YOLOv5 pada Jetson Nano mampu mengenali nominal uang kertas. Hal ini menunjukkan kinerja cukup andal meskipun masih dipengaruhi kondisi pencahayaan.
2. Integrasi sensor waterflow, pompa air, dan LCD I2C membuat proses pengisian bahan bakar lebih efisien dengan rata-rata error $\leq 5\%$, serta menampilkan informasi nominal dan volume secara real-time.

5.2 Saran

Beberapa saran untuk pengembangan sistem ke depan yaitu:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan kontrol manual untuk aktivasi pada pompa agar pengguna dapat mengoperasikan alat secara langsung.
2. Untuk pengembangan lebih lanjut disarankan agar dapat meningkatkan kualitas kamera dan algoritma YOLOv5 agar deteksi nominal lebih cepat dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. A. Putra, "Prototipe Sistem Kontrol Pom Mini Bangka Belitung Tahun 2022," *E-Mabis J. Ekon. Manaj. dan Bisnis*, 2022.
- [2] Zulfahmi, "Rancang Bangun Pertamina Digital," 2012.
- [3] P. Topit, "Rancang Bangun Pertamina Digital Menggunakan Input Uang Kertas Rupiah Berbasis Mikrokontroler," p. 99, 2016.
- [4] H. A. Muzayyan, "Penerapan Teknik Image Processing dalam Pengenalan Angka pada Dadu," 2023.
- [5] S. Ratna, "Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan Phyton Dan Text Editor Phycharm," *Technol. J. Ilm.*, vol. 11, no. 3, p. 181, 2020, doi: 10.31602/tji.v11i3.3294.
- [6] R. Alfita, A. F. Ibadillah, and A. Prianto, "Identifikasi Nilai Nominal Uang Kertas Berdasarkan Warna Berbasis Image Processing Menggunakan Metode Template Matching," *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 9, no. 1, pp. 28–32, 2022, doi: 10.21107/triac.v9i1.12487.
- [7] M. Nu'man, "Pemanfaatan Jetson Nano NVIDIA untuk Mendeteksi Penggunaan Masker Secara Real-Time Menggunakan Python," *Aleph*, vol. 87, no. 1,2, pp. 149–200, 2023.
- [8] J. Lestari and G. Gata, "Webcam Monitoring Ruangan Menggunakan Sensor Gerak PIR Available: <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit/article/view/489>
- [9] U. Suska, "BAB II Dasar Teori Sensor Waterflow," *UIN Suska*, vol. 5, no. 1, pp. 1689–1699, 2016.
- [10] K. L. Yana, K. R. Dantes, and N. A. Wigrha, "Rancang Bangun Mesin Pompa Air Dengan Sistem Recharging," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.23887/jjtm.v5i2.10872.



Sigma Teknika, Vol. 8 No.2: 324-333
November 2025
E-ISSN 2599-0616
P-ISSN 2614-5979

- [11] K. P. Widiatmika, “Modul LCD (Liquid Crystal Display) 16x2,” *Sebuah Stud. Mengenai Koran Lampu Hijau*, vol. 16, no. 2, pp. 39–55, 2015.