

Sistem Monitoring Berat Tanaman Pada Farmbot Dengan Citra Digital Menggunakan Metode YOLO dan Regresi Polinomial

Plant Weight Monitoring System on Farmbot with Digital Images Using the YOLO Method and Polynomial Regression

Fikri Haikal¹, Ery Setywan Jullev Atmadji¹, Syamsiar Kautsar¹, Nugroho Setyo Wibowo^{1*}

¹ Department of Information Technology Agricultural, Politeknik Negeri Jember

* nugroho@polije.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memantau pertumbuhan tanaman selada dalam farmbot dengan menggunakan YOLOv3 untuk deteksi tanaman dan regresi polinomial orde ketiga untuk prediksi berat. YOLOv3 mendeteksi tanaman, sementara regresi polinomial memperkirakan berat berdasarkan luas piksel YOLOv3. penelitian ini menggunakan aplikasi mobile untuk memantau berat tanaman, visualisasi gambar, dan mengakses data pertumbuhan harian. Ini memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi pemantauan tanaman dan menyediakan data historis untuk pemahaman komprehensif perkembangan tanaman. Penelitian ini mencapai akurasi 2,9% untuk regresi polinomial dan 98,6% untuk YOLOv3, menunjukkan efektivitas dalam prediksi berat dan deteksi untuk Pemahaman yang lebih baik tentang berat tanaman dan pemantauan yang akurat memungkinkan pengambilan keputusan yang berinformasi untuk panen yang lebih baik dan keberlanjutan pertanian.

Kata kunci — yolov3, regresi polinomial, farmbot, aplikasi mobile, teknologi pertanian

ABSTRACT

This research aims to monitor lettuce plant growth in a farmbot using YOLOv3 for plant detection and third-order polynomial regression for weight prediction. YOLOv3 detects plants, while polynomial regression estimates weight based on YOLOv3 pixel area. The study includes a mobile app for monitoring plant weight, visualizing images, and accessing daily growth data. It has the potential to enhance plant monitoring efficiency and provide valuable historical data for comprehensive plant development understanding. The research achieved 2.9% accuracy for polynomial regression and 98.6% for YOLOv3, demonstrating effectiveness in weight prediction and detection. Positive implications for agriculture include improved productivity and growth management with advanced technology. A better understanding of plant weight and accurate monitoring enables informed decisions for enhanced harvests and agricultural sustainability.

Keywords — yolov3, polynomial regression, farmbot, mobile application, agricultural technology

 **OPEN ACCESS**

© 2024. Fikri Haikal, Ery Setywan Jullev Atmadji, Syamsiar Kautsar, Nugroho Setyo Wibowo



Creative Commons
Attribution 4.0 International License

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris di mana rata – rata penduduknya merupakan pekerja dalam sektor pertanian. Survei angkatan kerja Nasional pada Agustus 2013, menunjukkan bahwa masyarakat Indonesia yang bekerja sebagai petani mencapai 34,36%, perdagangan 21,42%, industri pengolahan 13,43% dan pekerjaan lainnya 30,79%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa sektor pertanian merupakan lapangan pekerjaan yang masih diminati masyarakat saat ini [1].

Dalam mengembangkan pertanian di Indonesia, terdapat sejumlah kendala seperti lahan yang semakin sempit dan perubahan iklim. Namun, solusi kreatif seperti memodifikasi penggunaan lahan, seperti taman atap rumah atau pelataran rumah, dapat membantu mengatasi kendala ini. Selain itu, penggunaan teknologi modern, seperti sistem irigasi otomatis dan pemantauan tanaman berbasis sensor, juga menjadi kunci untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam sektor pertanian.

Pada penelitian sebelumnya telah dikembangkan sistem pertanian farmbot yang merupakan salah satu contoh teknologi pertanian presisi yang menggabungkan konsep CNC (*Computer Numerical Control*) dengan pertanian [2]. CNC merupakan sistem otomatisasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah dan diprogram secara abstrak dan disimpan melalui media penyimpanan [3]. Dimana pada sistem sistem CNC ini memungkinkan perawatan tanaman sesuai dengan letak yang telah diinputkan pada sistem serta dengan penambahan sistem IOT (*internet of things*) yang dapat merawat tanaman dengan kontrol jarak jauh. Namun Kekurangan pada penelitian tersebut, yaitu tidak dapat memonitor pertumbuhan tanaman. Bobot tanaman menjadi salah satu indikator penting dalam monitoring pertumbuhan tanaman. Bobot tanaman dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi fisik tanaman dan mengetahui tingkat pertumbuhannya [4].

Bobot tanaman dapat dideteksi dengan memanfaatkan metode pengolahan citra digital seperti Mask R-CNN dan YOLO. Dari kedua metode tersebut, algoritma YOLO memiliki akurasi paling tinggi yaitu sebesar 98.6% [5].

Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) adalah algoritma pendeteksian objek deep learning yang menerapkan satu jaringan saraf ke seluruh gambar. YOLO membagi gambar input menjadi grid berukuran $S \times S$ Tugas setiap sel adalah memprediksi objek dalam sel tersebut menggunakan kotak pembatas dan keyakinan bahwa nilai kemungkinan keberadaan objek tersebut. ada di dalam kotak pembatas [6].

Saat ini metode YOLO memiliki berbagai versi seperti YOLOv1, YOLOv2, YOLOv3, YOLOv3-Tiny. Di antara versi-versi tersebut YOLOv3 memiliki keunggulan dari versi lainnya karena memiliki arsitektur yang lebih dalam dan proses pendeteksian dilakukan dengan 3 ukuran citra berbeda [7]. Selain sistem deteksi tanaman, metode peramalan juga merupakan elemen penting dalam pengembangan pemantauan berat tanaman dimana metode tersebut berfungsi untuk memprediksi berat tanaman. Ada beberapa metode peramalan yang dapat digunakan seperti Regresi Linier, Random Forest Regression dan Regresi Polinomial. Namun pada penelitian ini data yang akan diolah tidak linear diakibatkan pertumbuhan tanaman yang berbeda – beda, maka dengan itu metode yang sesuai untuk digunakan yaitu regresi polinomial dimana metode tersebut tidak bergantung pada data yang linear [8].

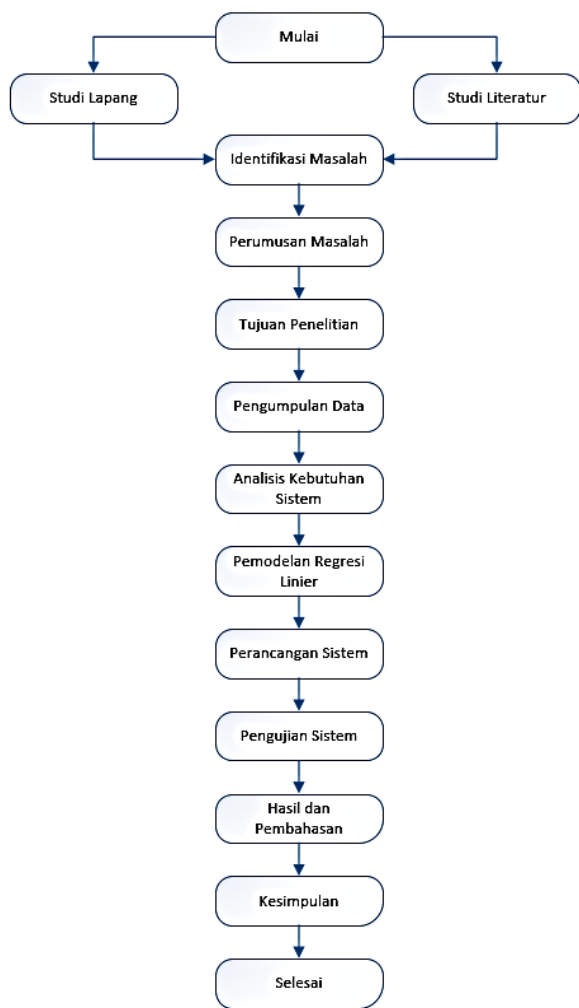
2. Target dan Luaran

Penelitian diharapkan dapat menghasilkan sebuah aplikasi yang dapat memantau pertumbuhan tanaman selada dalam farmbot dengan menggunakan YOLOv3 untuk deteksi tanaman dan regresi polinomial orde ketiga untuk prediksi berat.

3. Metodologi

Tahapan dalam kegiatan penelitian yang dilakukan ini ditunjukkan dalam Gambar 1 di bawah ini. Kegiatan penelitian ini diawali dari tahapan studi lapang dan studi pustaka, melakukan identifikasi permasalahan, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian, pengumpulan data, kemudian melakukan analisis kebutuhan sistem, pemodelan regresi linear, selanjutnya pengujian sistem, hasil dan pembahasan, dan terakhir membuat kesimpulan.





Gambar 1. Metode Penelitian

4. Pembahasan

Pada pelatihan YOLOv3 ini, terdapat sebanyak 2000 iterasi dengan batch size 64, yang menghasilkan mAP 100% mulai dari iterasi 1424 hingga iterasi 1999. Namun pada iterasi ke-2000, terjadi gangguan yang mengakibatkan pelatihan terputus di Google Colab. Meskipun demikian, hasil akurasi mAP dengan ambang batas 0.50 sudah mencapai 100% menunjukkan bahwa model ini telah mencapai bobot yang sangat baik dan dapat digunakan untuk tugas pendeteksian dengan tingkat kepercayaan yang tinggi.

```

mAP calculation at 2000 iterations)
Cores are disabled until the first 3000 iterations are reached.
ccuracy mAP@0.50 = 100.00 %, best = 100.00 % #1999/2000: loss=0.2 map=1.00 best=1.00 hours left=0.2
0.212863, 0.265946 avg loss, 0.000010 rate, 9.983172 seconds, 127936 images, 0.216483 hours left
0.000051 seconds
  
```

Gambar 2. Pelatihan YOLOv3 Google Colab

Setelah mendapatkan bobot yolo terbaik dalam pelatihan, selanjutnya yaitu dilakukan testing dengan 5 gambar, dimana 5 gambar tersebut tidak terdapat dalam data set untuk pelatihan yolo.

Tabel 1. Testing YOLOv3

| Gambar Uji | Jumlah Deteksi Tanaman | True | False | Akurasi |
|---------------------------|------------------------|------|-------|---------|
| Gambar 1 | 12 | 12 | 0 | 100% |
| Gambar 2 | 9 | 9 | 0 | 100% |
| Gambar 3 | 18 | 18 | 0 | 100% |
| Gambar 4 | 14 | 15 | 1 | 93% |
| Gambar 5 | 17 | 17 | 0 | 100% |
| Rata – rata nilai akurasi | | | | 98.6% |

Pelatihan data regresi polinomial terdapat dua variabel data yang digunakan yaitu variabel pixel sebagai variabel independen dan variabel berat sebagai variabel dependen. Dalam pengolahan data regresi polinomial ini yaitu menggunakan 19 data yang telah dikumpulkan.

Tabel 2. Data Latih Regresi Polinomial

| No | Luas Pixel Tanaman (px) | Berat Tanaman (g) |
|----|-------------------------|-------------------|
| 1 | 256 | 4 |
| 2 | 256 | 6 |
| 3 | 841 | 5 |
| 4 | 1248 | 9 |
| 5 | 1365 | 9 |
| 6 | 1369 | 7 |
| 7 | 1920 | 11 |
| 8 | 1920 | 12 |
| 9 | 2530 | 16 |
| 10 | 2916 | 22 |
| 11 | 3782 | 28 |
| 12 | 3906 | 30 |
| 13 | 4352 | 35 |
| 14 | 4352 | 34 |

| No | Luas Pixel Tanaman (px) | Berat Tanaman (g) |
|----|-------------------------|-------------------|
| 15 | 4550 | 32 |
| 16 | 5236 | 39 |

Pelatihan regresi dilakukan proses pencarian model yang tepat yaitu pada polinomial orde 1, orde 2 dan orde 3 dengan melalui proses evaluasi R – squared, SME dan RMSE. Nilai R – Squared terbesar dan nilai MSE, RMSE terkecil akan dipilih sebagai model terbaik.

Tabel 3. Nilai R - Squared Antar Model

| No | Model | R-SQUARED | MSE | RMSE |
|----|--------|-----------|----------|----------|
| 1 | ORDE 1 | 0.987348 | 22.55284 | 4.748984 |
| 2 | ORDE 2 | 0.993642 | 15.73835 | 3.967160 |
| 3 | ORDE 3 | 0.996458 | 1.731700 | 1.315941 |

Setelah koefisien β_0 , β_1 , β_2 , β_3 sudah ditemukan, maka persamaan regresi polinomial seperti berikut :

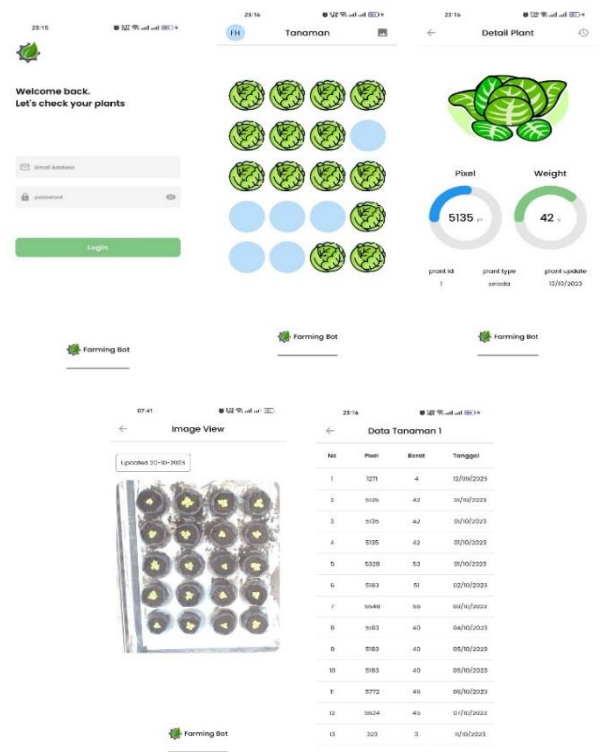
$$Y = 3.074701359 + 0.002939641 * x + 0.00000113691 * x^2 + 0.0000000000590313 * x^3$$

keterangan:

Y : hasil prediksi berat tanaman

x : variabel input (dependen) yaitu luas pixel tanaman

Antarmuka aplikasi ini mencakup halaman login yang sederhana dengan formulir untuk nama pengguna dan kata sandi, dasbor yang memberikan gambaran menyeluruh tentang informasi utama seperti berat tanaman dan kondisi pertumbuhan, serta halaman detail dashboard yang menyajikan informasi spesifik. Terdapat pula halaman riwayat yang memungkinkan pengguna melihat catatan historis pertumbuhan tanaman dan halaman tampilan gambar untuk menjelajahi galeri visual. Dengan antarmuka yang dirancang intuitif, diharapkan pengguna dapat mengakses dan memanfaatkan fitur aplikasi ini dengan mudah untuk pemantauan pertumbuhan tanaman.



Gambar 3. Antar Muka Aplikasi

Pengujian validasi bobot tanaman dilakukan untuk mengukur sejauh mana sistem dapat memprediksi berat tanaman dengan akurat. Validasi ini melibatkan hasil perbandingan hasil prediksi dengan bobot yang sebenarnya.

Tabel 4. Hasil Prediksi Sistem

| No | Luas Pixel (px) | Berat Tanaman (g) | Prediksi (g) | Error | Outlier (2 g) |
|----|-----------------|-------------------|--------------|-------|---------------|
| 1 | 5183 | 39 | 41.00 | 2.0 | |
| 2 | 5775 | 45 | 47.00 | 2.0 | |
| 3 | 6216 | 51 | 51.00 | 0.0 | |
| 4 | 4680 | 34 | 36.00 | 2.0 | |
| 5 | 11600 | 108 | 98.00 | 10.0 | outlier |
| 6 | 6622 | 55 | 55.00 | 0.0 | |
| 7 | 6314 | 53 | 52.00 | 1.0 | |
| 8 | 6966 | 58 | 59.00 | 1.0 | |
| 9 | 6232 | 53 | 51.00 | 2.0 | |
| 10 | 6699 | 56 | 56.00 | 0.0 | |
| 11 | 5964 | 49 | 49.00 | 0.0 | |
| 12 | 4118 | 31 | 30.00 | 1.0 | |
| 13 | 4225 | 30 | 31.00 | 1.0 | |

| No | Luas Pixel (px) | Berat Tanaman (g) | Prediksi (g) | Error | Outlier (2 g) |
|---------------|-----------------|-------------------|--------------|-------|---------------|
| 14 | 4140 | 32 | 31.00 | 1.0 | |
| Average Error | | | | 2.0 | |

Maka didapatkan hasil dengan nilai batas toleransi eror 2 yang didapatkan melalui rata-rata eror sistem yang dibulatkan, memiliki kesalahan 1 data dari 14 data jika diakurasi dalam persen yaitu 92%.

Tabel 5. R - squared dan MAPE

| R - Squared | MAPE |
|-------------|-------------|
| 0.990996538 | 2.934396901 |

Hasil prediksi memiliki tingkat akurasi MAPE sebesar 2.7 % dan memiliki R-Squared 0.99 yang artinya luas pixel dan berat tanaman memiliki tingkat korelasi sebesar 99%.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode YOLOv3 dalam mendeteksi tanaman selada menjadi solusi yang sangat efektif. Penelitian ini menunjukkan bahwa YOLOv3 memiliki tingkat akurasi deteksi tanaman selada sangat tinggi, sebesar 98.6% dalam pengujian menggunakan 5 gambar berbeda. Selain itu, sistem ini mampu memprediksi berat tanaman selada berdasarkan luas pixel yang dideteksi oleh YOLOv3 dan menggunakan metode Regresi Polinomial dengan hasil sangat baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian regresi polinomial yang menunjukkan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar hanya 2.7%.

Daftar Pustaka

- [1] Kusumaningrum, S. I. (2019). Pemanfaatan Sektor Pertanian Sebagai Penunjang Pertumbuhan Perekonomian Indonesia. *Jurnal Transaksi*, 11(1), 80–89. <http://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/transaksi/article/view/477>
- [2] Kautsar, S., Rosdiana, E., Widiawan, B., Setyohadi, D. P. S., Riskiawan, H. Y., & Firgiyanto, R. (2020). Farming Bot: Precision Agriculture System in Limited Land Based On Computer Numerical Control (CNC). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 411(1), 012059. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/411/1/012059>
- [3] Meriaty, Sihaloko, A., & P, K. D. (2021). Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*) Akibat Jenis Media Tanam Hidroponik Dan Konsentrasi Nutrisi Ab Mix. *Agroprimatech*, 4(2), 75–84. <https://doi.org/10.34012/agroprimatech.v4i2.1698>
- [4] Prasetyo, E., Suciati, N., & Fatchah, C. (2020). A Comparison of YOLO and Mask R-CNN for Segmenting Head and Tail of Fish. *2020 4th International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICICoS51170.2020.9299024>
- [5] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 779–788. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91>
- [6] Safarin, A., Rachmawati, E., & Kosala, G. (2022). Deteksi Objek Makhluk Hidup dalam Film Arthropoda Menggunakan YOLOv3. *E-Proceeding of Engineering*, 10(2), 1741–1745.
- [7] Eka, A., Juarna, A., Informatika, T., Industri, F. T., & Gunadarma, U. (2021). *Prediksi Produksi Daging Sapi Nasional dengan Metode Regresi Linier dan Regresi Polinomial Pendahuluan Regresi Linier Regresi Polinomial*. 20, 209–215.

