

RANCANG BANGUN PEMILAH JERUK OTOMATIS BERDASARKAN UKURAN DAN BERAT

Bintar Wijaya Tri Nugroho¹⁾ Eko Pranoto²⁾ Mokhammad Syafaat³⁾
¹⁻³⁾Polteknik Angkatan Darat

E - mail : bintarwijaya030796@gmail.com¹⁾ sapisuper12112020@gmail.com²⁾
syafaatarh96@gmail.com³⁾

RANCANG BANGUN CONVEYOR PEMILAH JERUK OTOMATIS BERDASARKAN UKURAN DAN BERAT

Abstrak: Kegiatan pascapanen buah jeruk pada tahap sortasi berdasarkan ukuran dan bobot masih banyak dilakukan secara manual sehingga rentan terhadap inkonsistensi hasil dan pemborosan tenaga kerja. Penelitian ini mengembangkan prototype conveyor pemilah jeruk siam otomatis yang memadukan dua parameter sortasi secara bersamaan yaitu dimensi fisik buah dan beratnya. Pada sisi klasifikasi ukuran, sistem menggunakan tabung sortir mekanis berdiameter berjenjang yang dilengkapi lima sensor proximity inframerah E18-D80NK. Buah dikelompokkan ke dalam grade D (5 cm), grade C (6 cm), grade B (7 cm), dan grade A (lebih dari 7 cm). Pengukuran bobot dilakukan oleh empat unit load cell 5 kg yang dikonfigurasi dalam susunan jembatan Wheatstone dan dikuatkan oleh modul HX711. Seluruh data dari kedua subsistem diolah oleh mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan pada LCD 20x4. Evaluasi kinerja memperlihatkan bahwa sensor proximity E18-D80NK berhasil mendeteksi dan mencacah buah dengan rerata akurasi 98,75%, sementara sensor load cell mencatat rerata akurasi 98,30%. Durasi sortasi pada skenario campuran tercatat 2,05 menit. Temuan ini membuktikan bahwa sistem conveyor otomatis yang dikembangkan layak diterapkan sebagai solusi sortasi jeruk yang lebih efisien dan konsisten dibanding metode konvensional.

Kata kunci: Conveyor Otomatis, ESP32, Load Cell, Pemilah Jeruk Siam, Sensor Proximity E18-D80NK.

PENDAHULUAN

Komoditas buah jeruk menempati posisi yang cukup strategis dalam sektor hortikultura Indonesia, ditandai oleh kenaikan volume produksi yang terus berlangsung dari tahun ke tahun. Di balik meningkatnya hasil panen tersebut terdapat tantangan nyata pada tahap penanganan pascapanen, terutama proses penyortiran buah berdasarkan ukuran dan berat sebelum produk dipasarkan. Kualitas dan harga jual

buah sangat ditentukan oleh konsistensi proses sortasi ini (Irwan et al., 2022). Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar petani masih mengandalkan cara manual yang sangat bergantung pada penilaian visual dan kondisi penyortir.

Keterbatasan pada metode sortasi konvensional mencakup durasi kerja yang panjang, risiko tinggi kesalahan klasifikasi terutama ketika panen besar, serta perbedaan hasil sortasi antar penyortir yang

disebabkan oleh kelelahan (Cornelia et al., 2026). Kondisi ini secara langsung berpengaruh terhadap efisiensi distribusi dan daya saing produk jeruk di pasar. Masalah ini semakin kritis seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen akan produk buah yang seragam dan berkualitas (Sijunjung, 2022).

Kemajuan di bidang otomasi berbasis sensor membuka peluang nyata untuk menjawab permasalahan tersebut. Penggunaan sensor *proximity* guna mendeteksi dan menghitung buah yang bergerak di atas *conveyor* dipadukan dengan sensor *load cell* untuk mengukur berat secara presisi merupakan kombinasi yang terbukti efektif pada berbagai sistem sortasi (Siska Yuliana et al., 2024). Kombinasi kedua teknologi tersebut mampu menghasilkan proses sortasi yang lebih konsisten dan dapat diandalkan dalam jangka panjang.

Mempertimbangkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe *conveyor* pemilah buah jeruk siam otomatis yang mengintegrasikan sensor *proximity* E18-D80NK untuk klasifikasi ukuran, sensor *load cell* dengan modul HX711, serta mikrokontroler ESP32 sebagai unit mikrokontroler. Sistem yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi alternatif praktis yang menggantikan proses sortasi manual secara efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang dijalankan secara eksperimental. Seluruh rangkaian kegiatan mulai dari perencanaan desain, perakitan perangkat keras, pengembangan program mikrokontroler, hingga pengujian kinerja dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Poltekad Kodiklatad, Kota Batu, Jawa Timur, dalam rentang waktu Februari hingga Juli 2026. Objek uji yang digunakan adalah buah jeruk siam (*Citrus nobilis var. microcarpa*) dengan variasi ukuran yang mewakili keempat kategori *grade* yang ditetapkan dalam penelitian.

Tahapan pelaksanaan penelitian mengikuti alur yang terdiri dari enam fase berurutan. Fase pertama adalah penelusuran referensi ilmiah guna membangun fondasi teori yang kuat. Fase kedua adalah identifikasi dan spesifikasi komponen yang diperlukan. Fase ketiga adalah perancangan perangkat keras yang mencakup desain rangka *conveyor*, penentuan posisi sensor, dan konfigurasi rangkaian elektronika. Fase keempat adalah pengembangan program mikrokontroler ESP32 yang mencakup logika pembacaan sensor dan tampilan LCD. Fase kelima adalah fabrikasi dan perakitan prototipe secara fisik. Fase keenam adalah pengujian komprehensif yang disertai analisis terhadap data yang dikumpulkan.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah akurasi deteksi jumlah buah per kategori ukuran oleh sensor *proximity*, akurasi pembacaan berat oleh sensor *load cell* dibandingkan timbangan digital acuan, serta waktu yang dibutuhkan sistem untuk menyelesaikan satu siklus sortasi penuh. Variabel bebasnya adalah variasi ukuran dan berat sampel buah jeruk siam yang diujikan. Pengujian dilakukan dalam lima skenario yaitu kategori sangat kecil (*grade D*), kecil (*grade C*), besar (*grade B*), sangat besar (*grade A*), dan kondisi campuran.

Cara kerja sistem secara keseluruhan dapat dijelaskan sebagai berikut. Ketika sistem dinyalakan, ESP32 menginisialisasi seluruh modul yang digunakan termasuk sensor *proximity*, modul HX711, dan LCD. Buah jeruk kemudian diletakkan di atas sabuk *conveyor* yang digerakkan motor DC *wiper*. Saat buah bergerak maju melewati tabung sortir mekanis, sensor *proximity* pada setiap lubang tabung mendeteksi buah yang jatuh ke dalam kategori yang sesuai dan memberikan sinyal ke ESP32 untuk diproses. Bobot buah yang telah masuk ke dalam wadah ditimbang oleh sensor *load cell* dan nilainya dibaca melalui modul HX711. Hasil penghitungan dan penimbangan kemudian ditampilkan pada LCD 20x4.

PERANCANGAN DESAIN SISTEM

Arsitektur sistem dibangun atas tiga lapisan fungsional yang beroperasi secara sinkron yaitu lapisan akuisisi data (sensor

proximity dan *load cell*), lapisan pemrosesan (ESP32), serta lapisan keluaran (LCD 20x4). Setiap lapisan dirancang untuk dapat berjalan secara mandiri namun tetap terintegrasi dalam satu siklus operasi yang saling berhubungan.

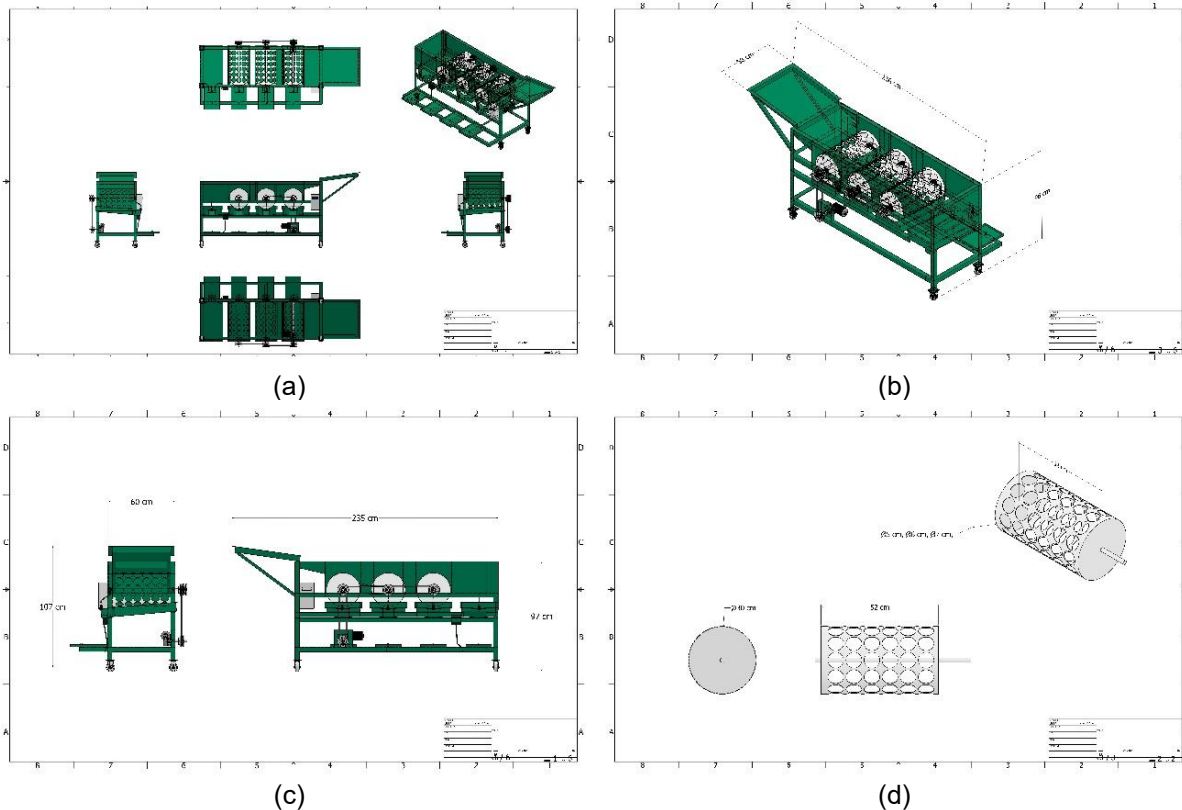
a. Desain Mekanik Conveyor dan Tabung Sortir

Rangka *conveyor* dibangun dari besi hollow yang dibentuk memanjang dengan total panjang jalur *conveyor* sekitar 100 cm. Sabuk *conveyor* menggunakan bahan karet yang digerakkan oleh Motor DC *wiper* berkapasitas torsi tinggi. Motor jenis ini dipilih karena memiliki sistem roda gigi cacing (*worm gear*) internal yang menghasilkan putaran lambat namun bertenaga besar sehingga ideal untuk menggerakkan beban bertahap seperti buah jeruk di atas sabuk tanpa risiko selip.

Sistem sortasi terdiri atas empat kelas lubang, yaitu *grade A* berukuran lebih dari 7 cm, *grade B* berukuran 7 cm, *grade C* berukuran 6 cm, dan *grade D* berukuran 5 cm. Buah yang masuk dari ujung *conveyor* akan menggelinding dan jatuh melalui lubang pertama berdiameter 5 cm jika ukurannya masuk kategori *grade D*, atau ke lubang berikutnya berdiameter 6 cm (*grade C*), 7 cm (*grade B*), hingga lubang terakhir untuk buah berukuran lebih dari 7 cm (*grade A*). Desain mekanis ini bekerja tanpa motor tambahan sehingga mengurangi kompleksitas sistem dan meningkatkan keandalan.

Dimensi keseluruhan alat dirancang dengan panjang 110 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 60 cm. Rangka dibuat dari besi siku dengan ketebalan 2 mm untuk menjamin

kekuatan alat sortasi. Desain rancang bangun alat conveyor pemilah jeruk otomatis berdasarkan ukuran dan berat diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Alat Conveyor Pemilah Jeruk Otomatis, (a) Desain Keseluruhan, (b) Tampak Atas, (c) Tampak Samping, dan (d) Tabung Sortasi

b. Subsistem Kontrol ESP32

Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat kendali yang memproses tiga tugas utama secara bersamaan memanfaatkan arsitektur *dual-core* yang dimilikinya. Tugas pertama adalah membaca dan memproses sinyal dari sensor *proximity*

untuk mencatat buah per kategori. Tugas kedua adalah membaca dan mengolah data berat dari modul HX711. Tugas ketiga adalah menampilkan hasil pengolahan pada layar LCD 20x4 yang terhubung melalui protokol I2C. Spesifikasi teknis mikrokontroler ESP32 yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Mikrokontroler ESP32

Parameter	Spesifikasi	Fungsi dalam Sistem
Prosesor	Dual-Core Xtensa LX6 32-bit	Memungkinkan pembacaan sensor proximity dan load cell berjalan bersamaan tanpa terjadi keterlambatan
Kecepatan Clock	240 MHz	Menjamin kecepatan pengolahan data sensor yang memadai
Tegangan Operasi	3,3V DC	Kompatibel dengan level tegangan logika pada sensor proximity dan modul HX711
Flash Memory	4 MB	Kapasitas penyimpanan firmware yang cukup untuk logika sortasi lengkap
ADC	12-bit (18 saluran)	Digunakan sebagai cadangan pembacaan sensor analog tambahan jika diperlukan
Pin GPIO	30 pin (I/O)	Tersedia cukup pin untuk menghubungkan seluruh sensor dan aktuator sistem
Protokol Komunikasi	UART, SPI, I2C	Digunakan untuk komunikasi data dengan modul HX711 dan layar LCD

Sumber: Espressif Systems, 2024

c. Subsistem Sensor Proximity E18-D80NK

Empat unit sensor *proximity* E18-D80NK dipasang secara vertikal menghadap ke bawah, masing-masing satu unit setiap kategori *grade*. Sensor ini memanfaatkan prinsip refleksi sinar inframerah. Ketika buah melewati zona deteksi antara 3 hingga 80 cm, intensitas pantulan meningkat dan melampaui ambang batas komparator internal sehingga menghasilkan sinyal digital *LOW* pada jalur keluaran. Perubahan ini diproses oleh ESP32 sebagai perintah untuk mencatat satu buah terdeteksi.

Sensitivitas jangkauan setiap sensor dikalibrasi menggunakan potensiometer yang terdapat pada badan sensor agar zona deteksi terfokus tepat pada lintasan buah dan tidak terganggu oleh elemen struktural *conveyor* di sekitarnya. Kabel sensor dihubungkan ke pin GPIO yang berbeda untuk masing-masing kategori, memungkinkan ESP32 membedakan dari lubang mana buah jatuh secara terpisah. Spesifikasi teknis sensor *proximity* E18-D80NK diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Teknis Sensor Proximity E18-D80NK

Parameter	Spesifikasi	Fungsi dalam Sistem
Tipe	Infrared Diffuse Reflective	Mendeteksi buah jeruk tanpa kontak fisik untuk menjaga higienitas produk
Jarak Deteksi	3 cm hingga 80 cm (dapat diatur)	Fleksibel disesuaikan dengan lebar jalur conveyor
Tegangan Kerja	5V DC	Kompatibel dengan pin 5V pada ESP32 DevKit

Parameter	Spesifikasi	Fungsi dalam Sistem
Waktu Respons	Kurang dari 2 ms	Menjamin deteksi buah tetap akurat meski conveyor bergerak
Sudut Deteksi	Kurang dari 15 derajat	Membatasi zona deteksi hanya pada buah yang melintas langsung di depan sensor
Keluaran Digital	LOW aktif (NPN)	Mudah dihubungkan ke pin GPIO ESP32 sebagai sinyal pemicu

Sumber: Handson Technology, 2024

d. Subsistem Sensor Load Cell dan HX711

Pengukuran berat buah dilakukan oleh empat sensor *load cell* berkapasitas 5 kg yang dipasang pada keempat timbangan dalam konfigurasi jembatan *Wheatstone*. Konfigurasi ini dipilih karena kemampuannya mendistribusikan gaya secara merata ke seluruh sensor sehingga posisi peletakan timbangan buah di atas *load cell* tidak memengaruhi akurasi hasil secara signifikan. Prinsip kerja sensor ini mengubah perubahan bentuk mekanik akibat tekanan beban menjadi perubahan resistansi pada elemen *strain gauge*.

Sinyal tegangan yang dihasilkan jembatan *Wheatstone* sangat kecil dalam satuan milivolt sehingga tidak dapat langsung dibaca oleh ADC mikrokontroler. Modul HX711 mengatasi hal ini dengan dua fungsi yaitu memperkuat sinyal analog secara presisi dan mengonversinya menjadi data digital 24-bit yang siap diproses. Resolusi 24-bit pada HX711 jauh melampaui ADC internal ESP32 yang hanya 12-bit sehingga menjadikannya pilihan tepat untuk aplikasi penimbangan berskala gram. Spesifikasi teknis sensor *load cell* dan modul HX711 diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Teknis Sensor Load Cell dan Modul HX711

Parameter	Spesifikasi	Fungsi dalam Sistem
Kapasitas Beban	5 kg per unit	Mencakup seluruh rentang berat buah jeruk siam yang diuji
Resolusi ADC HX711	24-bit	Mendeteksi selisih berat sangat kecil antar-grade buah
Konfigurasi Sensor	Jembatan <i>Wheatstone</i> (4 sensor)	Distribusi gaya merata sehingga posisi buah tidak mempengaruhi akurasi
Laju Sampling	10 SPS dan 80 SPS	Mode 10 SPS dipakai untuk meminimalkan derau getaran mekanis
Antarmuka	2-kabel (DT dan SCK)	Hemat pin GPIO ESP32 dan mudah dihubungkan
Non-Linearitas	0,02% Full Scale	Menjamin konsistensi klasifikasi berat pada setiap sesi pengujian

Sumber: Avia Semiconductor, 2024

HASIL PENELITIAN

a. Kinerja Sensor Proximity E18-D80NK

Serangkaian uji coba terhadap sensor *proximity* E18-D80NK dilaksanakan dalam lima skenario berbeda yang masing-masing mewakili satu kategori ukuran buah yaitu *grade D*, *grade C*, *grade B*, *grade A*, serta

satu kondisi campuran dengan buah dari semua *grade*. Pada setiap skenario, jumlah buah yang diuji oleh sistem dibandingkan terhadap jumlah aktual yang dihitung secara manual. Waktu sortasi mesin juga dicatat dan dibandingkan dengan waktu sortasi manual. Rekapitulasi hasil pengujian sensor *proximity* E18-D80NK diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Proximity E18-D80NK

Kategori Ukuran	Jumlah Buah (Pcs)		Waktu Sortasi (s)		Selisih Waktu (s)	Akurasi (%)
	Manual	Mesin	Manual	Mesin		
Sangat Kecil (grade A)	16	15	7	10,53	3,53	93,75
Kecil (grade B)	12	12	20	29,85	9,85	100
Besar (grade C)	5	5	30	42,45	12,45	100
Sangat Besar (grade D)	0	0	0	0	0	0
Campuran	28	28	114	123	9	100

b. Kinerja Sensor Load Cell

Pengujian sensor *load cell* dilaksanakan pada skenario yang identik dengan pengujian sensor *proximity*. Nilai acuan yang dipakai adalah hasil ukur timbangan digital yang telah terkalibrasi. Perbandingan antara pembacaan sistem dan

nilai referensi kemudian dihitung untuk memperoleh selisih dan persentase akurasi pada masing-masing kategori. Rekapitulasi hasil pengujian sensor *load cell* dalam mengukur berat buah jeruk diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Load Cell

Kategori Ukuran	Berat Acuan (g)	Berat Sistem (g)	Selisih (g)	Akurasi (%)
Sangat Kecil (Grade D)	850	838	12	98,59
Kecil (Grade C)	950	941	9	99,05
Besar (Grade B)	1050	1010	40	96,19
Sangat Besar (Grade A)	0	0	0	100,00

PEMBAHASAN

a. Analisis Kinerja Sensor Proximity E18-D80NK

Berdasarkan data hasil pengujian

yang tersaji pada Tabel 4, sensor *proximity* E18-D80NK menunjukkan performa deteksi yang secara umum sangat baik. Empat dari lima skenario pengujian yaitu *grade C*, *grade*

B, *grade* A, dan campuran seluruhnya mencatat akurasi 100% tanpa satu pun buah yang terlewat atau salah klasifikasi. Penurunan akurasi hanya terjadi pada kategori *grade* D dengan nilai 93,75% akibat satu buah yang tidak berhasil tersortir ke dalam lubang yang tepat. Rata-rata akurasi keseluruhan tercatat 98,75% sehingga melampaui standar minimal 95% yang umum digunakan sebagai tolak ukur sistem sortasi otomatis skala laboratorium.

Penyimpangan pada *grade* D dapat dilihat pada bentuk buah yang bersangkutan. Diameter buah tersebut berada di zona ambang batas antara dua kategori sehingga tidak mampu melewati lubang tabung *grade* D berdiameter 5 cm namun dapat lolos ke lubang *grade* C berdiameter 6 cm. Fenomena ini mengindikasikan bahwa toleransi ukuran lubang tabung sortir perlu diperketat terutama pada ukuran *grade* yang berdekatan. Penambahan mekanisme corong di bibir lubang tabung dapat menjadi solusi untuk mengarahkan buah yang berada pada batas ukuran ke kategori yang lebih tepat.

Dari perspektif efisiensi waktu, perbandingan antara mesin dan operator manual pada skenario campuran dengan 28 buah menunjukkan bahwa mesin memerlukan waktu 123 detik sementara tangan manusia membutuhkan 114 detik. Perbedaan 9 detik ini disebabkan oleh kecepatan sabuk *conveyor* yang bersifat konstan dan proses pengiriman buah yang

berlangsung satu per satu, sementara tangan manusia dapat menangani beberapa buah secara bersamaan. Keunggulan kompetitif sistem mesin justru terletak pada aspek konsistensi jangka panjang karena akurasi mesin tidak menurun seiring waktu dan tidak terpengaruh oleh kelelahan operator. Keunggulan ini semakin signifikan ketika jumlah buah yang disortasi mencapai ratusan hingga ribuan unit.

b. Analisis Kinerja Sensor Load Cell

Berdasarkan data hasil pengujian yang tersaji pada Tabel 5, sensor *load cell* mampu mengukur berat buah jeruk dengan tingkat kedekatan yang baik terhadap nilai referensi timbangan digital di seluruh skenario pengujian. Akurasi tertinggi diraih pada kategori *grade* C sebesar 99,05% dengan selisih hanya 9 gram dari berat aktual 950 gram. Rata-rata akurasi keseluruhan adalah 98,30% yang berarti telah melampaui target minimal 95% yang ditetapkan dalam kriteria keberhasilan sistem.

Nilai akurasi paling rendah di antara skenario yang melibatkan buah jatuh pada kategori *grade* B yakni 96,19% dengan selisih 40 gram dari berat aktual 1.050 gram. Penyebabnya terjadinya selisih antara pembacaan *load cell* dan timbangan digital mengarah pada tiga faktor. Faktor pertama adalah getaran mekanis yang dihasilkan Motor DC *wiper* yang merambat melalui rangka dan mengganggu keseimbangan wadah timbangan. Faktor kedua adalah

posisi peletakan buah yang tidak selalu berada tepat di titik tengah wadah sehingga menyebabkan distribusi gaya tidak simetris ke sensor. Faktor ketiga adalah toleransi sensitivitas pada sensor load cell itu sendiri. Getaran mekanis diidentifikasi sebagai penyebab yang paling dominan mengingati nilai selisih meningkat secara proporsional dengan ukuran buah yang semakin berat.

Pengujian pada skenario campuran dengan total berat pada timbangan digital sebesar 2.800gram menghasilkan pembacaan 2.735gram dengan error 2,32% dan akurasi 97,68%. Hasil ini memperlihatkan bahwa sensor *load cell* tetap bekerja dengan baik meskipun komposisi buah lebih beragam dan ukuran lebih besar. Hal ini membuktikan ketahanan sistem penimbangan dalam kondisi penggunaan yang lebih mendekati skenario nyata di lapangan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mewujudkan prototipe *conveyor* pemilah buah jeruk siam otomatis dengan tiga capaian utama. Pertama, implementasi sensor proximity E18-D80NK berhasil mencatat dan mengklasifikasikan buah berdasarkan ukuran dengan rata-rata akurasi 98,75%. Kesalahan yang terjadi disebabkan oleh ukuran buah yang berada tepat di zona ambang batas dari masing-masing *grade* dan bukan merupakan kegagalan sensor. Kedua, sistem timbangan berbasis *load cell* dan HX711 mampu

mengukur bobot buah dengan rata-rata akurasi 98,30%, dengan kesalahan yang terkait erat dengan intensitas getaran mekanis yang disebabkan oleh motor DC *wiper* ke wadah timbangan. Ketiga, mikrokontroler ESP32 berhasil mengintegrasikan pembacaan kedua sensor secara bersamaan dan menampilkan hasil sortasi melalui LCD dengan baik.

Untuk menyempurnakan sistem pada penelitian berikutnya, terdapat tiga saran yang dapat diterapkan. Pertama adalah merancang sistem isolasi getaran antara motor penggerak dan wadah timbangan, misalnya dengan bantalan peredam atau penggantian motor dengan karakteristik torsi lebih halus. Kedua adalah meninjau ulang dan memperketat toleransi diameter lubang tabung sortir khususnya pada rentang *grade* D dan C. Ketiga adalah mempertimbangkan penambahan modul kamera untuk mendeteksi kualitas visual buah seperti warna dan kematangan yang berguna untuk memperluas parameter klasifikasi sistem.

REFERENCES

- Cornelia, N., Sintiawati, Febriansyah, A., & Khasanah, N. (2026). *IMPLEMENTASI SENSOR BERAT DAN GAS PADA SISTEM SORTASI TOMAT Pendahuluan Tinjauan Pustaka*. 17(1), 170–177.
- Irwan, Lahming, Jamaluddin, N. L. (2022). *Rancang Bangun Mesin Sortasi Buah Jeruk Manis Berdasarkan Warna Berbasis Arduino Nano*. 8, 1–8.
- Sijunjung, K. (2022). *Jurnal Agribisnis Unisi Vol. 11 No. 1 Tahun 2022*. 11(1), 11–20.
- Siska Yuliana, Bambang Sugiarto, T. A. W. (2024). *Fuse-teknik Elektro KEMATANGAN BUAH TOMAT BERDASARKAN WARNA*

*DAN BERAT DENGAN MENGGUNAKAN
SENSOR TCS3200 DAN DESIGN AND
DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC
TOMATO RIPENESS SORTING DEVICE
BASED ON COLOR AND WEIGHT USING
TCS3200 SENSOR AND LOAD CELL. 4(2),
75–84.*