

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Mesin Sortasi Tomat Berbasis Arduino

Mesin sortasi tomat yang dibuat terdiri dari beberapa komponen seperti sensor warna, motor DC, konveyor, dan kontroler Arduino. Penjelasan masing – masing komponen adalah sebagai berikut ini :

1) Sensor Warna

Sensor warna digunakan untuk mendeteksi warna tomat yang melewati sensor tersebut. Sensor warna ini bekerja dengan prinsip pengukuran intensitas cahaya yang dipantulkan oleh permukaan tomat. Informasi mengenai warna yang terdeteksi oleh sensor warna akan digunakan sebagai basis untuk mengklasifikasikan tomat sesuai dengan warnanya.

2) Motor DC

Motor DC merupakan komponen yang bertugas untuk menggerakkan konveyor pada mesin sortasi. Motor DC ini memberikan daya dan putaran yang diperlukan agar konveyor dapat berjalan dengan lancar. Dengan bantuan motor DC, konveyor dapat mengalirkan tomat dari satu titik ke titik lain dalam proses sortasi dengan kecepatan yang sesuai.

3) Konveyor

Konveyor merupakan bagian penting dalam mesin sortasi tomat. Konveyor ini berfungsi sebagai jalur transportasi yang membawa tomat dari awal hingga akhir proses sortasi. Tomat akan dipindahkan secara berurutan melalui konveyor menuju sensor warna untuk mendapatkan identifikasi warna yang akurat. Setelah itu, tomat akan dipindahkan ke tempat yang sesuai dengan warnanya melalui konveyor.

4) Kontroler Arduino

Kontroler Arduino berperan sebagai otak dari mesin sortasi tomat. Kontroler ini mengatur dan mengendalikan seluruh komponen mesin, termasuk sensor warna, motor DC, dan konveyor. Arduino Uno dipilih sebagai kontroler karena memiliki kemampuan pemrograman yang fleksibel dan dapat dihubungkan dengan berbagai komponen lainnya.

Dengan menggunakan program yang telah dikembangkan, kontroler Arduino akan mengontrol aliran tomat, mengolah data dari sensor warna, dan menggerakkan motor DC dan konveyor sesuai dengan hasil analisis warna.

Pengembangan mesin sortasi tomat berbasis Arduino Uno ini dilakukan dengan mempertimbangkan aspek ergonomi dalam perancangan dan pengaturan komponen-komponen mesin. Hal ini bertujuan untuk menciptakan mesin sortasi yang efisien dan nyaman digunakan oleh operator. Gambar 12 Menunjukkan mesin Sortasi Tomat berbasis Arduino



Gambar 18. Prototype Mesin Sortasi Tomat Berbasis Arduino

4.2 Aspek Ergonomi pada Mesin Sortasi Tomat Berbasis Arduino

4.2.1 Analisis Gerak

Pada mesin sortasi tomat berbasis Arduino Uno, aspek ergonomi harus diperhatikan agar mesin tersebut aman dan nyaman digunakan oleh pekerja. Salah satu aspek ergonomi yang perlu diperhatikan adalah analisis gerak, yang dapat membantu mengidentifikasi gerakan berulang yang berisiko menyebabkan cedera pada pekerja. Dalam hal ini, mesin sortasi tomat berbasis Arduino Uno memiliki keunggulan karena pekerja hanya perlu memasukkan tomat ke konveyor pada

awal proses dan memonitor proses sortasi hingga selesai. Oleh karena itu, tidak terdapat gerakan berulang yang berisiko menyebabkan cedera pada pekerja.

Selain itu, aspek ergonomi lainnya yang perlu diperhatikan adalah desain dan penempatan komponen mesin. Desain konveyor dan area tempat pekerja memasukkan tomat ke mesin harus mempertimbangkan tinggi pekerja agar tidak perlu membungkuk atau mengangkat beban berat yang dapat menyebabkan cedera pada punggung atau lengan. Selain itu, panel kontrol yang sering diakses oleh pekerja juga harus ditempatkan pada ketinggian yang mudah dijangkau oleh pekerja.

Mesin sortasi tomat harus dilengkapi dengan sistem pengaman seperti sensor otomatis untuk mencegah kecelakaan saat pekerja memasukkan tangan ke dalam mesin. Penggunaan sistem pengaman ini dapat mengurangi risiko cedera pada pekerja. Selanjutnya, mesin sortasi tomat juga harus memiliki panduan pengoperasian dan perawatan yang jelas dan mudah dipahami oleh pekerja. Hal ini dapat mengurangi risiko kesalahan pengoperasian dan meminimalkan risiko cedera yang disebabkan oleh kesalahan penggunaan mesin.

Untuk mengembangkan analisis gerak pada mesin sortasi tomat, penelitian lain yang relevan dapat menjadi referensi. Sebagai contoh, penelitian oleh Rakhman, dkk. (2020) membahas analisis gerak dan ergonomi pada mesin penggilingan biji kopi (Rakhman, 2020). Sedangkan, penelitian oleh Hidayat, dkk. (2018) membahas desain dan pengembangan mesin sortasi buah naga dengan aspek ergonomi (Hidayat, 2018). Dalam kedua penelitian tersebut, dilakukan analisis gerak dan aspek ergonomi untuk mengoptimalkan desain mesin agar aman dan nyaman digunakan oleh pekerja.

Selain itu, untuk mengoptimalkan aspek ergonomi pada mesin sortasi tomat berbasis Arduino Uno, dapat dilakukan analisis lebih lanjut terhadap faktor-faktor ergonomi yang berpengaruh. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan adalah postur kerja, kekuatan fisik yang dibutuhkan, jarak dan sudut pandang antara pekerja dengan mesin, serta penggunaan alat bantu atau perangkat pelindung diri yang sesuai.

Penelitian oleh Openshaw (2006), ditemukan bahwa tubuh manusia memiliki suatu selang alami gerakan (SAG) yang mempengaruhi kenyamanan dan produktivitas kerja. SAG yang baik, yang melibatkan variasi gerakan yang cukup, dapat meningkatkan sirkulasi darah, fleksibilitas, dan mengurangi risiko cedera. Oleh karena itu, dalam konteks mesin sortasi tomat berbasis Arduino, penting untuk memperhatikan aspek ergonomi guna menciptakan lingkungan kerja yang memungkinkan pekerja bekerja dengan nyaman dan aman (Openshaw, 2006).

Untuk mencapai kondisi kerja yang ergonomis, pekerja diharapkan menghindari gerakan berulang dan ekstrim dalam SAG mereka selama periode waktu yang lama. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Hignett dan McAtamney (2000) yang menekankan pentingnya variasi gerakan dan istirahat reguler dalam pekerjaan untuk mencegah kelelahan dan cedera akibat gerakan yang berlebihan (Hignett, 2000).

Dalam konteks mesin sortasi tomat, penerapan prinsip ergonomi berarti merancang mesin dengan mempertimbangkan rentang gerakan tubuh manusia yang alami, sehingga pekerja dapat bekerja dengan postur yang nyaman dan beban kerja yang sesuai. Referensi lain yang relevan adalah penelitian oleh Kumar dan Kumar (2018) yang mengemukakan bahwa pemilihan dan penempatan komponen mesin yang tepat dapat mengurangi kelelahan otot dan ketegangan pada tubuh pekerja (Kumar, 2018).

Dengan memperhatikan aspek ergonomi dalam perancangan mesin sortasi tomat berbasis Arduino, pekerja dapat bekerja dengan nyaman dan aman, yang pada gilirannya meningkatkan produktivitas dan kualitas kerja. Selain itu, upaya untuk menciptakan kondisi kerja yang ergonomis juga dapat mengurangi risiko cedera, mengurangi kelelahan, dan meningkatkan kepuasan kerja pekerja (Fathallah, 2019).

4.2.2 Analisis Postur

Dalam mesin sortasi tomat berbasis Arduino, pekerja diharapkan dapat mempertahankan postur yang aman dan ergonomis saat memasukkan tomat ke mesin dan memantau proses sortasi. Sebuah penelitian oleh Tasli dan Kurniawan (2021) menekankan pentingnya pengaturan jarak antara mesin dan pekerja agar

pekerja dapat bekerja dengan nyaman dan aman. Dalam konteks ini, perlu diperhatikan agar pekerja tidak perlu membungkuk terlalu jauh atau merentangkan tubuh dengan posisi yang tidak alami. Penelitian tersebut juga menyebutkan bahwa pengaturan ketinggian dan posisi mesin yang tepat dapat membantu pekerja mempertahankan postur yang ergonomis (Tasli, 2021).

Dengan memperhatikan aspek postur pada mesin sortasi tomat berbasis Arduino, pekerja dapat menghindari risiko kelelahan dan cedera pada bagian tubuh tertentu seperti punggung, leher, dan lengan. Penelitian lain yang relevan adalah studi yang dilakukan oleh Jeyaraj et al. (2017) yang mengidentifikasi bahwa postur yang tidak ergonomis dalam pekerjaan dapat menyebabkan kelelahan otot dan ketidaknyamanan yang dapat mempengaruhi produktivitas kerja (Jeyaraj, 2017).

Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan desain dan posisi mesin yang memungkinkan pekerja mempertahankan postur yang ergonomis dan menghindari gerakan atau posisi yang membebani tubuh secara berlebihan. Hal ini dapat dicapai melalui pengaturan tinggi dan posisi mesin yang sesuai, desain area kerja yang memungkinkan pekerja berdiri atau duduk dengan nyaman, dan penyediaan fasilitas pendukung seperti kursi yang ergonomis. Dengan demikian, upaya untuk menjaga postur yang ergonomis pada mesin sortasi tomat berbasis Arduino dapat berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan kualitas kerja pekerja.

4.2.3 Analisis Lingkungan Kerja

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ratna Sari (2019), kondisi lingkungan kerja yang baik sangat penting dalam menciptakan kenyamanan bagi pekerja saat melakukan aktivitas di dalam ruangan. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam lingkungan kerja fisik meliputi tingkat kebisingan, temperatur, dan pencahayaan. Lingkungan kerja fisik yang optimal memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja pekerja dan jalannya proses produksi, serta berpotensi meningkatkan produktivitas kerja (Ratna Sari, 2019).

Mesin sortasi tomat berbasis Arduino dirancang untuk digunakan di lingkungan kerja yang terkontrol, seperti dalam ruangan. Salah satu keunggulan

mesin ini adalah tidak menghasilkan suara atau getaran yang berlebihan, sehingga tidak akan menyebabkan gangguan bagi pekerja maupun lingkungan sekitarnya. Namun, untuk pengembangan ke depan, disarankan agar mesin sortasi tomat berbasis Arduino ditempatkan dalam ruang yang cukup luas dan memiliki intensitas penerangan yang memadai. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan bagi pekerja saat melakukan penyortiran tomat dan secara langsung berpotensi meningkatkan produktivitas penyortiran.

Menurut Sudarsono (2017), lingkungan kerja yang baik memiliki peran penting dalam meningkatkan produktivitas kerja dan kesejahteraan pekerja. Salah satu aspek lingkungan kerja yang harus diperhatikan adalah tingkat kebisingan. Kebisingan yang tinggi dapat mengganggu konsentrasi dan meningkatkan risiko stres pada pekerja. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa lingkungan kerja mesin sortasi tomat berbasis Arduino memiliki tingkat kebisingan yang rendah atau telah diisolasi dengan baik untuk mengurangi potensi gangguan bagi pekerja (Sudarsono, 2017).

4.2.4 Analisis Antar Muka

Antarmuka pada mesin sortasi tomat berbasis Arduino memegang peranan penting dalam aspek ergonomi. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Artawijaya dan Suarjaya (2021), antarmuka tersebut dirancang secara sederhana dan mudah dipahami. Pekerja hanya perlu memasukkan tomat ke konveyor dan memonitor proses sortasi melalui layar yang tersedia. Hal ini menjadikan antarmuka mesin ini dianggap ergonomis, mengingat pekerja tidak memerlukan waktu yang lama untuk mempelajari cara pengoperasian (Artawijaya, 2021).

Antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami pada mesin sortasi tomat berbasis Arduino memiliki manfaat yang signifikan. Dalam hal efisiensi dan efektivitas kerja, antarmuka yang user-friendly dapat meningkatkan kinerja pekerja dalam mengoperasikan mesin. Tanpa adanya instruksi yang rumit atau prosedur yang membingungkan, pekerja dapat dengan cepat memahami tugas yang harus dilakukan dan melaksanakannya dengan lancar.

Selain itu, pentingnya antarmuka yang mudah dipahami juga terkait dengan pengurangan risiko kesalahan pengoperasian. Dengan adanya antarmuka yang

intuitif, pekerja dapat menghindari kesalahan yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada mesin atau bahkan membahayakan keselamatan mereka sendiri. Dengan demikian, penggunaan antarmuka yang ergonomis pada mesin sortasi tomat berbasis Arduino tidak hanya berkontribusi pada peningkatan produktivitas, tetapi juga menjaga keselamatan pekerja.

Antarmuka pada mesin sortasi tomat berbasis Arduino menjadi fokus utama dalam aspek ergonomi, karena antarmuka yang baik dapat memberikan pengalaman pengguna yang optimal. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Setyawan dan Widayanti (2020), antarmuka yang efektif dan ramah pengguna sangat penting dalam meningkatkan kinerja dan kepuasan pengguna (Setyawan, 2020).

Konteks mesin sortasi tomat, antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami memungkinkan pekerja untuk dengan cepat memahami fungsionalitas dan pengoperasian mesin. Ini mengurangi beban kognitif pekerja dan memungkinkan mereka untuk fokus pada tugas-tugas utama, seperti memasukkan tomat ke konveyor dan memantau proses sortasi. Melalui antarmuka yang intuitif, pekerja dapat dengan mudah berinteraksi dengan mesin tanpa perlu menghabiskan waktu yang lama untuk mempelajari instruksi atau prosedur yang rumit.

Penelitian yang dilakukan oleh Lim, et al. (2019) juga menggarisbawahi pentingnya antarmuka yang mudah dipahami dalam konteks ergonomi. Mereka menemukan bahwa antarmuka yang intuitif dan ramah pengguna dapat mengurangi tingkat kelelahan dan stres pada pengguna. Dalam kasus mesin sortasi tomat, antarmuka yang ergonomis dapat membantu mengurangi tekanan mental dan fisik pada pekerja, sehingga meningkatkan kenyamanan kerja dan meminimalkan risiko cedera yang disebabkan oleh kelelahan (Lim, 2019).

Menurut Tilman *et al* (2019), bahwa antarmuka yang ergonomis harus mempertimbangkan aspek visual, taktil, dan auditif. Dalam konteks mesin sortasi tomat, antarmuka harus menyediakan informasi yang jelas dan mudah dibaca pada layar, memiliki tombol atau kontrol yang nyaman dijangkau oleh pekerja, dan memberikan umpan balik yang tepat melalui suara atau lampu indikator. Dengan memperhatikan semua aspek ini, antarmuka pada mesin sortasi tomat berbasis

Arduino dapat memberikan pengalaman pengguna yang optimal dan mendukung kinerja pekerja secara ergonomis (Woodson, 2019).

4.2.5 Analisis Kinerja *Prototype* Mesin Sortasi Tomat

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Junaedi (2023) dalam skripsinya yang berjudul "Prototype Robot Penyortir Tomat Menggunakan Sensor Warna Berbasis Arduino", mesin sortasi tomat berbasis Arduino berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 86,66% dalam melakukan sortasi tomat berdasarkan warna. Penelitian tersebut juga mengungkapkan bahwa mesin ini memiliki tingkat kesalahan sebesar 13,33%. Hasil ini menunjukkan kemampuan mesin dalam mengenali dan memilah tomat dengan tingkat keakuratan yang signifikan.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Kaerudin (2023) juga memberikan informasi penting mengenai performa mesin sortasi tomat berbasis Arduino. Dalam penelitiannya, mesin ini mampu memilah sebanyak 947 buah tomat dalam waktu 1 jam, dengan rata-rata waktu pemilahan setiap buah tomat sekitar 3,8 detik. Data ini mengindikasikan bahwa mesin sortasi tomat ini mampu bekerja dengan efisiensi tinggi dalam mempercepat proses sortasi tomat.

Dengan tingkat akurasi yang tinggi dan kemampuan pemilahan yang efisien, mesin sortasi tomat berbasis Arduino ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan produktivitas dan efektivitas proses sortasi tomat. Referensi penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai kinerja mesin sortasi tomat berbasis Arduino dan menunjukkan bahwa mesin ini dapat diandalkan dalam menyortir tomat secara efisien dan akurat.

4.3 Pengambilan data

4.3.1 Pengujian Metode RULA pada Operator Mesin Sortasi Tomat

Pada proses penelitian ini, data diambil saat operator melakukan uji coba prototype mesin sortasi tomat sebelum melakukan pengisian kuesioner. Pada tahapan ini gerakan operator dalam pemasukan benda uji berupa tomat diamati dalam kondisi membungkuk. Postur kerja seperti itulah yang dapat berpotensi menyebabkan keluhan-keluhan, Selain itu, bagian ini adalah bagian yang mungkin harus mendapatkan perhatian khusus, karena pada gambar tampak bahwa

pekerjaan dilakukan secara berulang-ulang. Perlu adanya perbaikan perlengkapan kerja atau fasilitas kerja untuk mengurangi cedera pada punggung, leher, maupun bagian tubuh lainnya.



Gambar 19. Operator melakukan uji coba prototype mesin sortasi Tomat

4.3.2 Penilaian Postur Tubuh Operator dengan RULA



Gambar 20. Penilaian RULA pada Operator

Untuk penilaian pada operator menggunakan score RULA untuk melakukan penilaian postur tubuh didapatkan score 6. Berdasarkan score tersebut, maka postur tubuh operator berada pada level 3, yaitu resiko sedang, sehingga harus dilakukan perbaikan secepatnya untuk meminimalisir cedera pada operator.

4.3.3 Pengumpulan Data Nordic Body Map

Pada penelitian Evaluasi Aspek Ergonomi pada Prototype Mesin Sortasi Tomat memakai pendekatan *Nordic Body Map* menggunakan data penelitian (Abdul Rahman Saleh, 2017) tentang Rancang Bangun Mesin Pengiris Ubi Kayu Menggunakan Pendekatan *Nordic Body Map* dan Pendekatan Antropometri dikarenakan ada persamaan pada latar belakang dan perumusan masalah yaitu para pengiris ubi kayu melakukan kegiatan berulang dan posisi kerja si pekerja yang kurang nyaman, kemudian diperoleh data dari 6 orang responden yang melakukan pengisian kuesioner pada proses pemotongan ubi kayu di industri rumah tangga jalan Merdeka Selatan kecamatan Sekadau Hilir Kabupaten Sekadau. Data NBM (*Nordic Body Map*) tersebut terdiri atas peta 27 bagian tubuh manusia dan setiap bagian tubuh/otot skeletal mempunyai skor 1-4.

Pengumpulan Data Antropometri pada responden dihasilkan data sebagai berikut :

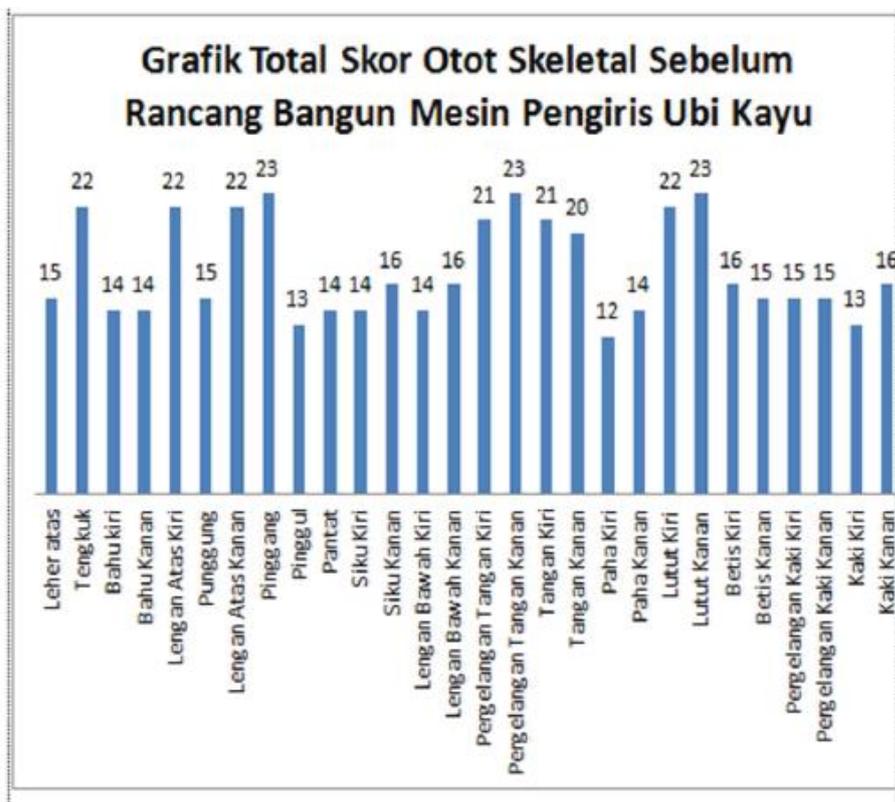
Tabel 3. Data Antropometri yang digunakan

No.	Dimensi Tubuh Yang Diperlukan	Yang Dasar Pengukuran Yang dilakukan
1.	Tinggi Lutut	Diukur dari ujung telapak kaki sampai dengan lutut
2.	Panjang Paha	Diukur dari pantat sampai dengan ujung lutut
3.	Tinggi Bahu	Diukur dari pantat sampai dengan ujung bahu
4.	Tinggi Bahu Duduk	Penjumlahan tinggi bahu dengan tinggi lutut
5.	Lebar Bahu	Diukur dari diujung sebelah kiri sampai dengan ujung bahu

	sebelah kanan
6.	Jangkauan Tangan Kedepan Jarak jangkauan tangan terjulur ke depan diukur dari bahu sampai ujung tangan

Pengolahan data Nordic Body Map (NBM) yaitu menggunakan cara memasukkan semua skor individu pada 4 skala likert dan menjumlah semua skor tersebut serta mencari rata-rata nilai skor yang didapatkan. Dari nilai tersebut dapat diketahui masuk dalam kategori manakah tingkat resiko yang dialami operator tersebut.

Berdasarkan perhitungan kuensioner didapat skor rata-rata yaitu berjumlah 83,5 itu artinya nilai skor dari hasil data 6 responden tersebut masuk dalam tingkat resiko “TINGGI” dengan ketentuan skor yaitu 71-91. Beberapa otot skeletal yang menjadi skor tertinggi dapat dilihat pada grafik dibawah ini. Beberapa otot skeletal yang menjadi skor tertinggi dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 21. Total Skor Otot Sebelum Rancang Bangun Mesin Pengiris Ubi Kayu

Pengolahan data antropometri yang digunakan adalah berjumlah sebanyak 6 orang karena total dari pekerja yang ada di industri rumah tangga sehingga hasil dapat dilihat pada Tabel 4. Data antropometri yang digunakan sebagai berikut :

No.	Tinggi Lutut	Tinggi Bahu	Tinggi Bahu Duduk	Panjang Paha	Lebar Bahu	Jangkauan Tangan Ke depan
1.	50	54	105	50	43	77.7
2.	50	53	105	45	44.2	75.6
3.	48	47	98	46	40	75
4.	47	48	99	51	42	80
5.	51	50	106	48	46	75.8
6.	45	49	100	44	44	79

Tabel 4. Data antropometri yang digunakan

Perhitungan Persentil dalam penelitian ini menggunakan persentil 5, persentil 50, dan persentil 95. Perhitungan persentil untuk Tinggi lutut adalah sebagai berikut :

$$5^{\text{th}} = X - 1,645 S$$

$$50^{\text{th}} = X$$

$$95^{\text{th}} = X + 1,645 S$$

$$5^{\text{th}} = 48,5 - 1,645 \times 2,304965 = 44,71$$

$$50^{\text{th}} = 48,5$$

$$95^{\text{th}} = 48,5 + 1,645 \times 2,304965 = 52,29$$

Kemudian didapatkan hasil persentil untuk dimensi tubuh dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil Perhitungan Persentil sebagai berikut :

Dimensi Tubuh	Data Antropometri		
	5	50	95
Tinggi Lutut	44,71	48,5	52,29
Tinggi Bahu	46,96	50,2	53,38
Tinggi Bahu Duduk	96,04	102,2	108,29
Panjang Paha	42,08	47,3	52,58

Lebar Bahu	39,29	43,2	47,11
Jangkauan Tangan di depan	72,78	77,2	81,59

Tabel 5. Hasil Perhitungan Persentil

Kemudian atas hasil perhitungan persentil di atas diperoleh data desain mesin sebagai berikut :

Dimensi Tubuh	Simbol	Persentil Terpilih			Dimensi Mesin	Ukuran Mesin
		5	50	95		
Tinggi Lutut	TL	44,71	48,5	52,29	Tinggi Dudukan Kursi	45 cm
Tinggi Bahu	TB	46,96	50,2	53,38	Tinggi Sandaran Kursi	53 cm
Tinggi Bahu Duduk	TBD	96,04	102,2	108,29	Tinggi Mesin	97 cm
Panjang Paha	PP	42,08	47,3	52,58	Panjang Dudukan Kursi	43 cm
Lebar Bahu	LB	39,29	43,2	47,11	Lebar Sandaran Kursi	47 cm
Jangkauan Tangan ke Depan	JTK	72,78	77,2	81,59	Lebar dan Panjang Mesin	73 cm

Tabel 6. Hasil Perhitungan Persentil

4.3.4 Analisa Antropometri

Dari data penelitian (Abdul Rahman Saleh, 2017) tentang Rancang Bangun Mesin Pengiris Ubi Kayu Menggunakan Pendekatan *Nordic Body Map* dan

Pendekatan Antropometri, didapatkan analisa dengan pendekatan antropometri sebagai berikut :

- 1) Tinggi dudukan kursi operator, data yang digunakan dalam menentukan tinggi kursi operator yaitu menggunakan dimensi tubuh tinggi lutut. Ukuran tinggi dudukan kursi operator saat mengoperasikan mesin pengiris ubi kayu sangat mempengaruhi kenyamanan posisi kerja pada proses pengirisan ubi kayu. Tinggi dudukan kursi operator tidak boleh terlalu tinggi agar operator yang memiliki tinggi dibawah rata-rata dapat menggunakannya, oleh sebab itu digunakan persentil 5th dengan ukuran 44,71 cm menjadi 45 cm.
- 2) Tinggi sandaran kursi operator, data yang digunakan dalam menentukan tinggi sandaran kursi operator menggunakan dimensi tubuh tinggi bahu. Ukuran tinggi sandaran kursi operator harus nyaman dan ergonomis agar pada saat digunakan dalam waktu yang lama tidak menimbulkan sakit pada bahu dan disekitarnya. Oleh sebab itu tinggi sandaran kursi ini mempertimbangkan data persentil maka digunakan persentil 95th agar operator yang memiliki ukuran dimensi diatas rata-rata nyaman menggunakannya, yakni dengan ukuran 53,38 cm dibulatkan menjadi 53 cm.
- 3) Tinggi Mesin, data yang digunakan dalam menentukan tinggi mesin menggunakan dimensi tubuh tinggi bahu duduk yaitu tinggi lutut ditambah tinggi bahu. Ukuran tinggi mesin harus sesuai dan ergonomis agar pada saat diopeasikan tidak menyebabkan sakit ataupun menyebabkan keluhan pada bagian otot skeletal tertentu, oleh sebab itu ukuran yang diambil yaitu menggunakan persentil 5th agar operator yang memiliki dimensi dibawah rata-rata nyaman menggunakannya dengan ukuran 96,04 dibulatkan menjadi 97 cm.
- 4) Panjang dudukan kursi, data yang digunakan adalah dimensi tubuh panjang paha. Jika ukuran panjang dudukan kursi tidak panjang ini akan menyebabkan operator tidak nyaman dalam penggunaannya dan menyebabkan sakit pada bagian paha sampai pingang, dan jika ukuran dudukan kursi terlalu panjang juga akan mengakibatkan sakit. Oleh sebab itu ukuran panjang dudukan kursi dengan mempertimbangkan panjang paha dengan menggunakan

persentil 5th agar semua dimensi tubuh nyaman pada saat menggunakannya, mendapatkan hasil pengukuran 42,08 cm dandibulatkan menjadi 43 cm.

- 5) Lebar sandaran kursi operator, dimensi tubuh yang digunakan dalam menentukan lebar sandaran adalah lebar bahu. Jika ukuran lebar dudukan kursi tidak panjang ini akan menyebabkan operator tidak nyaman dalam penggunaannya dan menyebabkan sakit pada bagian bahu dan pinggul serta sekitarnya. Karena itu ukuran lebar dudukan kursi dengan mempertimbangkan lebar bahu dengan nilai tertinggi yaitu menggunakan persentil 95th, mendapatkan hasil pengukuran 47,11 cm dan dibulatkan menjadi 47 cm.

4.4 Uji Normalitas Data

Uji normalitas data dilakukan untuk menentukan apakah sampel yang diambil berasal dari populasi yang memiliki distribusi normal (Jansen, 2020). Pada penelitian ini, digunakan metode Kolmogorov-Smirnov untuk menguji normalitas data. Hasil uji normalitas data dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Kolmogorov smirnov

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		45
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	1.61539013
Most Extreme Differences	Absolute	.077
	Positive	.077
	Negative	-.045
Test Statistic		.077
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		
c. Lilliefors Significance Correction.		
d. This is a lower bound of the true significance.		

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *kolmogorov-smirnov* diperoleh hasil 0.200. Dalam penelitian statistik, Batasan umum untuk tingkat signifikansi adalah 0.05. jika nilai signifikansi > 0.05 maka dapat disimpulkan

bahwa data tidak signifikan secara statistik dan dapat diterima sebagai data yang berdistribusi normal (Santoso, 2018).

Pada penelitian ini hasil uji normalitas data menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam penelitian ini memiliki distribusi normal. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sampel yang diambil berasal dari populasi yang memiliki distribusi normal. Hal ini penting untuk memastikan validitas penggunaan metode statistik yang bergantung pada asumsi distribusi normal, seperti uji parametrik.

Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, digunakan teknik analisis data yang melibatkan uji kecenderungan. Uji kecenderungan digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai variabel yang diteliti. Langkah-langkah yang dilakukan dalam uji kecenderungan adalah sebagai berikut:

Estimasi rata-rata: Langkah pertama dalam uji kecenderungan adalah menaksir rata-rata dari jumlah skor yang diperoleh. Estimasi ini dilakukan untuk memperoleh gambaran umum mengenai tingkat kecenderungan variabel yang diamati.

Perbandingan dengan skor ideal: Setelah rata-rata diestimasi, dilakukan perbandingan dengan skor ideal yang telah ditentukan sebelumnya. Skor ideal ini berfungsi sebagai acuan untuk menentukan sejauh mana variabel tersebut mengalami kecenderungan.

Kategorisasi interval skor : Selanjutnya, interval skor yang diperoleh dari estimasi rata-rata dikategorikan dalam interpretasi tertentu. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pemahaman terhadap kecenderungan variabel dan untuk mengidentifikasi pola atau tren yang ada.

Penggunaan uji kecenderungan dalam analisis data penelitian memiliki tujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai variabel yang diteliti. Dengan demikian, peneliti dapat memahami kecenderungan yang ada dan mengambil kesimpulan yang relevan berdasarkan interpretasi interval skor yang telah dikategorikan.

Interpretasi untuk klasifikasi skor tersebut adalah :

Tabel 4. Interpretasi skor

Kriteria Kecenderungan	Kategori
$X \geq M + 1,5 SD$	Sangat Baik
$M+0,5 SD \leq X < M+1,5 SD$	Baik
$M-0,5 SD \leq X < M+1,5 SD$	Cukup baik
$M-0,5 SD \leq X < M-1,5 SD$	Kurang baik
$X < M-1,5 SD$	Tidak baik

(Sumber : (Djemari, 2008))

Lalu untuk menentukan presentase perolehan skor menggunakan rumus:

$$P = \frac{fo}{N} \times 100\%$$

(Sumber : (Ari Rahayuningtyas, 2020))

Keterangan :

P = Persentase jawaban

Fo = jumlah skor yang muncul

N = jumlah skor total/skor ideal

Persentase hasil yang diperoleh kemudian diinterpretasikan melalui interval berikut:

81%-100% = Sangat tinggi

61%-80% = Tinggi

41%-60% = Cukup

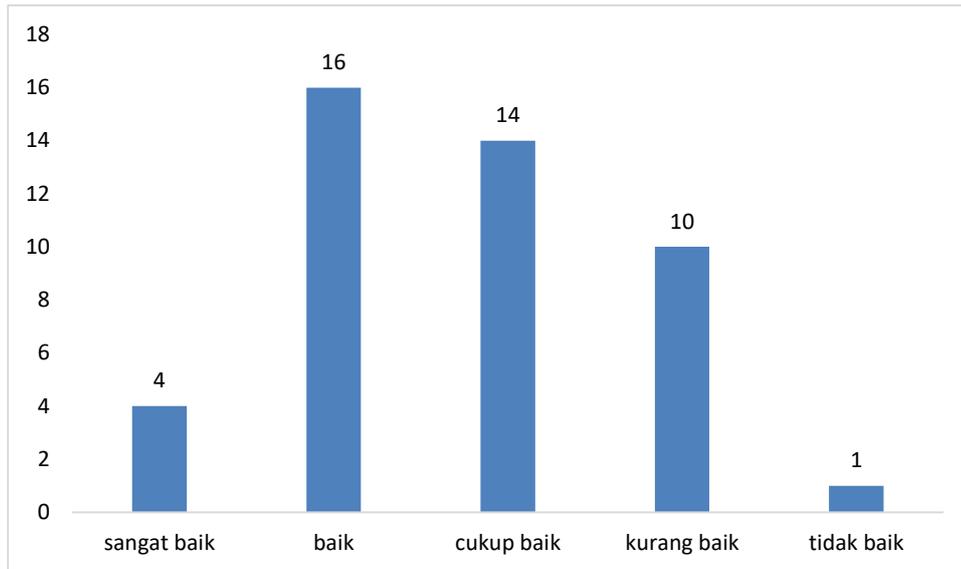
21%-40% = Rendah

0%-20% = Sangat rendah

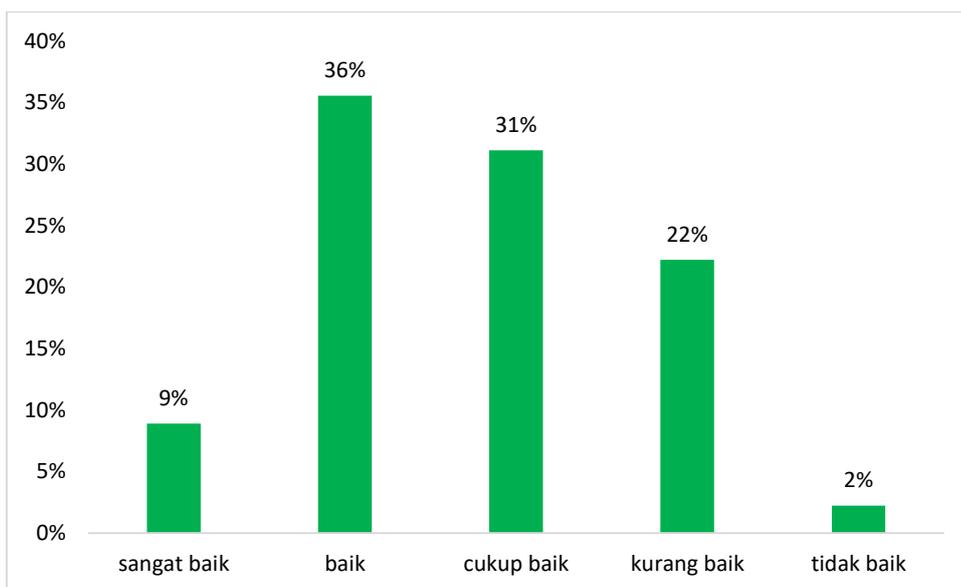
Adapun hasil dari analisis data dari uji kecenderungan adalah sebagai berikut:

a. Analisis Kemudahan

Untuk pengukuran analisis kemudahan dari mesin sortasi tomat berbasis Arduino ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 22. Analisis data Frekuensi Kemudahan Mesin sortasi tomat



Gambar 23. Analisis data persentase Kemudahan Mesin sortasi tomat

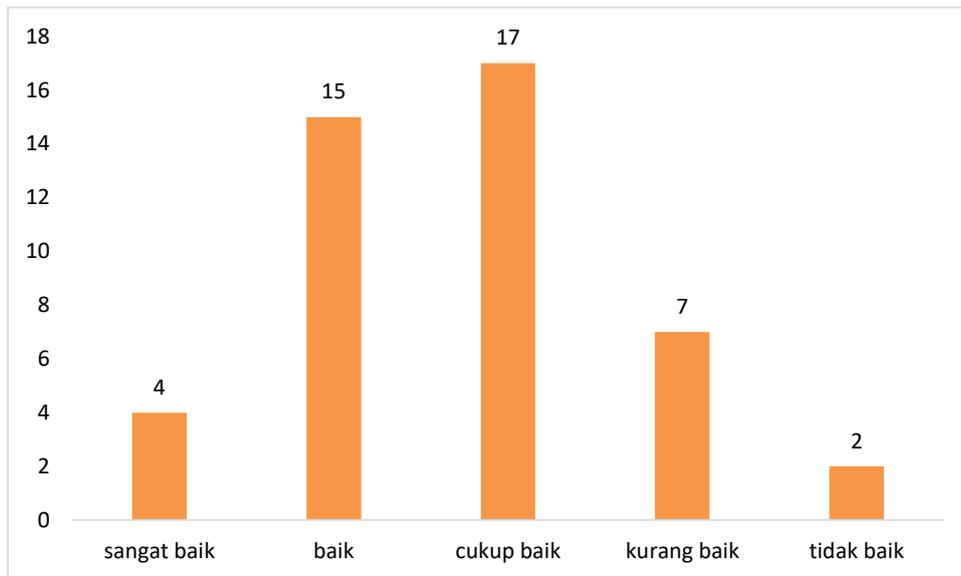
Berdasarkan Gambar 22 dan Gambar 23 di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa mesin sortasi tomat berbasis Arduino ini dapat dikategorikan sebagai mesin yang baik. Analisis dilakukan terhadap 45 responden, di mana terdapat berbagai tingkatan penilaian terhadap mesin tersebut. Sebanyak 16 responden (36%) mengategorikan mesin tersebut sebagai baik, sementara 4 responden (9%) menyatakan mesin tersebut sangat baik. Terdapat pula 14 responden (31%) yang

menyatakan mesin tersebut cukup baik. Namun, terdapat 10 responden (22%) yang menyatakan bahwa mesin tersebut kurang baik. Hanya 1 responden (2%) yang menyatakan bahwa mesin tersebut tidak baik.

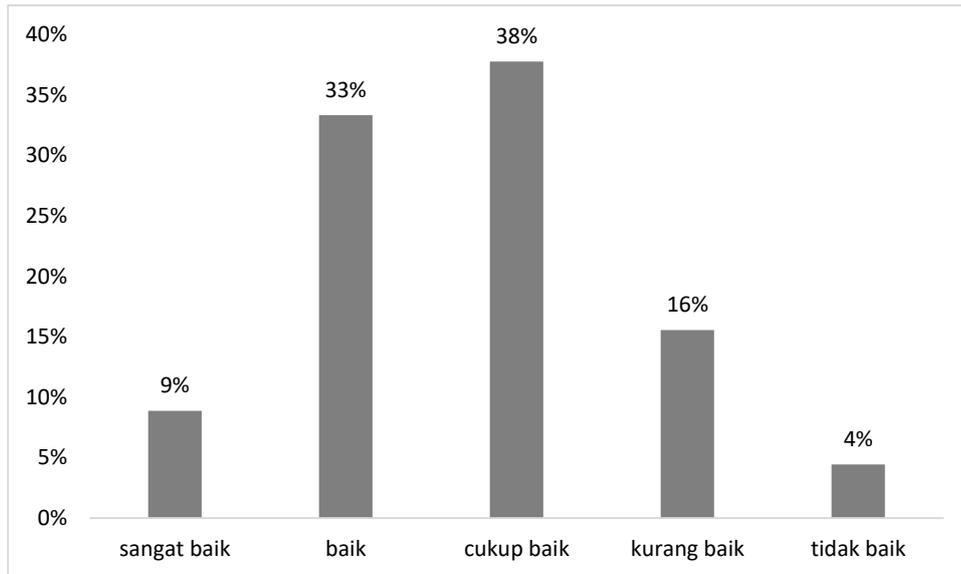
Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa mayoritas responden memberikan penilaian positif terhadap kemudahan mesin sortasi tomat berbasis Arduino. Meskipun terdapat beberapa responden yang memberikan penilaian yang kurang baik, namun proporsi responden dengan penilaian baik dan sangat baik lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa mesin tersebut cukup efektif dalam membantu proses sortasi tomat.

b. Analisis Keamanan

Pengukuran analisis keamanan penggunaan mesin sortasi tomat berbasis arduino ditunjukkan pada Gambar 24 dan Gambar 25.



Gambar 24. Analisis data Frekuensi keamanan Mesin sortasi tomat



Gambar 25. Analisis data persentase keamanan Mesin sortasi tomat

Berdasarkan data yang telah disajikan, terdapat beberapa kesimpulan mengenai keamanan mesin sortasi tomat berbasis Arduino dari 45 responden yang menjadi subjek penelitian. Rincian hasil penilaian adalah sebagai berikut:

1) Kategori sangat baik,

Kategori sangat baik sebanyak 4 responden (9%) memberikan penilaian tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa mesin sortasi tomat berbasis Arduino dinilai memiliki tingkat keamanan yang sangat tinggi, dengan respons positif yang signifikan dari responden.

2) Kategori baik

Kategori baik memperoleh 17 responden (15%) yang memberikan penilaian tersebut. Penilaian ini mengindikasikan bahwa mesin ini memenuhi standar keamanan yang diharapkan oleh sebagian besar responden, sehingga dianggap aman digunakan.

3) Kategori cukup baik,

Kategori cukup memperoleh 17 responden (38%) yang memberikan penilaian tersebut. Meskipun penilaian ini menunjukkan adanya beberapa aspek keamanan yang perlu diperhatikan lebih lanjut, secara umum mesin ini masih dianggap aman dalam penggunaannya.

4) Kategori kurang baik,

Kategori kurang baik memperoleh 7 responden (16%) memberikan penilaian tersebut. Penilaian ini mengindikasikan adanya kelemahan dalam aspek keamanan mesin yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan tingkat keamanannya.

5) Kategori tidak baik,

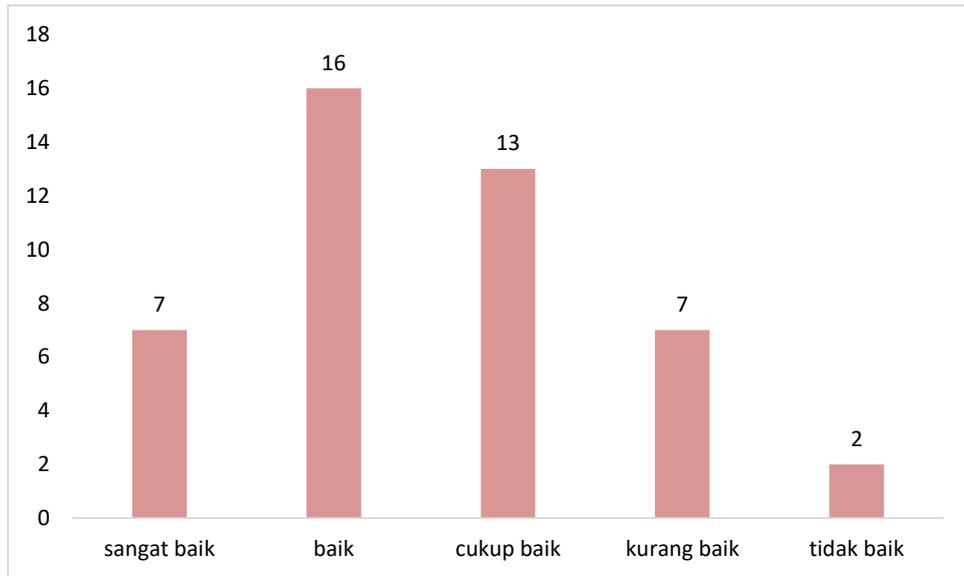
Kategori tidak baik terdapat 2 responden (4%) yang memberikan penilaian tersebut. Penilaian ini menunjukkan adanya masalah serius dalam aspek keamanan mesin yang perlu ditangani dan diperbaiki.

Berdasarkan hasil penilaian tersebut, dapat disimpulkan bahwa mesin sortasi tomat berbasis Arduino memiliki tingkat keamanan yang relatif baik, dengan mayoritas responden memberikan penilaian baik hingga cukup baik. Meskipun demikian, penilaian yang kurang baik dan tidak baik juga perlu menjadi perhatian serius dalam upaya meningkatkan keamanan mesin tersebut.

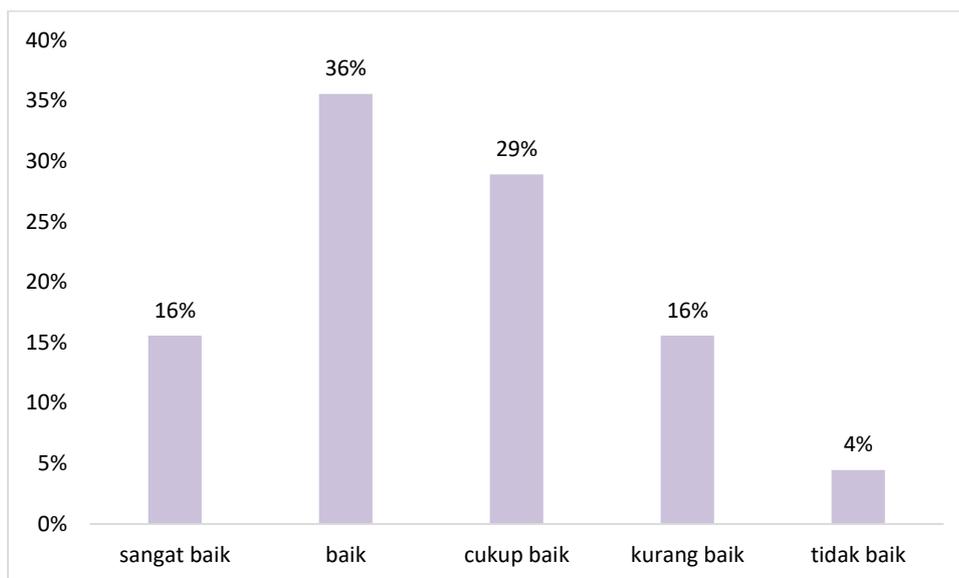
Berdasarkan data diatas untuk keamanan mesin sortasi tomat berbasis Arduino dari 45 responden ini didapatkan hasil 9% atau sejumlah 4 responden dikategorikan sangat baik, sedangkan untuk kategori baik mendapatkan hasil 15% atau sejumlah 17 responden, kategori cukup baik mendapatkan hasil 38% atau 17 responden, untuk kategori kurang baik mendapatkan hasil 16% atau 7 responden, kategori tidak baik didapatkan hasil 4% atau 2 responden.

c. Analisis Kenyamanan

Pengukuran kenyamanan dari penggunaan mesin sortasi tomat berbasis Arduino ditunjukkan pada Gambar 26 dan Gambar 27 berikut ini.



Gambar 26. Analisis data Frekuensi kenyamanan Mesin sortasi tomat



Gambar 27. Analisis data persentase kenyamanan Mesin sortasi tomat

Hasil penilaian mengenai kenyamanan mesin sortasi tomat berbasis Arduino menunjukkan adanya variasi dalam penilaian dari responden. Rincian hasil penilaian adalah sebagai berikut:

a) Kategori sangat baik

Pada kategori sangat baik, terdapat 7 responden (16%) yang memberikan penilaian tersebut. Penilaian ini menunjukkan bahwa mesin ini mampu memberikan tingkat kenyamanan yang tinggi bagi penggunanya.

b) Kategori baik

Pada kategori baik, terdapat 16 responden (36%) yang memberikan penilaian tersebut. Mesin sortasi ini dinilai mampu memberikan tingkat kenyamanan yang memadai bagi pengguna.

c) Kategori cukup baik

Pada kategori cukup baik, terdapat 13 responden (29%) yang memberikan penilaian tersebut. Mesin sortasi ini masih memenuhi standar kenyamanan yang diharapkan, namun terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan lebih lanjut untuk meningkatkan tingkat kenyamanan.

d) Kategori kurang baik

Pada kategori kurang baik, terdapat 7 responden (16%) yang memberikan penilaian tersebut. Dalam hal ini, perbaikan pada aspek keamanan menjadi perhatian penting untuk meningkatkan tingkat kenyamanan mesin ini.

e) Kategori tidak baik

Pada kategori tidak baik, terdapat 2 responden (4%) yang memberikan penilaian tersebut. Penilaian ini menunjukkan adanya masalah serius dalam aspek kenyamanan mesin yang perlu ditangani dan diperbaiki.

Berdasarkan hasil analisis uji kecenderungan dan referensi yang dikutip, mesin sortasi tomat berbasis Arduino dianggap aman dan nyaman untuk digunakan oleh pekerja. Namun, terdapat beberapa saran dan masukan dari responden yang perlu diperhatikan untuk perbaikan mesin ini ke depan.

Berdasarkan saran dan masukan dari responden, terdapat beberapa hal yang disampaikan untuk perbaikan mesin sortasi tomat ke depan. Pertama, perlu dilakukan peningkatan pada aspek keamanan mesin. Hal ini sejalan dengan saran yang diungkapkan oleh responden bahwa mesin perlu memiliki fitur keamanan yang lebih baik untuk melindungi pengguna dan mencegah kemungkinan kecelakaan kerja. Selain itu, perbaikan pada sensor berat dan sensor warna juga menjadi fokus perhatian. Responden mencatat bahwa sensor-sensor ini seringkali tidak berfungsi dengan baik, yang

mengakibatkan hasil penyortiran yang tidak presisi. Oleh karena itu, diperlukan pemeliharaan rutin dan kalibrasi sensor secara berkala untuk memastikan kinerjanya yang optimal.

Pemilihan bahan dan finishing mesin sortasi juga menjadi hal yang perlu diperhatikan. Responden mencatat bahwa beberapa bagian mesin yang terbuat dari bahan yang tidak sesuai dapat merusak tomat atau mengurangi kualitas hasil sortasi. Oleh karena itu, pemilihan bahan yang tahan terhadap korosi dan memiliki kelembutan yang sesuai perlu diperhatikan agar mesin dapat berfungsi dengan baik dan menjaga kualitas produk. Terakhir, pengaturan kecepatan pada conveyor perlu disesuaikan dengan jumlah benda uji yang akan disortir. Responden mencatat bahwa pengaturan kecepatan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses penyortiran.

Dengan memperhatikan saran-saran dan masukan dari responden, perbaikan-perbaikan tersebut dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan performa mesin sortasi tomat berbasis Arduino ke depan. Hal ini akan membantu meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kualitas hasil sortasi tomat. Perbaikan dan pengembangan yang terus-menerus akan memastikan bahwa mesin ini tetap relevan dan dapat memenuhi kebutuhan industri yang terus berkembang.