

MESIN PEMBUAT POPCORN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNTUK PENGUNAAN RUMAH TANGGA

Yessica Greselda¹, Dhika Aditya Purnomo², Bayu Wiro Karuniawan¹

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan
Negeri Surabaya

Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

E-mail: yessicagreselda@gmail.com¹, adityadhika@ppns.ac.id², bayuwiro@ppns.ac.id¹

ABSTRAK

Indonesia, sebagai negara agraris, banyak menghasilkan jagung sebagai komoditas pertanian utama. Jagung yang kaya akan karbohidrat menjadi bahan utama berbagai produk pangan. Popcorn, alternatif camilan sehat yang berasal dari biji jagung, secara tradisional dibuat secara manual dengan cara memecahkan jagung dan menambahkan perasa. Metode konvensional melibatkan penekanan tombol secara manual untuk mengeluarkan dan memberi rasa jagung. Memperkenalkan inovasi baru, penelitian ini berfokus pada pengembangan mesin popcorn skala rumah tangga berbasis teknologi Arduino. Proses desain mengikuti metode Ulrich, meliputi identifikasi kebutuhan mesin, pemilihan konsep, dan realisasi desain. Perencanaan dan perhitungan merupakan bagian integral dari fase desain mesin, yang bertujuan untuk menyederhanakan dan mengoptimalkan proses pembuatan popcorn secara efisien dan ergonomis. Memanfaatkan perangkat lunak Fusion 360, komponen pengaduk pada mesin dianalisis, dan gambar teknis dibuat. Mesin tersebut menjalani pengujian, dan berdasarkan metodologi perancangan Ulrich, konsep desain yang dipilih adalah Konsep 2. Pengujian mesin popcorn skala rumah tangga berbasis Arduino menunjukkan kemampuannya untuk mengotomatisasi proses pembuatan popcorn dengan sekali tekan tombol, menghasilkan 2,45 kg/jam. Total anggaran yang dibutuhkan untuk proyek ini adalah Rp. 3.104.500,-.

Kata Kunci: Arduino, Desain mesin, Mesin Popcorn, Metode Ulrich, Popcorn

ABSTRACT

Indonesia, as an agrarian country, prominently produces corn as a major agricultural commodity. Corn, rich in carbohydrates, serves as the primary ingredient for various food products. Popcorn, a healthy snack alternative derived from corn kernels, is traditionally prepared manually by popping the corn and adding flavorings. The conventional method involves the manual pressing of buttons for corn dispensing and flavoring. Introducing a novel innovation, this study focuses on the development of a household-scale popcorn machine based on Arduino technology. The design process follows the Ulrich method, encompassing the identification of machine requirements, concept selection, and design realization. Planning and calculations are integral to the machine design phase, aiming to simplify and optimize the popcorn-making process efficiently and ergonomically. Utilizing Fusion 360 software, the stirring component of the machine is analyzed, and technical drawings are produced. The machine undergoes testing, and based on Ulrich's design methodology, the selected design concept is Concept 2. Testing the Arduino-based household-scale popcorn machine demonstrates its capability to automate the popcorn-making process with a single button press, yielding 2.45 kg/hour. The total budget required for this project is Rp. 3,104,500,-.

Keyword : Arduino, Machine design, Popcorn Machine, Popcorn, Ulrich Method

1. PENDAHULUAN

Dalam era industri saat ini, terutama di sektor makanan, kemajuan teknologi berkembang pesat dan memenuhi berbagai kebutuhan manusia. Tidak hanya mengedepankan kemajuan teknologi, aspek-aspek seperti ergonomis dan efisiensi ruang juga menjadi fokus utama, terutama dalam mesin-mesin yang dirancang untuk digunakan dalam lingkup rumah tangga.

Salah satu komoditas yang memiliki peran strategis dalam pembangunan sektor pertanian dan ekonomi di Indonesia adalah jagung. Komoditas ini memiliki berbagai kegunaan, baik sebagai sumber pangan maupun pakan. Dalam lima tahun terakhir (2018-2023), penggunaan jagung sebagai pakan mencapai 50% dari total kebutuhan, sementara kebutuhan jagung untuk industri pakan, makanan, dan minuman terus meningkat sekitar 10-15% setiap

tahunnya. Produksi jagung memiliki dampak signifikan terhadap kinerja industri peternakan, yang merupakan sumber utama protein bagi masyarakat.

Diversifikasi makanan olahan berbasis jagung telah meningkat seiring dengan keunggulan komposisi nutrisi jagung yang bermanfaat bagi kesehatan. Popcorn, sebagai opsi makanan ringan sehat, menawarkan alternatif yang positif di tengah maraknya makanan ringan dengan kandungan bahan pengawet yang potensial merugikan kesehatan. Jagung, kaya akan karbohidrat dan gizi, membuat popcorn menjadi cemilan yang dapat masuk dalam kategori diet, bebas kolesterol, dan rendah gula. Keberlanjutan tren konsumen yang semakin sadar akan kesehatan membuat popcorn menjadi pilihan yang tepat.

Proses pembuatan popcorn dapat dilakukan secara manual menggunakan kompor atau menggunakan mesin. Dalam proses manual dengan kompor, penuangan jagung dan penambahan perasa dilakukan secara manual. Sebaliknya, mesin pembuat popcorn dirancang untuk memudahkan proses dengan cukup menekan tombol, sehingga popcorn siap dinikmati. Mesin ini, dengan kapasitas memasak skala rumah tangga, bertujuan memberikan kemudahan kepada pengguna untuk membuat popcorn sendiri tanpa harus membeli di bioskop atau minimarket.

Mesin ini menggunakan sistem pemanas yang telah dirancang sesuai dengan desain untuk memasak biji jagung mentah. Dengan pilihan rasa original dan manis, mesin ini dilengkapi tombol untuk penambahan perasa otomatis yang dicampur secara merata dengan bantuan mixer. Hasilnya, popcorn matang akan jatuh ke dalam bak penampung dan dapat dipindahkan ke wadah yang lebih kecil untuk kenyamanan saat dinikmati. Desain ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, praktisitas, dan menjaga ke higienisan produk dalam proses pembuatan popcorn.

2. PEMBAHASAN

Pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini mengadopsi metode Ulrich. Metode ini melibatkan pembuatan daftar kebutuhan sebagai langkah awal, kemudian dilanjutkan dengan perumusan 3 konsep desain yang akan melalui proses penyaringan hingga ditemukan satu konsep yang memenuhi kriteria yang diinginkan.

2.1 Penyusunan Daftar Kebutuhan

Tabel 1. Daftar kebutuhan

DAFTAR KEBUTUHAN		
S/H	Aspek	Penanggung Jawab
S H	Model (Fungsi) a. Model fleksibel dan tidak terlalu rumit b. Model yang praktis dan lebih efisien	Tim Desain dan Manufaktur

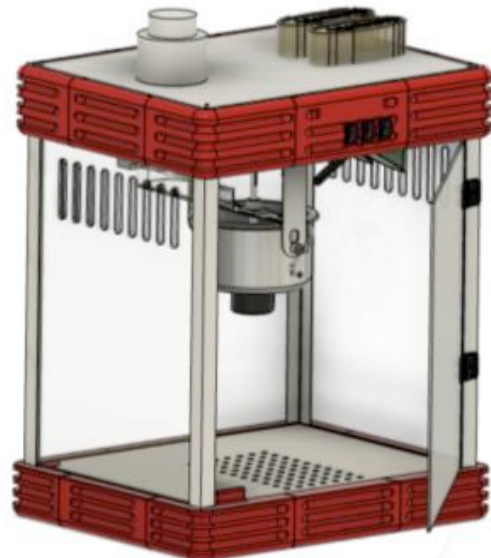
S S S	Manufaktur a. Dapat di rakit b. Dapat di manufaktur c. Bahan mudah didapat dan di rakit	Tim Desain dan Manufaktur
H S	Perawatan/Pemeliharaan a. Jika ada kerusakan mudah diperbaiki b. Mudah dibersihkan	Tim Desain dan Manufaktur
H H	Biaya a. Biaya produksi dalam batas wajar. b. Harga jual terjangkau oleh masyarakat umum.	Tim Desain dan Manufaktur
S	Pengoperasian Mesin a. Mudah digunakan	Tim Desain dan Manufaktur

Keterangan :

S = syarat

H = harapan

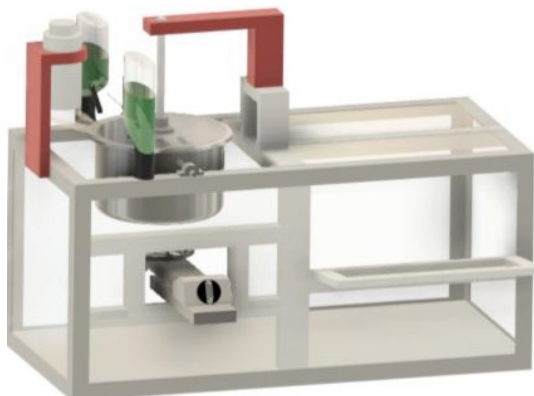
2.2 Pembuatan Konsep Desain



Gambar 1. Konsep Desain 1 Mesin Pembuat Popcorn Otomatis Berbasis Arduino



Gambar 2. Konsep Desain 2 Mesin Pembuat Popcorn Otomatis Berbasis Arduino



Gambar 3. Konsep Desain 3 Mesin Pembuat Popcorn Otomatis Berbasis Arduino

2.3 Pemilihan Konsep

Beberapa jenis kriteria penilaian yang digunakan dalam tugas akhir ini akan diuraikan berdasarkan .

1. Operasional
2. Dimensi
3. Manufaktur
4. Perawatan
5. Biaya.

2.4 Penetapan Desain Terpilih

Tabel 2. Matriks penilaian konsep

Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep Produk dan Referensi							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Referensi	
		Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot
Operasional	10%	3	0,30	4	0,40	3	0,30	3	0,30
Dimensi	20%	4	0,80	4	0,80	4	0,80	3	0,60
Manufaktur	20%	3	0,60	4	0,80	4	0,80	3	0,60
Perawatan	20%	4	0,80	4	0,80	3	0,60	3	0,60
Harga	30%	2	0,60	5	1,50	3	0,90	3	0,90
Nilai Absolut		16	3,10	21	4,30	17	3,60	15	3,00
Nilai Relatif (%)		23,18	22,14	30,43	30,71	24,63	25,71	21,73	21,42

Berdasarkan informasi yang tertera pada Tabel 2. di atas, konsep desain yang dipilih adalah konsep desain 1. Konsep ini meraih nilai relatif sebesar 30,43% untuk rate dan 30,71% untuk skor bobot.

2.5 Perhitungan Elemen Mesin

Perhitungan Daya Motor

1. Menghitung gaya yang diperlukan

$$F = \text{massa total} \times \text{gravitasi}$$

$$F = (0,9859 + 0,0768) \times 9,81$$

$$F = 10,425 \text{ N}$$

2. Menghitung torsi

$$T = F \times l$$

$$T = 10,72 \text{ N} \times 0,08 \text{ m}$$

$$T = 0,85 \text{ N}$$

3. Untuk menghitung daya nominal, maka harus didapatkan nilai kecepatan dahulu, dengan putaran 15 rpm berdasarkan dari spesifikasi motor AC. Berikut persamaan untuk mencari kecepatan sudut.

$$\omega \square \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$\omega \square \frac{2\pi \times 15}{60}$$

$$\omega \square 1,57 \text{ rad / sec}$$

4. Menghitung daya nominal

$$P_{\text{nominal}} = T \times \omega$$

$$P_{\text{nominal}} = 0,85 \text{ Nm} \times 1,57 \text{ rad/sec}$$

$$P_{\text{nominal}} = 1,3345 \text{ watt}$$

5. Perencanaan daya motor dan factor koreksi

$$P_{\text{motor}} = F_c \times P_{\text{nominal}}$$

$$P_{\text{motor}} = 1,2 \times 1,3345$$

$$P_{\text{motor}} = 1,6014 \text{ watt}$$

Jika kita melihat hasil perhitungan di atas, sistem penggerak utama dari mesin ini direncanakan menggunakan motor AC dengan daya sekitar 1,6014 watt, dan motor ini akan menghasilkan putaran sekitar 15 rpm.

Perhitungan Elemen Pemanas

1. Elemen Pemanas Spiral

- a. Menghitung daya pada elemen pemanas

$$P = V \cdot I$$

$$I \square \frac{P}{V}$$

$$I \square \frac{1800}{230}$$

$$I = 7,82 \text{ Ampere}$$

- b. Menghitung besar energi listrik

$$W = V \cdot I \cdot t$$

$$W = 230 \cdot 7,82 \cdot (413,5 \text{ detik})$$

$$W = 743721,1 \text{ watt}$$

2. Elemen Pemanas Tubural Model U

a. Menghitung daya pada elemen pemanas

$$P = V \cdot I$$

$$I \square \frac{P}{V}$$

$$I \square \frac{1000}{220}$$

$$I = 4,54 \text{ Ampere}$$

b. Menghitung besar energi listrik

$$W = V \cdot I \cdot t$$

$$W = 220 \cdot 4,54 \cdot (60 \text{ detik})$$

$$W = 60000 \text{ watt}$$

2.6 Analisa Software dan Mekanisme

1. Static Stress



Gambar 4 Static Stress Konsep Desain Mesin Terpilih

Dalam analisis tegangan statis menggunakan perangkat lunak Fusion 360, ditemukan bahwa nilai faktor keamanan (safety factor) minimal adalah 15. Hal ini menunjukkan bahwa pengaduk masih aman untuk digunakan ketika terkena gaya sebesar 0,29 N, sesuai dengan rentang faktor keamanan yang ditetapkan, yaitu 1,3-1,5.

2. Mekanisme

Dalam desain mesin pembuat popcorn dengan perasa skala rumah tangga berbasis Arduino, terdapat langkah-langkah mekanisme dalam proses pembuatan popcorn. Proses ini diawali dengan menekan tombol switch pada perasa nomor 1. Secara otomatis, biji jagung, minyak, dan perasa pertama akan menuang ke dalam panci, dan pengaduk akan berputar secara otomatis. Setelah itu, panci ditutup, dan seluruh bahan akan dimasak hingga biji jagung berubah menjadi popcorn selama 6 menit. Setelah 6 menit, pemanas akan mati secara otomatis.

Ketika popcorn sudah matang, popcorn akan dituang keluar dari wadah yang dapat diputar 90 derajat secara manual menggunakan mekanisme pemutar yang telah disediakan. Proses untuk penambahan perasa kedua sama dengan langkah-langkah pada proses pertama, hanya perasannya yang berbeda.

Dibawah mesin terdapat saringan untuk menangkap biji jagung yang tidak berubah menjadi popcorn, sehingga biji jagung tersebut akan jatuh ke wadah dan berkumpul melalui saringan. Setelah biji jagung yang tidak berubah telah terkumpul, wadah dapat ditarik keluar. Untuk mengambil popcorn yang telah jadi, terdapat pintu yang dapat dibuka untuk mengambilnya.

2.7 Proses Fabrikasi dan Perakitan

1. Alat yang Digunakan dalam Proses Fabrikasi

- Penggaris dan Meteran
- Jangka sorong
- Mesin Router
- Mesin Bending
- Mesin Bor
- Mesin Gerinda
- Mesin Laser Cutting
- Mesin Las

2. Tahap Pembuatan Rangka Mesin

Memotong Profil Siku 35 x 35 x 1,2 mm

Merakit Profil Siku 35 x 35 x 1,2 mm

3. Tahap Pembuatan Cover Atas

Menggambar pola 2D cover atas yang selanjutnya diproses menggunakan mesin laser cutting untuk pemotongan.

4. Tahap Pembuatan Holder Panci

Menggambar pola 2D holder panci yang selanjutnya diolah dengan mesin Laser cutting.

5. Tahap Pembuatan Penutup Panci

Menggambar pola 2D penutup panci yang selanjutnya diproses dengan mesin Laser cutting, dengan bagian tengah ditekuk menggunakan mesin bending.

6. Tahap Pembuatan Pintu Akrilik

Menggambar pola 2D pintu akrilik yang selanjutnya diolah dengan mesin Laser cutting.

7. Tahap Pembuatan Pintu Pembuka Bawah

Menggambar pola 2D pintu pembuka bawah yang selanjutnya diolah dengan mesin Laser cutting, dengan bagian samping ditekuk menggunakan mesin bending.

8. Tahap Pembuatan Hopper Jagung

Menggambar pola 3D hopper jagung yang selanjutnya diolah dengan mesin Laser cutting.

9. Tahap Pembuatan Plat Penyaring Jagung

Menggambar pola 2D plat penyaring jagung yang selanjutnya diolah dengan mesin Laser cutting.

10. Tahap Pembuatan Cover Bawah

Menggambar pola 2D cover bawah yang selanjutnya diolah dengan mesin Laser cutting, dengan bagian samping ditekuk menggunakan mesin bending.

11. Tahap Pembuatan Wadah Jagung Gagal

Menggambar pola 2D wadah jagung gagal yang selanjutnya diolah dengan mesin Laser cutting, dengan bagian samping ditekuk menggunakan mesin bending.

12. Tahap Pembuatan Cover Kaca

Proses pembuatan cover kaca berfungsi sebagai perlindungan untuk mesin pembuat popcorn. Material yang digunakan adalah kaca dengan ketebalan 5 mm. Proses pembentukan kaca dilakukan melalui pemotongan menggunakan pisau kaca.

13. Tahap Perakitan (Assembly)

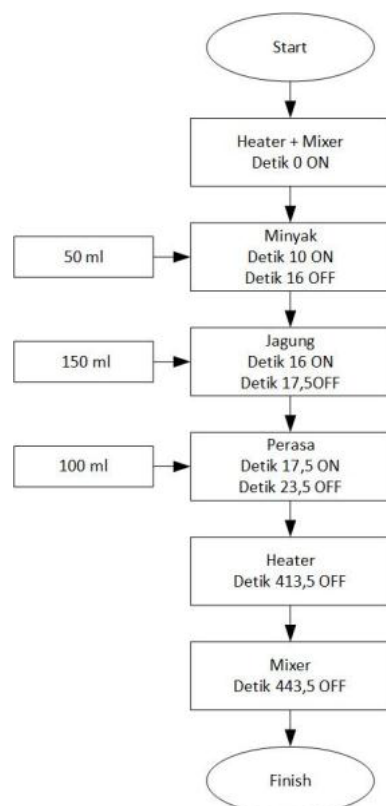
Tahap perakitan melibatkan pemasangan atau penyatuan komponen-komponen mesin yang telah dibuat sebelumnya menjadi sebuah sistem sesuai dengan desain awal.

14. Tahap Finishing dan Pengecatan

Tahap Finishing bertujuan untuk memperbaiki dan memperhalus bagian mesin yang mungkin kurang rapi dari segi bentuk. Pada tahap ini, dilakukan penggerindaan pada bagian yang membutuhkan perbaikan bentuk tampilan mesin. Setelah tahap penggerindaan selesai, langkah berikutnya adalah pengecatan. Tujuan dari pengecatan ini adalah untuk meningkatkan estetika tampilan mesin dan melindungi bagian mesin yang rentan terhadap korosi.

2.8 Pemrograman Arduino

Dalam tahap pemrograman Arduino, diperlukan waktu untuk mengelola dan memantau secara terus-menerus seluruh proses dari awal hingga akhir melalui sistem Arduino.



Gambar 5. Pemrograman Arduino

2.9 Hasil Pengujian Mesin

1. Evaluasi Kegagalan Pada Biji Jagung

Dari langkah-langkah pembuatan popcorn, terjadi beberapa biji jagung yang tidak berhasil meletup, atau disebut sebagai jagung yang mengalami kegagalan. Standar yang ditetapkan adalah tidak melebihi 5% dari berat total jagung yang dituang, yang setara dengan 150 gram. Hasil uji mencatat sebanyak 7,5 gram jagung yang tidak meletup. Pada pengujian berikutnya, hasilnya sebesar 4,5 gram. Meskipun melebihi sedikit dari standar yang ditentukan, namun masih dapat dianggap aman karena jumlahnya hanya sekitar 3% dari batas maksimum yang ditetapkan.

2. Penilaian Keseragaman Rasa

Dalam proses produksi popcorn, uji keseragaman rasa dilakukan secara visual. Penilaian mencakup warna dan rasa popcorn. Dari total sampel sebanyak 250 gram popcorn, 10 biji diambil sebagai contoh. Dari sampel tersebut, 8 biji popcorn menunjukkan rasa yang merata dan manis, sedangkan 2 biji popcorn memiliki rasa yang kurang merata dengan warna yang belum sepenuhnya merata.

Berikut hasil pengujian pembuatan popcorn dengan perasa dibawah ini

Tabel 3 Hasil Pengujian Mesin Pembuat Popcorn

Percobaan	Waktu	Berat Popcorn	Volume
1	6 Menit	250 g	1 L
2	6 Menit	240 g	1 L
Rata-rata		245 g	1 L

Dari hasil percobaan diatas maka kapasitas dari mesin pembuat popcorn dengan perasa skala rumah tangga berbasis Arduino adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= w/t \\
 &= 245 \text{ g} / 6 \text{ menit} \\
 Q \text{ per jam} &= 245 \text{ g} \times 10 \\
 &= 2450 \text{ g} = 2,45 \text{ Kg/ jam}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan evaluasi yang dilakukan, hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin pembuat popcorn dengan skala rumah tangga berbasis Arduino mampu memproduksi popcorn seberat 2,45 kilogram dalam waktu satu jam.

2.10 Perhitungan Biaya

Total biaya merujuk pada jumlah seluruh pengeluaran yang terjadi dalam proses perancangan dan pembuatan mesin pembuat popcorn, yang mencakup biaya bahan baku, biaya pembelian komponen, dan biaya produksi.

Rumus total biaya adalah: Biaya total = Biaya bahan baku + Biaya pembelian komponen + Biaya produksi = Rp. 627.500,- + Rp. 1.801.000,- + Rp. 676.000 = Rp. 3.104.500,-.

Dengan demikian, biaya keseluruhan untuk perancangan dan pembuatan mesin pembuat popcorn dengan perasa skala rumah tangga berbasis Arduino adalah sebesar Rp. 3.104.500,-.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diambil beberapa kesimpulan penting sebagai berikut:

1. Rancangan mesin pembuat popcorn berbasis Arduino dengan skala rumah tangga, berdasarkan analisis metode Ulrich, memiliki spesifikasi yang memungkinkannya untuk memproduksi popcorn secara otomatis. Proses ini mencakup langkah-langkah seperti penyaluran minyak, biji jagung, penambahan perasa, pengaktifan heater, dan pengoperasian mixer, yang semuanya dikendalikan secara otomatis melalui sistem Arduino.
2. Pengujian performa mesin pembuat popcorn dengan skala rumah tangga berbasis Arduino, yang mengacu pada konsep desain 2, menunjukkan bahwa mesin mampu menghasilkan 0,245 kg popcorn dalam waktu 6 menit atau 2,45 kg dalam satu jam.
3. Harga pokok produksi dihitung dari biaya bahan baku, biaya pembelian komponen, dan biaya pembuatan. Biaya bahan baku untuk pembuatan mesin ini adalah Rp. 627.500,-. Biaya pembelian komponen sekitar Rp. 1.801.000,-. Sementara biaya pembuatan komponen mencapai Rp. 676.000,-. Dengan demikian, total biaya produksi mesin ini mencapai Rp. 3.104.500,-.

PUSTAKA

- Ayu, G. V. P. P., & Setyani, T. (2022). Kontroler pada SCADA untuk prototipe sistem pemasak dan pengemasan popcorn. Tugas Akhir. Sleman: Universitas Sanatha Dharma
- Batan, I. (2012). Desain Produk. Surabaya: Inti Karya Guna.
- Djuandi, F. (2011). Pengenalan Arduino. Jakarta: Penerbit Elexmedia
- Ernanda, Y., Effiandi, N., & Safril. (2017). Rancang Bangun Mesin Pembuat Berondong Jagung (Popcorn). Tugas Akhir. Padang: Politeknik Negeri Padang
- Nurazizah, E., Ramdhani, M., & Rizal, A. (2017) Design Digital Thermometer Based On Sensor DS18B20 For Blind People. E-Proceeding of Engineering, vol. 4, No.3, p. 8, 2017.
- Faradisa, S., Purnomo, J., & Anjelina, M. H. (2017). Peningkatan Kualitas dan Kuantitas Produksi Popcorn melalui Rancang Bangun mesin pembuat popcorn otomatis. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- Hallauer, A. R. (2001). Specialty Corns (2nd ed.). Boca Raton, Florida: CRC Press
- Horngren, C. T. (2008). Akutansi Biaya (7 ed.). Jakarta: PT INDEKS Kelompok GRAMEDIA
- Holman, J. P. (1986). Heat Transfer, sixth edition, New York: McGraw Hill, Ltd.
- Stolk, Jac. Dan Kross, C.(1993) . Elemen Mesin Konstruksi Bangunan Mesin. Jakarta: Erlangga
- Lusas, E.W., & Rooney, L.W. (2001). Snack Foods Processing. Boca Raton, Florida: CRC press
- Matlab. (1997). Control Tutorial for MATLAB. Diakses dari.URL:<https://ch.mathworks.com/products/matlab.html?stid=hpproductsmatlab>
- Mulyadi. (2001). Sistem Akuntansi Edisi Tiga. Jakarta : Salemba Empat
- Nugraha, E. D. (2014). Pengertian Gambar Teknik dan Alat Gambarnya . Palembang: Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Obot, O. W., Osueke, G. O., Akpan, E. E., & Ajayi, M. A. (2017). Design And Fabrication of Popcorn Machine, Using Local Raw Materials For Higher Productivity. Abuja, Nigeria: Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST) Vol. 4 Issue 7
- Qtussama. (2012). Materi ajar kelas X Teknik Kendaraan Ringan semester genap tahun pelajaran 2011/2012 SMKN 1 Rembang. Diakses dari URL:<http://anatora-anatora>.
- Roza, A., Pramana, R., & Nusyirwan, D. (2013). Perancangan Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Zig Bee Pro Berbasis Arduino Uno ATmega328p. Riau: Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Rooney, L.W., & Sarvidar, S. (1987). Food Uses of Whole Corn and Dry Mined Fractions dalam Watson, Corn and Chemistry Technology. America: American Assosiation of Cereal Chemistry, Inc. St, Paul. Minnesota. USA.
- Sularso, K. S. (2004). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradya Paramita.
- Sulistiyanto, A., R, Mislaini, & Chatib, O. C. (2018). Modifikasi Alat Pembuat Berondong Jagung (Popcorn) dengan Menggunakan Motor Listrik Untuk Industri Rumah Tangga. Tugas Akhir. Padang: Universitas Andalas.
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2001). Product Design and Development. Singapore: Mc Grawhill.
- Utomo, J. (2016). Rancang Bangun Pengendali Dan Monitoring Motor Dc Menggunakan Komputer Berbasis Mikrokontroler. Bandar Lampung: Universitas Lampung.