

PERANCANGAN OVEN DENGAN KONSTRUKSI CONVEYOR BERTINGKAT PADA MESIN PRODUKSI WINGKO BABAT

Perwita Kurniawan^{1*}, Kristophorus Galih P.², Samuel Buyung Wijaya³, Muhammad Raffi Kurnia⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: perwita.kurniawan@atmi.ac.id

Abstrak

Wingko babat, merupakan salah satu jenis makanan tradisional yang berasal dari daerah Babat, Jawa Timur. Wingko babat juga berkembang dengan pesat di kota lain, seperti Semarang dan Lamongan. Proses pembuatan wingko babat memiliki empat proses utama, yaitu proses mengaduk adonan, mencetak adonan, memanggang adonan dan pengemasan. Proses memanggang (memanaskan) adalah proses paling penting dalam memasak, maka diperlukan pengembangan sebuah alat bantu memasak yang mampu memenuhi permintaan wingko babat yang terus meningkat. Proses perancangan alat bantu memasak menggunakan metode morfologi yang terdiri dari berapa konsep mesin yang dinilai. Nilai tertinggi dari konsep tersebut akan menjadi konsep yang diterapkan. Konsep dinilai berdasarkan kebutuhan yang paling penting, yaitu ukuran mesin yang ringkas, efisien, dan kontinuitas proses. Proses perancangan dengan metode morfologi menghasilkan sebuah desain oven dengan konstruksi conveyor bertingkat dan sistem pemanasan dengan heater dari energi listrik yang disemburkan dengan blower.

Kata kunci: *force convection oven, multi-layer conveyor, wingko babat.*

1. PENDAHULUAN

Wingko babat, merupakan salah satu jenis makanan tradisional yang berasal dari daerah Babat, Jawa Timur. Wingko babat adalah makanan semi basah yang terbuat dari tepung ketan yang dicampur dengan parutan kelapa muda kemudian ditambahkan gula pasir. Adonan wingko babat direkatkan dengan santan atau air biasa. Makanan ini umumnya sangat digemari oleh semua kalangan masyarakat, karena memiliki cita rasa dan tekstur yang khas. Kombinasi gula dan kelapa serta adanya varian rasa buah, menjadikan kue ini nikmat. Sehingga juga berkembang dengan pesat di kota Semarang dan Lamongan. Wingko babat dijual dalam bentuk bundar, kotak atau bentuk lain yang bervariasi dan dibungkus dengan kertas. Wingko babat biasanya dikonsumsi sebagai hidangan selingan, atau snack.

Proses pembuatan wingko babat sederhana, terdiri dari mengaduk adonan, mencetak adonan dan memanggang adonan. Proses memanggang (memanaskan) adalah proses paling penting dalam memasak, karena dalam proses ini terjadi perubahan bentuk, rasa, dan warna (Ariyanty, 2016). Desain oven menjadi kunci kualitas dari wingko babat. Oven yang beredar di pasaran saat ini memiliki keterbatasan dalam *after process*-nya, yaitu operator harus mengeluarkan secara manual wingko babat dari dalam oven, sehingga kapasitas produksi tidak optimal. Proses pengeluaran manual oleh operator membuat kebersihan makanan kurang terjamin (Arief dkk, 2015). Peralatan yang umum di gunakan pada industri wingko tidak dapat mencakup industri yang lebih luas, sehingga teknologi terbaru digunakan untuk mengatasi kendala tersebut dapat teratasi, dan meningkatkan pendapatan UKM (Buchori dkk, 2016).

Penerapan *built-in conveyor* untuk meningkatkan kecepatan produksi suatu produk masakan sudah dilakukan oleh produsen oven, namun pemanggangan produk dalam waktu yang cukup lama masih menjadi kendala. Pilihan untuk menambah ukuran panjang oven atau meningkatkan suhu pemanggangan tidak efektif, sehingga perlu dirancang sebuah desain oven yang lebih efektif bagi UKM.



Gambar 1. Batasan Masalah

1.1. Spesifikasi *Input*

Input dari *baking unit* di mesin produksi wingko babat adalah adonan yang sudah dibentuk, dengan ukuran diameter $\pm 60\text{mm}$ dengan ketebalan $\pm 10\text{mm}$. Adonan yang masuk ke dalam *baking unit* berjumlah lima setiap *batch*-nya.



Gambar 2. Wingko babat siap panggang

1.2. Spesifikasi *Output*

Output dari *baking unit* di mesin produksi wingko babat adalah adonan yang telah matang yang siap dikemas. Adonan yang telah matang berwarna kuning kecokelat-cokelatan.



Gambar 3. Wingko babat yang siap dikemas

1.3. Batasan Proses

Mesin produksi wingko babat memiliki batasan-batasan proses yang mampu dilakukan. Batasan-batasan tersebut dibuat dengan mempertimbangkan kerumitan mesin dan kebutuhan *customer*. Batasan-batasan proses tersebut adalah:

- Proses pengemasan lebih lanjut dilakukan oleh operator
- Takaran adonan diatur oleh operator
- Proses inspeksi dan kebersihan mesin dilakukan oleh operator
- Operator tidak perlu men-*setting* suhu yang diperlukan.

2. METODOLOGI

Proses perancangan *baking unit* pada mesin produksi wingko babat membutuhkan beberapa peralatan yang berfungsi untuk membantu melancarkan proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam proses perancangan *baking unit* dari mesin produksi wingko babat adalah sebagai berikut :

a. Komputer

Proses perancangan yang dilakukan membutuhkan laptop/PC dengan jenis *processor Intel(R) Core(TM) i5-7200 CPU @2.50GHz (4 CPUs)* dan minimal RAM kapasitas 4 GB.

b. Perangkat Lunak

Proses perancangan *baking unit* pada mesin produksi wingko babat membutuhkan beberapa perangkat lunak diantaranya adalah *AutoCAD 2017* sebagai perangkat lunak untuk menyelesaikan gambar 2D, *SolidWorks 2017 Education Version* untuk menyelesaikan gambar 3D, dan *Microsoft Word 2010* untuk penyelesaian laporan.

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses perancangan *baking unit* dari mesin produksi wingko babat adalah sebagai berikut :

a. Berita Acara Wawancara

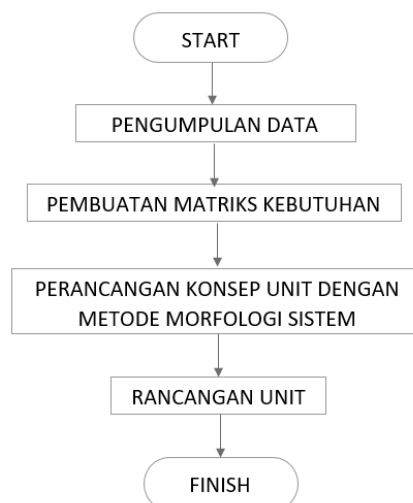
Berita acara wawancara diperoleh dari proses wawancara dengan produsen wingko babat di kota Semarang. Berita acara digunakan sebagai pedoman dan acuan dalam merancang mesin, agar sesuai dengan permintaan customer dan proses manual pembuatan wingko babat. Hasil wawancara yang didapat dirangkum dalam bentuk *requirement list*. *Requirement list* akan digunakan sebagai patokan dalam merancang konsep mesin, seperti kapasitas produksi 30.000 pcs/6jam, bahan material *food grade*, jenis sumber tegangan 220 VAC 1 Phase, area kerja operator (p x l) 5m x 3m, jumlah operator dua orang, harga mesin maksimal Rp250.000.000,00, dimensi mesin maksimal (p x l x t) 2000mm x 1500mm x 1800mm, dan daya minimum yang digunakan 1800 watt.

b. Paper Ilmiah

Paper ilmiah diperoleh dengan cara mencari di situs resmi publikasi nasional/internasional di internet. Paper ilmiah berfungsi sebagai dasar analisis dalam proses perancangan *oven*. Kata kunci yang digunakan untuk mencari paper ilmiah yang dapat digunakan yaitu *oven*, *air velocity*, *baking*, dan *food quality*. Paper ilmiah yang diambil yaitu e-journal Boga, Asia-Pasifiv Journal of Chemical Engineering, Journal of Food Engineering, dan paper lain dengan kata kunci dan tema yang sama.

2.3. Metode Pengerjaan

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* dibawah ini :



Gambar 4. Flowchart Proses Penelitian

3.3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang kami lakukan dengan wawancara dengan *customer*, sehingga kami mendapatkan berbagai data yang dapat kami masukkan kedalam batasan masalah dan identifikasi masalah. Data yang lain kami peroleh dengan cara mencari paper ilmiah dan data pendukung dari internet.

Hasil wawancara yang didapat dirangkum dalam bentuk *requirement list* dan dijadikan patokan dalam merancang konsep mesin, seperti kapasitas produksi 30.000 pcs/6jam, bahan material *food grade*, dan sebagainya. Kata kunci yang digunakan untuk mencari paper ilmiah yang dapat digunakan yaitu *oven*, *air velocity*, *baking*, dan *food quality*.

3.3.2. Proses Desain

Setelah data yang didapat untuk proses perancangan *baking unit* pada mesin produksi wingko babat dirasa cukup, dilakukan proses desain yang dibagi menjadi berberapa tahap :

a. Penentuan Matriks Kebutuhan

Pembuatan matriks kebutuhan bertujuan untuk menghubungkan kebutuhan konsumen (*customer need*) dengan karakteristik teknis (*engineering characteristic*). Pembuatan matriks dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan konsumen beserta tingkat kepentingan kebutuhan dan dengan menentukan karakteristik teknis berdasarkan sudut pandang *engineer*.

b. Pemilihan Konsep

Pemilihan konsep dilakukan dengan metode Stuart Pugh atau biasa dikenal sebagai *morphological method*. Pemilihan konsep dilakukan dengan cara membandingkan antara 3 atau lebih konsep yang dianggap mampu memenuhi *requirement list*.

c. Penilaian konsep

Penilaian konsep dilakukan berdasarkan konsep yang paling sesuai dengan *requirement list* dan karakteristik teknis. Penilaian konsep dilakukan berdasarkan kelebihan dan kekurangan tiap konsep desain dengan kriteria pembobotan dan kriteria penilaian yang ditentukan.

d. Deskripsi Konsep Pemenang

Deskripsi konsep pemenang dilakukan dengan menjabarkan konsep yang mempunyai penilaian tertinggi dalam tahap sebelumnya. Hasil dari penilaian tersebut merupakan hasil akhir desain yang akan dibuat, dan dianggap sebagai salah satu konsep terbaik yang mampu memenuhi *requirement list*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep *baking unit* dilakukan dalam beberapa tahap yaitu menentukan matriks kebutuhan, menentukan konsep desain, menilai setiap konsep, dan mendeskripsikan konsep pemenang yang penting sesuai dengan *requirement list*.

3.1. Menentukan Matriks Kebutuhan

Matriks kebutuhan diawali dengan data *requirement list* yang didapatkan dengan wawancara langsung dengan *customer*, dan diurutkan berdasarkan tingkat kepentingannya.

Tabel 1. Requirement List

No.	REQUIREMENT LIST	Tingkat Kepentingan
1	Kapasitas produksi (30.000 pcs/6jam)	5
2	Sumber tenaga listrik 220 VAC 1 Phase	5
3	Area kerja operator 5m x 3m	5
4	Bahan material <i>food grade</i>	4
5	Operator maksimal 2 orang	3
6	Harga mesin maksimal Rp. 250.000.000,	2
7	Dimensi Mesin Maksimal 2000mm x 1500mm x 1800mm	2
8	Daya listrik maksimal 1800 watt	2

Dari tabel *requirement list* di atas, diketahui kebutuhan terpenting *customer* adalah kapasitas produksi, sumber tenaga listrik, serta dimensi ruangan, kebutuhan lain yang tidak kalah penting adalah bahan material yang *food grade* dan jumlah operator maksimal 2 orang. Dalam mencapai permintaan tersebut maka dibuatlah rumusan akan solusinya. *Customer* juga menambahkan kebutuhan *optional* yaitu harga mesin, dimensi mesin, dan daya listrik.

Tabel 2. Engineering Characteristic

Engineering Characteristic	
1	Interval produk (mm/detik)
2	Suhu peng-oven-an (°C)
3	Lama waktu peng-oven-an (menit)
4	Ukuran mesin (mm)
5	Harga mesin (Rupiah)

Tahapan selanjutnya setelah menentukan *engineer characteristic* adalah merumuskan hubungan dari *requirement list* dengan *engineer characteristic* pada tabel matriks kebutuhan.

Engineering Characteristic	Customer Needs	Tingkat kepentingan relatif	Interval Produk	Suhu peng-oven-an	Lama waktu peng-oven-an	Ukuran Mesin	Harga Mesin
			Interval Produk	Suhu peng-oven-an	Lama waktu peng-oven-an	Ukuran Mesin	Harga Mesin
Kapasitas produksi 30.000pcs/8jam	5	5	○	□	□	○	△
Sumber tenaga listrik 220 VAC 1 Phase	5	5	△	□	△	○	△
Dimensi ruangan maksimal 5m x 3m x 2m	5	5				○	
Bahan material <i>food grade</i>	4	4				○	□
Operator maksimal 2 orang	3	3				○	△
Harga mesin maksimal Rp. 250.000.000,	2	2				○	○
Dimensi Mesin Maksimal 2000mm x 1500mm x	2	2				○	
Daya listrik maksimal 1800 watt	2	2	□	○			
Jumlah			14	17	5	18	16
Presentase Kepentingan (%)			0,14	0,17	0,05	0,18	0,16


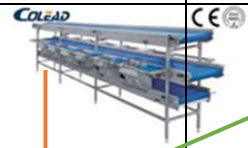

Keterangan : △ Lemah (1) □ Sedang (4) ○ Kuat (9)

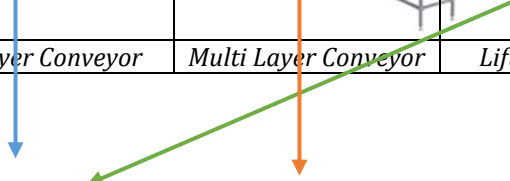
Gambar 5. Matriks Kebutuhan



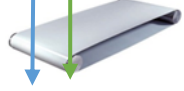

3.2. Perancangan Konsep *Baking Unit*

Konsep yang dihasilkan pada desain morfologi di atas dinyatakan dalam garis . Konsep 1 digambarkan dengan garis berwarna oranye, konsep 2 dengan garis berwarna biru dan konsep 3 dengan garis hijau. Konsep yang ditampilkan adalah konsep yang paling memungkinkan untuk dapat memenuhi *requirement list*.

Tabel 3. Morfologi *Baking Unit*

No	Morfologi	Varain Konsep		
		Varian 1	Varian 2	Varian 3
1	Konstruksi <i>Conveyor Oven</i>			
		<i>One Layer Conveyor</i>	<i>Multi Layer Conveyor</i>	<i>Lift Conveyor</i>



2	Energi Pemanas			
		Gas	Listrik	
3	Jenis Conveyor			
		Belt Conveyor	Mesh Conveyor	
		Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3

3.3. Penilaian Konsep Baking Unit

Penilaian konsep sistem *baking unit* ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu perhitungan kriteria pembobotan, penentuan kriteria penilaian, dan penilaian ketiga konsep.

3.3.1. Pembobotan Faktor Penilaian

Pembobotan faktor penilaian dilakukan dengan membandingkan setiap kriteria. Pembobotan faktor penilaian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Pembobotan Faktor Penilaian

Kriteria Pembobotan	Kemudahan Maintenance	Kerumitan	kecepatan konstruksi	Penyebaran	Ukuran Unit	Perubahan Bentuk
Kemudahan Maintenance	1	2	1	2	2	
Kerumitan Konstruksi	0	1	1	1	2	
Kecepatan Penyebaran Panas	1	1	1	2	1	
Ukuran Unit	0	1	0	1	0	
Perubahan Bentuk	0	0	1	2	1	
Total	2	5	4	8	6	
Bobot	0.25	0.63	0.5	1.00	0.75	

3.3.2. Kriteria Penilaian

Tabel 5. Kriteria Penilaian

No	Kriteria	Nilai				
		5	4	3	2	1
1	Kemudahan maintenance unit	Automatic maintenance	Tidak membutuhkan alat khusus dan alat bantu	Membutuhkan alat khusus, tanpa alat bantu	Membutuhkan alat bantu, tanpa alat khusus	Membutuhkan alat bantu dan alat khusus
2	Kerumitan konstruksi unit	Σ komponen <20, t assy < 3jam, tanpa alat khusus	Σ komponen 20-30, t assy 3-5 jam, tanpa alat khusus	Σ komponen 30-40, t assy 5-7 jam, tanpa alat khusus	Σ komponen 40-50, t assy 7-9 jam, tanpa alat khusus	Σ komponen > 50, t assy >9 jam, tanpa alat khusus
3	Kecepatan penyebaran panas	100% -90% dalam 1 menit	90% -80% dalam 1 menit	80% -70% dalam 1 menit	70% -60% dalam 1 menit	>60% dalam 1 menit
4	Ukuran Unit	P<2m, T<1,5m	2,5m<P>2m, T<1,5m	2,5m<P>2m, 2m<T>1,5m	4m<P>3m, 2m<T>1,5m	P>4m, T>2m
5	Perubahan Bentuk	0%	0,1%-10%	10,1%-20%	20,1%-30%	>30%

3.3.3. Penilaian Konsep

Tabel 6. Penilaian Konsep

No	Kriteria	Bobot	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3	
			Nilai	Total	Nilai	Total	Nilai	Total
1	Kemudahan maintenance	0,25	3	0,75	5	1,25	3	0,75
2	Kerumitan	0,63	4	2,52	5	3,15	2	1,26

3	Konstruksi Kecepatan penyebaran panas	0,63	4	2,52	5	3,15	2	1,26
4	Ukuran Unit	1	5	5	1	1	4	4
5	Perubahan Bentuk	0,75	4	3	5	3,75	1	0,75
Total		3.13	20	13,27	21	11,65	15	9,26
Peringkat			1		2		3	

Bobot diperoleh dari perhitungan pembobotan. Sementara nilai tiap konsep diperoleh berdasarkan karakteristik teknis. Kesimpulan dari tabel diatas adalah konsep 1 diambil menjadi konsep yang terpilih, karena mendapatkan peringkat 1 dengan nilai total 13,27.

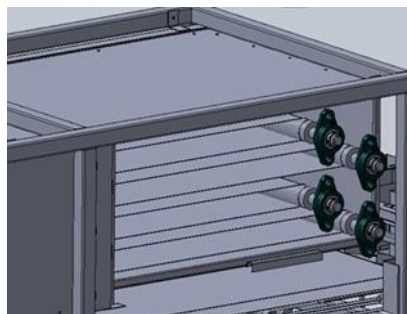
Pengunaan *multi-layer conveyor* berdasarkan dari nilai ukuran unit yang tinggi, memiliki alasan konstruksi bertingkat dapat meningkatkan waktu pemasakan dan dengan luasan yang lebih sedikit (Yue dkk, 2007). *Mesh Conveyor* dipilih untuk mempercepat pemasakan karena bentuknya yang berlubang.

Menurut Naim dkk(2019) pengendalian suhu dengan tenaga listrik lebih mudah dilakukan jika dibandingkan dengan tenaga gas, maka penggunaan tenaga listrik untuk menghasilkan panas lebih dipilih. Penggunaan tenaga listrik untuk pemanasan menjadi satu kesatuan dengan penambahan *blower* elektrik. Pemanasan yang dibantu *blower* dapat menghasilkan panas yang lebih tinggi (Ureta dkk, 2016), meningkatkan kecepatan pemanasan (Shahpuzi dkk,2014), mempercepat proses pemasakan (Sani dkk,2014) dan meningkatkan efisiensi daya (McFarland dkk,1988).

3.4. Deskripsi Konsep Baking Unit

Baking unit memanaskan udara di dalam pemanggang. Udara yang berasal dari elemen pemanas yang terpasang di bawah tiap-tiap conveyor ditiup dengan menggunakan *blower* yang berada di bawah *oven*. Menurut Naim dkk(2019) dan Chhnawal dkk(2010), *heater* yang dipasang di bawah masakan akan memiliki tingkat kematangan yang lebih tinggi. Posisi *blower* yang terletak dibawah *oven* akan memiliki persebaran panas yang lebih merata (Yue dkk,2007) dan kecepatan aliran udara panas yang lebih baik (Shahpuzi dkk,2014).

Poros *Conveyor* ditopang dengan menggunakan dua *pillowblock* yang terpasang pada dinding *oven*. Dinding *oven* terbuat dari dua lembar plat *stainless steel*, dan ditambah *glasswool* dikedua celah plat. Dinding-dinding *oven* terpasang pada *frame* berpenampang persegi dengan ukuran penampang 40 x 40 x 2 mm.



Gambar 6. Baking unit

4. KESIMPULAN

Hasil akhir dari penilaian pada tiap-tiap konsep yang sudah ada adalah rancangan *oven* dengan *conveyor* bertingkat yang mampu memanaskan 740 wingko babat sekaligus. Dimensi unit *oven* ini adalah 2000 x 1500 x 1000 mm. Pemanasan yang dihasilkan dinilai lebih efisien dibandingkan *oven* konvensional. Berdasarkan hasil tersebut, maka *oven* ini sangat cocok digunakan pada tingkat usaha kecil menengah (UKM) yang menjadi sasaran proses perancangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Yue X., Zhao J., Shi E., Chen Y. and Liu X., 2007, *Analysis of air velocity distribution in a multilayer conveyor dryer by computational fluid dynamics*, Asia-Pacific Journal Of Chemical Engineering, Vol. 2, hh 108-117, www.interscience.wiley.com .
- Sholikhah E.A., Nurlaela L. ,2013, *Manajemen Produksi Usaha Wingko Khas Kota Babat di Kecamatan Babat Kabupaten Lamongan, e-journal Boga*, Vol. 02. No. 03, hh 86-94 .
- Buchori L., Anggoro D.D., Wardhani D.H., 2016, *Peningkatan Kuantitas dan Kualitas Produk UKM Wingko Babat di Kota Semarang dengan "Modified Oven"*, Yogyakarta, 17 Maret.
- N. Chhanwal , A. Anishaparvin , D. Indrani, K.S.M.S. Raghavarao, C. Anandharamakrishnan, 2010, Computational fluid dynamics (CFD) modeling of an electrical heating oven for bread-baking process, *Journal of Food Engineering*, Vol. 100, hh 452-460.
- Andresen M.S., Risum J., Adler-Nissen J., 2013, Design and Construction of A Batch Oven for Investigation of Industrial Continous Baking Process, *Journal of Food Process Food Engineering*, Vol. 36, hh 500-509.
- Shahapuzi N.S., Taip F.S., Aziz N.A., Ahmedov A., 2014, Effect of oven temperature profile and different baking conditions on final cake quality, *International Journal of Food Science and Technology*,
- M Micaela Ureta, Daniela F Olivera, Viviana O Salvadori, 2016, Influence of Baking Conditions On The Quality Attributes of Sponge Cake, *Food Science and Technology International*, Vol.0, hh 1-10.
- Nurul Atiqah Sani, Farah Saleena Taip, Siti Mazlina Mustapa Kamal, Norashikin Ab. Aziz, 2014, Effects of Temperature And Airflow On Volume Development During Baking and Its Influence On Quality of Cake, *Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 9, No. 3, hh 303 – 313.
- Arief U.M, Purbawanto S,, Setyaningsih D.N., 2015, Alat Pengaduk Adonan Wingko Babat Kapasitas 100kg untuk Usaha Pembuatan Wingko Babat di Kota Semarang, *Abdimas* Vol. 19 No. 1, hh 63-69.
- Elies Ariyanty, 2016, Analisis Pengetahuan Kompetensi "Teknik Dasar Memasak" pada Siswa Kelas XI SMKN 9 Bandung, *Skripsi*, Sarjana Pendidikan Departemen Pendidikan Kesejahteraan Keluarga, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Naim M., Asmauna A., Surika I., Mangkali M.T., 2016, Rancang Bangun Oven Kue dengan Dua Sumber Panas, *Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 10, No. 2, hh 40-46.