

## PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DARI SISTEM KONTROL MESIN PENCUCI PIRING DENGAN *WATER SPRAY ARM*

**Dicky Kurniawan**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
dickykurniawan16050874042@mhs.unesa.ac.id

**Reza Rahmadian, Farid Baskoro, Arif Widodo**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
rezarahmadian@unesa.ac.id, faridbaskoro@unesa.ac.id, arifwido@unesa.ac.id

### Abstrak

Perkembangan produk - produk mesin digital di Indonesia bukanlah menjadi suatu hal yang asing lagi dimata masyarakat Indonesia, salah satunya adalah di area peralatan rumah tangga, khususnya pada pengembangan mesin pencuci piring, yang tidak hanya efisien saat digunakan tetapi juga dapat menghemat pemakaian air. Akhir - akhir ini sering menjadi sorotan untuk dikembangkan inovasi baru dalam menciptakan peralatan mencuci piring. Seiring dengan berkembangnya teknologi, manusia membutuhkan suatu alat mencuci piring yang dapat memangkas waktu menjadi lebih singkat untuk dapat menghasilkan tingkat kebersihan yang baik dan dapat mengurangi pemakaian air, sehingga pengguna dapat meningkatkan produktivitasnya. Salah satu solusi untuk mendapatkan hasil yang efisien adalah dengan menggunakan *Water Spray Arm*, yaitu merupakan mesin pembersih piring yang menyemprot secara berputar. Berdasarkan hasil studi literatur yang dilakukan, terdapat berbagai penelitian yang menggunakan *Water Spray Arm* dengan instrumen yang berbeda. Oleh karena itu, penulis ingin menganalisa perbandingan hasil penelitian dari berbagai macam instrumen yang digunakan untuk mendapatkan hasil efektivitas yang efisien bila digunakan ibu rumah tangga. Dalam menganalisa hasil dari berbagai penelitian tersebut, penulis mendapatkan hasil perhitungan *Figure of Merit* bahwa pada artikel yang berjudul *Design Fabrication and Performance Evaluation of a Domestic Dishwashing Machine* mendapat hasil yang paling tinggi dengan Efektivitas ditinjau dari kapasitas piring per detik

**Kata Kunci** : Efektivitas Pencuci Piring, Pencuci Piring, *Water Spray Arm*

### Abstract

The development of digital machine products in Indonesia is not a strange thing in the eyes of the Indonesian people, one of which is in the area of household appliances, especially in the development of dishwashers, which are not only efficient when used but can also save water consumption. These brothers are often in the spotlight for developing new innovations in creating dishwashing utensils. Along with the development of technology, humans need a dishwashing device that can cut down time to be able to produce a good level of cleanliness and can reduce water usage, so that users can increase their productivity. One solution to get efficient results is to use the *Water Spray Arm*, which is a rotating spray plate cleaning machine. Based on the results of the literature study conducted, there are various studies using the *Water Spray Arm* with different instruments. Therefore, the author wants to analyze the comparison of research results from various kinds of instruments used to get the results of the effectiveness that is efficient when used by housewives. In analyzing the results of these various studies, the authors get the calculation results from *Figure of Merit* that the article entitled *Design Fabrication and Performance Evaluation of a Domestic Dishwashing Machine* gets the highest results with effectiveness in terms of plate capacity per second.

**Keywords**: Effectiveness of Dishwasher, Dishwasher, *Water Spray Arm*.

## PENDAHULUAN

Perkembangan produk - produk mesin digital di Indonesia bukanlah menjadi suatu hal yang asing lagi dimata masyarakat Indonesia. Perkembangan ini memunculkan produk teknologi yang inovatif, sehingga berbagai macam peralatan diciptakan dengan tujuan dapat menggantikan manusia dalam

menjalankan suatu pekerjaan, salah satunya adalah pekerjaan rumah tangga (Zainnuri, 2018).

Akhir-akhir ini sering menjadi sorotan bagi perusahaan - perusahaan yang bergerak dibidang mencuci piring untuk dapat lebih mengembangkan dan melakukan terobosan baru dalam menciptakan peralatan rumah tangga yang efisien. Penemuan pencuci piring otomatis sudah ada sejak pertengahan abad ke-19. Tahun 1850, Joel

Houghton pertama kali mematenkan mesin pencuci piring berbentuk kayu bertenaga tangan. Itu adalah konsep pertama dari mesin pencuci piring semi-otomatis, namun hampir tidak bisa diterapkan. Kemudian pada tahun 1865 Levi A. Alexander mematenkan mesin pencuci piring yang bertenaga tangan dan rak kayu yang melingkar sebagai tempat piring (Mohendano, 2015). Awal tahun 1886 mesin pencuci piring telah diperbaiki dengan meningkatkan sabun, air, dan rak yang dirancang khusus agar sesuai dengan bentuk piring dan cangkir (Pankaj, dkk., 2017).

Namun dari penelitian diatas masih mempunyai beberapa permasalahan, salah satunya pada proses pencucian yang membutuhkan waktu cukup lama. Sebagai peralatan rumah tangga yang meningkatkan produktifitasnya, membutuhkan beberapa solusi agar pengguna dapat melakukan pekerjaanya dengan maksimal, yaitu dapat mengetahui efektivitas dari berbagai macam metode. Oleh karena itu penulis ingin membandingkan tingkat efektivitas dari mesin pencuci piring dengan *water spray arm*.

Berdasarkan hal diatas, artikel ini secara keseluruhan menjelaskan perbandingan yang mengenai tingkat efektivitas dari mesin pencuci piring dengan *water spray arm*. Dalam analisa perbandingan efektivitas, didapatkan hasil tingkat kebersihan dari artikel Odesola dan Afolabi dengan judul *Design Fabrication and Performance Evaluation of a Domestic Dishwashing Machine* yaitu menggunakan instrumen *stainless steel and mild steel* menggunakan kapasitas 100 piring dengan suhu 75°C membutuhkan waktu 260 detik. Tetapi kelemahan dari metode ini yaitu membutuhkan energy listrik yang cukup banyak saat digunakan. Pada analisa perbandingan dengan *water spray arm*, diharapkan untuk pengguna mendapatkan hasil efektivitas yang efisien bila digunakan ibu rumah tangga.

## LANDASAN TEORI

### *Water Spray Arm*

Penelitian dari Dedoussis & Gianatsis mengembangkan Alat semprot yang berfungsi untuk memecah suatu cairan, larutan atau suspense menjadi butiran cairan (*droplets*). Kinerja *sprayer* sangat ditentukan melalui ukuran *droplet* aplikasi dalam satuan waktu tertentu. Efisiensi dan efektivitas alat semprot ini ditentukan oleh

kuantitas bahan aktif yang terkandung didalam butiran larutan semprot (*droplet*).

Dalam *dishwasher* terdapat tiga bagian mesin yang berperan dalam sistem kerja mesin yaitu :

1. Motor dan sistem pompa  
Dalam sebuah *dishwasher* sedikitnya memiliki satu motor yang melekat pada pompa di mana dapat memaksa air naik ke lengan semprot.
2. Pengendali, *switch* atau transduser  
Sebuah *dishwasher* sedikitnya memiliki atau bahkan enam atau lebih pengendali, *switch* katup dan solenoid.
3. Bagian dalam (*interior*) tempat di mana proses pembersihan dalam mencuci piring.

Dalam mendesain lengan penyemprot pencuci piring yang meningkatkan versi yang lebih lama, seseorang harus mempertimbangkan berbagai kendala fisik dan kinerja yang tersedia dari ruang pencuci, energi yang diinginkan, detergen, bahan pelembut air, kualitas pembersihan dll, Model fisik lengan penyemprotan memiliki panjang sekitar 36-37cm (agar bisa masuk ruang yang tersedia) seperti yang terdapat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Geometri Lubang Penyemprot  
(Sumber : Dedoussis & Giannatsis, 2004)

Kinerja karakteristik tergantung pada geometri utama lengan penyemprotan kekuatan pompa yang digunakan. 3 Upaya kontribusi pada aspek-aspek yang menyangkut lubang penyemprot :

1. Bentuk dan ukuran
2. Cenderung dengan bentuk utama lengan
3. Jumlah dan distribusi sepanjang lengan

Hasil efektivitas dari berbagai desain untuk lengan penyemprot dipertimbangkan melalui pengujian siklus pencucian. Dengan pengujian air cukup panas mencapai suhu (60°-65°C) di mana performa ini telah diuji oleh standar Eropa. Terlepas dari beberapa kerusakan yang diamati pada lengan penyemprot, tidak ada masalah yang signifikan. Tingkat kebisingan dari mesin penyemprot “generasi baru” menurun sebesar 5 dB

dari level 53 dB, untuk konsumsi air berkurang dari 14 liter turun menjadi 10 liter untuk kapasitas 4 set (Dedoussis & Giannatsis, 2004).

Bentuk desain lengan penyemprot yang berbentuk “S” lebih meningkatkan hasil yang baik, dibandingkan dengan penyemprotan air yang berbentuk lurus (Eropean Standard, 1998).

Lengan semprot penelitian dari Peter Tsouknidas dan Zhang X. mengembangkan metode untuk menentukan kecepatan rotasi dan tekanan air pada lengan semprot, di mana kecepatan rotasi dapat mudah diatur dengan mengubah tegangan input. Torsi diinduksi pada tekanan air untuk mengukur kekuatan. Torsi ini diikat dengan seutas benang dengan jarak 0.2 meter dari pusat lengan semprot.

Pada metode bentuk konsep seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

1. Konsep: *Click Counter*  
Sebuah alat dibuat dengan tuas penarik yang menonjol keluar.
2. Konsep: *Bike Computer*  
Terpasang pada sumbu lengan semprot. Output dari sensor dihitung ulang untuk mendapatkan nilai rpm.
3. Konsep: *Listen*  
Seseorang mencoba untuk mendengar rotasi lengan mesin pencuci piring saat berjalan.
4. Konsep: *Lookie - lookie*  
Lubang pleksiglas dibuat untuk seseorang dapat melihat lengan semprot saat berputar dan menghitung jumlah putaran selama rentang waktu tertentu
5. Konsep: *Light*  
Garis hitam di gambar sepanjang satu sisi sumbu lengan semprot. mikrokontroler digunakan untuk memperoleh data dari sensor untuk menghitung jumlah putaran.

Penelitian dari Tsouknidas & Zhang. menunjukkan bahwa kinerja dengan tekanan air yang lebih tinggi dan kecepatan rotasi yang lebih rendah mendapatkan kinerja pembersihan sebesar 35%. Di sisi lain, pada tekanan air yang rendah dan kecepatan rotasi yang tinggi mendapatkan kinerja pembersihan sebesar 50% (Tsouknidas & Zhang, 2010).

Lengan semprot penelitian dari Makowski dkk. yang mengembangkan metode hidrolis, guna mengidentifikasi kebisingan dari sistem yang dapat dihasilkan dari aliran air melalui saluran yang membentur dinding ruang pencuci. Di mana sistem hidrolis yang beroperasi pada tekanan

tinggi mencapai 10MPa dan tekanan rendah 0,5MPa. Untuk penggunaan mencuci piring membutuhkan tekanan dibawah 0,05MPa.

Lengan semprot hasil penelitian dari Makowski, dkk. menghasilkan nilai dengan total laju aliran pompa yang bekerja sekitar 50.5 dm<sup>3</sup>/menit. Dan hasilnya menunjukkan terjadi peningkatan tenaga hidrolis dan disertai peningkatan suara kebisingan, peningkatan suara kebisingan tersebut dapat diturunkan menggunakan *nozzle* dengan luas permukaan yang besar (Makowski, dkk, 2016).

Penelitian dari Parikh, dkk. mengembangkan mesin pencuci piring semi-otomatis yang menekankan pada bentuk lengan semprot nya yang bisa menyemprot rak secara melingkar, guna mendapatkan hasil yang merata secara keseluruhan dan efektif.

Hasil yang diperoleh dari Parikh, dkk yaitu performa mesin lebih baik daripada mesin cuci piring otomatis dan pencuci piring manual, dengan kapasitas untuk mencuci 24 piring per menit, lebih sedikit memakan waktu dan penggunaan pada pemakaian air (Parikh, dkk, 2018).

Lengan semprot dari penelitian Persson mengembangkan pipa yang terbuat dari tembaga. Di mana pipa tersebut menyemprotkan air panas melalui lengan semprot ke bagian permukaan piring dengan air yang dipanaskan. Dan untuk lengan semprot laju kecepatan aliran air panas dapat dikontrol melalui katup solenoid. Jadi untuk mengatur kecepatan dapat melalui solenoid.

Hasil penelitian dari Persson dengan hasil yang menunjukkan bahwa semua energi untuk pemanas menjadi 65-70°C, semua listrik untuk pemanas dapat diganti dengan air yang memiliki suhu normal sekitar 70°C, tetapi kebutuhan yang lebih besar untuk mesin yang diberi air panas dengan suhu sekitar 50°C dan terbukti memiliki hasil yang cukup tinggi saat data diukur. Namun energi listrik yang dibutuhkan lebih mahal sekitar 10% dibandingkan dengan suhu yang rendah (Persson, 2007).

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pencarian literatur dalam 9 artikel tentang analisis efisiensi mesin pencuci piring dengan *water spray arm*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1:

### Hasil Analisa Pembahasan

Penelitian pertama dari Svenja, dkk. dengan menggunakan instrumen *Dishwasher with Water-Change System*. melakukan 7 kali percobaan dengan 14 piring. Menggunakan suhu air pencucian 30°C dan 45°C suhu air pembilasan. Dalam setiap percobaan membutuhkan waktu 120 detik, dengan kapasitas 14 piring. Tetapi kekurangan dari artikel ini yaitu membutuhkan energi listrik yang cukup banyak saat melakukan percobaan. Artikel dari Eva, dkk. menggunakan instrumen *Water spray pump using detergent and plastic granules*. Menggunakan kapasitas 18 piring dan 8 baki. Membutuhkan waktu 240 detik setiap percobaan. Pada proses penyemprotan menggunakan suhu 65°C dan proses pembilasan menggunakan suhu 85°C. Tetapi dalam proses pencucian membutuhkan air sebanyak 10 liter pada proses pembersihan dan 7 liter pada proses pembilasan. Penelitian dari Bill Gauley menggunakan instrumen *Pre-rinse spray valve* menggunakan tekanan air yang cukup kuat dan mempunyai lubang semprot yang kecil saat proses pembersihan. Menggunakan kapasitas 25 nampan piring dengan kotoran yang mudah dibersihkan yaitu minyak, sisa makanan, dan tepung. Membutuhkan waktu 300 detik saat proses pencucian. Tetapi dalam artikel ini dikhususkan hanya untuk membersihkan nampan piring. Albino, dkk. menggunakan instrumen *Piezoelectric transducer and ultrasonic generator*. Menggunakan kapasitas 4 piring dan 3 gelas dan terdapat 3 jenis bahan yang digunakan yaitu keramik, gelas kaca, dan stainless. Proses pencucian membutuhkan air sebanyak 3 liter. menggunakan jenis kotoran seperti gula, mentega, kecap, saus, minyak, coklat, dan kopi. Saat proses pencucian membutuhkan waktu 120 detik. Tetapi dalam artikel ini hanya mampu menampung 4 piring dan 3 gelas.

Penelitian yang dilakukan Dinesh, dkk. menggunakan instrumen yang dikontrol oleh program PLC dengan papan panel yang dipasang tombol ON dan OFF dengan indikasi alarm. Menggunakan kapasitas 20 piring membutuhkan waktu pencucian mencapai 120 detik dan 500 piring membutuhkan waktu pencucian mencapai 3600 detik dengan suhu air 40°C-50°C. saat proses pencucian 20 piring membutuhkan 10 liter air. Selanjutnya artikel dari Odesola dan Afolabi menggunakan instrumen *Stainless steel and mild steel*. pada proses pencucian menggunakan detergen dan menggunakan air dengan suhu 55°C-75°C. Menggunakan kapasitas mencapai 100 piring dengan membutuhkan waktu 260 detik. Berdasarkan artikel dari Jimmichan, dkk. menggunakan instrumen *Ultrasonic Cleaner*. Dalam melakukan percobaan menggunakan kapasitas 4 piring dengan suhu air mencapai 45°C-75°C. menggunakan kotoran dengan jenis nasi keras, bumbu makan. Membutuhkan waktu 180 detik pencucian. Pada proses pencucian membutuhkan 7 liter air. Dalam artikel ini dapat mengurangi pemakaian air dari 7 liter ke 5 liter air. Tetapi dalam tingkat kebersihan menurun. Peneliti selanjutnya yang dilakukan Rishi, dkk. menggunakan instrumen *Fabricaion of semi-otomatic dishwashing*. Menggunakan kapasitas mencapai 4 piring dengan detergen 2.2 ml, 1 liter air pencucian 1.2 liter air pembilasan dengan proses pembersihan mencapai waktu 30 detik. Artikel yang terakhir pada penelitian Erniati, dkk. menggunakan instrumen Fluida pada mesin cuci dalam percobaan menggunakan kapasitas 10 piring pencucian dengan jenis kotoran yang mudah dibersihkan dengan menggunakan detergen. Jenis kotoran yang digunakan yaitu minyak tepung dan saus cabai membutuhkan waktu pencucian mencapai 360 detik.

**Tabel 1.** Analisis parameter mesin pencuci piring dalam pencarian literatur

Penulis (Tahun)	Instrumen	Waktu (detik)	Suhu (°C)	Jenis Kotoran	Kapasitas
Svenja Kerschgens, Janina Artellt, Karolina A. B, dkk. (2016)	<i>Dishwasher with Water-Change System</i>	120	30 45	-	14 Piring
Eva Stahl Wernersson, Erik Johansson and Hakan Hakanson (1968)	<i>Water spray pump using detergent and plastic (granule)</i>	240	65 85	-	18 Piring 8 Baki

Lanjutan dari Tabel 1.

Penulis (Tahun)	Instrumen	Waktu (detik)	Suhu (°C)	Jenis Kotoran	Kapasitas
Bill Gauley (2005)	<i>Pre-Rinse spray valve pilot</i>	300	- -	- Minyak - Sisa makanan - Tepung	25 Nampan Piring
Albino C. Cordova, Joshua C. Dizon, Emmanuel Joseph S. Sia, dkk. (2018)	<i>Piezoelectric tranducer and ultrasonic generator</i>	120	- -	- Gula - Mentega - Kecap - Saus - Minyak - Coklat - Kopi	4 Piring 3 Gelas
Dinesh P., Gopinathan K., Dhamodharan M., dkk. (2018)	Dikontrol program PLC. Papan panel dipasang tombol ON dan OFF dengan indikasi alarm	120 3600	40 50	-	20 Piring 500 Piring
Odesola, I. F and Afolabi Olusegun Adigun (2012)	<i>Stainless steel and mild steel</i>	5 10 30 90 180 240 260	55 75	-	1 Piring 4 Piring 10 Piring 30 Piring 60 Piring 90 Piring 100 Piring
Jimmichan Joseph, Justim V. Jose, Joseph Joshep, dkk. (2019)	<i>Ultrasonic Cleaner</i>	180	45 75	- Nasi keras - Bumbu makan	4 Piring
Prof J. P. Rishi, Akshay P, Nikhil M. S., dkk. (2019)	<i>Fabrication of semi- otomatic dishwashing</i>	10 15 25 30	- -	-	1 Piring 2 Piring 3 Piring 4 Piring
Erniati Umar, Prof. Dr. Rernat. H. Wirabahari Nurdin dan Eko Juarlin, S.Si, M.Si (2012)	Fluida pada mesin cuci piring	360	- -	-Minyak tepung - Saus Cabai	10 Piring

Berdasarkan parameter pada Tabel 1. perhitungan efektivitas alat kemudian ditentukan dari parameter waktu dan kapasitas. Jika dinilai dari segi waktu maka paper dari Jimmichan dan Rishi akan mendapatkan nilai paling tinggi. Namun, jika dilihat dari kapasitas paper dari Dinesh yang akan terlihat superior. Sehingga untuk melihat efektivitas dengan lebih adil maka kedua parameter tersebut perlu diperhatikan secara bersamaan. Parameter kemudian tersebut digunakan

untuk menghitung nilai *Figure of Merit* (FoM) dengan rumusan sebagai berikut:

$$\text{FoM} = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{Waktu}} \quad (1)$$

Hasil perhitungan dari *Figure of Merit* disajikan pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa artikel dari Odesola, dkk. mendapatkan nilai FoM yang paling tinggi yakni sebesar 0,38.

**Tabel. 2** Analisis hasil dalam perhitungan *Figure of Merit* (FoM)

Penulis (Tahun)	Waktu (T)	Kapasitas (C)	C/T
Svenja (2016)	120	14	0.11
Eva (1968)	240	26	0.10
Bill (2005)	300	25	0.08
Albino (2018)	120	7	0.05
Dinesh (2018)	3600	500	0.13
Odesola (2012)	260	100	0.38
Jimmichan (2019)	180	4	0.02
Rishi (2019)	30	4	0.13
Erniati (2012)	360	10	0.02

Dari hasil nilai FoM tersebut, nilai efektivitas relatif dapat dihitung dengan membandingkan nilai FoM masing-masing paper terhadap efektivitas pada artikel dengan judul *Design Fabrication and Performance Evaluation of a Domestic Dishwashing Machine*. Hal ini dilakukan karena tidak semua artikel mencantumkan hasil perhitungan efektivitasnya. Lebih dari itu, pemilihan efektivitas dari paper Jimmichan, dengan nilai 82%, juga mempermudah perhitungan efektivitas relative karena memiliki nilai FoM yang paling rendah. Perhitungan Efektivitas Relatif mengikuti rumus sebagai berikut:

$$ER = EB + (FOM - FOM_{min}) \times (100 - EB) \quad (2)$$

Dengan *ER* adalah efektivitas relatif, *EB* adalah efektivitas basis yakni sebesar 82%,  $FOM_{min}$  adalah FOM dari Jimmichan sebesar 0,02.

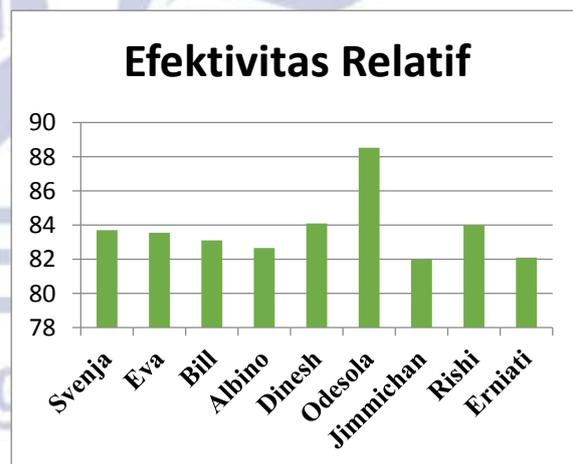
Hasil dari perhitungan efektivitas relatif tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. dan Gambar 2. Hasil tersebut menunjukkan secara jelas bahwa artikel yang berjudul *Design Fabrication and Performance Evaluation of a Domestic Dishwashing Machine* mendapatkan nilai efektivitas tertinggi yakni sebesar 88,52%.

Namun perlu diperhatikan bahwa perhitungan efektivitas relatif ini hanya menggunakan parameter waktu dan kapasitas saja. Jika dimasukkan parameter lain seperti jenis kotoran maka hasil perhitungan efektivitas relatif ini menjadi tidak valid. Nilai efektivitas dari Odesola

secara jelas lebih dari paper lain karena hasil dari penelitian tersebut merupakan titik temu yang optimal antara waktu dengan kapasitas. Sedangkan pada paper lain hanya mengoptimalkan salah satu parameter saja.

**Tabel. 3** Efektivitas Relatif

Penulis (Tahun)	Efektivitas Relatif
Svenja (2016)	83.7
Eva (1968)	83.55
Bill (2005)	83.1
Albino (2018)	82.65
Dinesh (2018)	84.1
Odesola (2012)	88.52
Jimmichan (2019)	82
Rishi (2019)	84
Erniati (2012)	82.1



**Gambar 2.** Grafik Efektivitas Relatif

**SIMPULAN**

Berdasarkan hasil perhitungan dari Normalisasi waktu, Normalisasi Kapasitas dan *Figure Of Merit* bahwa pada artikel yang berjudul *Design Fabrication and Performance Evaluation of a Domestic Dishwashing Machine* mendapat hasil efektivitas yang paling tinggi dengan Efektivitas ditinjau dari kapasitas piring per detik.

## SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, agar efektivitas dari Sistem Kontrol Mesin Pencuci Piring Dengan *Water Spray Arm* lebih baik, maka dapat menggabungkan beberapa metode. Yaitu menggunakan metode *Design Fabrication and Performance Evaluation of a Domestic Dishwashing Machine*, akan tetapi hanya menampung kapasitas 100 piring, oleh karena itu dapat menggunakan metode *PLC Based Automatic Hygienic Dishwashing Machine* yang dapat menampung 500 piring.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Heiba, A., Malhotra, M., Gluesenkamp, K. R., & Patel, V. K. 2018. "*Domestic Dishwasher Simulated Energy Efficiency Evaluation Using Thermoelectric Heat Pump for Water Heating and Dish Drying*". Oak Ridge National Lab.(ORNL), Oak Ridge, TN (United States).
- Cordova Albin C., Dizon Joshua C., S.Sia Emmanuel Joseph, S. Sze Stephanie Anne, Arada Gerald P., Abad Alexander C., Magsino Elmer. 2018 "*Automated Dirt and Stain Removal Using Soapless Ultrasonic Dishwasher*". International Journal of Engineering & Technology. De La Salle University, Manila, Philippines, 98-101
- Duong Trung Huy, Emami Mohsen, Huberock Lawrence Larry. 2011. "*Automatic Dishware Inspection: Application and Comparisons of Two New Methods*". International Conference on Machine Learning and Application. Hal 25-30
- Dong W., & Li Y. 2019. "*Economic and environmental benefits of a novel multi-functional heat pump system for dishwasher*". In E3S Web of Conferences (Vol. 118, p. 03029). EDP Sciences.
- Eva Stahl Wernersson, Erik Johansson, Hakan Hakanson. 2004. "*Granule-Assisted Dishwashing Improves Cleanliness*". Department Biotechnology University of Lund Sweden pp 129-137
- Gauley Bill. 2005. "*Pre-Rinse Spray Valve Pilot Study*". Regional Municipality of Waterloo 150 Fredering
- Isaac Odesola & Adigun Afolabi Olusegun. 2012. "*Design, Fabrication and Performance Evaluation of a Domestic Dish Washing Machine*". International Journal of Science and technology Bahir Dar, Ethiopia, University of Ibadan, Nigeria, Vol. 1 (1) 164-173 ISSN:2225-8612
- Jaiswal Pankaj H., Chitriv Vaibhav V., C. Praful Pancahabhai, H. Mohit Solanki, S. Yogesh Date. 2017. "*Review of Semi-Automatic Dishwashing Machine*". International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Vol. 04 Hal 853-855
- Joseph Jimmichan, Jose Justin V., Joseph Joseph, Joseph Melbin, Paul Jiss. 2019. "*Multipurpose Ultrasonic Dishwasher*". International Journal of Research in Engineering, Science and Management. Dept. of Electronics and communication, Kothamangalam, India Vol-2 738-742 ISSN : 2581-5792
- Kerschgens Svenja, Artelt Janina, Brychcy Anna Karolina Esmarch-Rummler Britta van, and Stamminger Rainer. 2016 "*Hygienic Performance of Commercial Dishwashers with Water-Change System-An Experimental Study*". University of Bonn, Institute of Agricultural Engineering, Nussalle 5, 53115 Bonn
- Mohedano Raul Perez. 2015. "*Cleaning Principles In Automatic Dishwashers*". University of Birmingham for the degree of Doctor of Engineering.
- Makowski M., Knap L., Gałęzia A., & Jasiński, M. 2016. "*An investigation of acoustic noise generated by water flowing through nozzles*". Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów/Politechnika Warszawska, (5/109), 59-67.
- Ozturk C., & Balikcioglu A. 1993. "*Noise problems of appliance drain pumps*". In Proceedings of Electrical/Electronics Insulation Conference (pp. 45-52). IEEE.
- Parikh M. H., Salaskar K. U., Giri P. A., Marchawala A. T., Patel B. R., Patel B., & Shah R. 2018. "*Design And Development Of Semi Automatic Cleaners For Utensils*". Iaetsd Journal For Advanced Research In Applied Sciences, Gujarat Technological University, Ahmedabad, India
- Persson T. 2007. "*Dishwasher and washing machine heated by a hot water circulation loop*". Applied thermal engineering, 27(1), 120-128.
- Poloni C., Pediroda V., Poian M., Creatti G., Sandron F., & Furlan M. 2006. "*Multidisciplinary Robust Design Optimization of an Electric Pump for Dishwashers*". In 11th AIAA/ISSMO Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference (p. 7097).
- Prabakar Dinesh, Kannan Gopinathan, Melevetil Dhamodharan, Devarajan., Imayavaramban, Pradeep Kumar. 2018 "*PLC Based Automatic Hygienic Dish Washing Machine*". International Journal of Scientific Research and Innovation X11 31-36 ISSN 2455-7579
- Rishi J. P., P. Akshay, S., Nikhil, M., B., Dileep K., M. R Puneeth Kumar. 2019. "*Design and Fabrication of Semi-Automatic Dishwashing*

- Machine*". IJLTEMAS, Vol VIII Hal 97-100  
ISSN 278-2540
- Suprayitno Lukman. 2017. "Aplikasi *Embedded System* pada *Dishwasher Machine*". Jurusan Teknik Elektro VEDC Malang
- Tsouknidas Peter. & Zhang X. 2010. "*Dishwasher improvement at ASKO-Developing a simplified test method to determine the influence of spray arm speed and pressure (Master's thesis)*".
- Umar Erniati, Nurdin Wirabahari, Juarlin Eko. 2012. "Aplikasi Dinamika FLuida Pada Mesin Cuci Piring". Universitas Hasanudin Makassar
- Vassilis Dedoussis, Giannatsis. 2004. "*Stereolithography Assisted Redesign and Optimisation of a Dishwasher Spraying Arm*". Rapid Prototyping Journal, Vol. 10No. 4, pp. 255-260.
- Zainnuri Sholeman Taufix. 2018. "Alat Pencuci Otomatis Berbasis Arduino". Teknik Elektro Universitas Teknologi Yogyakarta
- Zian Iqtimal, Ira Devi Sara dan Syahrizal.2018. "Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air". Jurnal Teknik Elektro, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia Vol.3 No.1

