

## PERANCANGAN MESIN EKSTERNAL PREWASH UNTUK OTOMATISASI EFISIENSI PENGGUNAAN AIR

I Gusti Ngurah Adia Atmika<sup>1</sup>, Putu Oka Sutrisna<sup>2</sup>,  
<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Elektro,  
Universitas Udayana, Universitas Pembangunan Nasional Veteran  
*E-mail: gusti.atmika@danone.com*

### ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan air minum dalam kemasan galon saat ini memiliki permasalahan pada proses pencucian yang kurang efektif dan efisien sehingga menghambat proses produksi. Proses pencucian galon menyebabkan lamanya proses isi ulang galon dan banyaknya air yang dibutuhkan dalam proses tersebut, produktivitasnya kurang optimal. Jika ada botol galon dari distributor yang sangat kotor, sebelum masuk ke mesin cuci, botol galon dicuci secara manual menggunakan tenaga manusia. Dalam prosesnya, efisiensi penggunaan air akan tergantung pada banyak faktor termasuk perilaku manusia. Banyak kasus penggunaan air secara berlebihan (tidak sesuai porsi), air dibiarkan mengalir saat tidak ada aktivitas, dan sebagainya. Hal ini tentu saja mengakibatkan pemborosan air. Penambahan mesin prewash eksternal pada mesin cuci membuat proses pencucian botol kotor yang berat menjadi lebih efektif dan efisien. Air yang digunakan merupakan air luapan dari proses washer, sehingga tidak menambah beban penggunaan air baru. Penggunaan air juga bisa diatur secara tepat sesuai dengan kebutuhan botol cuci. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan air baru dan pemborosan air akibat perilaku manusia yang menggunakan cara manual sebelumnya, belum menggunakan sistem ini. Dengan demikian, desain mesin prewash eksternal mampu melakukan efisiensi air sebesar 180 m<sup>3</sup>/bulan.

**Kata kunci:** Prewash, Efektif, Efisien

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan air minum dalam kemasan galon saat ini memiliki permasalahan pada proses pencucian yang kurang efektif dan efisien sehingga menghambat proses produksi. Proses pencucian produk yang lambat karena masih dilakukan secara manual oleh tenaga manusia. Menurut Prabowo (2015), produk *stamping* masih mengandung pelumas dan kotoran setelah

melewati proses permesinan sehingga perlu dicuci terlebih dulu sebelum lanjut ke proses berikutnya. Terdapat dua teknologi utama untuk proses pencucian produk skala industri, yaitu teknologi *solvent* dan *aqueous*. Teknologi *solvent* memanfaatkan bahan kimia klorin untuk melarutkan kotoran. Teknologi ini memiliki resiko pencemaran lingkungan. Teknologi berikutnya adalah *aqueous*, yaitu teknologi pencucian menggunakan air sebagai

bahan dasar utama sehingga dianggap lebih ramah lingkungan. Air dikombinasikan dengan bahan deterjen, pengaturan suhu, dan gaya mekanik tertentu untuk mengoptimalkan hasil pencucian. Teknologi *aqueous* lebih diminati jika dibandingkan dengan teknologi *solvent* karena lebih efektif, ramah lingkungan, dan lebih mudah digunakan (Yamamoto, dkk, 2016).

Terdapat beberapa literatur yang mengkaji inovasi proses pencucian pada produk *stamping*. Penelitian oleh Xiao, dkk (2016), desain mesin pencuci produk *stamping* berbasis teknologi *aqueous*. Penelitian tersebut belum mengkaji sejauh mana pengaruh penggunaan mesin terhadap peningkatan produktivitas. Penelitian oleh Solemede, dkk (2015), melakukan perbaikan proses pencucian produk *stamping* untuk industri otomotif melalui inovasi desain stasiun kerja. Penelitian ini menekankan pada perbaikan aspek ergonomi dan belum menunjukkan hasil perbaikan kecepatan proses. Penelitian ini mesin cuci otomatis untuk produk *stamping* aluminium dengan metode *full vacuum system*. Mesin ini memiliki kapasitas pencucian 20 keranjang tiap jam dengan ukuran keranjang 4,8 meter x 3,2 meter x 3 meter. Mesin ini perlu biaya investasi tinggi serta kurang tepat digunakan untuk produk *stamping* yang berukuran kecil. Penelitian ini penggunaan pelumas alternatif pada proses permesinan *stamping* dapat menurunkan biaya produksi sebesar

16%. Penggunaan pelumas alternatif membantu optimalisasi proses pencucian namun belum berdampak signifikan pada peningkatan kecepatan produksi (Klabuschnig, 2017). Perbaikan proses manufaktur yang berfokus pada peningkatan produktivitas memerlukan inovasi otomatisasi. Untuk meningkatkan produktivitas, diperlukan mesin cuci otomatis yang diintegrasikan pada proses produksi (Grewal, 2015). Otomatisasi proses pencucian, tingkat produktivitas yang lebih tinggi dapat dicapai dan sumber daya manusia yang digantikan dapat dialokasikan ke bagian produksi lain yang lebih memerlukan ketelitian dan waktu. Usaha perbaikan proses pencucian yang memiliki tujuan akhir peningkatan produktivitas memerlukan inovasi otomatisasi (Kim, dkk, 2017).

Proses pencucian galon menyebabkan lamanya proses isi ulang galon dan banyaknya air yang dibutuhkan dalam proses tersebut, produktivitasnya kurang optimal (Mitschele, 2014). Jika ada botol galon dari distributor yang sangat kotor, sebelum masuk ke mesin cuci, botol galon dicuci secara manual menggunakan tenaga manusia. Dalam prosesnya, efisiensi penggunaan air akan tergantung pada banyak faktor termasuk perilaku manusia. Banyak kasus penggunaan air secara berlebihan (tidak sesuai porsi), air dibiarkan mengalir saat tidak ada aktivitas, dan sebagainya. Hal ini tentu saja mengakibatkan pemborosan air. Penelitian ini

bertujuan untuk perancangan mesin eksternal prewash untuk otomatisasi efisiensi penggunaan air.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di PT Tirta Investama Pabrik Mambal, Desa Mamabal, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung. Penelitian dilakukan mulai Bulan Maret sampai dengan Bulan Mei 2022. Metode yang digunakan pada penelitian ini mengadopsi metode *generic product development process*. Penelitian ini menggunakan lima tahap yaitu tahap perencanaan, tahap pengembangan konsep, tahap perancangan tingkat sistem, tahap perancangan detail, dan tahap pengujian. Tahap perencanaan terdiri dari identifikasi peluang, penyusunan tujuan, penentuan batasan, serta penentuan *platform* teknologi mesin yang akan digunakan. Tahap ini secara garis besar telah dijelaskan pada sub judul pendahuluan. Tahap pengembangan konsep adalah tahap untuk menentukan konsep mesin meliputi bentuk, fungsi, fitur dan solusi teknologi yang diperlukan. Tahap perancangan tingkat sistem adalah tahap untuk menghasilkan rancangan arsitektur mesin, sub sistem penyusun, dan diagram aliran proses. Tahap perancangan detail terdiri dari penentuan spesifikasi teknis komponen-komponen yang diperlukan serta rancangan panel kendali dan kelistrikan. Tahap pengujian adalah tahap untuk menguji rancangan mesin meliputi fungsi, performa kecepatan, dan

kualitas hasil proses mesin. Kualitas hasil pencucian pada penelitian ini diperiksa secara kualitatif dan divalidasi oleh operator yang telah berpengalaman.

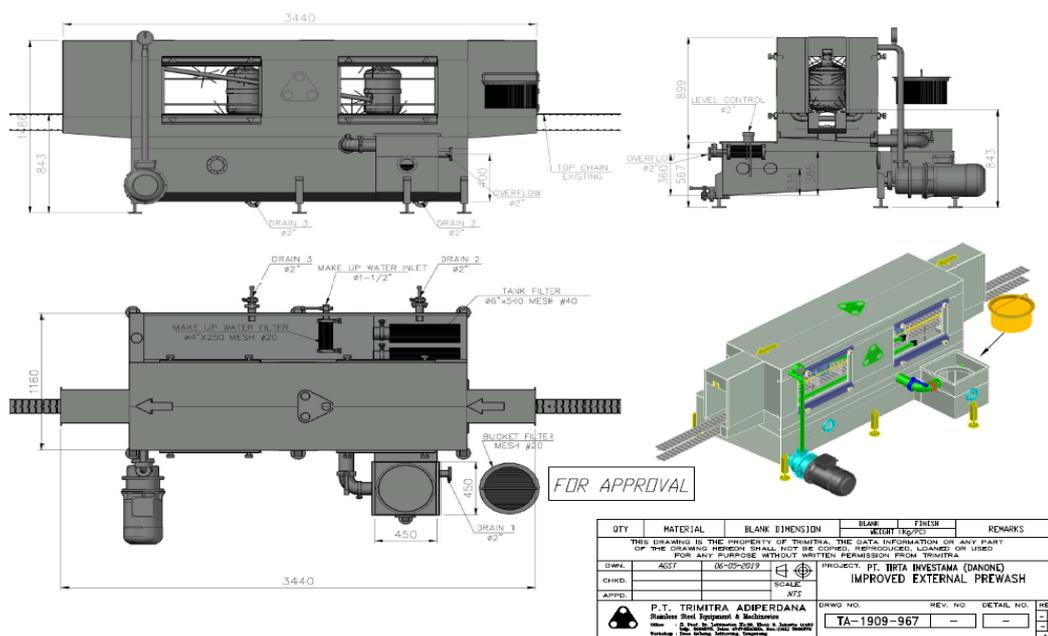
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Perancangan Mesin Eksternal Prewash Untuk Otomatisasi Efisiensi Penggunaan Air**

Penambahan mesin eksternal prewash pada mesin washer untuk melakukan proses pencucian botol kotor berat secara lebih efektif dan efisien. Air yang digunakan adalah air overflow dari proses washer, sehingga tidak menambah beban penggunaan air baru. Penggunaan air juga bisa di setting secara presisi sesuai kebutuhan pencucian botol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan air baru dan pemborosan air akibat perilaku manusia menggunakan cara manual sebelumnya, sudah tidak menggunakan sistem ini. Dengan demikian, perancangan mesin eksternal prewash mampu melakukan efisiensi air sebesar 180 m<sup>3</sup>/bulan. Pengujian sistem elektrik dilakukan dengan memasang alat ke mesin washer dan tanpa memasang alat di mesin washer. Kemudian setelah melakukan pengujian didapati beberapa kendala pada sistem elektrik alat. Saat melakukan pengujian tanpa mesin washer, air yang digunakan untuk menguji sistem selalu menetes hingga air pada wadah dispenser habis, hal ini dikarenakan air berada di atas saluran keluar dari air, dari

masalah tersebut diperlukan suatu alat yang dapat menghambat laju dari aliran air. Untuk melakukannya dipilih dua alternatif, pertama dengan memasang *check valve* setelah sensor *flow meter* yang kedua adalah memasang *solenoid valve* yang juga dipasang setelah sensor *flow meter*. *Check valve* merupakan katup searah

yang dapat menahan laju aliran fluida dengan tekanan tertentu dan menahan secara penuh fluida yang berasal dari arah sebaliknya sedangkan *solenoid valve* merupakan katup yang dapat membuka dan menutup aliran dengan bantuan gaya magnetis yang dihasilkan dari solenoid.



Gambar 1. Perancangan Mesin Eksternal Prewash Untuk Otomatisasi Efisiensi Penggunaan Air

Kedua alternatif ini kemudian dicoba untuk dipasangkan pada alat, *check valve*, saat pompa menyala air yang melewati *check valve* dapat dialirkan dengan baik tetapi, saat pompa mati masih terdapat air yang menetes secara terus menerus dari dispenser, hal ini dikarenakan *check valve* tidak dapat menahan tekanan air yang diakibatkan dari beda ketinggian *check valve* sendiri dapat menahan tekanan hingga 0.015 MPa. Percobaan kedua menggunakan

*solenoid valve* 1/4" 12 V, solenoid jenis ini dipilih karena pada dapat menahan tekanan hingga 0.8 MPa dan memiliki diameter lubang saluran yang sesuai dengan diameter selang yang telah digunakan, sehingga dapat memudahkan pemasangan solenoid. Pada percobaan kedua solenoid dipasang pada ujung selang, solenoid yang dipasang mampu mengalirkan air dan menahan tekanan air sehingga air

tidak lagi menetes secara terus menerus pada ujung selang.

Solenoid yang ditambahkan pada alat dikontrol dengan menggunakan Arduino yang dihubungkan dengan *relay*, penggunaan *relay* untuk mengontrol solenoid ini dikarenakan Arduino hanya memiliki pin *output* maksimal 5v, sedangkan solenoid membutuhkan tegangan sebesar 12v. Selain itu, penggunaan *relay* juga untuk menghindari arus pendek yang dapat merusak Arduino. Alat kemudian ditambahkan dengan satu *push button* yang berfungsi untuk menguras isi sabun dan pewangi yang berada pada dispenser, hal ini untuk bertujuan untuk memudahkan dalam mengganti sabun dan pewangi yang digunakan kemudian, juga memudahkan dalam proses *troubleshooting* yang dilakukan. Kemudian konektor juga ditambahkan pada alat, konektor ini bertujuan agar kabel yang menyambungkan alat dan mesin washer dapat dilepas pasang dengan lebih mudah. Hal ini juga dapat memudahkan proses *troubleshooting* dan pengujian yang dilakukan karena tidak perlu memindahkan laptop keatas mesin. Konektor yang telah dipasang sebelumnya kemudian diganti dengan konektor DB15, hal ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam memasang alat dengan kabel yang telah terpasang di mesin washer.

*Relay* yang digunakan merupakan *relay* yang terisolasi dengan *opto-isolation*. *Opto-*

*isolation* adalah suatu alat yang dapat mentransfer sinyal listrik menggunakan gelombang cahaya sehingga menciptakan suatu sambungan isolasi listrik *input* dan *output*. Berbeda dengan *relay* pada umumnya, *relay* ini memerlukan VCC dan COM sebagai sumber dari daya. VCC akan disambungkan dengan daya 5V eksternal dan COM dengan daya dari pin 5V Arduino. Daya eksternal didapatkan dari daya 12V yang berasal dari adapter yang kemudian diturunkan menjadi 5V dengan menggunakan *stepdown* sehingga tidak melebihi tegangan kerja *relay*. Perubahan kembali dilakukan pada program, perubahan yang dilakukan adalah menambahkan perintah solenoid untuk aktif sebelum pompa aktif dan penambahan fungsi dari program untuk menjalankan proses lainnya. Penambahan proses ini adalah ketika *push button-2* ditekan maka pompa sabun dan pewangi akan aktif selama 10 detik yang bertujuan untuk menguras sabun dan pewangi yang berada di dalam dispenser. Kemudian dilakukan juga perubahan pada *delay* proses *Rinse+Spin*, *delay* yang sebelumnya 17 menit ditambahkan menjadi 22 menit. Hal ini dikarenakan, pada proses *Rinse+Spin* waktu 17 menit yang ditampilkan pada mesin washer merupakan waktu untuk proses *Rinse+Spin* saja dan tidak termasuk waktu proses untuk mengisi dan mengeluarkan air dari tabung cuci di mesin. Sehingga diperlukan tambahan waktu *delay* agar

manipulasi program dapat bekerja dengan baik. Pada proses pemasangan alat terdapat kendala, kendala yang terjadi terdapat pada desain dispenser, bertujuan untuk menyambungkan dispenser dan wadah elektrik patah, hal ini disebabkan dimensi sambungan terlalu kecil sehingga tidak mampu menahan beban dan kemudian patah. Kemudian wadah elektrik yang telah didesain tidak dapat menampung seluruh komponen elektrik karena saat melakukan desain mengabaikan kabel dan selang yang akan dipasang, serta pemasangan pompa yang menggantung pada bagian dispenser juga tidak dapat dilakukan karena lem tidak dapat menahan beban dari pompa yang menggantung. Lubang selang yang berada pada bagian depan wadah elektrik juga dipindahkan pada bagian belakang, hal ini dikarenakan pada mesin washer selang dapat dimasukkan lewat bagian belakang mesin washer sehingga tidak merusak tampak depan dari mesin washer dengan melubangi bagian depan dari wadah mesin washer.

Untuk mengatasinya kemudian wadah elektrik di desain kembali dengan merubah bentuk dari wadah yang sudah ada kemudian menambahkan beberapa bagian pendukung. Untuk mengatasi sambungan yang patah pada wadah dan dispenser dibuat konektor yang akan direkatkan pada bagian samping dan dalam dari wadah elektrik. Kemudian untuk mengatasi kurangnya ruang untuk sistem

elektrik ditambahkan satu kompartemen di atas wadah elektrik yang berfungsi sebagai tempat untuk pompa. Untuk jalur selang yang berubah, wadah pada dispenser dilubangi kembali pada bagian belakang dan pada bagian depan diberikan penutup untuk menutup lubang yang sudah ada sebelumnya. Pemasangan selang pada alat mengalami masalah, selang yang dipasang pada alat tidak dapat ditebuk karena terlalu pendek, sedangkan jika selang yang dipasang terlalu panjang, selang tidak dapat berada di dalam dispenser. Kemudian dilakukan penggantian pada selang dengan selang yang lebih lunak untuk mengatasi hal tersebut. Namun, pada penggunaannya selang yang lunak jika ditebuk selang akan terlipat, sehingga sabun dan pewangi yang akan melewatinya tidak akan optimal. Untuk mengatasi masalah tersebut kemudian digunakan *napple* bertujuan agar selang tidak perlu ditebuk dan memudahkan dalam merakit dan melepas alat.

### **Analisi Durasi Waktu Pencucian**

Berdasarkan hasil pengamatan, proses pencucian secara manual mulai dari tahap *wash* sampai *rinse* memerlukan waktu rata-rata sebesar 894 detik atau sekitar 15 menit untuk satu keranjang produk *stamping*. Durasi waktu tersebut didominasi oleh waktu tunggu dari tahap *wash* menuju *rinse*. Tahap *rinse* memerlukan waktu rata-

rata dua kali lipat lebih lama dibandingkan dengan tahap *wash*. Hal ini mengakibatkan terjadinya *bottleneck*. Berdasar hasil pencatatan waktu pada uji coba mesin, proses pencucian otomatis mulai dari unit *Feeder* sampai keluar dari unit *Rinse* memerlukan waktu rata-rata sebesar 34,5 detik. Berdasar hasil tersebut,

dapat dihitung peningkatan kecepatan proses pencucian yaitu sebesar 25 kali dari kecepatan pencucian secara manual. Perbandingan antara waktu proses pencucian secara manual dengan waktu proses pencucian secara otomatis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 3.1 Hasil Perbandingan Durasi Waktu Pencucian

No	Metode Pencucian	Jumlah Sampel (Keranjang)	Rata-Rata Waktu Proses (Detik)	Peningkatan Kecepatan Proses
1	Manual	30	894	25,88 kali
2	Otomatis	30	34,5	

Sumber: Data Diolah Primer, 2022

Otomatisasi proses pencucian pada penelitian ini menghasilkan dampak perbaikan yang sangat signifikan. Kecepatan proses pencucian dapat meningkat beberapa kali lipat. Kondisi ini berpotensi meningkatkan produktivitas unit produksi *high speed stamping* PT Tirta Investama Pabrik Mambal dengan asumsi pada tahap produksi yang lain tidak terjadi *bottleneck*. Keuntungan lain yang didapat adalah adanya efisiensi jumlah tenaga kerja. Mesin *washer* otomatis yang dirancang pada penelitian ini hanya perlu satu operator, sehingga dua operator yang tersisa dapat dialihfungsikan untuk membantu pekerjaan lain. Rancangan mesin *washer* otomatis pada penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan. Penggunaan pemanas air diperlukan untuk

meningkatkan efisiensi proses pencucian. Masa pakai larutan hasil daur ulang limbah masih pendek karena belum menggunakan mekanisme penyaringan kotoran. Diperlukan 50 liter air untuk mencuci 10 keranjang produk *stamping* menggunakan teknologi *microfilter* dan *oil* dengan peningkatan kecepatan proses 25,88 kali melalui metode pencucian manual dan otomatis.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, hal yang dapat disimpulkan antara lain sebagai berikut.

1. Penambahan mesin eksternal *prewash* pada mesin *washer* untuk melakukan proses

- pencucian botol kotor berat secara lebih efektif dan efisien. Air yang digunakan adalah air overflow dari proses washer, sehingga tidak menambah beban penggunaan air baru. Penggunaan air juga bisa di setting secara presisi sesuai kebutuhan pencucian botol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan air baru dan pemborosan air akibat perilaku manusia menggunakan cara manual sebelumnya, sudah tidak menggunakan sistem ini. Dengan demikian, perancangan mesin eksternal prewash mampu melakukan efisiensi air sebesar 180 m<sup>3</sup>/bulan.
2. Otomatisasi proses pencucian pada penelitian ini menghasilkan dampak perbaikan yang sangat signifikan. Kecepatan proses pencucian dapat meningkat beberapa kali lipat. Kondisi ini berpotensi meningkatkan produktivitas unit produksi *high speed stamping* PT Tirta Investama Pabrik Mambal dengan asumsi pada tahap produksi yang lain tidak terjadi *bottleneck*. Keuntungan lain yang didapat adalah adanya efisiensi jumlah tenaga kerja. Diperlukan 50 liter air untuk mencuci 10 keranjang produk *stamping* menggunakan teknologi *microfilter* dan *oil* dengan peningkatan kecepatan proses 25,88 kali melalui metode pencucian manual dan otomatis.

## Saran

Hal yang dapat disarankan dari hasil penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Pada proses pembuatan purwarupa, desain merupakan hal yang memerlukan observasi mendalam agar output dari desain tersebut dapat menjadi efektif. Penambahan variasi mode alternatif pencucian yang dapat dipilih oleh pengguna.
2. Dalam pemasangan alat serupa tidak perlu melakukan pembongkaran pada mesin washer, sehingga dapat memudahkan pengguna dalam proses instalasinya. Penambahan IoT (Internet of Things) untuk memudahkan pengguna dalam memonitor proses mencuci

## DAFTAR PUSTAKA

- Grewal, M.S. 2015. Switch to Aqueous Technology Gives Gillette Edge in Blade Manufacturing. *Precision Cleaning. The Magazine of Critical Cleaning Technology*, 15-26.
- Junaidi, Prabowo. 2018. Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino. Jakarta: Anugrah Utama Raharja.
- Kim, H. S, Kweon, J. H. 2017. Cleaning Of Lubricating Products From Machinery Parts Using Subcritical Water. *KSCE Journal Of Civil*

- Engineering*, 14(1): 1-6.
- Klabuschnig, J. 2017. Aqueous cleaning process with solvent-based corrosion protection. *IST International Surface Technology*, 10(3): 46-47.
- Mitschele, M. 2014. Fully Automatic Cleaning Line with Clean Room Connection. *IST International Surface Technology*, 7(2): 24-29.
- Prabowo, J. C. H. 2015. Modifikasi Perangkat Kelistrikan Mesin washer Primus 20 Kg dengan Menggunakan PLC dan HMI. *Jurnal Penelitian Teknik Elektro*, 5 (3): 42-48.
- Solemede, Haidar, Rahayu. 2020. Realisasi Internet of Things (IoT) Berbasis Android untuk Aplikasi Pengendali dan Pemantau Fitur-Fitur pada Mesin washer Sharp ES-F950P-GY. *Jurnal Industrial Research*, 4(1): 22-29.
- Xiao, M. H., Yu, L. B., Li, G. H, Liang, W. J. 2016. Development of High Speed Precision Press and its Development Trends. *Key Engineering Materials*. 6 (3): 89-95.
- Yamamoto, Y., Bellgran, M. 2013. Four types of manufacturing process innovation and their managerial concerns. *Procedia CIRP*, 7(1): 479-484.