

## **PENENTUAN LAJU ALIR BUKAAN POMPA DOSING UNTUK PROSES DISINFEKSI SUMUR DALAM TANDON BETEK**

Galuh Cakra Panigas<sup>1</sup>, Arief Budiono<sup>1</sup>, Djaka Setyanta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

<sup>2</sup>Divisi Produksi, Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang, Jl. Terusan Danau Sentani No. 100, Sawojajar, Malang 65139, Indonesia

panigasgaluhcakra14@gmail.com ; [arbkimia@gmail.com]

### **ABSTRAK**

Pompa digunakan untuk memindahkan sebuah fluida dari satu tempat ke tempat yang lain. Pompa memiliki banyak jenis, salah satunya adalah pompa dosing. Pompa dosing digunakan untuk memindahkan fluida dengan cara injeksi, dimana aliran fluida yang terpindahkan akan berbentuk tetesan fluida. Penelitian ini dilakukan untuk mencari nilai baku laju alir pompa, mengingat biasanya laju alir dari injeksi disinfektan dapat mempengaruhi kualitas air. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error*. Laju alir ditentukan dengan variabel bukaan 30%, 40% dan 50% pada pompa, yang kemudian dilakukan pengujian evaluasi berupa kadar sisa klor pada *fountain tap*. Jika pompa bekerja secara baik dan normal, maka semakin tinggi nilai bukaan, maka semakin tinggi nilai kadar sisa klor yang terukur dari hasil evaluasi di lapangan. Penelitian ini diharapkan dapat dilakukan kalibrasi secara berkala, sehingga dapat dilakukan monitoring pada sistem pompa. Dari hasil observasi pengukuran kadar sisa klor dilakukan di lapangan, didapatkan bahwa untuk titik pertama yang berlokasi di Tandon Betek adalah 0,9 ppm, 1,6 ppm dan 2 ppm, sedangkan untuk kadar sisa klor pada titik kedua yang berlokasi di konsumen terjauh adalah 0 ppm, 0,3 ppm dan 0,6 ppm. Nilai hasil uji yang telah dilakukan akan dilakukan pendekatan dengan baku mutu yang diterapkan oleh perusahaan. Hasil pendekatan yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai baku laju alir pompa terdapat pada bukaan 40%.

**Kata kunci:** *fluida, injeksi, pompa*

### **ABSTRACT**

*Pumps are used to move fluid from one place to another. Pumps have many types, one of which is a dosing pump. Dosing pumps are used to move fluids by injection, where the fluid flow that is transferred will be in the form of fluid droplets. This research was conducted to find the standard value of the pump flow rate, bearing in mind that the flow rate of disinfectant injection can affect water quality. This research was conducted using the trial-and-error method. The flow rate is determined by the aperture variables of 30%, 40%, and 50% at the pump, which is then carried out with an evaluation test in the form of residual chlorine content on the fountain tap. If the pump is working properly and normally, the higher the opening value, the higher the residual chlorine content measured from the evaluation results in the field. It is hoped that this research can be calibrated periodically so that monitoring of the pump system can be carried out. From the results of observations of residual chlorine content measurements carried out in the field, it was found that for the first point located at Tandon Betek, it was 0.9 ppm, 1.6 ppm, and 2 ppm. As for the residual chlorine content at the second point, which is located at the furthest consumer, it is 0 ppm, 0.3 ppm, and 0.6 ppm. The value of the test results that have been carried out will be determined by the quality standards applied by the company. The results of the approach taken show that the standard value of the pump flow rate is found at 40% opening.*

**Keywords:** *fluid, injection, pump*

## 1. PENDAHULUAN

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus [1]. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*) [2]. Pada penggunaan pompa perlu adanya ketinggian minimal untuk mengangkat larutan yang tertampung pada tangki. Ketinggian ini dimaksudkan untuk dapat mengetahui posisi atau letak pompa agar dapat beroperasi dengan baik [3]. Pompa *dosing* atau *metering pump* merupakan pompa yang dapat mengontrol volume sebuah zat cair yang nantinya akan diinjeksikan ke zat pelarut lainnya dengan akurat sesuai dosis yang sebelumnya telah diatur [4]. Pompa digunakan untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dimana tidak dimungkinkannya cairan tersebut mengalir secara alami [5]. Pompa *dosing* menggunakan *solenoid* sebagai penggerak dimana dapat dikontrol melalui sinyal sensor *water level* atau sinyal analog. Pengoperasian pompa *dosing* pada skala laboratorium yang diterapkan oleh industri tempat penelitian, menggunakan pengoperasian manual. Pengoperasian ini dimaksudkan dilakukan di lapangan dan diatur oleh operator dengan acuan kadar sisa klor pada *fluida*. Pengoperasian manual ini dilakukan dengan cara memutar kontrol kendali yang ada di badan pompa untuk dapat mengatur hisapan dan dorongan, agar dapat menginjeksikan larutan disinfektan yang tertampung pada tandon ke dalam aliran *fluida* yang berada di dalam pipa. Pompa *dosing* yang digunakan adalah berjenis *Solenoid Metering Pump Beta/4* [6].

Proses pemberian larutan disinfektan pada perusahaan, sebelumnya dilakukan dengan cara menuangkan larutan disinfektan ke dalam tandon yang berbasis pada volume air pada tandon. Cara tersebut dinilai tidak efisien terhadap sumber daya manusia, dikarenakan cara tersebut membutuhkan banyak orang untuk memindahkan larutan disinfektan dan menuangkannya ke dalam tandon. Metode lama ini juga memiliki kelemahan, yaitu proses pencampuran larutan disinfektan dan air tidak merata. Ketidak merataan ini disebabkan karena air yang mengalir dari dalam sumur ke tandon bisa berbeda setiap kurun waktu tertentu. Pemberian larutan disinfektan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air siap minum yang layak konsumsi bagi masyarakat sekitar [7].

Proses disinfeksi diperlukan untuk membunuh bakteri patogen secara berkelanjutan, pemberian disinfeksi dapat dilakukan dengan cara injeksi larutan disinfektan ke dalam saluran air yang menuju ke *reservoir* atau ke konsumen. Pemberian disinfeksi ini dilakukan dengan sistem kontinu dan memerlukan ketepatan dalam pemberian dosisnya, hal ini bertujuan untuk mengurangi resiko *overdosis* disinfektan yang terkandung dalam air, khususnya larutan yang mengandung bahan kimia klorin. Dengan menggunakan pompa injeksi berupa pompa *dosing*, efisiensi dan efektifitas waktu kerja lebih terjamin [8]. Dalam pelaksanaannya, larutan disinfektan (*Sodium Hypochlorite*) bervolume 30 L akan ditampung dan dilarutkan dengan air di dalam sebuah tandon berkapasitas 300 L. Pompa *dosing* akan di pasang di atas tandon, kemudian tandon disinfektan akan dihubungkan dengan pompa melalui selang. Aliran injeksi yang keluar, akan terhubung dengan pipa air yang mengarah ke *Reservoir* [9]. Pada penelitian lain yang telah dilakukan, berupa penyediaan air siap minum dalam ruang lingkup perkantoran yang dimana air baku berasal dari air laut. Pemberian

disinfeksi yang dilakukan adalah dengan menggunakan ozon yang dimana melalui filter *reverse osmosis*. Penelitian tersebut dilakukan pengumpulan data dengan cara observasi secara langsung selama 4 bulan, sedangkan untuk perolehan data dan pengolahan data, menggunakan perangkat lunak yang telah terhubung dengan sensor deteksi kadar senyawa disinfektan yang diinjeksikan di dalam saluran perpipaan [10].

Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk menentukan nilai baku dari laju alir bukaan pompa *dosing* dengan metode *trial and error*. Metode ini dilakukan karena tidak adanya sensor deteksi kadar sisa klor yang terpasang pada jaringan sistem perpipaan sehingga dengan nilai yang ditetapkan ini, proses injeksi larutan disinfeksi akan lebih efisien dan proses disinfeksi bisa mencapai konsumen terjauh dengan kadar yang masih sesuai dengan ambang batas yang ditetapkan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Berdasarkan pendahuluan yang telah dijabarkan di atas, metodologi penelitian yang digunakan dalam penentuan nilai baku dari laju alir pompa *dosing* adalah sebagai berikut:

### 2.1. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi lapangan pada kawasan sumur dalam tandon Betek dan melakukan uji lapangan pada titik *fountain tap* yang dilewati oleh aliran air yang berasal dari Reservoir Betek. Pompa *dosing* yang digunakan adalah *Prominen*. Observasi lapangan dilakukan pada 11 Juli 2022 dengan pengamatan langsung terkait nilai sisa klor yang terkandung di dalam air. Pengujian lapangan yang dilakukan menggunakan alat Komparator Levibond dengan reagen pil *Dipropil-p-phenilendiamin (DPD)*. Nilai sisa klor dapat dilihat pada cakram warna yang terdapat pada alat. Data hasil pemeriksaan yang dilakukan di lapangan akan dikumpulkan dan dilakukan perbandingan dari nilai awal pada *Reservoir* Betek sebagai disinfektan induk.

### 2.2. Penentuan Nilai Baku

Nilai baku dari laju alir pompa ditentukan dengan beberapa variabel yang ditentukan dengan *trial and error*. Nilai variabel yang digunakan adalah 30%, 40% dan 50%. Dari variabel tersebut akan ditentukan kadar sisa klor pada lokasi konsumen terjauh. Jika pada konsumen terjauh terdapat kadar sisa klor yang terdeteksi meskipun memiliki nilai hasil uji antara 0,1 - 0,3 ppm, maka variabel tersebut bisa digunakan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil

Hasil pengamatan uji kadar sisa klor pada konsumen terjauh yang telah dilakukan ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil pengamatan uji sisa klor konsumen terjauh

| Laju Alir 30 (ppm) | Laju Alir 40 (ppm) | Laju alir 50 (ppm) |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0                  | 0,3                | 0,6                |

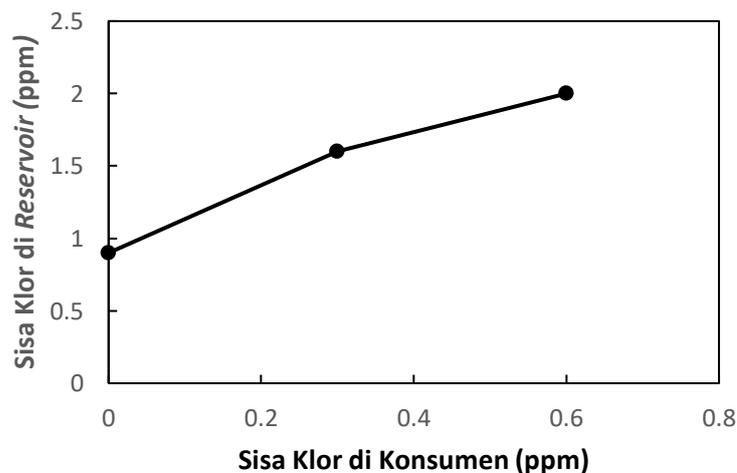
**Tabel 2.** Hasil pengamatan uji sisa klor pada *reservoir* betek

| Laju Alir 30 (ppm) | Laju Alir 40 (ppm) | Laju alir 50 (ppm) |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0,9                | 1,6                | 2                  |

### 3.2. Pembahasan

Penelitian ini memerlukan waktu observasi selama 2 minggu. Selama waktu tersebut, dilakukan pengambilan data pada 2 titik, yaitu konsumen terjauh atau *fountain tap* dan *reservoir* Betek. Pengambilan data hasil uji dilakukan pada kedua titik ini karena pada *reservoir* Betek proses disinfeksi yang berlangsung adalah redisinseksi. Selain itu, kadar sisa klor pada redisinseksi, seharusnya tidak setinggi pada proses disinfeksi yang menggunakan gas klor murni. Proses redisinseksi ini hanya bertujuan untuk membiarkan kadar klor murni hanya untuk menunjang adanya disinfektan dalam air agar tetap higienis, sehingga perlu dilakukan adanya pengecekan kadar sisa klor pada *reservoir* Betek yang bertujuan untuk menentukan laju alir pompa injeksi.

Pada pengolahan air siap minum, proses disinfeksi merupakan salah satu bagian dari divisi produksi dimana digunakan untuk proses pemurnian air dengan cara eliminasi mikroorganisme patogen [11]. Proses disinfeksi ini menggunakan larutan *Sodium Hypochlorite* [12]. Larutan ini mengandung kadar klor aktif sebesar 15-20%. Larutan ini digunakan untuk proses disinfeksi karena alasan ekonomis, selain itu, proses disinfeksi yang ada di *Reservoir* Betek merupakan proses redisinseksi [13]. Dinamakan redisinseksi karena *Reservoir* Betek mendapat pasokan air dari *Reservoir* Tlogomas yang mana telah dilakukan disinfeksi dengan menggunakan gas klor murni.



**Gambar 1.** Perbandingan kadar sisa klor antara *reservoir* dan konsumen terjauh

Dari hasil pengujian lapangan dan observasi secara langsung, didapat data pada Tabel 1 dan Tabel 2. Dengan bukaan laju alir sebesar 30%, maka didapat hasil sisa klor pada air induk sebesar 0,9 ppm dan pada konsumen terjauh adalah 0 ppm. Dengan bukaan laju alir 40%, didapat kadar sisa klor pada air induk sebesar 1,6 ppm dan kadar sisa klor pada konsumen terjauh adalah 0,3 ppm. Bukaan laju alir 50%, didapat kadar sisa klor pada air induk sebesar 2 ppm dan kadar sisa klor pada konsumen terjauh adalah 0,6 ppm. Penentuan nilai kadar sisa klor ini menggunakan alat detektor bernama komparator. Alat ini menggunakan bantuan cahaya matahari yang digunakan untuk menimbulkan warna pada larutan air yang telah diberi reagen berupa pil. Pil reagen yang digunakan untuk pengujian adalah dipropil-p-phenilendiamin (DPD). Larutan yang mengandung sisa klor, akan menimbulkan warna merah muda keungu-unguan, tergantung dengan kepekatan

sisa klor yang ada di dalam air tersebut. Nilai bukaan laju alir 40%, 50% dan 60% terdapat pada badan pompa dosing yang digunakan untuk penentuan nilai baku. Nilai kadar bahan yang diinjeksikan akan menunjukkan peningkatan yang berbanding lurus dengan pengaturan bukaan pompa [14]. Penurunan kadar disinfektan dalam larutan, dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, beberapa contohnya adalah jarak dan mikroorganisme. Peningkatan kadar pada konsentrasi sisa klor yang terkandung dalam air, akan mengalami penurunan konsentrasi dikarenakan jarak tempuh yang semakin jauh. Jarak antara *reservoir* dan titik pengambilan sampel memiliki jarak kurang lebih 5 km. Jarak yang jauh tersebut ditargetkan akan mencapai 0,2 ppm. Namun untuk realita di lapangan, kadar tersebut tidak terpenuhi akibat dari proses *tapping* yang dilakukan untuk pemenuhan distribusi air ke setiap zona konsumen. Bersumber adanya data hasil observasi kadar sisa klor yang telah dilakukan di lapangan, dari hasil pembacaan alat komparator, hasil yang paling mendekati nilai target sisa klor adalah bukaan laju alir 40% yang memiliki nilai kadar sisa klor 0,3 ppm. Penelitian yang dilakukan sebelumnya menggunakan disinfektan ozon yang diinjeksikan ke dalam air dengan jaringan distribusi air tertutup dengan instalasi perpipaan yang terkoneksi dengan sensor ozon di dalamnya, sehingga pada penelitian tersebut dapat dilakukan pengamatan secara berkala dengan sistem bersamaan untuk pengambilan sampel. Pada sensor tersebut juga dilengkapi dengan jarak tempuh yang dimana dapat dilihat pada monitor. *Observer* dapat melakukan pengamatan penurunan kadar disinfektan dengan pengaruh jarak. Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui laju alir baku ini, terbatas dengan pengoperasian bukaan pompa yang bisa dioperasikan, sehingga tidak dapat mengatur dengan spesifik laju alir larutan disinfektan yang diinjeksikan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Susanto,dkk (2022) menunjukkan hasil dari pemberian disinfektan berupa ozon akan habis pada jarak 390 meter dari *reservoir* [10]. Pemberian disinfektan berupa ozon untuk cakupan distribusi yang luas terutama dengan jangkauan jarak terjauh hingga 5 km dianggap tidak efisien, hal ini dikarenakan akan membutuhkan banyak gas ozon yang didistribusikan, selain itu tempat tampung ozon memiliki kriteria persyaratan khusus untuk tetap mempertahankan kandungannya agar tidak bocor atau berkontak dengan udara bebas, sehingga memerlukan bangunan khusus untuk meletakkan tempat penampung gas ozon tersebut.

Performa dari pompa akan sangat dipengaruhi oleh suhu larutan yang dipindahkan sehingga, sebisa mungkin suhu larutan dijaga dengan cara ditempatkan di lokasi yang bersuhu yang relatif konstan [15]. Suhu air di perusahaan sebelum terkena larutan disinfektan dijaga pada suhu 27-30°C, hal ini berfungsi untuk mengoptimalkan kinerja pompa agar proses pencampuran dengan larutan disinfektan tidak terjadi reaksi yang menimbulkan percikan atau semburan air yang berkontak dengan larutan disinfektan murni. Selain itu, suhu air setelah berkontak dengan larutan disinfektan, suhu air akan mengalami penurunan hingga suhu air mencapai 25°C.

Nilai pada hasil konsumen terjauh bisa dibilang adalah nilai yang tidak bisa dianggap konstan, hal ini dikarenakan pada beberapa titik tertentu terdapat *tapping* pipa yang bersumber dari tandon lain yang tersebar untuk pemenuhan kebutuhan air masyarakat sekitar. Jika *tapping* ini tidak dilakukan, kebutuhan air untuk masyarakat tidak akan bisa tercukupi jika hanya menggantungkan tandon Betek. *Tapping* merupakan sebuah metode

penggabungan 2 pipa atau lebih dengan cara pengelasan. Penggabungan pipa ini dilakukan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat pada daerah tertentu.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah dengan bukaan laju alir 40% telah memenuhi persyaratan proses disinfeksi hingga konsumen terjauh. Bukaan laju alir sebesar 40% menghasilkan nilai kadar 0,3 ppm pada pelanggan terjauh, yaitu 5 km.

Saran dari hasil penelitian ini, diharapkan penyediaan air siap minum pada kawasan distribusi air yang dilalui oleh Tandon Betek dilakukan observasi secara berkala. Observasi ini dilakukan dalam kurun waktu tertentu untuk mengontrol laju lair pompa dosing, karena suatu alat memiliki efisiensi dan massa aktif kerja yang dapat menurun dalam kurun waktu tertentu. Penurunan efisiensi pompa dapat mempengaruhi jumlah dosis injeksi yang dikeluarkan oleh alat, sehingga perawatan alat dan monitoring tetap harus dilakukan untuk menjaga kinerja dan hasil yang optimal sesuai yang diharapkan dan sekaligus meminimalisir adanya kerusakan alat yang ada di lapangan.

#### REFERENSI

- [1] J. Satheesh Kumar and P. Poongodi, "Intelligent feed forward control of chemical dosing pump using pulse width modulation," *J. Chem. Pharm. Res.*, no. 5, hal. 218–222, 2013.
- [2] W. Poon, "Positioning Grundfos Dosing and Disinfection in Nordic Water Utilities," hal. 1–75, 2014.
- [3] A. K. Rindra, A. Widodo, F. Baskoro, and N. Kholis, "Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis IoT (Internet of Things)," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 1, hal. 17–22, 2022.
- [4] A. Farizi, A. Rizki Adyannisa, D. S. Majid, and D. Kusnadi, "Perancangan Panel Motor Control Centre Dosing System for Clarifier," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 7, hal. 139–145, 2022.
- [5] A. Adlin Daulay, "Studi Penggunaan Dosing Pump Terhadap Penambahan Anti Stripping Agent Pada Asphalt Mixing Plant (AMP)," Medan, 2018.
- [6] ProMinent, *Operating instructions Solenoid Metering Pump Beta ® b BT4b and BT5b*. 2006.
- [7] S. Harahap and M. I. Fakhrudin, "Perancangan Pompa Sentrifugal Untuk Water Treatment Plant Kapasitas 0.25 M<sup>3</sup> /S Pada Kawasan Industri Karawang," vol. 17, 2018.
- [8] O. Bello and A. Owoeye, "Modelling and Control of a Dosing Pump for Water Treatment Plants," *Eng. Technol. J. e-ISSN Oladipupo Bello 1, ETJ*, vol. 7, no. 4, hal. 1220–1224, 2022.
- [9] M. N. Mangal *et al.*, "Application of a smart dosing pump algorithm in identifying real-time optimum dose of antiscalant in reverse osmosis systems," *J. Memb. Sci.*, vol. 658, Sep. 2022.
- [10] A. Susanto, A. Riyanto, E. K. Putro, U. Amrina, J. C. Wilmot, and S. M. Quds, "Analisis Kualitas Air Berdasarkan Konsentrasi Ozon (O<sub>3</sub>) pada Penyediaan Air Minum (PAM)

- di Gedung Perkantoran,” *J. Kesehat. Lingkung. Indones.*, vol. 21, no. 2, hal. 122–130, Jun. 2022.
- [11] N. I. Said, “Disinfeksi untuk Proses Pengolahan Air Minum,” *JAI*, vol. 3, no. 1, hal. 15–28, 2007.
- [12] D. Fitriani Sari, R. R. Parnaadji, and A. Sumono, “Pengaruh Teknik Desinfeksi dengan Berbagai Macam Larutan Desinfektan pada Hasil Cetakan Alginat terhadap Stabilitas Dimensional,” *J. Pustaka Kesehat.*, vol. 1, no. 1, hal. 29–34, 2013.
- [13] V. Rathod, B. Sakhare, B. Rasal, A. Vazratkar, and S. Ratnaparkhi, “Design of Mechanically Actuated Diaphragm Type Dosing Pump,” vol. 6, no. 12, hal. 168–173, 2017.
- [14] R. A. Fonseca, F. C. F. O. Junior, H. Lino, and M. G. Bergerman, “Technical Evaluation of Reagent Dosing Pumping Systems in Flotation Circuits,” *Holos*, vol. 6, no. 33, hal. 92–99, 2017.
- [15] T. Zehetbauer, A. Plöckinger, C. Emminger, and U. D. Çakmak, “Mechanical design and performance analyses of a rubber-based peristaltic micro-dosing pump,” *Actuators*, vol. 10, no. 8, Aug. 2021.