



## Optimalisasi Penentuan Lokasi Rumah Pompa Air dengan Metode *P-Center* dalam Meningkatkan Efisiensi Distribusi Pelanggan Air PDAM

Untung Usada<sup>1</sup>✉

<sup>(1)</sup>Teknik Industri, Universitas Nahdlatul Ulama' Sidoarjo

DOI: [10.31004/jutin.v8i3.46636](https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.46636)

✉ Corresponding author:

[untung\_usada.tin@unusida.ac.id]

### Article Info

Kata kunci:  
*P-Center;*  
*Optimasi;*  
*Distribusi Air;*  
*Jaringan Air*

### Abstrak

Dalam melancarkan tujuan dari PDAM Surabaya ada beberapa upaya yang telah dilakukan oleh pihak Perusahaan, mulai dari mengolah air sungai menjadi air bersih yang siap digunakan sampai pada pengaturan jaringan distribusi. Penentuan lokasi pendistribusian memiliki peranan penting dalam sistem manajemen distribusi jaringan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan lokasi Rumah Pompa yang merupakan tempat pendistribusian air yang bersifat reservoir. Dengan menggunakan metode *P-Center* dengan harapan dapat menemukan lokasi Rumah Pompa yang efektif dan efisien. Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan proses observasi dan wawancara. Sampel penelitian dilakukan pada suatu wilayah Zona 5 yang ada pada pembagian zona di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Untuk menentukan lokasi digunakan model matematis *P-Center*. Hasil penelitian ini menunjukkan lokasi yang optimal sebagai penempatan rumah pompa distribusi air ada pada lokasi rumah pompa subzona 526 dengan melayani 5.732 pelanggan dan 513 dengan melayani 5.610 pelanggan. Sehingga dengan 2 lokasi yang ditemukan dapat melayani pelanggan sebanyak 11.324 pelanggan.

### Abstract

Keywords:  
*P-Center;*  
*Optimization;*  
*Water Distribution;*  
*Water Network*

*In carrying out the goals of PDAM Surabaya, there are several efforts that have been made by the Company, starting from processing river water into clean water that is ready for use to setting up the distribution network. Determining the distribution location has an important role in the network distribution management system. This research aims to determine the location of the Pump House which is a place for distributing reservoir water. By using the *P-Center* method in the hope of finding an effective and efficient Pump House location. Data collection used in this research used an observation and interview process. The research sample was carried out in a Zone 5 area in the zone division of PDAM Surya Sembada, Surabaya City. To determine the location, the *P-Center**

*mathematical model is used. The results of this research show that the optimal location for placing a water distribution pump house is in subzone 526 pump house location serving 5,732 customers and 513 serving 5,610 customers. So with the 2 locations found we can serve as many as 11,324 customers.*

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan kualitas air dengan jalan mengadakan pengolahan terhadap air yang diperlukan sebagai air minum dengan mutlak dipertemukan. Terutama apabila air tersebut berasal dari air serapan tanah atau air sungai. Pengolahan yang dimaksud ialah bisa mulai dari tahap yang sederhana sampai pengolahan air yang lengkap, sesuai dengan tingkat kekeruhan sumber air di setiap wilayah atau daerah. Kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari berbeda tiap tempat dan wilayah, tergantung dengan tingkatan kehidupan atau populasi manusia di setiap wilayah. Semakin tinggi tingkat populasi manusia di suatu wilayah pasti membutuhkan ketersediaan air bersih yang tinggi (Diana et al., 2020).

PDAM Surya Sembada Kota Surabaya merupakan unit penyedia air bersih yang bertanggungjawab menyediakan dan menyebarluaskan air bersih untuk seluruh warga Kota Surabaya. Dalam melancarkan tujuan dari PDAM Surabaya ada beberapa upaya yang telah dilakukan oleh pihak Perusahaan, mulai dari mengolah air sungai menjadi air bersih yang siap digunakan oleh warga Surabaya (Nafisa & Hadi, 2019). Bukan hanya mengolah air sungai menjadi air bersih, upaya untuk mendistribusikan air yang diolah pada Instansi Perusahaan Air Minum (IPAM) yang bertempat di 2 titik di Surabaya. Pertama di Ngagel, Kota Surabaya dan yang kedua berada di Karang Pilang, Kota Surabaya. Hasil produksi olahan air bersih ini juga akan distribusikan ke seluruh penjuru Kota Surabaya, dengan didirikan Rumah Pompa atau bisa disebut pompa distribusi air. Berfungsi untuk menstabilkan air yang dialirkan dari IPAM ke seluruh pelanggan di Kota Surabaya (Ramadani, 2021).

PDAM Surya Sembada Kota Surabaya telah menyediakan air bersih untuk warga Kota Surabaya sejak tahun 1976 hingga sekarang. Diundangkan dalam lembaran daerah Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya tahun 1976 seri c pada tanggal 23 Nopember 1976. Berawal dari peninggalan belanda pada tahun 1890 yang mengambil sumber dari Desa Purut Kabupaten Pasuruan dan di angkut menggunakan Kereta Api dikirim ke Surabaya, saat berada di bawah pimpinan Kolonial Belanda pada tanggal 08 Oktober 1903. Hingga di serahkan kepada pemerintah daerah di Jawa Timur yang telah di undangkan juga sebagai Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) sejak 1976 hingga sekarang melayani masyarakat Surabaya dalam ketersediaan air minum atau air bersih.

Namun permasalahan tentang tekanan air kurang kuat atau aliran air sedikit masih banyak diterima oleh PDAM, dikarenakan memang masih belum seluruh penjuru Kota Surabaya telah terpasang Rumah Pompa. Sehingga masih banyak komplain dari para pelanggan atas kecilnya aliran arus yang diterima oleh pelanggan yang jaraknya jauh dari rumah pompa. Adapun syarat untuk mendirikan Rumah Pompa juga bukan hanya karena komplain dari pelanggan namun, ada banyak pertimbangan yang diperhitungkan dan di analisa oleh perusahaan demi kenyamanan bersama.

Penentuan lokasi pendistribusian memiliki peranan penting dalam sistem manajemen rantai pasokan sehingga proses pengiriman produk dapat terkirim dengan lancar, cepat dan optimal (Ahmad, 2018). Kekurangan lokasi distribusi air dapat mengakibatkan kurangnya kepuasan pelanggan selaku penerima saluran air, mengakibatkan kurang tercukupinya air bersih. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode distribusi yaitu metode *P-Center* yang merupakan sebuah teknis matematis yang digunakan untuk menemukan lokasi paling baik untuk suatu titik distribusi tunggal yang melayani beberapa daerah (Maharani, 2018). Metode ini memperhitungkan jarak lokasi pelanggan, jumlah barang yang dikirim, dan biaya pengiriman (Bazaran & Nezhad, 2009).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan lokasi Rumah Pompa yang merupakan tempat pendistribusian air yang bersifat reservoir. Dengan menggunakan metode *P-Center* dengan harapan dapat menemukan lokasi Rumah Pompa yang efektif dan efisien.

## 2. METODE

Metode *P-Center* bertujuan untuk menentukan jumlah minimum fasilitas yang diperlukan untuk dapat memenuhi semua titik permintaan (Bazaran & Nezhad, 2009). Metode ini merupakan upaya untuk meminimalkan kinerja sistem yang kurang baik dan berfokus pada masalah titik permintaan dapat dilayani oleh fasilitas terdekat dengan tujuan semua dapat terlayani (Bonmee et al., 2017).

Model ini diketahui sebagai *minimax location alocation problem* dan termasuk kedalam *NP hard problem* dalam logistik dan merupakan *discrete facility location* (Yutrukan & Erdan, 2014).

Analisis penentuan lokasi distribusi dalam penelitian ini menggunakan model *P-Center* (Bazaran & Nezhad, 2009) sebagai berikut:

1. Masukan Model
    - $d_{ij}$  = jarak jalur terpendek antara titik plangan  $i$  ke kandidat pompa  $j$
    - $p$  = jumlah fasilitas yang akan di tempatkan
  2. Keluaran Model
    - $X_j$  = 1 jika pompa ditempatkan pada kandidat fasilitas  $j$  dan 0 jika tidak
    - $Y_{ij}$  = 1 jika titik pelanggan  $i$  harus ditugaskan ke kandidat pompa  $j$  dan 0 jika tidak
  3. Fungsi Tujuan dan Kendala

### 3. Fungsi Tujuan dan Kendala

Min z

*Subject to*

$$\sum Y_{ij} = 1 \quad \forall i$$

$$\sum X_j = p$$

$$Y_{ij} \leq X_j \quad \forall i,$$

$$W \geq \sum_j d_{ij} Y_{ij} \quad \forall i$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j$$

$$Y \in \{0,1\} \quad \forall i,$$

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data lokasi wilayah pelanggan di zona 5 serta data pelanggan di setiap pelayanan rumah pompa terdahulu sebagai pembobotan kriteria pemilihan lokasi pembangunan rumah pompa.



**Gambar 1. Lokasi wilayah pelanggan zona 5**

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan proses observasi dan wawancara. Proses observasi pada kegiatan di perusahaan bertujuan untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk melakukan penelitian. Mengikuti kegiatan lapangan serta kegiatan perusahaan yang lain dalam rencana menentukan titik lokasi pembangunan rumah pompa distribusi air PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Sedangkan proses wawancara dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data yang tak tertulis pada *SOP (Standart Operational Procedure)* penentuan lokasi pembangunan rumah pompa distribusi air PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.

Sampel penelitian dilakukan pada suatu wilayah Zona 5 yang ada pada pembagian zona di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya berikut pembagian zona yang ada pada PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Pengolahan data yang terkumpul dilakukan dengan 3 tahapan sebagai berikut:

a. Penentuan Permitaan Pelanggan dan Koordinat Lokasi

Penentuan permintaan pelanggan bertujuan untuk menentukan minimal dan maksimal dari permintaan pelanggan sebagai persyaratan pengoptimalan distribusi air dengan membangun rumah pompa, titik lokasi setiap sub zona digunakan sebagai titik kandidat dari lokasi pembangunan rumah pompa (Sukarto, 2017) dan (Heraqu, 2016).

**Tabel 1. Pompa yang telah tersedia**

Rumah Pompa	Koordinat
Rumah pompa Made	-7.27434,112.63573
Rumah pompa Pradah	-7.284416,112.67786
Rumah pompa Pakuwon	-7.30034,112.66258
Rumah pompa Putat Gede	-7.2921,112.696

**Tabel 2. kapasitas pelanggan terlayani**

Rumah Pompa	Sub Zona	Kapasitas Pelanggan
Rumah pompa Made	534, 538, 539, 542, 543, 544	5808
Rumah pompa Pradah	509, 525, 540, 541, 547	3628
Rumah pompa Pakuwon	509, 525, 540, 541, 516	4651
Rumah pompa Putat Gede I	502, 503, 504	2351
Rumah pompa Putat Gede II	505, 506, 507, 508, 512, 545, 546	3000
Rumah pompa Wonokitri	501, 503, 504, 510, 511	5099

**Gambar 2. Pembagian Zona****Tabel 3. Kapasitas pelanggan belum terlayani**

Node	Nama sub zona	Kapasitas pelanggan
A	Sub Zona 526	44
B	Sub Zona 537	317
C	Sub Zona 516	1024
D	Sub Zona 515	887
E	Sub Zona 514	1586
F	Sub Zona 520	691
G	Sub Zona 513	107
H	Sub Zona 519	145
I	Sub Zona 518	197
J	Sub Zona 517	827
K	Sub Zona 531	619
L	Sub Zona 529	104

Node	Nama sub zona	Kapasitas pelanggan
M	Sub Zona 523	114
N	Sub Zona 522	1567
O	Sub Zona 521	964
P	Sub Zona 527	1751
Q	Sub Zona 524	890
R	Sub Zona 528	472

- b. Melakukan implementasi serta menentukan lokasi dengan model matematis *P-Center*

Implementasi model matematis *P-Center* menggunakan cara yang menganut dari referensi Biazaran & Nezhad (2009) dan Yutrukan & Erdan (2014).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Rizky (2017), perhitungan p-center memiliki batasan sesuai persyaratan yang ditetapkan oleh perusahaan. Perusahaan ini memberi syarat yaitu harus memiliki minimal 3.000 permintaan pelanggan untuk dilakukan pembangunan rumah pompa serta tidak boleh melebihi batasan maksimal pelanggan yang dilayani oleh setiap rumah pompa yang sebesar 5.808.

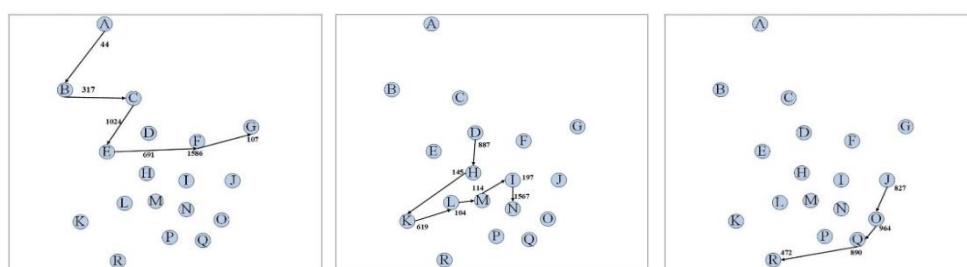
**Tabel 4. Rencana Kapasitas**

Converage Distance	Number of Facilities	Sample Locations
3.000 – 3.800	3	A, D, J
3.800 – 4.800	2	A, L
4.800 – 5.800	2	A, I

Pada perhitungan tabel diatas, dapat dilihat pada skala permintaan pelanggan antara 3.000–3.800 dapat dibangun 3 fasilitas rumah pompa dengan penetapan rumah pompa pada titik A, D dan J atau pada sub zona 526, 515 dan 517. Pada rumah pompa A dapat melayani 3.769 pelanggan, rumah pompa D dapat melayani 3.633 dan rumah pompa J dapat melayani 3.153 pelanggan. Untuk skala permintaan pelanggan antara 3.800–4.800 dapat dibangun 2 fasilitas rumah pompa dengan penetapan rumah pompa ada titik A dan L atau pada sun zona 526 dan 529. Pada rumah pompa A dapat melayani 4.800 pelanggandan rumah pompa L dapat melayani 4.790 pelanggan. Untuk skala permintaan pelanggan antara 4.800–5.800 dapat dibangun 2 fasilitas rumah pompa dengan penetapan rumah pompa ada titik A dan I atau pada sun zona 526 dan 513. Pada rumah pompa A dapat melayani 5.732 pelanggan dan rumah pompa J dapat melayani 5.610 pelanggan.

#### Model 1 Penentuan Lokasi Rumah Pompa

Berikut dibawah ini merupakan perhitungan menggunakan grafik pada skala permintaan pelanggan antara 3.000–3.800 sebagai berikut :



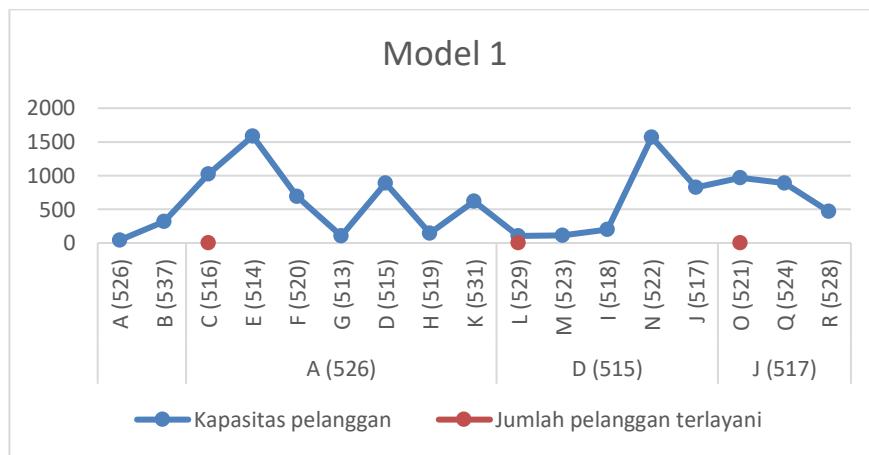
**Gambar 3. Garf Model 1**

Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa pembangunan rumah pompa berada di titik A atau pada sub zona 526 yang dapat melayani titik B, C, E, F dan G dengan total dapat melayani 3.769 pelanggan. Pembangunan rumah pompa

berada di titik D atau pada sub zona 515 yang dapat melayani titik H, K, L, M, I dan N dengan total dapat melayani 3.633 pelanggan. Sedangkan pembangunan rumah pompa berada di titik J atau pada sub zona 517 yang dapat melayani titik O, Q dan R dengan total dapat melayani 3.153 pelanggan.

**Tabel 5. Hasil perhitungan model 1**

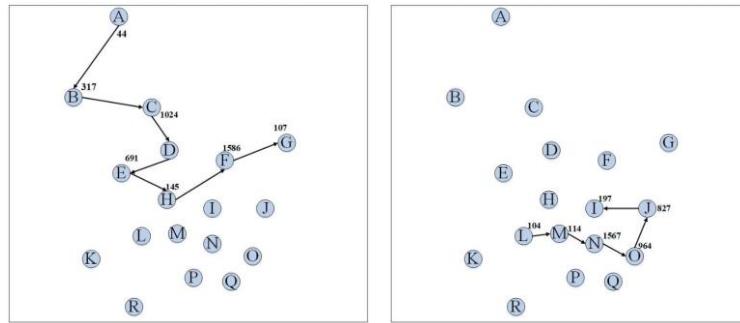
Subzona kandidat	Area terlayani	Kapasitas pelanggan	Jumlah pelanggan terlayani
A (526)	A (526)	44	3.769
	B (537)	317	
	C (516)	1024	
	E (514)	1586	
	F (520)	691	
D (515)	G (513)	107	3.633
	D (515)	887	
	H (519)	145	
	K (531)	619	
	L (529)	104	
	M (523)	114	
J (517)	I (518)	197	3.153
	N (522)	1567	
	J (517)	827	
	O (521)	964	
J (517)	Q (524)	890	3.153
	R (528)	472	
	Jumlah Total	10.555	



**Gambar 4. Grafik Output Model 1**

### Model 2 Penentuan Lokasi Rumah Pompa

Berikut dibawah ini merupakan perhitungan menggunakan graf pada skala permintaan pelanggan antara 3.800–4.800 sebagai berikut :

**Gambar 5. Graf Model 2**

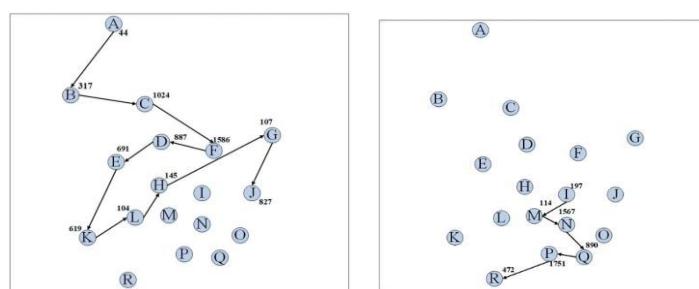
Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa pembangunan rumah pompa berada di titik A atau pada sub zona 526 yang dapat melayani titik B, C, D, E, H, F dan G dengan total dapat melayani 4.800 pelanggan. Sedangkan pembangunan rumah pompa berada di titik L atau pada sub zona 529 yang dapat melayani titik M, N, O, J dan I dengan total dapat melayani 4.790 pelanggan.

**Tabel 6. Hasil Perhitungan Model 2**

Subzona kandidat	Area terlayani	Kapasitas pelanggan	Jumlah pelanggan terlayani
A (526)	A (526)	44	
	B (537)	317	
	C (516)	1024	
	D (515)	887	4.800
	E (514)	1586	
	H (519)	145	
	F (520)	691	
L (529)	G (513)	107	
	L (529)	104	
	M (523)	114	
	N (522)	1.567	4790
	O (521)	964	
	J (517)	827	
	I (518)	197	
Jumlah Total			9.590

### Model 3 Penentuan Lokasi Rumah Pompa

Berikut dibawah ini merupakan perhitungan menggunakan graf pada skala permintaan pelanggan antara 4.800 – 5.800 sebagai berikut :

**Gambar 6. Graf Model 3**

Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa pembangunan rumah pompa berada di titik A atau pada sub zona 526 yang dapat melayani titik B, C, F, D, E, K, L, H, G dan J dengan total dapat melayani 5.732 pelanggan. Sedangkan pembangunan rumah pompa berada di titik latau pada sub zona 513 yang dapat melayani titik M, N, Q, P dan R dengan total dapat melayani 4.991 pelanggan.

**Tabel 7. Hasil Perhitungan Model 3**

Subzona kandidat	Area terlayani	Kapasitas pelanggan	Jumlah pelanggan terlayani
A (526)	A (526)	44	
	B (537)	317	
	C (516)	1024	
	F (520)	691	5.732
	D (515)	887	
	E (514)	1586	
	K (531)	619	
	L (529)	104	
	H (519)	145	
I (513)	G (513)	107	
	J (517)	827	
	I (518)	197	
	M (523)	114	
	N (522)	1.567	4.991
	Q (524)	890	
	P (527)	1751	
	R (528)	472	
	K (531)	619	
Jumlah Total			10.723

Berikut merupakan kesimpulan dari hasil perhitungan 3 model:

**Tabel 8. Hasil Perhitungan 3 Model**

No	Model	Jumlah Rencana Rumah Pompa	Pelanggan Terlayani	Sub zona Tidak Terlayani
1	Model 1	3	10.555	P
2	Model 2	2	9.590	K R P Q
3	Model 3	2	10.723	O

Dari hasil perhitungan yang ditampilkan pada tabel 4.9 dapat ditemukan kesimpulan bahwa dengan perhitungan model 1 merencanakan 3 fasilitas rumah pompa dan dapat melayani 10.555 pelanggan dengan 1 subzona yang tidak terlayani, model 2 merencanakan 2 fasilitas rumah pompa yang dapat melayani 9.590 pelanggan dengan 4 subzona yang tidak terlayani, sedangkan model 3 merencanakan 2 fasilitas rumah pompa dengan cakupan layanan 10.723 pelanggan dan meninggalkan 1 lokasi subzona yang tidak terlayani.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis, pengolahan data dan perhitungan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, dapat ditemukan kesimpulan sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dilakukan di zona 5 dan terdapat 18 subzona yang belum terlayani dari 47 subzona.

- Subzona yang belum terlayani dapat dilihat pada tabel 4.4.
2. Dari hasil perhitungan yang dilakukan pada bab sebelumnya ditemukan lokasi yang optimal sebagai penempatan rumah pompa distribusi air dengan kapasitas 4.800–5.800 pelanggan, ditemukan rencana lokasi rumah pompa pada sub zona 526 dapat melayani 5.732 pelanggan dan 513 dapat melayani 5.610 pelanggan. Sehingga dengan 2 lokasi yang ditemukan dapat melayani pelanggan sebanyak 11.324 pelanggan dari 12.315 pelanggan yang belum terlayani pendistribusian air bersih.

## 5. REFERENSI

- Ahmad, H. (2018). *Penentuan lokasi UPT dinas PUPR Kabupaten Pacitan dengan menggunakan metode P-Center dan algoritma evolusi*.
- Biazaran, M., & Nezhad, B. S. (2009). *Center Problem*. Dalam: *Facility location: concepts, models, algorithm an case studies*. Hiedelberg:Springer.
- Bonmee, C., Arimura, M., & Asada, T. (2017). Facility location optimization model for emergency humanitarian logistics. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 485–498. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.01.017>
- Diana, E. W., Sholichin, M., & Haribowo, R. (2020). Kajian pengembangan jaringan distribusi air bersih pala PDAM tirta barito Kota Buntok. *Jurnal Teknik Pengairan*, 11(1), 8–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2020.011.01.02>
- Heragu, S. S. (2016). *Facilities Design*. Fourth edition, broken sound parkway NW: CRC press.
- Maharani, E. A. (2018). *Penentuan alternatif lokasi tempat penampungan sementara (TPS) di Kabupaten Klaten menggunakan metode P-Center*.
- Nafisa, N., & Hadi, W. (2019). Analisis dan perencanaan pengembangan sistem distribusi air terhadap pertumbuhan proyek pembangunan apartemen di zona 2 PDAM Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1), 19–23. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i1.38702>
- Ramadani, F. syahri. (2021). *Analisis efisiensi pompa distribusi dan specific energy consumption pada proses produksi air bersih di PDAM Surabaya*.
- Rizky, M. I. (2017). Implementasi model p-Center pada jalur rujukan fasilitas Kesehatan di Kota Surakarta. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*.
- Sukarto, R. T. (2017). *Analisis dan perencanaan pengembangan sistem distribusi air minum PDAM Kota Banyuwangi*.
- Yutrukan, alkin, & Erdan, emel. (2014). A modified bee colony algorithm for P-center problems. *The Scientific World Journal*, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2014/824196>