

# ANALISIS PENEMPATAN REGULATOR SECTOR JARINGAN GAS RUMAH TANGGA BERDASARKAN MAXIMUM COVERAGE LOCATION PROBLEM (CASE STUDY: JARINGAN GAS RUMAH TANGGA KOTA DEPOK, JAWA BARAT)

Angel Olivia<sup>a,1,\*</sup>, Harummi Sekar<sup>a,2</sup>, Mirna Lusiani<sup>a,3</sup>

<sup>a</sup>Teknik Logistik, Universitas Pertamina

Email : [angel.olivia25@gmail.com](mailto:angel.olivia25@gmail.com)<sup>1</sup>, [sekaramarilies@gmail.com](mailto:sekaramarilies@gmail.com)<sup>2</sup>, [mirnalusiani@gmail.com](mailto:mirnalusiani@gmail.com)<sup>3</sup>

## ARTICLE INFO

## ABSTRACT

### Article History

Received 20 Oktober 2020

Revised 10 November 2020

Accepted 17 November 2020

### Keywords :

Household Gas Network, Regulator Sector, Maximum Coverage Location Problem, AMPL.

*This research is about the household gas network and the purpose is to find out the optimal number and location of the regulator sectors for 6 urban villages in Depok. The problem is solved using Maximum Coverage Location Problem to get the minimum amount of facility with the distance limit of 500 meters. The tool used in this research is AMPL to get optimal solution of the problem. In validating the model, calculations are done using small instances for each urban villages and it resulted that Beji only needs 6 facilities for serve all consumers. The calculation using large instances resulted that number facilities needed to serve 7.515 consumers is 12 from the 19 available facilities. The facilities used are RS B 001, RS B 006, RS B 007, RS B 009, RS BT 01, RS BT 02, RS BT 03, RS BT 04, RS 01, RS 02, RS 04 and RS 06. This means that the available facilities exceed the facilities are be used to serve consumers. This research is expected to assist the development of household gas networks in Indonesia, especially in Depok by increasing the consumers around existing regulator sectors.*

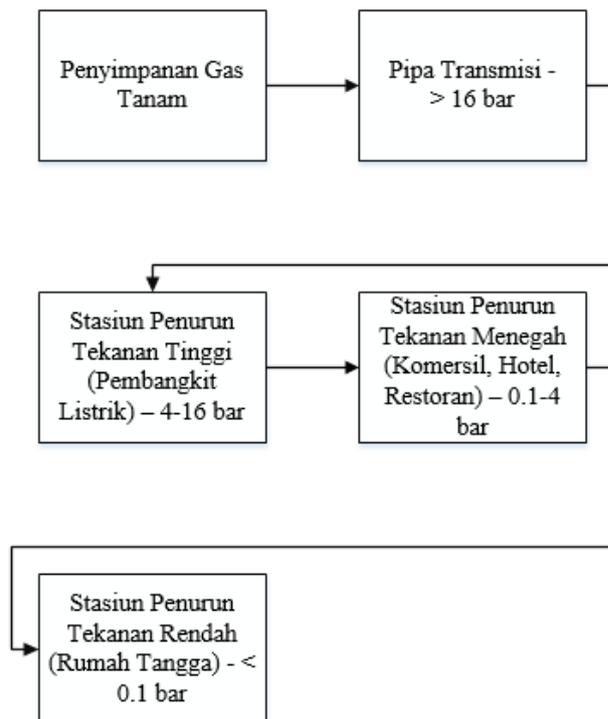
## PENDAHULUAN

Energi memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan suatu negara, peningkatan kesejahteraan masyarakat, dan menjaga ketahanan nasional. Pada tahun 2017, kebutuhan energi nasional mencapai 1.23 juta *Barrel of Oil Equivalent* (BOE) atau naik sekitar 9% dibandingkan dengan tahun 2016 [6]. Sektor yang menggunakan energi adalah rumah tangga, transportasi, industri, komersial, dan lainnya. Penggunaan energi terbesar ada pada sektor rumah tangga yang mencapai 382.9 juta BOE dalam setahun diikuti oleh sektor transportasi dengan 361.7 BOE dalam setahun. Pada posisi ketiga terdapat sektor industri dengan penggunaan energi sebesar 273.9 juta BOE dalam setahun. Konsumsi energi oleh sektor rumah tangga dipengaruhi beberapa faktor, seperti demografi, ekonomi, dan gaya hidup. Kegiatan yang membutuhkan energi paling banyak pada sektor ini adalah memasak dan penerangan.

LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan salah satu energi yang digunakan dalam sektor rumah tangga. Pemakaian LPG untuk sektor rumah tangga mencapai 92% [2] dan disimpulkan bahwa LPG merupakan sumber energi utama untuk rumah tangga. Pemenuhan LPG untuk kebutuhan rumah tangga berhubungan dengan rantai pasok LPG sendiri [1]. Rantai pasok LPG melibatkan beberapa pihak, mulai dari produsen hingga distribusi ke konsumen. Permasalahan terjadi akibat panjangnya rantai distribusi, seperti tidak adanya pengawasan terhadap distribusi LPG terutama pada tingkat sub-agen dan konsumen [8]. Hal ini mengakibatkan meningkatnya praktek monopoli dan persaingan yang tidak sehat antar sub-agen. Masalah lain yang terjadi adalah kurangnya fasilitas SPPBE (Stasiun Pengangkutan dan Pengisian *Bulk* Elpiji) yang mengakibatkan kelangkaan LPG.

Pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) mengeluarkan mengeluarkan sebuah program strategis berupa jaringan distribusi gas rumah tangga (jargas rumah tangga) untuk menyelesaikan permasalahan kelangkaan LPG. Dalam buku “Pembangunan Jaringan Gas Bumi untuk Rumah Tangga” menjelaskan bahwa program ini merupakan program prioritas dimana gas akan dialirkan menggunakan jaringan pipa untuk sampai ke rumah tangga. Pemenuhan energi rumah tangga yang murah, bersih dan aman merupakan tujuan diadakannya program ini. Pembangunan jargas ini dilakukan di kawasan yang dekat dengan sumber gas bumi (LNG) dan memiliki jaringan transmisi gas bumi. Proses distribusi jargas ke rumah tangga dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Beberapa fasilitas digunakan dalam proses distribusi gas. Salah satu fasilitas tersebut adalah *regulator sector* (RS) yang berfungsi untuk menurunkan tekanan dan mendistribusikan gas kepada konsumen. RS dapat melayani hingga 1000 Sambungan Rumah Tangga (SRT).



**Gambar 1.1** Proses Distribusi Gas

Dalam penentuan lokasi dari RS, terdapat 2 kriteria pertimbangan: mudah diakses dan mudah terkena cahaya matahari. Namun, ada pertimbangan lain yang digunakan yaitu kedekatan RS dengan jaringan distribusi rumah tangga [12]. Pertimbangan ini menyebabkan perlu adanya evaluasi untuk menentukan jumlah dan lokasi RS yang optimal. Masalah ini dapat diselesaikan menggunakan *maximum coverage location problem* (MCLP) dengan memaksimalkan cakupan penduduk [9]. MCLP mempertimbangkan jarak antara fasilitas dan konsumen dengan memberikan solusi optimal dan digunakan untuk model penyelesaian masalah lokasi [4]. Dalam MCLP, terdapat juga parameter “P” untuk mengatur jumlah nilai fasilitas yang ingin dibangun/digunakan. Alat yang digunakan untuk menyelesaikan masalah linier seperti MCLP adalah AMPL. AMPL ini dirancang untuk memodelkan bahasa matematika [7]. AMPL juga dapat dilakukan untuk memverifikasi model yang ada untuk memastikan model tersebut dapat digunakan [13].

Penyelesaian paper ini dapat dilihat pada setiap bagian yaitu bagian 2 mengenai studi literatur jaringan gas rumah tangga, MCLP, dan AMPL dimana model usulan MCLP untuk menyelesaikan permasalahan terdapat pada bagian 3. Bagian 4 berisi mengenai hasil dan pembahasan terkait perhitungan komputasional untuk kasus nyata. Terakhir, kesimpulan untuk penyelesaian permasalahan terdapat pada bagian 5.

**STUDI LITERATUR**

Bagian ini membahas teori yang berkaitan dengan program jaringan gas rumah tangga, konsep mengenai MCLP dan AMPL yang digunakan dalam penelitian ini.

**a. Program Jaringan Gas Rumah Tangga**

Pembangunan jargas merupakan program prioritas nasional untuk diversifikasi produk, mengurangi subsidi, menyediakan energi bersih dan murah, serta mendukung program perubahan kerosin ke LPG. Perbedaan antara LPG dan jargas dilihat dari rantai karbon yang menyusun gas tersebut. Di mana LPG terdiri atas campuran C3 (propane) dan C4 (butana), sementara gas yang mengalir pada fasilitas jargas adalah campuran C1 (metana) dan sedikit kandungan C2 (etana).

Pada tahun 2013 [5], terdapat beberapa kota di Indonesia yang telah mendapatkan fasilitas jargas, yaitu Depok, Bekasi, dan Surabaya. Pada tahun yang sama, jargas yang telah terpasang mencapai 56.888 SRT. Berikut adalah kelebihan pemanfaatan jaringan gas rumah tangga dibandingkan penggunaan LPG dalam tabung [5]:

1. Murah

Jargas dinilai lebih murah karena ada beberapa biaya yang dihemat, yaitu biaya distribusi dan penyimpanan dari LPG.

2. Aman

Tekanan yang dikeluarkan dari jargas ke kompor (0.02 bar) lebih kecil dibandingkan tekanan LPG ke kompor (8 bar) sehingga tidak menyebabkan ledakan ketika terjadi kebocoran.

3. Ramah Lingkungan

Penggunaan truk pada saat distribusi LPG mengeluarkan polusi sehingga penggunaan pipa menjadi ramah lingkungan.

**b. Maximum Coverage Location Problem**

Dalam penentuan lokasi, ada 2 hal yang perlu diperhatikan untuk membuat model: (1) total jarak atau waktu yang dibutuhkan menuju fasilitas, (2) jarak atau waktu terjauh dari fasilitas yang harus ditempuh konsumen menuju fasilitas, seperti jarak layanan maksimum. Dari kedua pertimbangan tersebutlah, Maximum Coverage Location Problem (MCLP) diformulasikan. MCLP merupakan permasalahan untuk menentukan jumlah dari fasilitas untuk mencakup populasi maksimum dengan batasan jarak layanan atau "S" [3].

**c. Metode Eksak**

Metode Eksak merupakan metode yang digunakan untuk mendapat solusi optimal dari seluruh solusi yang ada [1]. Algoritma yang termasuk dengan metode eksak yaitu *dynamic programming*, *algorithm branch & X family (branch and bound, branch and cut, branch and price)* yang dikembangkan oleh *operation research community*, *programming constraint*, dan *A\* family* sebagai algoritma pencarian. Metode eksak lebih cocok untuk permasalahan yang lebih kecil dan tidak tepat untuk permasalahan kompleks karena waktu komputasi yang lebih lama. Beberapa perangkat lunak yang digunakan untuk menyelesaikan metode eksak adalah AMPL, CPLEX, LINDO, OMP, XPRESS dan memungkinkan untuk menyelesaikan permasalahan dengan lebih mudah menggunakan bahasa aljabar.

**d. AMPL**

AMPL merupakan sebuah alat yang dirancang untuk bahasa pemodelan matematika bagi permasalahan linear [7]. AMPL memiliki sintaks yang mirip dengan notasi simbolik dan aljabar yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi dan memungkinkan penyelesaian dilakukan dengan system computer. Peningkatan masalah optimasi dilakukan dengan ketersediaan representasi simbolis oleh pendekatan AMPL. Dalam keberhasilannya, AMPL kemudian menyediakan *interface* untuk membaca dan memecahkan masalah yang dimodelkan dengan bahasa AMPL.

**METODOLOGI**

Penentuan jumlah dan lokasi yang optimal untuk RS pada jargas menggunakan model MCLP. Fungsi tujuan adalah untuk memaksimalkan jumlah permintaan dari seluruh konsumen yang dilayani. Fungsi tujuan ini berjalan selaras dengan fungsi penelitian dengan jumlah minimum dari fasilitas yang digunakan. Data yang digunakan adalah alamat konsumen, penggunaan jargas pada Mei 2020, serta letak dari RS yang telah dibangun. Objek penelitian ini berfokus pada enam kelurahan di kota Depok, yakni Beji, Beji Timur, Kemiri Muka, Depok, Depok Jaya, dan Kukusan.

Berikut asumsi yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Tidak memperhitungkan kondisi dan letak geografis;
2. Setiap RS memiliki kapasitas yang sama;
3. Kontinuitas dalam permasalahan ini diasumsikan sama dengan permasalahan diskrit;
4. Setiap titik akan merepresentasikan seluruh SRT pada Rukun Warga (RW) tersebut;
5. Rute terpendek antara fasilitas dan seluruh konsumen diasumsikan dapat melalui jalan kecil atau gang kecil yang dapat dilalui pipa

Model matematis yang digunakan adalah MCLP dasar berdasarkan Pirkul & Schilling [9]:

*Angel Olivia et.al (Analisis Penempatan Regulator Sector Jaringan Gas Rumah Tangga Berdasarkan Maximum Coverage Location )*

**Parameter:**

- Indeks konsumen,  $i = 1, 2, 3, \dots, N$
- Indeks fasilitas,  $j = 1, 2, 3, \dots, 20$  (available facility are 20 facilities)
- Permintaan dari konsumen  $i$ ,  $d_i$
- Total kapasitas yang dapat dilayani oleh fasilitas  $s_j$
- Jumlah RS yang akan digunakan,  $p$
- Matriks biner jika permintaan berada dalam cakupan layanan fasilitas; nilai 1 jika berada di cakupan layanan, 0 jika diluar cakupan layanan,  $a_{ij}$

**Constraints:**

1. Jumlah fasilitas yang dibangun sama dengan nilai

$$\sum_{j \in J} y_j = p \tag{1}$$

2. Setiap satu konsumen dihubungkan dengan 1 fasilitas

$$\sum_{j \in J} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \tag{2}$$

3. Seluruh permintaan dialokasikan pada fasilitas yang dibangun

$$x_{ij} \leq y_j \quad \forall i \in I, j \in J \tag{3}$$

4. Jumlah permintaan yang dilayani oleh fasilitas tidak melebihi kapasitas fasilitas

$$\sum_{i \in I} d_i x_{ij} \leq s_j \quad \forall j \in J \tag{4}$$

5. Limitasi cakupan layanan

$$Z_i \leq \sum_{j \in J} a_{ij} x_{ij} \quad \forall i \in I \tag{5}$$

6. *Non-negativity constraint*

$$Z_i, y_j, x_{ij} = [0,1] \tag{6}$$

Dengan fungsi tujuan:

$$\text{Maksimasi} \quad \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} d_i Z_i x_{ij} \tag{7}$$

**2. Tahapan Penelitian**

Berikut merupakan tahapan dari penelitian ini:

- a. Tahapan Awal

Tahapan awal dilakukan dengan wawancara awal, studi literatur, dan perumusan masalah. Studi literatur berhubungan dengan penempatan lokasi fasilitas, jargas, distribusi gas, dan *maximum coverage location problem*. Selain itu, penulis juga melakukan wawancara awal untuk mengetahui lebih dalam mengenai jargas dan permasalahan yang ditemukan dalam jargas. Lokasi yang ditentukan oleh perusahaan ternyata tidak sesuai dengan perhitungan yang ada sehingga perhitungan ini harus ditinjau ulang untuk mendapat jumlah optimal. Kapasitas dan letak fasilitas menjadi batas dari permasalahan penempatan fasilitas.

- b. Tahapan Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dengan melakukan wawancara dan studi lapangan pada perusahaan. Data yang diterima berupa data alamat lengkap konsumen, pemakaian konsumsi setiap SRT dalam bulan Mei 2020, jumlah dan lokasi RS yang telah terbangun di Depok. Sementara, studi literatur dilakukan untuk menentukan batas dari setiap kelurahan yang ada dan perhitungan kapasitas dari RS yang telah telah dibangun.

- c. Tahapan Pengolahan Data dan Analisis

Tahapan ini menjelaskan mengenai pengolahan data dan analisis, yaitu:

- Melakukan pembagian area berdasarkan kelurahan dan RW pada masing-masing keluraha yang ada;
- Melakukan penggambaran titik konsumen berdasarkan RW dengan *my maps*;
- Melakukan perhitungan kapasitas RS;
- Melakukan perhitungan jarak setiap konsumen ke RS yang telah telah dibangun dengan *my maps*;

- o Melakukan konversi terhadap jarak di tahapan nomor 4 menjadi matriks biner. Matriks biner terdiri nilai angka 0 dan 1 berdasarkan batasan jarak 500 meter. Nilai 1 diberikan jika kurang dari 500 meter dan sebaliknya;
  - o Memverifikasi model matematis menggunakan *instances* kecil (per kelurahan) dengan AMPL;
  - o Melakukan perhitungan komputasi untuk seluruh kelurahan dengan AMPL. Disini, seluruh data akan diinput dalam 1 kali *running* komputasi di AMPL.
  - o Melakukan skema tambahan berupa penambahan konsumen pada wilayah konsumen yang ada;
  - o Melakukan penambahan RS di kelurahan Kukusan dimana tidak ada RS yang telah dibangun. Ini menentukan lokasi untuk RS baru dengan menggunakan 2 aspek utama dan aspek tambahan menggunakan *google maps* dan *my maps*.
  - o Melakukan analisis terhadap hasil yang didapatkan. Analisis dilakukan dengan membandingkan jumlah dan lokasi RS yang telah terbangun dengan yang seharusnya digunakan. Penambahan konsumen dan RS juga dianalisis untuk mengetahui pengembangan jargas kedepannya.
- d. Tahapan Kesimpulan dan Saran

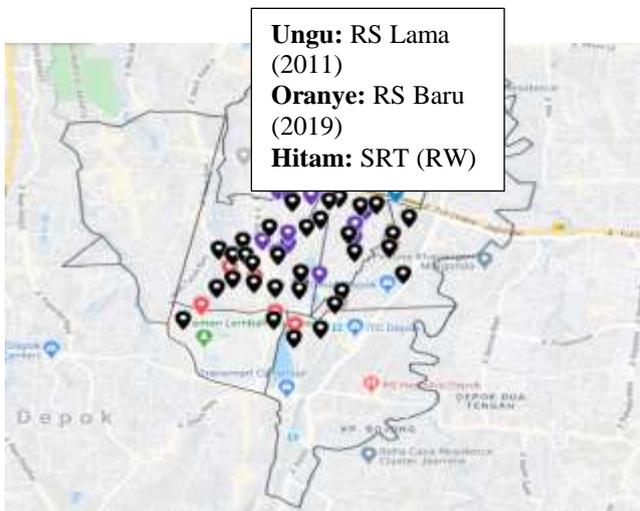
Dalam tahapan ini, diberikan kesimpulan yang menjawab pertanyaan atas permasalahan yang ada serta saran untuk penelitian yang akan datang.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

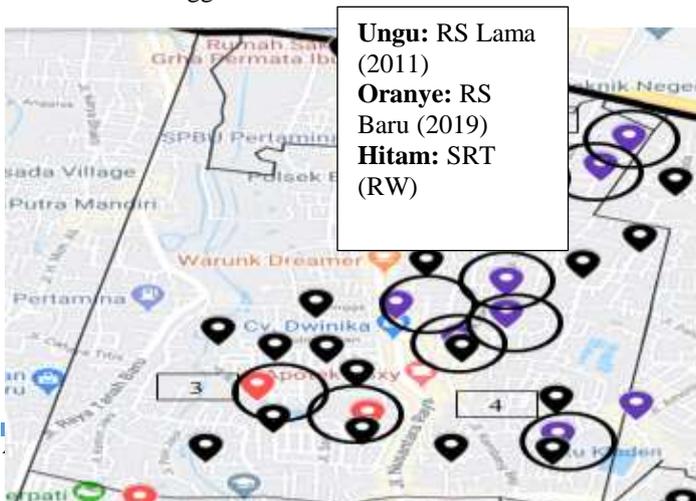
Di dalam bagian ini, dilakukan pengolahan data serta analisis hasil yang didapatkan.

#### 1. Penggambaran Wilayah Persebaran Konsumen dan Pengelompokkan Berdasarkan Rukun Warga (RW)

Distribusi konsumen berdasarkan wilayah di setiap kelurahan. Hal yang dimaksudkan untuk menyederhanakan penyelesaian permasalahan. Setelah pengelompokkan dilakukan, area kemudian digambarkan menggunakan *my maps*. Penggambaran dari wilayah persebaran terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Penggambaran Titik SRT dan RS



Rumah Tangga Berdasarkan Maximum Coverage Location )

Gambar 4.2 Perpotongan Layanan Regulator Sector di Kelurahan Beji

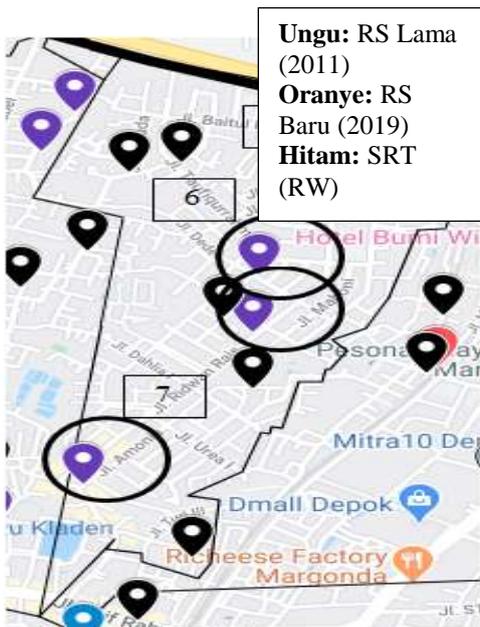


Figure 4.3 Perpotongan Layanan Regulator Sector di Kelurahan Beji Timur

Setelah penggambaran dari wilayah persebaran pada RS yang telah dibangun, dapat dilihat bahwa terdapat 2 kelurahan, Beji dan Beji Timur, dimana terdapat perpotongan layanan RS. Ini dikarenakan lokasi antara RS yang telah dibangun berdekatan dan menyebabkan konsumen dapat dilayani oleh beberapa fasilitas. Hal inilah yang perlu dievaluasi untuk menentukan jumlah dan lokasi RS yang digunakan.

2. Regulator Sector Capacity Calculation

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik[2]:

- $\Sigma \text{rumah tangga yang menggunakan gas} = 135,138$
- $\Sigma \text{pemakaian gas 1 tahun di Indonesia} = 696.91 \text{ MMSCF}$

Perubahan dari MMSCF ke  $\text{m}^3$  sehingga pemakaian konsumsi di Indonesia tahun 2020 adalah  $19,689,198.8 \text{ m}^3$  dalam 1 tahun

- $\Sigma \text{pemakaian gas dalam 1 hari} = \frac{19,689,198.8}{365} = 53,983.01 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $\Sigma \text{pemakaian gas/rumah tangga/hari} = \frac{53,983,01}{135,138} = 0.4 \text{ m}^3/\text{hari}$

Berdasarkan data dari Jaringan Gas Kota Singapura [10]:

- $\Sigma \text{utilisasi dari LNG} = 0.193 \text{ m}^3/\text{jam}$

Durasi pemakaian kompor untuk setiap rumah tangga:

$$\frac{0.4}{0.193} = 2.072 \text{ jam/hari}$$

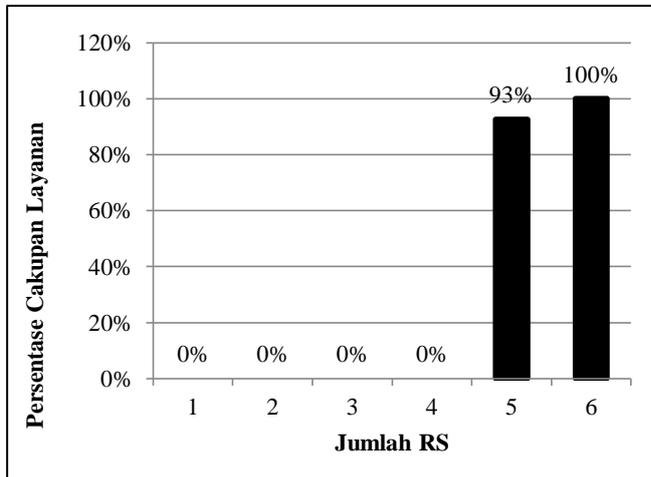
Kapasitas minimum per RS (1 RS bias melayani 1,000 SRT) =  $2.072 \text{ jam/hari} \times 0.193 \text{ m}^3/\text{jam} \times 30 \text{ hari} \times 1,000 \text{ SRT} = 12,003.86 \text{ m}^3$  or  $12,004 \text{ m}^3$ .

a. Verifikasi Model menggunakan *Intances Kecil*

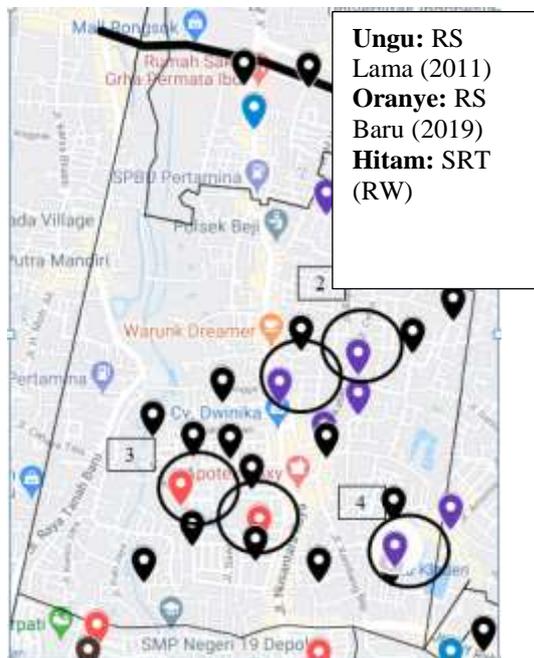
Verifikasi dilakukan dengan melakukan perhitungan untuk setiap kelurahan. Pada saat verifikasi, nilai parameter P dimulai dari  $P = 1$  dan akan dinaikkan perlahan untuk mendapatkan jumlah minimum dari RS yang akan digunakan dalam melayani seluruh konsumen (7.515 konsumen). Di beji, didapatkan bahwa dari 11 RS yang telah dibangun, hanya 6 RS yang digunakan untuk melayani pemakaian konsumen sebesar  $52,740 \text{ m}^3$ . Pada gambar 4.4, dapat dilihat mengenai perubahan nilai P terhadap layanan konsumen.

Dengan menggunakan 6 RS, seluruh pemakaian konsumen dapat dilayani. Jika jumlah RS diturunkan 1, maka cakupan layanan berkurang menjadi 93%. Jumlah yang optimal ini juga membuat perpotongan layanan RS di Beji berkurang. Pengurangan perpotongan cakupan layanan beji dapat dilihat pada gambar 4.5.

Setelah kelurahan Beji, perhitungan dilakukan terhadap 4 kelurahan lainnya dan didapatkan bahwa setiap RS yang telah dibangun dapat digunakan untuk melayani seluruh konsumen di masing-masing kelurahan. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan penugasan setiap RS ke setiap konsumen sesuai dengan matriks biner yang ada. Selain itu, dilihat juga bahwa tidak ada kelebihan cakupan layanan RS dibandingkan dengan kapasitas RS tersebut.



Gambar 4.4 Persentase Nilai Parameter P dengan Cakupan Layanan di Kelurahan Beji



Gambar 4.5 Evaluasi Perpotongan Cakupan Layanan RS di Beji

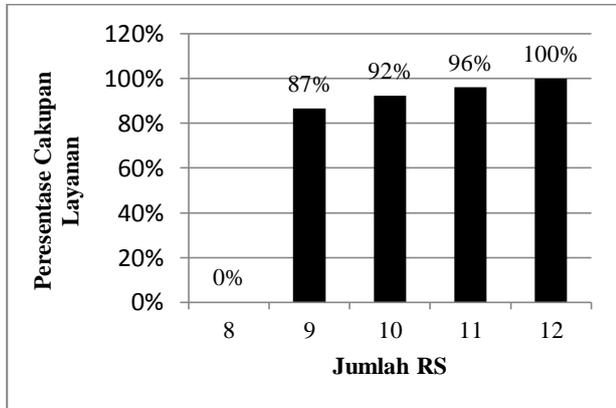
#### b. Perhitungan Seluruh Konsumen

Perhitungan kemudian dilakukan untuk seluruh kelurahan dalam 1 kali waktu komputasi. Dalam perhitungan ini, nilai parameter P akan dimulai dari  $P=1$  dan dinaikkan secara perlahan. Perbandingan presentase cakupan layanan dengan nilai parameter P dapat dilihat pada gambar 4.6.

Hasil yang didapatkan bahwa ketika menggunakan 12 RS, maka seluruh pemakaian konsumen dapat dilayani. Ini berarti didapatkan bahwa terdapat 7 RS dari 19 RS yang telah dibangun belum melayani

konsumen pada kapasitas maksimumnya. Berdasarkan hasil tersebut, untuk pembangunan RS selanjutnya, sebaiknya dapat dilakukan cek atas jumlah titik *demand*, selain jarak dan kapasitas, sehingga pembangunan RS tidak melebihi jumlah optimalnya.

RS yang sudah dibangun akan terhubung satu dengan yang lainnya sehingga terjadi kesinambungan dalam gas yang ada di pipa. Ini menyebabkan kelebihan RS yang ada tidak dapat dipindahkan atau dihilangkan karena saling terhubung. Pemanfaatan RS yang sudah terbangun ini dapat dimaksimalkan dengan meningkatkan jumlah konsumen jargas, sebagaimana dibahas pada subbab 4.5.



Gambar 4.6 Persentase Nilai Parameter P dengan Cakupan Layan Seluruh Konsumen

**c. Penambahan Titik Konsumen**

Penambahan titik konsumen dilakukan pada kelurahan yang telah menjadi konsumen sebelumnya dan dilayani oleh RS yang telah dibangun, tetapi pemakaian gas dan total konsumen masih jauh dari ekpektasi. Penambahan ini dilakukan pada kelurahan Depok Jaya dengan menambahkan 3 titik konsumen (RW). Penambahan titik konsumen dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Titik Penambahan Konsumen di Depok Jaya

Penambahan titik konsumen tidak membutuhkan penambahan RS. Penambahan ini dilakukan untuk melihat hubungan dari penambahan konsumen terhadap kapasitas RS yang telah dibangun. Ini akan menjadi pertimbangan dalam pengembangan jargas dengan memanfaatkan jargas yang ada. Dapat dilihat, terdapat kelebihan sekitar 7 RS yang telah dibangun tetapi tidak digunakan dalam perhitungan yang ada untuk melayani konsumen dan tidak dapat ditutup atau dipindahkan. Ini dikarenakan pipa yang ada dibawah tanah telah membentuk jaringan antar RS.

Penambahan konsumen dapat dijadikan alternatif untuk penggunaan RS yang ada. Pemerintah dan perusahaan dapat mencari atau mengecek calon konsumen yang berada di sekitar RS sehingga kapasitas RS dapat digunakan seluruhnya. Penambahan konsumen ini juga harus mempertimbangkan jarak layanan.

Dari hasil diatas, didapatkan bahwa penambahan 3 titik konsumen masih dapat dilayani oleh RS yang ada pada kelurahan tersebut. Ini dapat menjadi pertimbangan bahwa di daerah kelurahan Depok Jaya dapat dilakukan pengembangan jargas, terkhususnya pada 3 RW yang ada. Pengembangan jargas dengan menambahkan konsumen di kelurahan yang ada tidak memerlukan penambahan RS.

**d. Penambahan Titik Konsumen dan RS di Kelurahan Kukusan**

Evaluasi dilakukan juga pada kelurahan yang berada di dekat kelurahan yang telah menjadi konsumen, yaitu Kukusan. Pada kelurahan tersebut, ada 2 RW yang telah menjadi konsumen jargas. Namun, tidak ada RS yang melayani konsumen yang ada di kelurahan tersebut. Selama ini, konsumen dilayani oleh RS yang paling dekat dan berada di beji tetapi jarak layanan yang ada melebihi 500 meter. Hal ini menyebabkan perlunya pembangunan RS di kelurahan Kukusan. RS yang akan dibangun diletakkan di tengah-tengah konsumen yang telah ada.

Pembangunan RS ini didasarkan pada kriteria utama pembangunan RS, yaitu mudah diakses dan juga mudah terkena cahaya matahari. Selain itu, ditambahkan kriteria lain berupa jarak layanan dari RS ke setiap konsumen adalah 500 meter. Titik konsumen dan RS yang direncanakan dilihat pada gambar di bawah.



**Gambar 4.8** Lokasi RS Baru di Kukusan

Dari gambar 4.9, dapat dilihat bahwa titik yang berwarna biru merupakan kandidat lokasi RS dan berada diantara 2 titik hitam yang merupakan titik konsumen. Letak RS berada di tengah kedua konsumen yang ada. Penambahan RS ini bertujuan agar setiap konsumen dapat dilayani dengan menjaga tekanan sehingga tekanan yang ada sama untuk setiap konsumen. Tekanan ini harus dijaga sehingga seluruh konsumen dapat memakai gas secara bersamaan.



**Gambar 4.9** Penambahan Konsumen dan RS di Kukusan

Dilihat dari kapasitas, banyak RS yang hanya melayani 1 titik konsumen sehingga sebenarnya bisa dilayani oleh fasilitas yang ada. Namun, jarak layanan yang ada melewati 500 meter dan akan menurunkan tekanan. Perbedaan konsumsi gas akan berbeda di setiap SRT jika tekanan turun. Sebagai contohnya, jika terdapat rumah berjarak 50 meter dengan rumah berjarak 700 meter dan dilayani oleh RS yang sama. Tekanan gas yang dialirkan akan lebih cepat ke titik terdekat dibandingkan ke titik terjauh. Jika pada saat yang bersamaan seluruh konsumen membuka keran jargas, konsumen yang berada pada jarak 700 meter tidak akan mendapatkan gas karena tekanan turun hingga 0 bar.

Alasan lainnya ada jarak layanan tidak dilanggar adalah untuk memudahkan pengecekan terhadap setiap RS. Ketika terdapat jarak layanan, pipa atau fasilitas lainnya dapat dimonitor dengan mudah. Ini juga akan memudahkan untuk pengecekan di masa depan untuk pipa dan fasilitas pendukung.

Penambahan untuk fasilitas dan konsumen dilakukan menggunakan AMPL untuk mendapatkan jumlah RS yang digunakan dari RS yang telah terbangun. Dari hasil perhitungan, 14 RS digunakan untuk seluruh konsumen yang ada, konsumen tambahan, dan penambahan RS di Kukusan. Ini berarti total RS yang digunakan masih jauh lebih sedikit dari RS yang telah terbangun. Ini menggambarkan bahwa penambahan fasilitas maupun pelanggan tidak mengganggu nilai optimal dari RS yang ada. Ini menjadi gambaran mengenai pengembangan jargas dari aspek konsumen dan fasilitas di masa mendatang.

Dari perhitungan yang ada, diharapkan pembangunan jargas dapat dikembangkan agar terjadi pemerataan konsumsi energi untuk setiap kelompok. Perhitungan matematis ini diharapkan dapat membantu untuk membangun RS dengan memperhatikan kriteria utama, jarak layanan, dan kapasitas dari RS. Hal ini terkait dengan tekanan gas oleh RS dalam memenuhi kebutuhan energi di setiap SRT. Jika jarak layanan jauh, maka perlu tekanan yang tinggi dan diperlukan perhitungan hidraulik yang tepat sehingga seluruh SRT mendapatkan gas. Ini juga memastikan agar seluruh konsumen mendapat gas ketika jargas digunakan secara bersamaan.

## KESIMPULAN

Pengecekan atas penempatan Regulator Sector (RS) untuk jaringan gas rumah tangga di kota Depok menggunakan *Maximum Coverage Location Problem* (MCLP), didapatkan bahwa total RS yang dapat melayani 5 kelurahan (7.515 SRT) adalah 12 fasilitas dari 19 fasilitas yang telah terbangun. Ketika ada penambahan konsumen baru, jumlah RS yang dapat melayani adalah 14 RS dari 20 RS yang terbangun. Pengembangan jargas ini dapat dilakukan dengan penambahan titik konsumen di sekitar RS yang telah terbangun.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah pengembangan model yang sesuai dengan kontinuitas gas dan penggunaan algoritma untuk *instances* yang besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardi, W., & Ario, Y. (2016). *In-Bound and Out-Bound Logistic Pada Distribusi LPG 3KG Di Indonesia*. Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta, 5-6.
- [2] Badan Pusat Statistik. (2018). *Statistik Gas 2012-2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [3] Church, R., & ReVelle, C. (1974). *The Maximal Covering Location Problem*. The Johns Hopkins University, 1-18.
- [4] Frade, I., & Ribeiro, A. (2015). *Bike-sharing stations: A maximal covering location approach*. Transportation Research, 216-227.
- [5] Kementerian ESDM . (2014). *Pembangunan Jaringan Gas Bumi Untuk Rumah Tangga*. Jakarta: Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi.
- [6] Kementerian ESDM. (2018). *Konsumsi Energi Nasional Menurut Sektor*. Jakarta: Data Boks.
- [7] Kirches, C., & Leyffer, S. (2013). *TACO: a toolkit for AMPL control optimization*. Mathematical Programming Computation, 227–265.
- [8] Komisi Pengawas Persaingan Usaha Republik Indonesia. (t.thn.). *Background Paper : Analisis Kebijakan Persaingan dalam Industri LPG Indonesia*. taken from KPPU: [https://www.kppu.go.id/docs/Positioning\\_Paper/LPG.pdf](https://www.kppu.go.id/docs/Positioning_Paper/LPG.pdf)
- [9] Pirkul, H., & Schilling, D. A. (1991). *The maximal covering location problem with capacities on total workload*. Management Science, 233-248.
- [10] Singapore City Gas Pte. (2017). *City Gas Handbook On Gas Supply*. Singapore: Singapore City Gas Pte.
- [11] Talbi, E.-G. (2009). *Metaheuristics From Design To Implementation*. Canada: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- [12] Yang, J., & Lee, H. (1997). *An AHP decision model for facility location selection*. Facilities, 241-254.
- [13] Zuo, X., Zhu, C., Huang, C., & Xiao, Y. (2017). *Using AMPL/CPLEX to Model and Solve the Electric Vehicle Routing Problem*. 29th Chinese Control And Decision Conference (CCDC), pp. 4666-4670.