

## PERENCANAAN LOKASI STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR GAS (SPBG) UNTUK WILAYAH KOTA PADANG

### *Location Planning of CNG Station in Padang*

Meldia Fitri<sup>1</sup>, Muhammad Ilham Adelino<sup>2\*</sup>, Wulan Nurhasanah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Putra Indonesia “YPTK”  
Jl. Raya Lubuk Begalung, Padang, 25122, Indonesia

Corresponding author e-mail: <sup>2\*</sup> [milhamadelino@upiyptk.ac.id](mailto:milhamadelino@upiyptk.ac.id)

#### **Abstrak**

Lokasi Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG) strategis dengan jumlah optimal menjadi hal yang perlu dipertimbangkan di kota Padang. Kota Padang saat ini masih belum memiliki lokasi SPBG. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan jumlah dan lokasi kandidat SPBG yang optimal di kota Padang. Metode yang digunakan adalah *0-1 Integer Linear Programming* dengan menggunakan dua skenario. Skenario pertama adalah lokasi SPBU saat ini dijadikan sebagai kandidat SPBG. Skenario kedua menambahkan alternatif lokasi SPBG baru. Hasil yang didapatkan adalah jumlah kandidat SPBG optimal sebanyak 11 kandidat. Jumlah tersebut konsisten pada skenario pertama dan kedua. Lokasi kandidat SPBG yang terpilih pada kedua skenario tersebut adalah Simpang Kalumpang, Balai Gadang, Batang Arau, Pitameh, Bandar Buat, dan KKSP Indarung. Lokasi kandidat SPBG yang dipilih pada skenario pertama, yaitu Sawahan, Kubu Marapalam, Pasar Ambacang, Mata Air, dan Bungus, digantikan dengan lokasi di Ranah, Ulak Karang 3, Kandidat 1, Pisang, dan Kandidat 9 pada skenario kedua.

**Kata Kunci** : 0-1 integer linear programming, CNG, SPBG, kendaraan BBG.

#### **Abstract**

A strategic location of CNG Stations is something that needs to be considered to optimize number of the CNG station in Padang. The location of the CNG stations is currently not available yet. The purpose of this study was to plan the optimal number and location of CNG station for Padang, West Sumatera. The method was using *0-1 Integer Linear Programming* approach with two scenarios. The scenarios were considering current gas station location and adding the new CNG stations location. The results obtained was the optimal number of CNG stations is 11 locations. These results were consistent in both scenarios. The selected locations in both scenarios were Simpang Kalumpang, Balai Gadang, Batang Arau, Pitameh, Bandar Buat, and KKSP Indarung. The locations selected in the first scenario, such as Sawahan, Kubu Marapalam, Pasar Ambacang, Mata Air, and Bungus, were replaced to Ranah, Ulak Karang 3, Kandidat 1, Pisang, and Kandidat 9 in the second scenario.

**Keywords**: integer linear programming, CNG, CNG station, CNG Vehicle

#### **Article info:**

Submitted: 19<sup>th</sup> July 2021

Accepted: 30<sup>th</sup> August 2021

#### **How to cite this article:**

M. Fitri, M. I. Adelino, and W. Nurhasanah, “PERENCANAAN LOKASI STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR GAS (SPBG) UNTUK WILAYAH KOTA PADANG”, *BAREKENG: J. Il. Mat. & Ter.*, vol. 15, no. 03, pp. 543-554, Sep. 2021.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).  
Copyright © 2021 Meldia Fitri, Muhammad Ilham Adelino, Wulan Nurhasanah

## 1. PENDAHULUAN

*Sustainable Development Goals* (SDGs) adalah suatu rencana untuk aksi global yang telah disepakati oleh para pemimpin di dunia, termasuk Indonesia, untuk mengatasi kemiskinan, mengurangi kesenjangan dan melindungi lingkungan. Aksi global SDGs ini terdiri dari 17 unsur utama, yaitu kemiskinan, kelaparan, kesehatan, kesetaraan gender, sanitasi dan air bersih, energi, pertumbuhan ekonomi, industri dan infrastruktur, ketidakesetaraan, kota dan komunitasnya, konsumsi dan produksi, kelautan, keadilan dan kedamaian, kehidupan alam, kerjasama dalam tujuan, dan aksi lingkungan. Dengan keikutsertaan Indonesia dalam SDGs ini, maka pemerintah juga ikut andil mencapai tujuan dari seluruh unsur utama tersebut dan menjadi bagian dalam program nasional [1]. Salah satu program nasional sebagai aksi terhadap lingkungan pada bidang transportasi adalah kendaraan berbahan bakar gas (BBG). Permasalahan energi fosil selalu menjadi sorotan utama dikarenakan termasuk dalam energi non terbarukan, sehingga diperlukan bahan bakar alternatif sebagai bahan bakar kendaraan dan itu adalah Gas Alam. Dalam data yang dikeluarkan oleh Kementerian ESDM, pemanfaatan gas alam berupa *Compressed Natural Gas* (CNG) yang masih tergolong kecil, yaitu sebesar 14% pada tahun 2019 dan ditargetkan dapat mencapai 24% pada tahun 2050. Salah satu cara untuk meningkatkan pemanfaatannya adalah melalui kendaraan Bahan Bakar Gas (BBG). Selain untuk transportasi, SPBG ini nantinya dapat pula digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, industri, dan sektor komersial lainnya seperti hotel, rumah sakit, restoran, dan sebagainya. Penerapan CNG sebagai bahan bakar alternatif dan industri saat ini sudah dilaksanakan di beberapa kota seperti Jakarta, Karawang, Balikpapan, Surabaya, Tarakan, dan beberapa kota lainnya. Dikarenakan pemanfaatan gas alam CNG ini sudah menjadi program nasional, cepat atau lambat program ini akan diterapkan di provinsi Sumatera Barat, khususnya kota Padang. Untuk itu, diperlukan penentuan lokasi SPBG yang optimal untuk memenuhi kebutuhan kendaraan, rumah tangga, industri, dan sektor komersial lainnya. [2][3]

Lokasi Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG) yang strategis menjadi hal yang perlu dipertimbangkan agar seluruh pemangku kepentingan dapat memanfaatkannya dengan baik dan maksimal. Lokasi SPBG yang sedikit akan menyebabkan pengisian bahan bakar menjadi jauh untuk dicapai, sebaliknya lokasi SPBG yang terlalu banyak akan berakibat pada timbulnya inefisiensi dan pemborosan. Penelitian terdahulu terkait optimalisasi lokasi pernah dilakukan dalam menentukan lokasi pengisian mobil listrik dengan biaya minimal dan optimal menggunakan pendekatan mixed integer linear programming (MILP) [4][5] dan multi-stage stochastic integer programming (MSIP) [6]. Hasilnya adalah pendekatan MILP untuk penentuan lokasi dapat memaksimalkan laba dan meminimalkan biaya yang dikeluarkan dalam mengakses stasiun pengisian mobil listrik. Pada pendekatan MSIP, model dapat memprediksi dan memaksimalkan tingkat kepuasan yang diharapkan dari ketidakpastian permintaan. Pendekatan model nonlinear untuk menentukan dan mengoptimalkan penjadwalan job shop dan lokasi penggantian baterai pada mobil listrik. Hasilnya adalah model nonlinear dapat meminimalkan biaya dan jumlah lokasi untuk penggantian baterai mobil listrik, namun peningkatan AGV tidak dapat menjadi kebijakan yang dapat mengurangi biaya [7].

Setiap pengambilan keputusan selalu dihadapkan dengan ketidakpastian dan memerlukan beberapa alternatif skenario dikarenakan situasi yang kompleks. Penentuan lokasi pusat distribusi urban dalam ketidakpastian di Yogyakarta menggunakan pendekatan *fuzzy multi-criteria decision-making* didapatkan temuan bahwa pusat distribusi urban yang dikelola oleh swasta dapat memberikan alternatif lokasi yang lebih baik [8][9]. Pendekatan *Multi-objective integer linear programming* (MOILP) untuk menentukan masalah lokasi terhadap radius pada sistem distribusi memberikan hasil biaya transportasi dapat diminimumkan dan permintaan yang dapat dicapai dapat dimaksimalkan [10]. Penentuan lokasi pabrik akan berdampak kepada biaya, persediaan, dan jalur distribusi. Proses pengambilan keputusan dalam menetapkan lokasi akan dihadapkan pada biaya tetap yang rendah, namun tinggi pada biaya operasional (variabel). Pendekatan *Analytics Hierarchy Process* (AHP) dapat digunakan untuk memilih lokasi pabrik terbaik dan hasilnya AHP terbukti dapat digunakan dalam memilih lokasi pabrik, namun diperlukan beberapa arahan pengembangan lebih lanjut agar analisis dapat diterima secara umum [11].

Optimalisasi penjadwalan perkuliahan untuk meminimalkan tingkat ketidakpuasan dosen dan mahasiswa program studi Matematika Universitas Negeri Gorontalo. Temuan hasil dalam penelitian tersebut adalah model dapat memberikan hasil yang optimal dan tidak terdapat bentrok dalam jadwal perkuliahan [12]. Penggunaan metode simpleks dapat memaksimalkan keuntungan harian pada industri rumahan [13]. Masalah optimalisasi dalam meminimumkan jumlah lokasi strategis untuk stasiun pengisian mobil listrik yang dapat mengakomodasi rute antara dua rute jalur jalan raya dapat diselesaikan dengan pendekatan ILP [14].

Pendekatan teknik optimalisasi menggunakan *Integer Linear Programming* (ILP) dapat memberikan hasil yang sederhana dan efisien. Hal ini dikarenakan karakteristik pada teknik tersebut tidak membutuhkan jumlah data input yang tidak besar sehingga cocok digunakan pada mengalokasikan penempatan awal lokasi yang optimal [14]. Model matematis pada teknik optimalisasi tersebut dapat pula digunakan untuk pengambilan keputusan dengan dikombinasikan dengan pendekatan berbasis skenario. Hasil perencanaan yang telah didapatkan dengan model matematis yang diusulkan dibandingkan dengan tata letak kondisi saat ini [15]. Kondisi dan situasi pada wilayah kota Padang belum berada pada kompleksitas yang tinggi dikarenakan belum memiliki data historis penggunaan kendaraan berbahan bakar gas (BBG) dan belum memiliki SPBG yang telah beroperasi saat ini. Dengan kondisi tersebut, pendekatan dengan teknik salah satu metode pada ILP untuk merencanakan lokasi optimal dapat digunakan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jumlah dan lokasi SPBG yang optimal untuk wilayah kota Padang menggunakan pendekatan *0-1 Integer Linear Programming*. Lokasi terpilih diharapkan dapat mengakomodasi masyarakat pada setiap kecamatan di wilayah kota Padang. Struktur penelitian ini terdiri dari pendahuluan, metode penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Data dan Sumber Data

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-Juni 2021 dengan subjek penelitian adalah lokasi Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) yang berada di wilayah Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Sumber data yang digunakan adalah data sekunder menggunakan *Google Earth*, meliputi data lokasi SPBU yang masih beroperasi dan lokasi alternatif kandidat SPBG baru, data titik tengah setiap kecamatan di kota Padang, dan jarak lokasi SPBU yang sudah beroperasi dan alternatif kandidat SPBG baru dengan titik tengah kecamatan.

**Tabel 1. Data lokasi SPBU yang beroperasi saat ini**

Kode	Nama SPBU	Kecamatan	Kode	Nama SPBU	Kecamatan
1	Simpang Kalumpang	Koto Tengah	12	Sawahan	Padang Timur
2	Air Pacah		13	Kubu Marapalam	
3	Balai Gadang		14	Pasar Ambacang	Kuranji
4	Tabing		15	Kalumbuk	
5	Ulak Karang	Padang Utara	16	Ranah	Padang Selatan
6	Ulak Karang		17	Mata Air	
7	Ulak Karang		18	Pitameh	Lubuk Begalung
8	Flamboyan Baru	Padang Barat	19	Bandar Buat	Lubuk Kilangan
9	Batang Arau		20	KKSP Indarung	
10	Purus		21	Bungus	Bungus Teluk Kabung
11	Jati Baru	Padang Timur	22	Pisang	Pauh

**Tabel 2. Data lokasi alternatif SPBG baru**

Kode	Alternatif Kandidat	Kecamatan	Kode	Alternatif Kandidat	Kecamatan
23	Kandidat 1	Pauh	29	Kandidat 7	Lubuk Begalung
24	Kandidat 2	Padang Barat	30	Kandidat 8	Padang Selatan
25	Kandidat 3	Koto Tengah	31	Kandidat 9	Bungus Teluk Kabung
26	Kandidat 4	Nanggalo	32	Kandidat 10	Bungus Teluk Kabung
27	Kandidat 5	Kuranji	33	Kandidat 11	Padang Utara
28	Kandidat 6	Nanggalo			

Lokasi SPBU dapat dijadikan sebagai kandidat lokasi SPBG untuk melayani kendaraan Bahan Bakar Gas (BBG). Jumlah lokasi SPBU yang masih beroperasi di kota Padang berjumlah 22 SPBU dari 10 kecamatan.

**Tabel 3. Data titik tengah setiap kecamatan di Kota Padang**

Kode	Name	Centroid/Mid-Point (Derajat)
K1	Padang Barat	-00.9436235°, 100.3565060°
K2	Lubuk Begalung	-00.9799463°, 100.4026529°
K3	Bungus Teluk Kabung	-01.0498435°, 100.4175605°
K4	Lubuk Kilangan	-00.9568583°, 100.4945323°
K5	Koto Tengah	-00.8090601°, 100.4051378°
K6	Pauh	-00.8780881°, 100.4908973°
K7	Kuranji	-00.8954317°, 100.4146573°
K8	Nanggalo	-00.8993635°, 100.3715788°
K9	Padang Utara	-00.9126657°, 100.3578334°
K10	Padang Timur	-00.9452086°, 100.3783372°
K11	Padang Selatan	-00.9763489°, 100.3695519°

**Tabel 4. Jarak lokasi SPBU yang beroperasi dengan titik tengah kecamatan**

Kode	Titik Tengah Kecamatan (dalam km)										
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
1	12	9.6	12	15	15	19	23	29	35	26	8.9
2	11	6.4	11	11	5.6	19	14	20	32	18	6.3
3	10	13	16	17	12	20	18	24	36	21	10
4	15	5.3	6.6	9.1	11	13	16	22	30	21	3.6
5	15	3.4	4.7	7.2	11	13	16	22	3.7	20	5.1
6	16	2.7	4.4	6.5	11	11	14	20	28	18	3.4
7	16	0.3	4.6	6.7	11	10	12	19	27	16	5.8
8	17	3.7	2.4	5.7	10	9.6	12	19	26	17	5.2
9	22	6.5	3	4	12	6.6	8.8	18	23	17	10
10	19	3.6	1.1	4.2	11	8.4	11	18	25	17	6.6
11	20	3.9	1.6	2.2	9.9	6.6	8.6	16	23	15	6.3
12	21	4.9	2.3	1.1	9.1	5.8	7.5	15	23	14	7.4
13	22	7	4.3	1.2	9.6	6.9	5.4	13	24	14	10
14	18	7.3	6.1	3.7	6	12	7.6	14	26	12	6.3
15	16	7.2	7.9	5.7	3.9	11	8.9	15	27	13	4.3
16	22	5.4	2.7	2	10	4.9	7.1	16	22	15	9.2
17	26	9.1	6.5	4.4	14	2.5	4.9	17	18	19	15
18	21	10	7	3.9	8.7	9.3	4.4	11	23	12	10
19	24	13	10	6.8	12	14	8.8	7.5	27	9.8	13
20	25	15	14	11	11	16	11	3.6	30	15	17
21	38	23	21	19	26	17	17	29	3.7	31	27
22	19	8	6.8	4	6.7	9.6	4.8	13	23	11	8.8

Kecamatan Nanggalo tidak memiliki SPBU yang sudah beroperasi sehingga menempatkan satu kandidat lokasi alternatif pada kecamatan tersebut dapat dipertimbangkan (Kandidat 4 dan Kandidat 6). Selain menambahkan kandidat lokasi alternatif pada kecamatan Nanggalo, lokasi alternatif juga ditambahkan pada 8 kecamatan lainnya dengan mempertimbangkan dekat pusat pembelanjaan, tempat publik, dan lokasi parkir publik. Kecamatan yang ditambahkan beberapa kandidat adalah Pauh, Padang Barat, Koto Tengah, Kuranji, Lubuk Begalung, Padang Selatan, Bungus Teluk Kabung, Nanggalo, dan Padang Utara. Total kandidat yang ditambahkan pada lokasi alternatif adalah 11 kandidat.

Pengukuran jarak antara lokasi SPBU yang masih beroperasi dan kecamatan menggunakan titik tengah kecamatan dengan lokasi SPBU tersebut beroperasi. Hal ini dimaksudkan untuk mengakomodasi kebutuhan bahan bakar gas nantinya dapat terpenuhi dari seluruh area pengguna pada kecamatan tersebut. Perhitungan ini juga dihitung pada kandidat SPBG pada lokasi alternatif dan titik tengah kecamatan.

**Tabel 5. Jarak alternatif kandidat SPBG baru dengan titik tengah kecamatan**

Kode	Titik Tengah Kecamatan (dalam km)										
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
23	20.4	10.6	10.5	7.8	6.5	13.1	10.8	11.4	28.9	6.4	10.2
24	20.5	4.7	0.9	4	12	7.4	10	18.2	23.7	17	8.8
25	12.8	15.5	10.7	19.7	14.7	24.9	22.6	30.4	39.4	27	14.7
26	15.3	4.3	8.5	8.7	5.6	14.4	11.7	19.9	29.9	16.5	0.8
27	13.2	9.7	10.4	8.2	3.2	13.4	11.2	18.9	30	15.1	3.3
28	14.2	3.5	7.4	8	7.7	13.3	13.7	20	31.9	18.5	1.6
29	22.5	11.3	8.7	5.5	10.3	7.2	2.8	13.2	19.2	15.3	11.4
30	28.9	14.1	11.5	9.4	16.7	7.5	6.7	19.6	12.8	21.7	17.8
31	46.2	31.4	28.7	26.6	34	24.8	24	36.8	7	39	35.1
32	39	24.1	21.5	19.4	26.7	17.5	16.7	29.6	2.8	31.8	27.9
33	16.2	0.6	4.4	6.5	10	10.7	13.3	21.3	26.9	17.9	3.5

## 2.2 Model Matematis

Formulasi permasalahan ke dalam model matematis dijabarkan dalam fungsi tujuan dan kendala. Fungsi tujuan dari penelitian ini adalah meminimalkan jumlah kandidat SPBG yang diperlukan untuk mengakomodasi prediksi kebutuhan BBG pada masyarakat kota Padang dengan model matematis sebagai berikut:

$$\min \sum x_{ij} \quad (1)$$

Dimana,  $i$  = kandidat SPBG  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ );  $j$  = kecamatan  $j$  di kota Padang ( $j = 1, 2, \dots, 11$ )

Kendala pertama dalam penelitian ini adalah batasan jarak titik tengah pada setiap kecamatan terhadap kandidat SPBG yang terpilih tidak melebihi batas maksimal. Model matematis untuk kendala tersebut adalah sebagai berikut:

$$d_{ij}x_{ij} \leq d_{\max} \quad (2)$$

Dimana  $d_{ij}$  = jarak titik tengah antara SPBG  $i$  dan kecamatan  $j$ ;  $d_{\max}$  = jarak maksimal untuk SPBG dapat terpilih. Kendala kedua adalah setiap kecamatan setidaknya harus memiliki kandidat SPBG yang terpilih untuk mengakomodasi kebutuhan pada kecamatan tersebut. Model matematis untuk kendala kedua adalah sebagai berikut:

$$\sum x_{i1} \geq 1 \quad (3)$$

$$\sum x_{i2} \geq 1 \quad (4)$$

$$\sum x_{i3} \geq 1 \quad (5)$$

$$\sum x_{i4} \geq 1 \quad (6)$$

$$\sum x_{i5} \geq 1 \quad (7)$$

$$\sum x_{i6} \geq 1 \quad (8)$$

$$\sum x_{i7} \geq 1 \quad (9)$$

$$\sum x_{i8} \geq 1 \quad (10)$$

$$\sum x_{i9} \geq 1 \quad (11)$$

$$\sum x_{i10} \geq 1 \quad (12)$$

$$\sum x_{i11} \geq 1 \quad (13)$$

Kendala ketiga adalah kendala biner, dimana  $x_{ij}$  dibatasi dengan terpilih dan tidak terpilih. Model matematis untuk kendala tersebut adalah sebagai berikut:

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (14)$$

### 2.3 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data meliputi verifikasi dan validitas model, pengujian dengan skenario pertama, dan pengujian dengan skenario kedua. Data yang telah didapatkan akan dilakukan verifikasi dan validitas model. Verifikasi model dilakukan dengan menggunakan *add-in* pada Microsoft Excel, yaitu *Open Solver* untuk mendapatkan hasil pengujian model matematis menggunakan peranti lunak. Model yang sudah dilakukan verifikasi, selanjutnya dilakukan validitas model dengan perhitungan manual dalam *tableau*. Setelah model matematis dinyatakan layak, selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan 2 (dua) skenario. Skenario pertama adalah lokasi SPBU yang sudah beroperasi menjadi kandidat SPBG, dan skenario kedua adalah menambahkan 11 rekomendasi sebagai alternatif kandidat SPBG yang akan dibangun.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Verifikasi dan Validitas Model

Model matematis yang sudah dibuat selanjutnya dilakukan verifikasi dan validitas model untuk memastikan model tersebut sudah dapat digunakan. Data yang digunakan untuk verifikasi dan validitas model terdiri dari 3 kandidat SPBG meliputi KSPBG 1, KSPBG 2, dan KSPBG 3; dengan 2 kecamatan meliputi Kec. 1 dan Kec. 2. Hasil verifikasi model didapatkan yang terpilih adalah KSPBG 1 pada Kec. 2 dan KSPBG 2 pada Kec. 1 ( $x_{12}$  dan  $x_{21}$ ).

**Tabel 6. Hasil Verifikasi Model Matematis**

KSPBG	Kecamatan		Total
	Kec.1	Kec.2	
KSPBG 1	0	1	1
KSPBG 2	1	0	1
KSPBG 3	0	0	0
Total	1	1	2

Pada validasi model, dilakukan perhitungan manual menggunakan dua fase dimana model matematis diubah ke dalam bentuk baku dengan menambahkan variabel *slack* dan artifisial pada kendala. Perhitungan dilakukan dengan iterasi sebanyak 5 kali pada fase pertama dan menghilangkan variabel artifisial pada

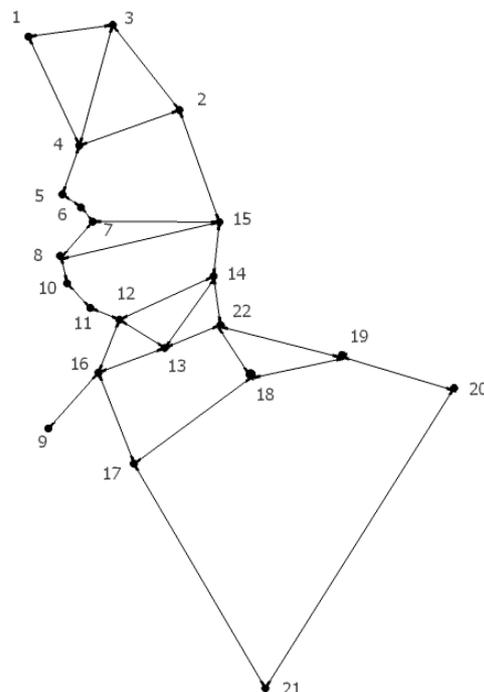
fase kedua. Hasil pada fase kedua didapatkan hasil yang sama dengan verifikasi model. Oleh karena itu, model matematis sudah dapat dikatakan lulus verifikasi dan validitas model sehingga model sudah dapat digunakan untuk pengolahan data lebih lanjut.

**Tabel 7. Hasil Validitas Model Matematis Pada Fase Kedua (Dua Fasa)**

cj	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RHS
Basis	x11	x12	x21	x22	x31	x31	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	
s1	0	0	0	0	0	12	1	0	0.8	0	0	0	0	-12	0	0	-12	15
s2	0	0	0	0	0	-10	0	1	-1	0	0	0	0	10	0	0	10	5
x12	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	-1	1
s4	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	-4	0	0	0	15
s5	0	0	0	0	0	-17	0	0	0	0	1	0	17	17	0	17	17	15
s6	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15
x11	1	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
x22	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
s9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
x21	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
x31	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0
z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	2

### 3.2. Skenario 1

Pada skenario pertama lokasi penempatan SPBG berdasarkan pada lokasi SPBU yang sudah beroperasi di Kota Padang saat ini. Terdapat 22 SPBU yang tersebar di 11 kecamatan dan selanjutnya menjadi lokasi kandidat SPBG.



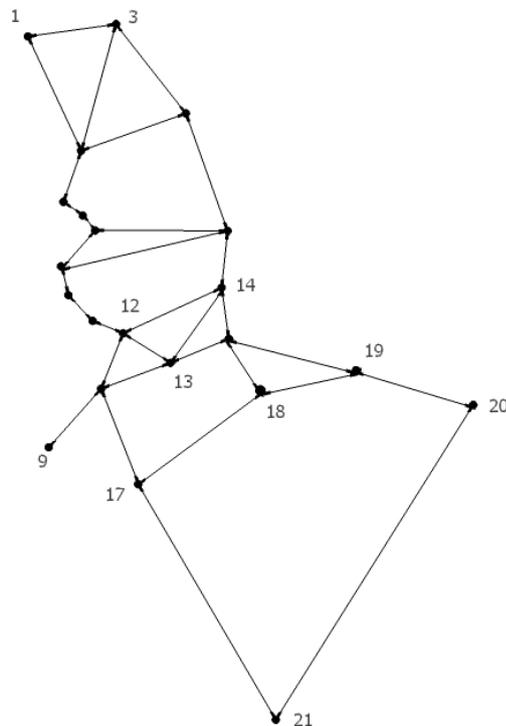
**Gambar 1. Pemetaan lokasi SPBU yang sudah beroperasi saat ini**

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 8, terpilih 11 lokasi SPBU sebagai lokasi optimal penempatan SPBG, yaitu Simpang Kalumpang, Balai Gadang, Batang Arau, Sawahan, Kubu Marapalam, Pasar

Ambacang, Mata Air, Pitameh, Bandar Buat, KKSP Indarung, dan Bungus. SPBU Pasar Ambacang terpilih untuk memenuhi permintaan BBG dari kecamatan Padang Barat dan SPBU Batang Arau terpilih untuk memenuhi permintaan BBG untuk kecamatan Lubuk Begalung. Permintaan untuk Kecamatan Bungus Teluk Kabung dan Lubuk Kilangan akan dilayani oleh SPBU Bungus dan SPBU KKSP Indarung. Kecamatan Koto Tengah, Pauh, dan Kuranji dapat menggunakan SPBU Balai Gadang, Bandar Buat, dan Sawahan. SPBU Kubu Marapalam, Simpang Kalumpang, Pitameh, dan Mata Air terpilih untuk memenuhi permintaan dari kecamatan Nanggalo, Padang Utara, Padang Timur, dan Padang Selatan. Untuk pemetaan lokasi SPBU terpilih dapat dilihat pada Gambar 2, berikut:

**Tabel 8. Lokasi kandidat SPBG terpilih pada skenario pertama**

Kode	Nama SPBU	Titik Tengah Kecamatan										Total	
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10		K11
1	Simpang Kalumpang	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
3	Balai Gadang	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9	Batang Arau	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Sawahan	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
13	Kubu Marapalam	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
14	Pasar Ambacang	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Mata Air	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
18	Pitameh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
19	Bandar Buat	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
20	KKSP Indarung	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Bungus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7

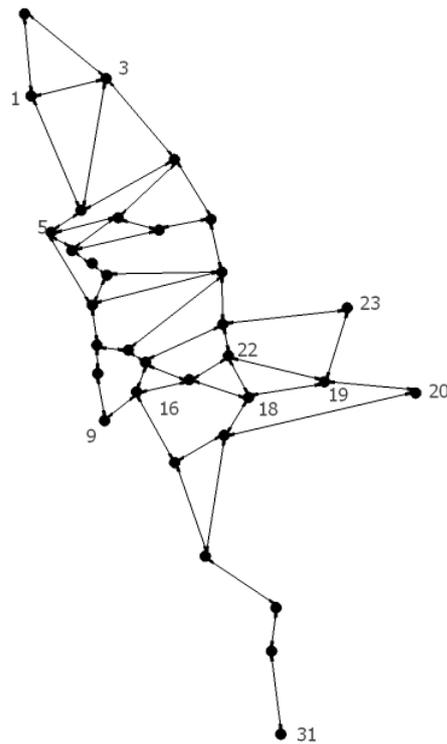


**Gambar 2. Pemetaan lokasi kandidat SPBG terpilih pada skenario pertama**

### 3.3. Skenario 2

Pada skenario kedua lokasi penempatan SPBG berdasarkan pada lokasi SPBU yang sudah beroperasi ditambahkan dengan 11 lokasi SPBG baru. Model matematis dijalankan pada skenario kedua dan hasil perhitungan pada skenario kedua didapatkan lokasi yang terpilih adalah Simpang Kalumpang, Balai Gadang, Ulak Karang 3, Batang Arau, Ranah, Pitameh, Bandar Buat, KKSP Indarung, Pisang, Kandidat 1 dan Kandidat 9. Pada skenario kedua terdapat 2 kandidat lokasi baru yang terpilih sebagai penempatan lokasi





Gambar 4. Hasil pemetaan kandidat SPBG terpilih pada skenario kedua

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *0-1 integer linear programming* untuk mengoptimalkan lokasi SPBG untuk wilayah kota Padang. Jumlah optimal kandidat SPBG yang dapat diterapkan di kota Padang adalah sebanyak 11 kandidat. Hasil ini konsisten pada skenario pertama dan skenario kedua. Skenario 1 yang mempertimbangkan SPBU yang masih beroperasi saat ini yang dijadikan kandidat SPBG adalah Simpang Kalumpang, Balai Gadang, Batang Arau, Sawahan, Kubu Marapalam, Pasar Ambacang, Mata Air, Pitameh, Bandar Buat, KKSP Indarung, dan Bungus. Pada skenario kedua, lokasi yang terpilih sebagai kandidat SPBG adalah Simpang Kalumpang, Balai Gadang, Ulak Karang 3, Batang Arau, Ranah, Pitameh, Bandar Buat, KKSP Indarung, Pisang, Kandidat 1 dan Kandidat 9. Untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan pendekatan dengan model *non-linear programming* seiring dengan semakin kompleksnya situasi dan kondisi kota Padang di masa yang akan datang.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang atas dukungan moril dan materiil yang telah diberikan dalam penelitian ini dan menjadi bagian dari pendanaan Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang Tahun 2021.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Joyomenggolo. “Media Release SDGs Summit New York”, INFID, 18 Februari 2020, [Online]. Tersedia: <https://www.sdg2030indonesia.org/news/26-media-release-sdgs-summit-new-york> [Diakses: 28 Januari 2021].
- [2] Direktorat Jenderal Gas dan Minyak Bumi. “Menteri ESDM: Pemanfaatan Gas Jadi Prioritas Nasional”, Kementerian ESDM, 17 Juli 2020, [Online]. Tersedia: <https://migas.esdm.go.id/post/read/menteri-esdm-pemanfaatan-gas-jadi-prioritas-nasional> [Diakses: 28 Januari 2021].
- [3] Direktorat Jenderal Gas dan Minyak Bumi. “Konversi BBM ke BBG Terus Berlanjut, SPBG dan Jargas Karawang Diresmikan”, Kementerian ESDM, 17 Desember 2019, [Online]. Tersedia: <https://migas.esdm.go.id/post/read/konversi-bbm-ke-bbg-terus-berlanjut-spbg-dan-jargas-karawang-diresmikan> [Diakses: 28 Januari 2021].
- [4] C. Bian, H. Li, F. Wallin, A. Avelin, L. Lin, and Z. Yu, “Finding the optimal location for public charging stations-A GIS-based MILP approach,” *Energy Procedia*, vol. 158, pp. 6582–6588, 2019, doi: 10.1016/j.egypro.2019.01.071.

- [5] T. Chen, K. Kockelman, and M. Khan, "Locating electric vehicle charging stations," *Transp. Res. Rec.*, no. 2385, pp. 28–36, 2013, doi: 10.3141/2385-04.
- [6] A. A. Kadri, R. Perrouault, M. K. Boujelben, and C. Gicquel, "A multi-stage stochastic integer programming approach for locating electric vehicle charging stations," *Comput. Oper. Res.*, vol. 117, p. 104888, 2020, doi: 10.1016/j.cor.2020.104888.
- [7] S. Dehnavi-Arani, A. Sabaghian, and M. Fazli, "A job shop scheduling and location of battery charging storage for the automated guided vehicles (AGVs)," *J. Optim. Ind. Eng.*, vol. 12, no. 2, pp. 121–129, 2019, doi: 10.22094/JOIE.2018.543203.1511.
- [8] S. M. Mousavi, H. Gitinavard, B. Vahdani, and N. Foroozesh, "Hierarchical group compromise ranking methodology based on Euclidean-Hausdorff distance measure under uncertainty: An application to facility location selection problem," *J. Optim. Ind. Eng.*, vol. 12, no. 2, pp. 93–105, 2019, doi: 10.22094/JOIE.2016.270.
- [9] B. M. Sopha, A. M. S. Asih, and P. D. Nursitasari, "Location planning of urban distribution center under uncertainty: A case study of Yogyakarta special region province, Indonesia," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 11, no. 3, pp. 542–568, 2018, doi: 10.3926/jiem.2581.
- [10] M. S. Jabalameli, B. B. Tabrizi, and M. M. Javadi, "Capacitated Facility Location Problem with Variable Coverage Radius in Distribution System," *Int. J. Ind. Eng. Prod. Res.*, vol. 21, no. 4, pp. 231–237, 2010.
- [11] P. Y. Chang and H. Y. Lin, "Manufacturing plant location selection in logistics network using analytic hierarchy process," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 8, no. 5, pp. 1547–1575, 2015, doi: 10.3926/jiem.1456.
- [12] D. Wungguli and N. Nurwan, "Penerapan Model Integer Linear Programming Dalam Optimasi Penjadwalan Perkuliahan Secara Otomatis," *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 14, no. 3, pp. 413–424, 2020, doi: 10.30598/barekengvol14iss3pp413-424.
- [13] L. Susanto, "Memaksimalkan Keuntungan Harian Pada Industri Rumahan 'Nanda Jaya' Dengan Penerapan Metode Simpleks," *BAREKENG J. Il. Mat. dan Ter.*, vol. 14, no. 4, pp. 535–542, 2020, doi: 10.30598/barekengvol14iss4pp535-542.
- [14] Z. Miljanic, V. Radulovic, and B. Lutovac, "Efficient placement of electric vehicles charging stations using integer linear programming," *Adv. Electr. Comput. Eng.*, vol. 18, no. 2, pp. 11–16, 2018, doi: 10.4316/AECE.2018.02002

