

Pengembangan Coverage 5G Wilayah Depok Memanfaatkan Analisis Big Data Multi-Parameter

Damelia¹, Asri Wulandari², Marfani Hasan³, Hananto Widhi Santoso⁴

^{1,2} Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

³ Network and IT FMC Project, PT. Telkomsel, Indonesia

⁴ Network Digitization Architecture, PT. Telkomsel, Indonesia

¹damelia.te18@gmail.com, ²asri.wulandari@elektro.pnj.ac.id, ³marfani@telkomsel.co.id, ⁴hananto_w_santoso@telkomsel.co.id

Abstrak

Pengembangan coverage 5G dilakukan untuk meningkatkan layanan jaringan 5G, agar dapat memenuhi permintaan dan kebutuhan layanan data yang sangat besar serta cepat dengan berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai bentuk inovasi masa depan. Dalam upaya pengembangan coverage 5G, operator mempertimbangkan multi-parameter yang terdiri atas dua parameter yaitu IMEI dan *payload* sebagai parameter ukur dari sisi *user*. Analisis dilakukan secara prediksi melalui pengukuran persebaran tipe *handphone* dalam mensupport 5G, berdasarkan nomor IMEI *handphone* pelanggan, *payload* pelanggan di jaringan 4G, atau kombinasi dari keduanya dengan memanfaatkan teknologi *big data*. *Big data* diimplementasikan menggunakan Python dengan bantuan *library glob* untuk menemukan daftar urutan file, penggunaan *pandas* untuk analisis data, dan proses coding yang dilakukan dengan Jupyter Notebook. Kecamatan wilayah Depok yang direkomendasikan untuk pengembangan coverage 5G adalah kecamatan dengan nilai IMEI support 5G diatas persentase rata-rata yaitu 0.0784%, atau nilai *payload* diatas rata-rata yaitu 79 GB. Dari hasil analisis pengolahan *big data* didapatkan rekomendasi pengembangan coverage 5G berdasarkan IMEI sebanyak 4 kecamatan yaitu Beji, Cimanggis, Limo, dan Cinere. Rekomendasi pengembangan coverage 5G berdasarkan *payload* sejumlah 7 kecamatan yaitu Sawangan, Cilodong, Limo, Bojongsari, Cipayung, Tapos dan Sukmajaya. Hasil rekomendasi utama untuk pengembangan coverage 5G adalah berdasarkan kombinasi dari IMEI dan *payload* yaitu kecamatan Limo.

Keywords: *big data, python, 5G, IMEI, payload*

I. PENDAHULUAN

Telkomsel menjadi operator yang pertama dalam membawa pengalaman 5G di Indonesia pada pelaksanaan Asian Games 2018 di Telkomsel 5G Experience Center dengan beberapa implementasi 5G yang dihadirkan meliputi VR Cycling, VR Football, VR Driving, Autonomous Electric Vehicle, dan robot yang dapat berinteraksi langsung dengan pengunjung [1]. Tiga tahun kemudian 5G hadir secara komersial pada enam titik area residensial di Jakarta dan sekitarnya yaitu Kelapa Gading Jakarta, Pondok Indah, Pantai Indah Kapuk, Bumi Serpong Damai, Widya Chandra, dan Alam Sutera [2]. Pada pertengahan 2022 terjadi penambahan titik implementasi 5G yaitu dua titik di daerah Jakarta dan tujuh titik di daerah lainnya [3]. Kota Depok adalah salah satu kota berkembang di Indonesia yang terletak sangat dekat dengan Jakarta yang merupakan pusat pertumbuhan. Selain itu Depok juga terkenal sebagai kota pelajar karena terdapat beberapa perguruan tinggi terbaik Indonesia yang berlokasi di sana. Seiring dengan hal tersebut, maka permintaan dan kebutuhan layanan data bergerak serta tingginya laju data di Kota Depok juga meningkat, sehingga diperlukan peningkatan kualitas teknologi telekomunikasi yang dapat diwujudkan dengan tersedianya layanan jaringan 5G.

Proses pengembangan coverage 5G wilayah Depok dilakukan oleh operator dengan mengacu multi-parameter yang terdiri atas dua parameter yaitu IMEI dan *payload*. Analisis dilakukan secara prediksi melalui pengukuran persebaran tipe *handphone* dalam mensupport 5G, berdasarkan nomor IMEI *handphone* pelanggan, *payload*

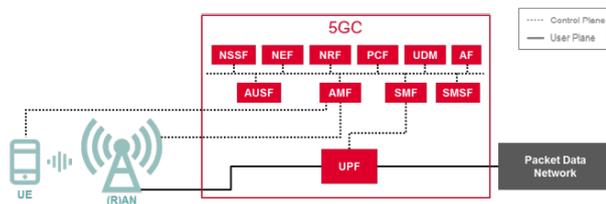
pelanggan di jaringan 4G, atau kombinasi dari keduanya. Pengelolaan data IMEI dan data *payload* dengan jumlah yang sangat besar memerlukan cara yang efektif agar dapat menjadi informasi dalam membuat keputusan yang cepat dan tepat untuk pengembangan coverage 5G. Berdasarkan hal tersebut, teknologi *big data* sangat cocok diterapkan karena *big data* dapat menggabungkan informasi dari berbagai sumber untuk membuat prediksi yang lebih baik dalam waktu yang singkat. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan *big data* dengan pengolahan dan visualisasi data untuk sistem pengembangan coverage jaringan 5G, serta melakukan analisis hasil *big data* untuk menentukan rekomendasi pengembangan coverage jaringan 5G. Hasil analisis diharapkan memudahkan operator dalam menentukan keputusan area terbaik untuk pengembangan coverage 5G wilayah Depok.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Teknologi 5G

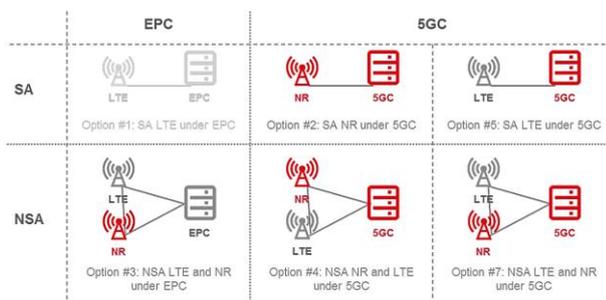
5G adalah teknologi jaringan seluler generasi ke-5 yang dikeluarkan oleh 3rd Generation Partnership Project (3GPP) sebagai evolusi signifikan dari jaringan 4G LTE. Kehadiran 5G dirancang untuk memenuhi pertumbuhan data yang sangat besar dan konektivitas masyarakat modern saat ini, dengan berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk miliaran perangkat yang terhubung, serta teknologi inovasi masa depan. Ada tiga kategori utama *uses cases* untuk 5G, yaitu *Massive Machine to Machine Communications* (mMTC), *Ultra-Reliable Low Latency Communications* (U-RLLC) dan *Enhanced Mobile Broadband* (eMBB) [4]. Arsitektur 5G yang ditetapkan oleh 3GPP dapat dilihat pada

Gambar 1, terlihat bahwa terdiri atas beberapa elemen yaitu 5G NR berupa gNodeB dan 5GC berupa *Application Function (AF)*, *Access and Mobility Management Function (AMF)*, *Authentication Server Function (AUSF)*, *Network Exposure Function (NEF)*, *Network Repository Function (NRF)*, *Network Slice Selection Function (NSSF)*, *Policy Control Function (PCF)*, *Session Management Function (SMF)*, *Short Message Service Function (SMSF)*, *User Data Management (UDM)*, dan *User Plane Function (UPF)* [5].



Gambar 1. Arsitektur 5G [5]

Bentuk opsi dari implementasi 5G dapat dilihat pada Gambar 2. Implementasi untuk RAN SA dapat menggunakan opsi #2 dan opsi #5, sedangkan pada NSA adalah opsi #3, opsi #4 dan opsi #7. Kebutuhan dan *use case* yang akan diberikan operator kepada penggunanya akan menentukan pemilihan alternatif opsi dalam pengimplementasian teknologi 5G [4].



Gambar 2. Opsi untuk implementasi 5G [4]

B. Parameter Analisis Sistem

- **International Mobile Equipment Identity (IMEI)**
 Semua perangkat 3GPP harus memiliki nomor IMEI. Nomor IMEI digunakan untuk memberikan identifikasi secara unik untuk setiap *Mobile Equipment (ME)*. Struktur IMEI terdiri atas 15 desimal digit, semua digit memiliki rentang antara 0 hingga 9 yang dikodekan sebagai *binary coded decimal* [6]. Format IMEI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Format IMEI [6]

TAC	Serial No	Check Digit
NNXXXXXX	ZZZZZZ	A

Nomor TAC mengidentifikasi tipe dari ME yang terdiri atas 8 digit serta memuat produsen dan model ME [6]. Dengan menggunakan nomor TAC dapat diketahui tipe-tipe *handphone* dari pelanggan 4G yang telah *support* 5G. *Threshold* IMEI adalah nilai ambang batas untuk membedakan kecamatan yang direkomendasikan dan

kecamatan yang tidak direkomendasikan berdasarkan IMEI. Penentuan nilai *threshold* IMEI didapatkan dari hasil diskusi dengan *expert industry*, yang dihitung dengan mendapatkan nilai *IMEI support* 5G diatas persentase rata-rata wilayah Depok, seperti pada persamaan 1.

$$\text{Persentase rata-rata IMEI support 5G wilayah Depok (\%)} = \frac{\text{sup5g}}{\text{total}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

sup5g = Jumlah semua pelanggan 4G *support* 5G di Depok
total = Jumlah semua pelanggan 4G di Depok

- **Payload**

4G LTE adalah teknologi yang berbasis *Internet Protocol (IP)*, dimana paket-paket data dikirimkan dalam bentuk datagram. Setiap datagram mencakup 2 informasi yaitu *header* dan *payload*. *Header* mengandung informasi alamat atau data tambahan lainnya agar dapat mencapai alamat tujuan. Sedangkan *payload* adalah isi atau data aktual dari sebuah paket yang ditransmisikan pada jaringan, biasanya dalam sebuah *byte* (KB, MB, GB, dan lainnya). *Payload* digunakan untuk mengukur volume paket yang diterima dan dikirim oleh UE (*User Equipment*) pada 4G LTE. *Threshold payload* adalah nilai ambang batas untuk membedakan kecamatan yang direkomendasikan dan kecamatan yang tidak direkomendasikan berdasarkan *payload*. Penentuan nilai *threshold payload* didapatkan berdasarkan diskusi dengan *expert industry*, yang dihitung dengan mendapatkan nilai *payload* diatas rata-rata wilayah Depok, seperti pada persamaan 2.

$$\text{Rata-rata payload 4G wilayah Depok (MB)} = \frac{\text{payload}}{\text{kec}} \quad (2)$$

Keterangan:

payload = Jumlah *payload* 4G di Depok (MB)
kec = Banyaknya kecamatan di Depok

C. Big Data untuk Analisis Sistem

Big data adalah istilah kumpulan data yang sangat besar dan kompleks yang tidak dapat diproses menggunakan alat pengelola *database* konvensional atau aplikasi pemrosesan data lainnya. *Big data* memiliki 3 karakteristik yang membedakannya dengan data lainnya yaitu *volume*, *variety*, dan *velocity*. *Volume* mengacu pada jumlah data yang perlu dikelola dalam skala yang sangat besar. *Variety* mengacu pada sifat-sifat sumber data yang sangat berbeda, baik data terstruktur maupun data tidak terstruktur. *Velocity* menunjukkan kecepatan di mana pemrosesan data harus mengatasi peningkatan jumlah data yang cepat [7]. Pada penelitian ini *big data* digunakan sebagai cara efektif untuk mengolah data IMEI dan data *payload* yang memiliki ukuran file yang sangat besar.

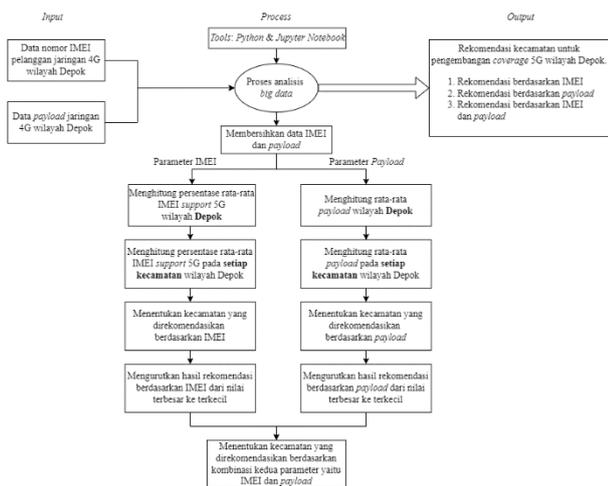


Gambar 3. Tools big data untuk analisis sistem [7]

Sistem analisis *big data* dalam menentukan rekomendasi pengembangan *coverage* 5G dilakukan menggunakan Python. Python adalah bahasa yang paling populer di kalangan *data scientists* untuk melakukan analisis data, bukan hanya karena mudah diprogram, tetapi juga karena fitur yang ditawarkan Python, diantaranya menyediakan *library* terbaik untuk analisis *big data*, *library* dan *tools* yang portabel, *extensibility*, dukungan struktur data yang beragam, dan transformasi data menjadi lebih mudah [7]. Proses koding Python dilakukan menggunakan *text editor* berbasis *website* untuk melakukan analisis dan visualisasi data yaitu Jupyter Notebook.

III. METODE PENELITIAN

Analisis sistem pengembangan *coverage* 5G wilayah Depok memanfaatkan *big data* dilakukan menggunakan Python dengan mempertimbangkan multi-parameter yang terdiri atas dua parameter yaitu IMEI dan *payload*. Luaran dari hasil analisis berupa kecamatan yang direkomendasikan berdasarkan IMEI, berdasarkan *payload*, dan berdasarkan kombinasi dari keduanya. Diagram blok dalam melakukan analisis sistem terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram blok analisis sistem

Tahapan dalam melakukan analisis sistem untuk pengembangan *coverage* 5G wilayah Depok, meliputi:

1. Melakukan pengumpulan data dari operator. Data yang diperlukan adalah nomor IMEI pelanggan jaringan 4G dan *payload* pelanggan jaringan 4G. Lokasi pengambilan data terletak di Depok, Jawa Barat, Indonesia.

2. Melakukan proses analisis *big data* menggunakan dua parameter yaitu IMEI dan *payload*, *tools* yang digunakan adalah Python dan Jupyter Notebook.
3. Tahap pertama dimulai dengan membersihkan data (*data cleansing*) yang telah dikumpulkan dari operator.
4. Tahapan analisis data IMEI yang dilakukan adalah menghitung persentase rata-rata IMEI yang *support* 5G wilayah Depok, menghitung persentase rata-rata IMEI *support* 5G pada setiap kecamatan wilayah Depok, menentukan kecamatan yang direkomendasikan berdasarkan IMEI, serta mengurutkan hasil rekomendasi berdasarkan IMEI dari nilai terbesar ke terkecil.
5. Tahapan analisis data *payload* yang dilakukan adalah menghitung rata-rata *payload* wilayah Depok, menghitung rata-rata *payload* pada setiap kecamatan wilayah Depok, menentukan kecamatan yang direkomendasikan berdasarkan *payload*, serta mengurutkan hasil rekomendasi berdasarkan *payload* dari nilai terbesar ke terkecil.
6. Menentukan kecamatan yang direkomendasikan berdasarkan kombinasi dari kedua parameter yaitu IMEI dan *payload*.
7. Analisis akan menghasilkan rekomendasi kecamatan untuk pengembangan *coverage* 5G wilayah Depok berdasarkan IMEI, berdasarkan *payload*, dan berdasarkan IMEI & *payload*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan ini terdiri atas tiga bagian yaitu hasil analisis data IMEI, hasil analisis data *payload*, serta hasil analisis data IMEI dan *payload*.

1. Hasil Analisis Data IMEI

Proses membaca data IMEI diperlihatkan pada Gambar 5.a. dan 5.b. Perintah *info()* menunjukkan besarnya ukuran data IMEI yaitu lebih dari 12 GB.

```

In [2]: # Read raw data of IMEI and do data cleaning
pd.set_option('display.max_rows', 500)
pd.set_option('display.max_columns', 500)
pd.set_option('display.width', 1000)

# Raw data of IMEI is a ZIP extension, where each zip has a CSV file inside
file = glob.glob("*.zip")
df = [pd.read_csv(f, sep=',', skiprows=[0]) for f in file]
df = pd.concat(df, ignore_index=True)
df.head(5)

Out[2]:
  date_time  msisdn  imei  fiveg  lac  ci  kabupaten  kecamatan
0  2022020721  62813811****  359120542****  no  144848  24  KOTA DEPOK  SAWANGAN
1  2022020721  62813890****  86504040****  no  144848  31  KOTA DEPOK  SUKMA JAYA
2  2022020721  6281551****  865073054****  no  144364  31  KOTA DEPOK  SUKMA JAYA
3  2022020721  62812911****  352195561****  no  144228  14  KOTA DEPOK  TAPOS
4  2022020721  62822136****  86880042****  no  144399  21  KOTA DEPOK  CIMANGGIS

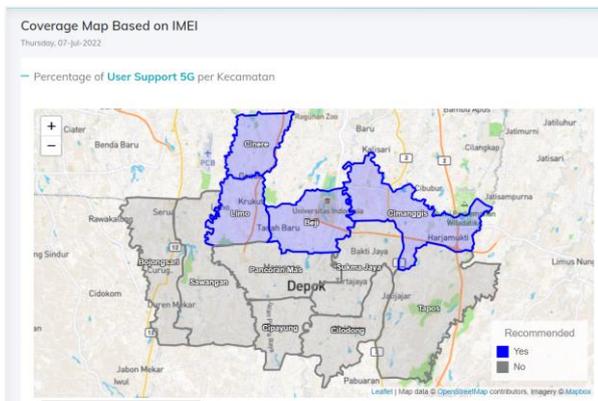
a. Raw data IMEI

In [3]: df.info()
Out[3]:
RangeIndex: 201489023 entries, 0 to 201489022
Data columns (total 8 columns):
 #   column      dtype  non-null: 500
 0  date_time  int64
 1  msisdn     object
 2  imei       object
 3  fiveg     object
 4  lac       int64
 5  ci        int64
 6  kabupaten object
 7  kecamatan object
memory usage: 12.5+ GB

b. Informasi data IMEI
    
```

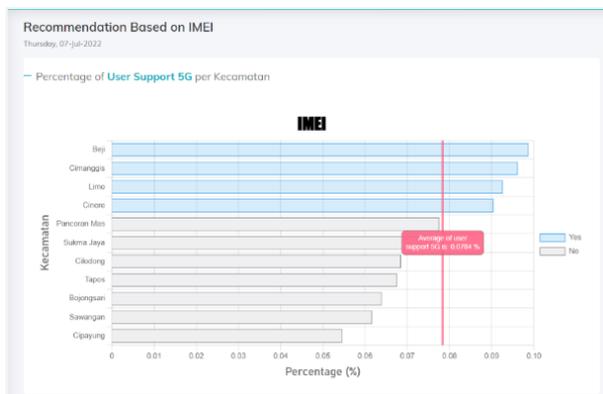
Gambar 5. Membaca data IMEI

Dalam memudahkan analisis data berdasarkan IMEI, hasil analisis divisualisasikan dalam bentuk *coverage map* yang menunjukkan wilayah setiap kecamatan di Depok. Hasil luarannya terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Coverage map berdasarkan IMEI

Wilayah dengan warna biru artinya kecamatan direkomendasikan dan warna abu-abu artinya kecamatan tidak direkomendasikan. Hasil analisis data berdasarkan IMEI juga divisualisasikan dalam bentuk *bar chart* untuk melihat urutan persentase rekomendasi pengembangan *coverage* 5G dari nilai terbesar ke nilai terkecil. Hasil luarannya terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Recommendation berdasarkan IMEI

Terdapat garis vertikal berwarna merah muda yang menunjukkan *threshold* IMEI yaitu sebesar 0.0784 %. *Threshold* IMEI adalah nilai persentase rata-rata IMEI *support* 5G wilayah Depok yang dihitung berdasarkan persamaan 1. Proses penghitungan *threshold* IMEI dapat dilihat pada Gambar 8.a. dan 8.b. Kecamatan yang direkomendasikan adalah kecamatan dengan nilai persentase rata-rata pelanggan yang *support* 5G diatas *threshold* IMEI tersebut.

```
In [5]: # Number of 4G users in Depok
total = df['fiveg'].count()
total

Out[5]: 203409023 Jumlah semua pelanggan 4G di Depok

In [6]: # Number of users who support 5G in Depok
sup5g = df.loc[df['fiveg'] == 'yes', ['fiveg']].shape[0]
sup5g

Out[6]: 159468 Jumlah pelanggan 4G support 5G di Depok
```

a. Jumlah pelanggan 4G dan jumlah pelanggan 4G *support* 5G di Depok

```
In [7]: # Percentage of users who support 5G in Depok (%)
sup5g_depok = (sup5g/total)*100
sup5g_depok

Out[7]: 0.07839770215109877
```

b. Persentase rata-rata IMEI *support* 5G di Depok

Gambar 8. Threshold IMEI

Dalam memeriksa jumlah pelanggan pada setiap kecamatan dilakukan dengan menghitung semua baris pada setiap kecamatan di Depok. Selanjutnya adalah proses memeriksa jumlah IMEI pelanggan yang *support* 5G pada setiap kecamatan di Depok, yang hasilnya tertera pada Gambar 9.

```
In [8]: # Name of kecamatan in Depok
kec = df['kecamatan'].unique()
kec

Out[8]: array(['Sawangan', 'Sukma Jaya', 'Tapos', 'Cimanggis', 'Cipayung',
          'Bojongsari', 'Limo', 'Pancoran Mas', 'Cinere', 'Cilodong', 'Beji'],
          dtype=object)

In [9]: # Number of 4G users in each kecamatan in Depok
total_kec = []
for x in kec:
    a = df.loc[df['kecamatan'] == x].shape[0]
    total_kec.append(a)
total_kec

Out[9]: [18114809,
        22851049,
        24957017,
        28242279,
        12064767,
        9741476,
        10765855,
        23189146,
        13723800,
        18096969,
        21701856]

In [10]: # Number of users who support 5G in each kecamatan in Depok
kec_sup5g = []
for x in kec:
    b = df.loc[df['fiveg'] == 'yes'].loc[df['kecamatan'] == x].shape[0]
    kec_sup5g.append(b)
kec_sup5g

Out[10]: [11159, 17324, 16858, 27162, 6586, 6227, 9968, 17962, 12407, 12391, 21424]
```

Gambar 9. Pemeriksaan jumlah pelanggan setiap kecamatan dan jumlah IMEI *support* 5G pada setiap kecamatan di Depok

Persentase jumlah IMEI pelanggan yang *support* 5G pada setiap kecamatan di Depok dihitung dengan membagi antara jumlah IMEI yang *support* 5G pada setiap kecamatan di Depok dan jumlah pelanggan setiap kecamatan di Depok seperti pada Gambar 10.

```
In [11]: # Percentage of users who support 5G in each kecamatan in Depok (%)
per_kec_sup5g = [(x / y)*100 for x, y in zip(kec_sup5g, total_kec)]
per_kec_sup5g

Out[11]: [0.061601532756983525,
        0.07581271214288675,
        0.06754813686267074,
        0.0961749581186419,
        0.054588704448250015,
        0.0639225136695918,
        0.09258902335207003,
        0.07759249520479071,
        0.09040498987160999,
        0.06847002942868499,
        0.09871966711049968]
```

Gambar 10. Penghitungan persentase rata-rata IMEI *support* 5G pada setiap kecamatan di Depok

Hasil analisis data IMEI dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis data IMEI

Threshold IMEI: 0.0784 %			
No.	Nama kecamatan	Nilai persentase rata-rata IMEI support 5G (%)	Hasil rekomendasi
1	Beji	0.0987	Direkomendasikan
2	Cimanggis	0.0961	Direkomendasikan
3	Limo	0.0925	Direkomendasikan
4	Cinere	0.0904	Direkomendasikan
5	Pancoran Mas	0.0775	Tidak direkomendasikan
6	Sukmajaya	0.0758	Tidak direkomendasikan
7	Cilodong	0.0684	Tidak direkomendasikan
8	Tapos	0.0675	Tidak direkomendasikan
9	Bojongsari	0.0639	Tidak direkomendasikan
10	Sawangan	0.0616	Tidak direkomendasikan
11	Cipayung	0.0545	Tidak direkomendasikan

Terlihat bahwa ada 4 kecamatan yang direkomendasikan yaitu kecamatan Beji, Cimanggis, Limo, dan Cinere. Sedangkan, kecamatan yang tidak direkomendasikan ada 7 yaitu Pancoran Mas, Sukmajaya, Cilodong, Tapos, Bojongsari, Sawangan, dan Cipayung.

2. Hasil Analisis Data Payload

Proses pembacaan data *payload* diperlihatkan pada Gambar 11. Nilai yang termasuk *null value* dan *outlier data* pada data *payload* perlu dilakukan *data cleansing* dengan melakukan penghapusan baris.

```
In [2]: # Read raw data of payload
pd.set_option('display.max_rows', 500)
pd.set_option('display.max_columns', 500)
pd.set_option('display.width', 1000)
df = pd.read_csv("payload_ag_depok.csv")
df.head(5)

Out[2]:
   tanggal      regional      kabupaten  kecamatan  loc_ci  total_traffic_volume_mbyte  rw
0  20220201  JABOTABEK  KOTA DEPOK      BEJI      33068      35          9696 470681  1
1  20220201  JABOTABEK  KOTA DEPOK      BEJI      133608      34          10281 028483  1
2  20220201  JABOTABEK  KOTA DEPOK      BEJI      133608      32          7533 73720  1
3  20220201  JABOTABEK  KOTA DEPOK      BEJI      133608      31          18348 99976  1
4  20220201  JABOTABEK  KOTA DEPOK      BEJI      133608      25          31582 865579  1

In [3]: df.shape
Out[3]: (126681, 8)
```

Gambar 11. Membaca data *payload*

Penghitungan *threshold payload* yang merupakan nilai rata-rata *payload* di Depok dihitung berdasarkan persamaan 2 dapat dilihat pada Gambar 12.

```
In [10]: # Average of payload usage in Depok
payload_depok = df["total_traffic_volume_mbyte"].mean()
payload_depok

Out[10]: 79568.40188160495
```

Gambar 12. *Threshold payload*

Proses memeriksa rata-rata *payload* pada setiap kecamatan di Depok dilakukan dengan cara filter daftar nama kecamatan di Depok dan menghitung rata-rata *payload* pada kecamatan tersebut, seperti pada Gambar 13.

```
In [11]: # Name of Kecamatan in Depok
kec = df["kecamatan"].unique()
kec

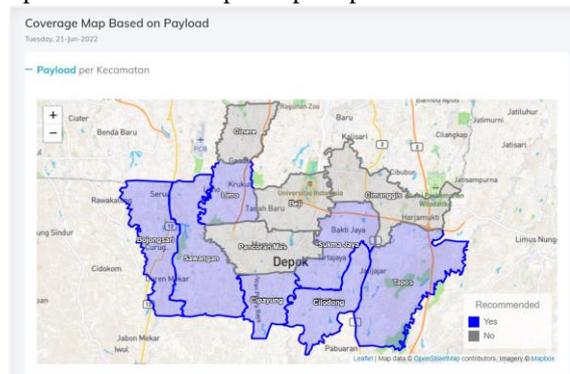
Out[11]: array(['Beji', 'Cinere', 'Cimanggis', 'Sawangan', 'Sukma Jaya',
              'Cilodong', 'Pancoran Mas', 'Tapos', 'Limo', 'Cipayung',
              'Bojongsari'], dtype=object)

In [12]: # Average of payload usage in Depok
payload_kec = []
for x in kec:
    kec2 = df.loc[df["kecamatan"] == x]
    rata = kec2["total_traffic_volume_mbyte"].mean()
    payload_kec.append(rata)
payload_kec

Out[12]: [50485.72427613451,
          70305.28886823326,
          77892.54680972924,
          90387.27168309977,
          80264.20535597959,
          89821.05866232286,
          75823.088212170762,
          86486.93235910787,
          80936.58240776713,
          87046.03308731665,
          88976.16995647755]
```

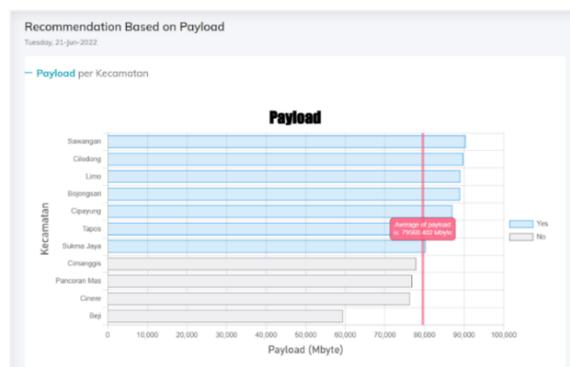
Gambar 13. Penghitungan rata-rata *payload* setiap kecamatan di Depok

Analisis data berdasarkan *payload* divisualisasikan dalam bentuk *coverage map* yang menunjukkan wilayah setiap kecamatan di Depok seperti pada Gambar 14.



Gambar 14. *Coverage map* berdasarkan *payload*

Hasil analisis data berdasarkan *payload* juga divisualisasikan dalam bentuk *bar chart* untuk melihat urutan persentase rekomendasi untuk pengembangan *coverage* jaringan 5G dari nilai terbesar ke nilai terkecil. Hasil luarannya terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15. *Recommendation* berdasarkan *payload*

Terdapat garis vertikal berwarna merah muda yang menunjukkan *threshold payload* yaitu sebesar 79568.402 MB atau 79 GB. Kecamatan yang direkomendasikan adalah kecamatan dengan nilai nilai rata-rata *payload* diatas *threshold payload* tersebut. Hasil analisis data *payload* dapat dilihat pada Tabel 3.

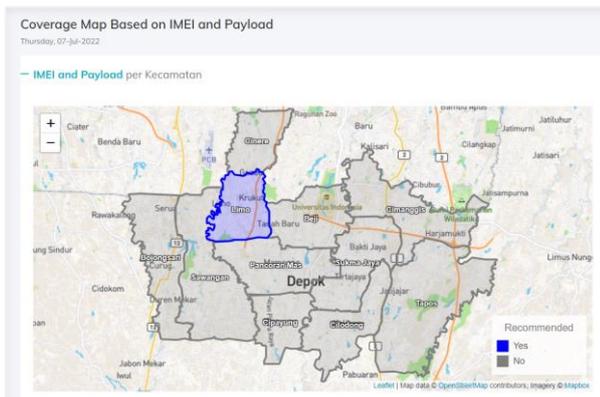
Tabel 3. Hasil analisis data *payload*

Threshold <i>payload</i> : 79568.402 MB			
No.	Nama kecamatan	Nilai rata-rata <i>payload</i> (MB)	Hasil rekomendasi
1	Sawangan	90387.272	Direkomendasikan
2	Cilodong	89821.659	Direkomendasikan
3	Limo	89036.582	Direkomendasikan
4	Bojongsari	88976.17	Direkomendasikan
5	Cipayung	87046.636	Direkomendasikan
6	Tapos	86486.932	Direkomendasikan
7	Sukmajaya	80264.205	Direkomendasikan
8	Cimanggis	77892.546	Tidak direkomendasikan
9	Pancoran Mas	76823.684	Tidak direkomendasikan
10	Cinere	76305.281	Tidak direkomendasikan
11	Beji	59405.724	Tidak direkomendasikan

Terlihat bahwa ada 7 kecamatan yang direkomendasikan yaitu kecamatan Sawangan, Cilodong, Limo, Bojongsari, Cipayung, Tapos dan Sukmajaya. Sedangkan, kecamatan yang tidak direkomendasikan ada 4 yaitu Cimanggis, Pancoran Mas, Cinere, dan Beji.

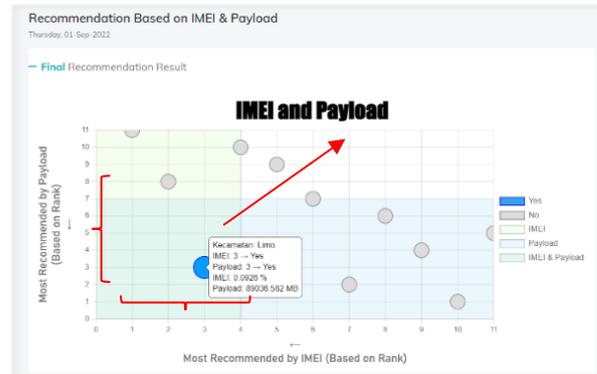
3. Hasil Analisis Data IMEI dan *Payload*

Hasil analisis berdasarkan IMEI dan *payload* divisualisasikan dalam bentuk *coverage map* yang menampilkan wilayah setiap kecamatan di Depok. Hasil luarannya terlihat pada Gambar 16.



Gambar 16. *Coverage map* berdasarkan IMEI dan *payload*

Hasil analisis data berdasarkan IMEI dan *payload* juga divisualisasikan dalam bentuk *scatter plot* untuk melihat irisan dari hasil kecamatan yang direkomendasikan berdasarkan kedua kategori yaitu IMEI & *payload*. Hasil luarannya terlihat pada Gambar 17.



Gambar 17. *Recommendation* berdasarkan IMEI dan *payload*

Terdapat dua *annotation bar* dengan pembagian secara vertikal yang menunjukkan 4 rekomendasi kecamatan berdasarkan IMEI dan secara horizontal yang menunjukkan 7 rekomendasi kecamatan berdasarkan *payload*. Kecamatan yang direkomendasikan adalah kecamatan dengan irisan kedua nilai kategori IMEI dan *payload* yaitu “Yes”. Terlihat bahwa kecamatan yang direkomendasikan berdasarkan IMEI dan *payload* yaitu kecamatan Limo, untuk kecamatan yang lain hasilnya tidak direkomendasikan.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan yaitu:

- Hasil analisis data berdasarkan IMEI menunjukkan ada 4 kecamatan yang direkomendasikan dengan nilai IMEI *support* 5G diatas persentase rata-rata yaitu 0.0784 %, meliputi kecamatan Beji, Cimanggis, Limo, dan Cinere. Sedangkan, kecamatan yang tidak direkomendasikan ada 7 yaitu Pancoran Mas, Sukmajaya, Cilodong, Tapos, Bojongsari, Sawangan, dan Cipayung.
- Hasil analisis data berdasarkan *payload* menunjukkan ada 7 kecamatan yang direkomendasikan dengan nilai *payload* diatas rata-rata yaitu 79 GB, meliputi kecamatan Sawangan, Cilodong, Limo, Bojongsari, Cipayung, Tapos dan Sukmajaya. Sedangkan, kecamatan yang tidak direkomendasikan ada 4 yaitu Cimanggis, Pancoran Mas, Cinere, dan Beji.
- Hasil analisis berdasarkan IMEI dan *payload* menunjukkan kecamatan yang direkomendasikan yaitu kecamatan Limo, untuk kecamatan yang lain hasilnya tidak direkomendasikan.
- Kombinasi analisis IMEI dan *payload* akan menjadi prioritas utama dalam penentuan hasil akhir rekomendasi, karena IMEI dapat melihat *capability* pengguna dengan mempertimbangkan apakah tipe *handphone* pengguna yang dipakai sudah *support* 5G atau belum, dan *payload* dapat melihat banyaknya jumlah penggunaan data dengan mempertimbangkan apakah pengguna memakai *network* atau tidak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Jakarta telah mendanai penelitian, serta tim PT. Telekomunikasi Seluler (PT. Telkomsel) atas bantuan dan sarannya dalam penulisan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Telkomsel, “Perjalanan Telkomsel Mempersiapkan Kehadiran 5G di Indonesia,” 2022. <https://www.telkomsel.com/about-us/blogs/perjalanan-telkomsel-mempersiapkan-kehadiran-5g-di-indonesia>
- [2] Telkomsel, “Telkomsel Luncurkan Layanan 5G Pertama di Indonesia, Wujud Nyata Transformasi sebagai Perusahaan Telekomunikasi Digital Terdepan,” 2022. <https://www.telkomsel.com/about-us/news/telkomsel-luncurkan-layanan-5g-pertama-di-indonesia-wujud-nyata-transformasi-sebagai>
- [3] Telkomsel, “Area Jangkauan & Lokasi Hotspot,” 2022. <https://www.telkomsel.com/5G>
- [4] A. Wulandari, M. Hasan, A. Hikmaturokhman, Ashamdono, L. Damayanti, and Damelia, “5G Stand Alone Inter-Band Carrier Aggregation Planning in Kelapa Gading Jakarta Utara,” *Proceeding - 2021 2nd Int. Conf. ICT Rural Dev. IC-ICTRuDev 2021*, 2021, doi: 10.1109/IC-ICTRuDev50538.2021.9656497.
- [5] GSMA, “Road to 5G: Introduction and Migration,” *Gsma*, no. April, p. 54, 2018, [Online]. Available: https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2018/04/Road-to-5G-Introduction-and-Migration_FINAL.pdf
- [6] GSMA, “IMEI Allocation and Approval Guidelines,” *Management*, vol. 06, pp. 1–32, 2022.
- [7] L. C. R. D. Sharma, “Python Tools for Big Data Analytics,” vol. 9, no. 5, pp. 597–602, 2020, doi: 10.21275/SR20507222308.