**Disclaimer**:

*Sudut pandang pada tulisan ini adalah sudut pandang pribadi.*

Analisis Pergerakan Masyarakat Indonesia pada Masa Pandemi COVID-19 dengan Data Mobilitas Facebook serta Visualisasinya

Nama Peserta/Tim

1. Ginanjar Utama / YNTKTS

Ekonom

Ikhtisar Eksekutif

Pandemi COVID-19 mengubah dunia dengan cara yang belum pernah terjadi sebelumnya dan belum dapat diprediksi dengan baik. Pergerakan manusia, sebagai media terbesar penyebaran virus, merupakan hal penting untuk dilakukan pengendalian. Untuk mempelajari pergerakan masyarakat di masa COVID-19, dan untuk mengevaluasi efisiensi kebijakan pembatasan sosial, serta untuk memfasilitasi respon yang lebih baik terhadap krisis di masa depan, kita perlu memahami semua kemungkinan mobilitas berdasarkan sumber data yang ada. Tulisan ini mempelajari sumber pergerakan individu yang dikumpulkan dari ponsel dan dirilis oleh perusahaan teknologi besar seperti Facebook dan Google. Data ini menarik karena lebih difokuskan pada data individu daripada pada moda transportasi. Terlebih lagi, sampel masyarakat yang diliput banyak dan representatif. Di sisi lain, data ini tidak dapat diakses secara langsung karena alasan anonimitas. Jadi, menafsirkan polanya dengan benar menuntut kehati-hatian. Sadar akan hal itu, tulisan ini mengeksplorasi perilaku dan hubungan antar waktu dan tempat dalam konteks Indonesia. Indonesia sendiri pada Juli 2021 mengalami puncak pandemi di mana kematian per hari menembus 1000 orang dan total kematian melampaui 120.000 orang. Kebijakan pembatasan sosial yang terlambat diberlakukan dan kurang siapnya fasilitas kesehatan dan tenaga kesehatan menjadi salah satu penyebabnya. Tentu saja perlu dipelajari lebih lanjut penyebab utamanya sehingga kita tidak mengulangi kesalahan yang sama dalam krisis pandemi berikutnya. Pada akhirnya tulisan ini mengonfirmasikan bahwa data seluler dalam hal ini data mobilitas Facebook dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas kebijakan yang diterapkan, mendeteksi perubahan tren mobilitas, dan memberikan sudut pandang lain tentang arti *new normal* di Indonesia.

Kata Kunci: pergerakan masyarakat, mobilitas, pandemi covid, epidemiologi, Indonesia, spasial- temporal, data facebook

Analisis Pergerakan Masyarakat Indonesia pada Masa Pandemi COVID-19 dengan Data Mobilitas Facebook serta Visualisasinya

PENDAHULUAN

Setiap analisis epidemiologi yang mencari penyebab penyebaran virus haruslah menggunakan informasi geografis manusia. Sekarang ini sebagai bagian dari respon COVID-19, data dari ponsel digunakan di seluruh dunia, untuk memetakan pergerakan populasi, menetapkan parameter untuk model penularan penyakit, dan membantu alokasi sumber daya. Data ini ketika dianonimkan dan dikumpulkan, tidak mengungkapkan informasi tentang individu tetapi memberikan perkiraan yang relevan secara epidemiologi tentang mobilitas penduduk—yaitu, sejauh mana orang melakukan isolasi mandiri, berkumpul di tempat wisata, pasar dan terminal/stasiun, dan apakah bergerak lebih sedikit (atau lebih banyak) dari biasanya. Data ini juga memberikan wawasan penting tentang pola perjalanan untuk membantu lebih memahami efek pembatasan perjalanan dan risiko penularan dari lokasi lain dan untuk menyempurnakan model epidemiologi spasial. Analisis ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi lingkungan atau komunitas yang dapat menjadi sumber transmisi komunitas atau yang mungkin memerlukan dukungan tambahan untuk mempraktikkan pembatasan sosial.

Data ponsel, meskipun ada di mana-mana, memiliki bias dan keterbatasannya sendiri. Tidak semua orang memiliki ponsel dan yang memiliki ponsel pun belum tentu menggunakan aplikasi Facebook atau mengaktifkan penelusuran riwayat lokasi Google. Berdasarkan data Internetworldstats, pengguna Facebook di Indonesia mencapai 176,5 juta pada akhir Juni 2021. Angka tersebut setara dengan 63,9% dari total populasi yang mencapai 276,36 juta jiwa (estimasi 2021) atau 83% dari pengguna internet di tanah air. Dengan jumlah pengguna yang representatif maka data mobilitas Facebook memungkinkan para pembuat keputusan baik pemerintah daerah maupun pusat untuk mengukur keberhasilan pencapaian target pembatasan pergerakan tertentu selama pandemi. Data tersebut diharapkan juga dapat membantu menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut: Bagaimana reaksi masyarakat daerah/wilayah tertentu setelah diberlakukan kebijakan pembatasan sosial? Setelah masyarakat dibebaskan dari kebijakan pembatasan sosial, apakah tingkat mobilitas kembali normal?

METODE

Metode yang digunakan dalam project ini adalah analisis deret waktu mengikuti (Wickham, 2017) dan (Hyndman, 2021), caranya dengan mencari rerata, nilai tertinggi dan terendah, hubungan antar variabel dan pola-pola mingguan/bulanan serta melihat data-data yang bisa dianggap pencilan. Sedangkan analisis sisi spasialnya dilakukan analisis multiresolusi dengan melihat dari tingkat nasional, wilayah, provinsi dan kabupaten.

Data dan Sumber Data

Sumber data yang digunakan adalah data mobilitas Facebook periode 1 Maret 2020-18 September 2021 (567 titik waktu) dan data spasial dari GADM level kabupatan/kota sebanyak 502 kabupatan/kota. Data GADM yang digunakan Facebook bukanlah data administratif yang terbaru, sehingga provinsi Kalimantan Utara belum termasuk di dalamnya,

Data mobilitas ini mencakup perubahan pergerakan yang diukur oleh Facebook dengan baseline bulan Februari 2020 seperti yang dijelaskan oleh (Herdağdelen, 2020). Data yang digunakan merupakan data harian, dengan metadata sebagai berikut

* ds : tanggal untuk baris data rentang pergerakan MM-YYYY
* negara: Kode negara ISO-3166 tiga karakter
* polygon\_source: Sumber poligon daerah, baik "FIPS" untuk data AS atau "GADM" untuk data global
* polygon\_id: Pengidentifikasi unik untuk poligon daerah, baik string numerik untuk kode FIPS AS atau string alfanumerik untuk wilayah GADM
* polygon\_name: Nama daerah
* change of movement : Perubahan positif atau negatif dalam pergerakan relatif terhadap baseline
* stay put: Proporsi positif dari pengguna yang tinggal di satu lokasi

Tren rentang pergerakan didasarkan pada data yang dikumpulkan dan tidak diidentifikasikan dari riwayat lokasi pengguna (*Location History Users*). Dataset menunjukkan dua metrik utama, *Change in Movement* dan *Stay Put*, yang keduanya dihitung menggunakan sistem *Bing Tile*. Sistem ini menggambar peta dunia menjadi beberapa ribu "ubin" yang berukuran (600 x 600) meter persegi; Data riwayat lokasi pengguna Facebook kemudian dapat dipetakan menjadi data harian. Metrik *Stay Put* diukur dengan memeriksa jumlah total pengguna Facebook yang hanya diamati dalam satu *Bing Tile* selama satu hari, untuk memahami “berapa banyak orang yang umumnya tinggal di dekat rumah atau diam di rumah.” Sebaliknya, *Change in Movement* berusaha memahami “seberapa banyak berkurangnya orang yang berpindah-pindah sejak awal epidemi virus corona” dengan melihat jumlah total ubin tempat suatu populasi muncul dari waktu ke waktu dan membandingkannya dengan baseline pra-pandemi (Februari 2020 untuk Indonesia). Kedua metrik tersebut kemudian digabungkan ke dalam paparan di tingkat kota/kabupaten dan menggabungkan privasi diferensial untuk melindungi dari re-identifikasi. Setiap daerah dengan kurang dari 300 orang yang memenuhi syarat dihilangkan dari dataset.

Menurut (Khan, 2021) metrik Stay Put itu berkorelasi tinggi dengan data *residential visits* yang disediakan oleh *Google Community Mobility Maps*. Konsistensi ini telah dicek berlaku untuk tiga negara: Vietnam, Indonesia dan Filipina.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kasus pertama COVID-19 di Indonesia terkonfirmasi pada tanggal 2 Maret 2020. Pada dua minggu pertama Maret 2020, mobilitas masyarakat masih tinggi seperti terlihat pada **Gambar 1**. Dan nilai terendah berada pada tanggal 9 Maret 2020 sebesar 16.93% seperti ditunjukkan pada **Tabel 1**. Suasana sebaran spasial dari tingkat Stay-put terendah tersebut ditangkap pada **Gambar 2** dimana daerah Teluk Bintuni, Sumba Timur dan Morowali, memiliki tingkat diam yang rendah.

|  |  |
| --- | --- |
| Chart, line chart  Description automatically generated | Chart, line chart  Description automatically generated |

**Gambar 1** Rerata persentase pengguna yang diam di satu lokasi dan Rerata persentase perubahan pergerakan relatif terhadap baseline.

**Tabel 1** Persentase pengguna diam yang terendah di tahun 2020

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tanggal | Avg. Stayput | Avg. Mvt Change |
| Senin, 9 Maret 2020 | 16.93 | 2.44 |
| Selasa, 10 Maret 2020 | 17.22 | 2.30 |
| Senin, 2 Maret 2020 | 17.27 | 0.77 |
| Rabu, 11 Maret 2020 | 17.28 | 1.64 |

Map

Description automatically generated

**Gambar 2** Sebaran persentase pengguna yang diam pada tanggal 9 Maret 2020, terendah pada tahun 2020

Selanjutnya mulai 10 April DKI Jakarta mulai memberlakukan PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar) dan diikuti oleh daerah-daerah lain sehingga persentase tertinggi *stay-put* terjadi pada tanggal 26 April 2020, sebesar 31,54% seperti ditunjukkan pada **Tabel 2** dan sebarannya pada **Gambar 3** di mana dapat kita lihat untuk daerah Morowali masih berwarna merah.

**Tabel 2.** Persentase pengguna diam yang tertinggi di tahun 2020

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tanggal | Avg. Stayput | Avg. Mvt Change |
| Ahad, 26 April 2020 | 31.54 | -37.06 |
| Jumat, 10 April 2020 | 30.43 | -33.16 |
| Jumat, 1 Mei 2020 | 29.95 | -32.40 |
| Ahad, 3 Mei 2020 | 29.92 | -34.21 |

Map

Description automatically generated

**Gambar 3.** Sebaran persentase pengguna yang diam pada tanggal 26 April 2020

Begitu juga dengan metrik perubahan pergerakan, nilai terendah (-37.06%) juga terjadi pada tanggal 26 April 2020 (**Tabel 1Tabel 3**), karena hampir seluruh daerah sudah melakukan PSBB. Dari **Gambar 4** terlihat bahwa wilayah Jawa hampir seluruhnya berwarna ungu di mana perubahan pergerakan terjadi sangat besar jika dibandingkan baseline Februari 2020.

**Tabel 3** Persentase perubahan pergerakan relatif terhadap baseline yang terendah tahun 2020

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tanggal | Avg. Mvt Change | Avg. Stayput |
| Ahad, 26 April 2020 | -37.06 | 31.54 |
| Ahad, 3 Mei 2020 | -34.21 | 29.92 |
| Jumat, 10 April 2020 | -33.16 | 30.43 |
| Ahad, 12 April 2020 | -33.02 | 29.51 |

Map

Description automatically generated

**Gambar 4** Sebaran perubahan pergerakan relatif yang terendah pada tahun 2020 (tanggal 26 April 2020)

Selanjutnya di awal tahun 2021 mulai diberlakukan PPKM (Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat), yang pada mulanya hanya lingkup Jawa Bali saja. Tetapi perubahan pergerakan terus meningkat hingga mencapai tingkat tertinggi sebesar 4.98% pada tanggal 12 April 2021 (**Tabel 4**) pada saat awal bulan Ramadan di mana puasa dimulai. Banyak masyarakat yang sudah mudik lebih awal karena khawatir adanya larangan mudik pada saat Lebaran. Sebaran perubahan pergerakan dapat dilihat pada **Gambar 5** di mana sebagian besar wilayah Sumatera dan Jawa berwarna hijau.

**Tabel 4** Persentase perubahan pergerakan relatif terhadap baseline yang tertinggi.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tanggal | Avg. Mvt Change | Avg. Stayput |
| Senin, 12 April 2021 | 4.98 | 19.27 |
| Sabtu, 15 Mei 2021 | 4.08 | 20.31 |
| Rabu, 23 Desember 2020 | 3.08 | 21.00 |
| Selasa, 4 Mei 2021 | 2.98 | 20.71 |

Map

Description automatically generated**Gambar 5** Sebaran perubahan pergerakan relatif yang tertinggi pada tanggal 12 April 2021

Lebaran di tahun 2021 jatuh pada tanggal 13 Mei 2021 sehingga pergerakan masyarakat pada tanggal tersebut menyebabkan tingkat stay-put menjadi terendah sebesar 18% (**Tabel 5**) walau tidak sampai serendah awal Maret 2020. Dari sebaran pada **Gambar 6** terlihat sebagian besar Jawa dan Sumatera berwarna merah.

**Tabel 5** Persentase pengguna diam yang terendah di tahun 2021

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tanggal | Avg. Stayput | Avg. Mvt Change |
| Kamis, 13 Mei 2021 | 18.00 | -5.38 |
| Senin, 12 April 2021 | 19.27 | 4.98 |
| Senin, 7 Juni 2021 | 19.77 | 1.21 |
| Rabu, 2 Juni 2021 | 19.99 | 2.34 |

Map

Description automatically generated

**Gambar 6** Sebaran persentase pengguna yang diam pada tanggal 13 Mei 2021, terendah pada tahun 2021 dalam dataset

Pada awal Juli 2021 kasus positif harian dan kematian akibat COVID meningkat pesat. Pemerintah memberlakukan PPKM darurat untuk seluruh daerah dan PPKM level 4 tahap 1 mulai tanggal 12 Juli hingga tanggal 25 Juli 2021. Akibatnya persentase tertinggi pengguna diam terjadi pada tanggal 11 Juli 2021 sebesar 27.52% seperti dapat dilihat pada **Tabel 6**. Dari **Gambar 7** terlihat wilayah Jawa hampir seluruhnya berwarna kuning. Jika dibandingkan dengan **Gambar 3** terlihat pula bahwa kebijakan pembatasan sosial yang diambil sepanjang 2021, tidak sefektif seperti pada masa pertengahan April hingga awal Mei 2020.

**Tabel 6** Persentase pengguna diam yang tertinggi di tahun 2021

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tanggal | Avg. Stayput | Avg. Mvt Change |
| Ahad, 11 Juli 2021 | 27.52 | -17.15 |
| Ahad, 25 Juli 2021 | 27.51 | -18.46 |
| Ahad, 18 Juli 2021 | 27.25 | -17.62 |
| Ahad, 1 Agustus 2021 | 27.07 | -16.66 |

Map

Description automatically generated

**Gambar 7** Sebaran persentase pengguna yang diam pada tanggal 11 Juli 2021

Perubahan pergerakan terendah terjadi pada tanggal 20 Juli 2021 sebesar -19.86% (**Tabel 7**) dimana merupakan tanggal berakhirnya kebijakan PPKM darurat dan mulai digantikan dengan PPKM Level 1-4. Dari **Gambar 8** terlihat hampir seluruh Jawa berwarna ungu akibat pemberlakukan PPKM darurat.

**Tabel 7** Persentase perubahan pergerakan relatif terhadap baseline yang terendah tahun 2021

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tanggal | Avg. Mvt Change | Avg. Stayput |
| Selasa, 20 Juli 2021 | -19.86 | 26.53 |
| Ahad, 18 April 2021 | -18.50 | 26.75 |
| Ahad, 25 Juli 2021 | -18.46 | 27.51 |
| Ahad, 18 Juli 2021 | -17.62 | 27.25 |

Map

Description automatically generated

**Gambar 8** Sebaran perubahan pergerakan relatif yang terendah pada tahun 2021 (tanggal 20 Juli 2021)

Dari **Gambar 9**, terlihat bahwa hubungan antara data rerata diam di tempat dan rerata perubahan pergerakan sangat kuat dengan korelasi Pearson sebesar -0.86. Pencilan terjadi pada tanggal 24 Mei 2020 yaitu pada saat hari raya Idul Fitri, dimana nilai perubahan pergerakan sebesar -18.98 dan nilai rerata diam di tempat sebesar 20.03. Ini bisa diinterpretasikan akibat adanya larangan mudik dan pulang kampung maka pergerakan hanya bersifat lokal.

Chart, scatter chart

Description automatically generated

**Gambar 9** Korelasi antara rerata pengguna diam di tempat dan perubahan pergerakan relatif

Tidak terlihat pola mingguan yang berarti di dalam pergerakan bulanan, sedangkan di dalam pergerakan mingguan, terdapat pola harian di mana pembatasan gerak terlihat lebih tinggi di hari Sabtu dan Minggu. Demikian juga variansi gerak lebih besar dan terlihat di akhir pekan seperti ditunjukkan pada **Gambar 10**.

|  |  |
| --- | --- |
| Chart, line chart  Description automatically generated | Chart  Description automatically generated |
| Chart, line chart  Description automatically generated | Chart, line chart  Description automatically generated |

**Gambar 10** Pola pergerakan mingguan dan bulanan

Jika kita meninjau berdasarkan wilayah, Balnusra (Bali dan Nusa Tenggara) merupakan wilayah yang paling rendah nilai rerata stay-put 21.4%, sedangkan Sulampua (Sulawesi, Maluku dan Papua) yang tertinggi 23.7%. Untuk perubahan pergerakan relatif terhadap baseline, perubahan terbesar dialami oleh Jawa hingga -13.1%, sedangkan terendah di Sulampua -4.5% seperti terlihat di **Gambar 11**.

|  |  |
| --- | --- |
| Chart, histogram  Description automatically generated | Chart, line chart  Description automatically generated |

**Gambar 11** Pola pergerakan berdasarkan wilayah

Dari **Gambar 12** dan **Gambar 13** didapatkan untuk wilayah Bali dan Nusa Tenggara, provinsi Bali paling baik menjaga pergerakannya, sedangkan untuk wilayah Jawa, pergerakan di DKI Jakarta paling terjaga. Untuk wilayah Kalimantan, provinsi Kalimantan Selatan merupakan provinsi yang pergerakannya paling longgar, sedangkan di Sumatera, Aceh lah yang paling longgar pergerakannya. Untuk di wilyah Sulampua, provinsi Gorontalo yang paling terbatas pergerakannya.

Graphical user interface

Description automatically generated

**Gambar 12** Pola stayput berdasarkan wilayah dan provinsi

Background pattern

Description automatically generated

**Gambar 13** Pola perubahan pergerakan berdasarkan wilayah dan provinsi

Dengan menggunakan fitur deret waktu dan teknik reduksi dimensi PCA (Principle Component Analysis) maka kita dapat memilah pola-pola yang tidak biasa dari sekian banyak deret waktu yang ada seperti pada **Gambar 14**. Misal kita pilih deret waktu dengan kriteria (.fittedPC1 < -10) atau (.fittedPC2 > 7), maka didapatkan lima daerah yang bisa dianggap pencilan untuk data stay-put yaitu daerah Waropen dan Yahukimo dimana deretnya tidak memiliki data yang lengkap. Kemudian daerah Badung, Denpasar dan Gianyar yang di beberapa titik waktu nilai stay-putnya sangat tinggi di sekitar angka 60%, akibat pembatasan sosial lokal yang mereka lakukan.

|  |  |
| --- | --- |
| Chart, scatter chart  Description automatically generated |  |

**Gambar 14** Daerah pencilan untuk staying put

Dari **Gambar 15** dicoba diambil pencilan dengan kriteria (.fittedPC1 < -12 & .fittedPC2 < -5), (.fittedPC1 < -10 & .fittedPC2 > 5) dan ( .fittedPC2 > 10), maka diperoleh empat daerah yang bisa dianggap pencilan yaitu Asmat, Banjar, Waropen dan Yahukimo. Daerah Banjar di tanggal 2 Maret memiliki nilai pergerakan relatif sebesar 100%, sangat berbeda dengan nilai rerata pada tanggal tersebut. Sedangkan daerah Asma memiliki pola pergerakan yang sangat bergejolak jika dibandingkan deret lainnya.

|  |  |
| --- | --- |
| Chart, scatter chart  Description automatically generated | Chart, line chart  Description automatically generated |

**Gambar 15** Daerah pencilan untuk perubahan pergerakan relatif

Setelah menghilangkan data-data yang dianggap pencilan maka bisa dicari daerah mana yang paling rendah atau paling tinggi pergerakannya. Dari **Gambar 16**, Kabupaten Morowali dan Pariaman memiliki rerata Stay-put yang terendah. Sedangkan Jakarta Selatan dan Jakarta Pusat memiliki perubahan pergerakan relative yang terendah. Ini berarti daerah Morowali memiliki risiko tertinggi terkait pergerakan dalam masa pandemi, sedangkan Jakarta Selatan memiliki respon yang terbaik dalam menghadapi pandemi COVID-19

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**Gambar 16** Kabupaten/Kota dengan mobilitas tertinggi dan terendah

KESIMPULAN

Data mobilitas diperlukan untuk memantau pergerakan masyarakat. Kita bisa menilai efektifitas kebijakan pembatasan sosial dengan menganalisis datanya. Selama COVID-19, data mobilitas telah digunakan untuk mempelajari penularan penyakit serta kepatuhan terhadap kebijakan publik. Pemahaman yang mendalam terhadap data pergerakan akan membantu dalam langkah-langkah analisis selanjutnya seperti pemodelan *spatio-temporal*. Kondisi September 2021 dimana masyarakat mulai dibebaskan dari kebijakan pembatasan sosial, hasil analisis menunjukkan, bahwa tingkat mobilitas belum akan sepenuhnya kembali ke keadaan normal. Pembahasan di atas juga menunjukkan bahwa data mobilitas Facebook dapat digunakan untuk mengevaluasi efektifitas kebijakan yang diterapkan, mendeteksi perubahan tren mobilitas, dan memberikan sudut pandang lain tentang arti *new normal* di Indonesia.

Dalam studi ini juga dibuat aplikasi visual interaktif yang dapat mempermudah analisis *spatio-temporal* secara dinamis. Antar muka dapat dilihat pada **Gambar 17** dan purwarupa bisa diakses pada tautan <https://ginanjar.shinyapps.io/mobilitymap/>.

Map

Description automatically generated

**Gambar 17** Antar-muka aplikasi interaktif peta mobilitas masyarakat Indonesia

DAFTAR PUSTAKA

Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2021) *Forecasting: principles and practice, 3rd edition*, OTexts: Melbourne, Australia. OTexts.com/fpp3. Accessed on September 2021

Herdağdelen, Amaç, et al.. 2020. *Protecting Privacy in Facebook Mobility Data during the COVID-19 Response*. Facebook Research, 3 June 2020,

<https://research.fb.com/blog/2020/06/protecting-privacy-in-facebook-mobility-data-during-the-covid-19-response/>

Khan, Faisal Maham. 2021. *Who Does Smartphone Location Data Represent?* <https://towardsdatascience.com/small-districts-big-data-who-does-geo-referenced-mobility-data-represent-78212ca004f6>

Wickham, Hadley, and Garret Grolemund. 2017. *R for Data Science*. O’Reilly. <http://r4ds.had.co.nz/>.