

Perkembangan dan Tantangan Aplikasi *Contact-Tracing* COVID-19 Global

Nizirwan Anwar¹, Shella Maria Vernanda², Rudi Heri Marwan³, Haris Febrianto⁴, Kundang Karsono Juman⁵ Muhammad Dzulfiqar Firdaus⁶

^{1,2,4,5} Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Esa Unggul

³ Program Studi Desain Komunikasi Visual Fakultas Desain Dan Industri Kreatif Universitas Esa Unggul

⁶ Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia

Email Corespondent Author : nizirwan.anwar@esaunggul.ac.id

Abstract — *In response to and responding to the Coronavirus (COVID-19) disease outbreak, more and more national governments are launching contact tracing applications to help prevent the spread of the virus. A substantial and highly controversial issue currently running is the application framework, namely centralized or decentralized. Based on this, the discussion is developing into the related technologies that support this architecture, namely GPS, QR code, and bluetooth. This research conducts a review or study of the above scenarios and contributes to the mapping of the geolocation of the current distribution. Vulnerabilities and research directions were identified, with a particular focus on bluetooth-based decentralization schemes.*

Keywords: *Contact Tracking Apps; Corona; COVID-19; Decentralization Architecture; Mobile-Health (M-Health)*

Abstrak — Dalam menanggapi dan menyikapi wabah penyakit Coronavirus (COVID-19), semakin banyak pemerintah nasional yang meluncurkan aplikasi pelacakan kontak untuk membantu upaya pencegahan penyebaran virus. Permasalahan yang substansial dan sangat kontroversial yang berjalan saat ini framework aplikasi yaitu centralized (terpusat) atau decentralized (ters-sebar). Berdasarkan hal ini, pembahasan yang berkembang ke teknologi terkait yang mendukung arsitektur ini, yaitu GPS, kode QR, dan bluetooth. Penelitian ini melakukan tinjauan atau kajian dari skenario di atas dan berkontribusi pemetaan geolokasi penyebaran saat ini. Kerentanan dan arah penelitian diidentifikasi, dengan fokus khusus pada skema desentralisasi berbasis bluetooth.

Kata kunci — Pelacakan Kontak Apps; Corona; COVID-19; Arsitektur Desentralisasi; Mobile-Health (M-Health).

I. PENDAHULUAN

Pneumonia, yang disebabkan oleh novel coronavirus (2019-nCoV), yang mungkin berasal dari kelelawar [22], baru saja dinamai COVID-19 oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Wabah COVID-19 dari Wuhan, ibukota provinsi Hubei di Cina pada Desember 2019, dan telah menyebar ke provinsi lain di Cina dan bahkan negara lain [23]. Penularan dari manusia ke manusia yang kuat terjadi [24] dan terdapat risiko transportasi COVID-19 dari Wuhan ke 369 kota-kota lain di Cina [25]. Hingga 11 Februari 2020, ada 44.653 kasus infeksi COVID-19 yang dikonfirmasi di daratan Cina, termasuk 1.113 kematian.

yang mungkin telah melakukan kontak dengan orang yang terinfeksi dan pengumpulan informasi lebih lanjut tentang kontak tersebut untuk mencegah penyebaran virus.

Untuk mencegah dan mengendalikan penyebaran epidemi, diperlukan banyak strategi [26], dan Tiongkok telah mengambil strategi yang cepat dan efektif untuk mengurangi mobilitas penduduk dan tingkat kontak antarpribadi, dan juga meningkatkan karantina pada migran. Memprediksi tren epidemi cukup penting untuk alokasi sumber daya medis, pengaturan kegiatan produksi, dan bahkan perkembangan ekonomi domestik di seluruh Tiongkok.

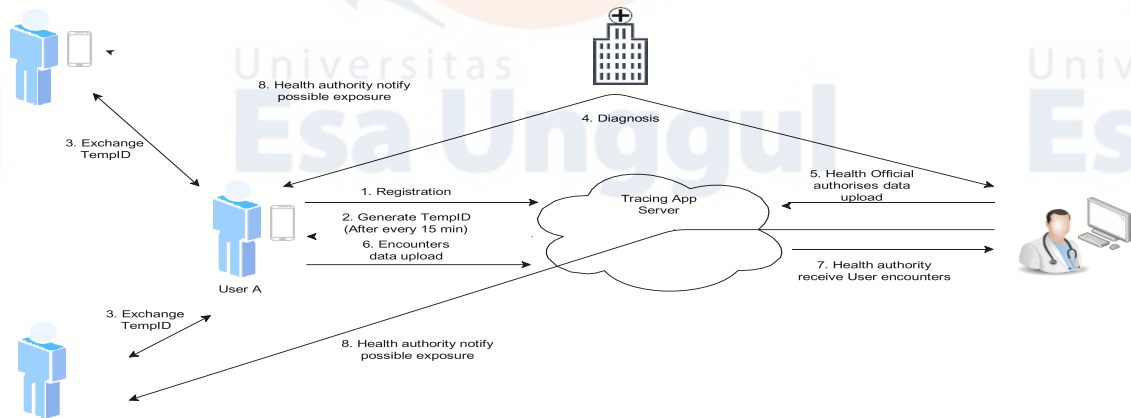
Dalam beberapa dekade terakhir, dua varian coronavirus baru lainnya, coronavirus Sindrom Pernafasan akut parah (SARS-CoV) dan Coronavirus sindrom pernapasan Timur Tengah (MERS CoV), telah dianggap sebagai epidemi utama yang melanda dan berdampak di seluruh dunia. Namun, terkait virus ini, COVID-19 menghadirkan tingkat ketidakpastian yang lebih tinggi dalam skala dan cakupan geografis dari wabah di dalam/luar Cina. Analisis model prediksi dan prediksi propagasi berbasis SARS-CoV dan MERS-CoV mungkin tidak lagi cocok dalam perang melawan pneumonia COVID-19. Oleh karena itu, sangat mendesak dengan menggunakan data terbaru untuk membangun analisis epidemi yang efisien dan sangat cocok sesuai dengan situasi aktual, dan kemudian memberikan prediksi epidemi yang handal. Pekerjaan ini dapat memberikan referensi atau rekomendasi bagi pemangku kepentingan (*stake-holders*) – *government* - dalam merumuskan keputusan ekonomi makro darurat dan alokasi sumber daya medis. Selain itu, signifikansinya juga memiliki nilai referensi yang bagus untuk penyebaran dan alokasi sumber daya medis. Selain itu, signifikansinya juga memiliki nilai referensi yang bagus untuk penyebaran dan penyesuaian kegiatan ekonomi negara pada periode tahun 2020.

A. *Contact- Tracing* Apps

Dalam beberapa bulan terakhir, aplikasi *contact-tracing* (pelacakan kontak fisik) telah muncul dan mendorong batas inovasi sebagai respon terhadap wabah virus corona (COVID-19) [1]. Aplikasi *contact-tracing* [2] adalah platform seluler yang membantu mengidentifikasi orang Terdapat perdebatan yang sedang berlangsung mengenai *framework* (*framework*) teknologi yang digunakan; sentralisasi [3]-[4] atau desentralisasi [5]-[6], serta teknologi

sensor yang sesuai; *Global Positioning System* (GPS) yang terintegrasi dengan pemindai kode *Quick Response* (QR) [7]-[8] dan analisis big data [9]-[10] serta perangkat nirkabel bluetooth [11] yang diaktifkan oleh gelombang mikro [12]-

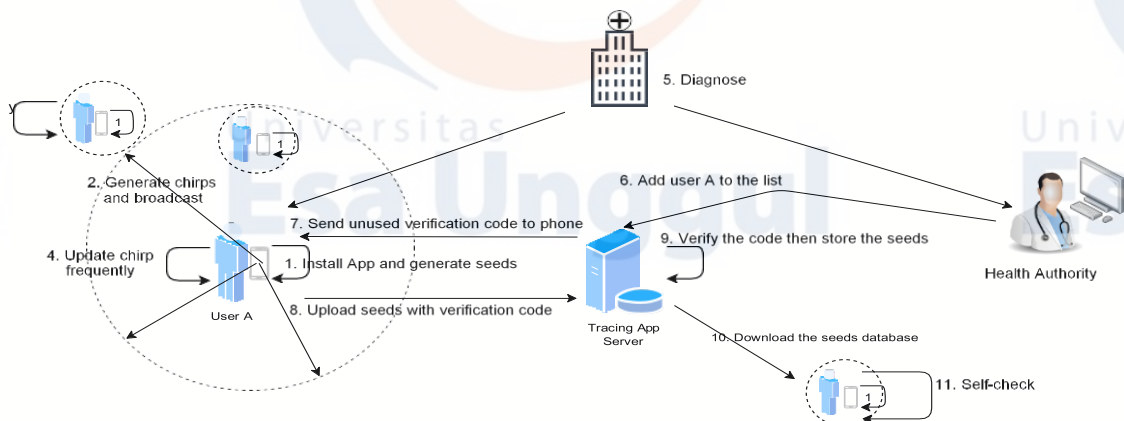
kedua arsitektur tersebut, GPS didasarkan pada pemetaan kerumunan untuk melacak penyebaran COVID-19, sementara pendekatan pemindaian kode QR dikombinasikan dengan peralatan pengujian suhu untuk melacak pergerakan



Gambar 1. Model Arsitektur Sentralisasi *Contact-Tracing Apps* [28]

[13] dan komunikasi gelombang milimeter [14]–[17]. Dalam pendekatan sentralisasi, data pribadi yang dikumpulkan melalui aplikasi dikendalikan oleh otoritas pemerintah. Aplikasi ini sebagian besar mengikuti protokol PEPP-PT (*Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing*) [18], tapi konsensus di antara komunitas teknis adalah bahwa framework ini terlalu akademis untuk pengembangan praktik. Untuk pendekatan desentralisasi, data pribadi ditutup dan dikendalikan oleh individu pada perangkat pribadi mereka. Aplikasi ini mengikuti solusi

individu yang sehat atau terinfeksi pada transportasi umum. Metode bluetooth mendeteksi perangkat lain yang ditahan untuk jangka waktu dan dalam jarak tertentu serta memberi tahu perangkat yang memiliki cukup kontak dengan perangkat individu yang terinfeksi, dengan asumsi bahwa individu yang terinfeksi melaporkan status infeksi mereka ke aplikasi. Para peneliti dari Oxford [21] baru-baru ini membuat model dan mengusulkan ambang batas pada tingkat pengguna aktif aplikasi. ($\pm 60\%$) untuk sepenuhnya memberikan wawasan yang berharga bagi pemerintah untuk



Gambar 2. Model Arsitektur Desentralisasi *Contact-Tracing Apps* [28]

perlindungan data DP-3T (*Decentralised Privacy-Preserving Proximity Tracing*) [19] yang baru-baru ini dikembangkan oleh Akademi Eropa. Namun, *framework* ini hanya terdesentralisasi sebagian, yaitu ada database (basis data) terpusat anonim hanya untuk orang yang terinfeksi. Google dan Apple [20] akan bekerjasama untuk meluncurkan framework desentralisasi eksklusif pada bulan Mei yang akan lebih kompatibel dengan sistem Android dan IOS. Mengenai teknologi dan infrastruktur yang mendukung

membendung virus. Ada tren yang berkembang secara global, khususnya di Eropa bahwa arsitektur desentralisasi lebih disukai. Permasalahan yang akan dibahas (1) bagaimana regulasi data dan protokol teknologi? (2) bagaimana pemetaan sistematis mengenai status penerapan global untuk aplikasi *contact-tracing* COVID-19? (3) bagaimana tantangan dan kajian untuk teknologi *contact-tracing* berbasis bluetooth?

B. Arsitektur *Contact-Tracing Apps* Sentralisasi

TABEL 1
STUDI KAJIAN PARA PENELITI

No.	Penulis (Authors) & Link	Judul (title)	Hasil dan Analisis
1	Nadeem Ahmed, et.all & https://ieeexplore.ieee.org/document/9144194 , Volume 4, 2016 [28]	<i>A Survey of COVID-19 Contact Tracing Apps</i>	Wabah COVID-19 yang telah dan sat ini mengejutkan dunia (global), melakukan <i>lock-downs</i> dan sistem perawatan kesehatan masyarakat yang berdampak pandemi COVID-19 dikenal sebagai virus yang sangat menular, dan individu yang terinfeksi pada awalnya tidak menunjukkan gejala, sementara beberapa tetap tanpa gejala. Sebagai bentuk respon, banyak pemerintah telah menunjukkan minat yang besar pada aplikasi <i>contact-tracing smart phone</i> yang mengotomatiskan untuk melacak semua kontak terbaru dari individu yang baru diidentifikasi yang terinfeksi. Namun, aplikasi pelacakan telah menghasilkan banyak didiskusikan seputar atribut utamanya, termasuk arsitektur sistem, manajemen data, privasi, keamanan, perkiraan kedekatan, dan kerentanan serangan.
2	Hyunghoon Cho, et.all & https://arxiv.org/abs/2003.11511 , March 2020 [27]	<i>Contact Tracing Mobile Apps for COVID-19: Privacy Considerations and Related Trade-offs</i>	Pelacakan kontak (<i>contact tracing</i>) adalah alat penting bagi pejabat kesehatan masyarakat dan komunitas lokal untuk memerangi penyebaran penyakit baru, seperti pandemi COVID-19. Pemerintah Singapura baru saja merilis aplikasi ponsel, TraceTogether, yang dirancang untuk membantu pejabat kesehatan dalam melacak paparan setelah individu yang terinfeksi diidentifikasi. Namun, ada implikasi privasi penting dari keberadaan aplikasi pelacakan tersebut. Di sini, kami menganalisis beberapa implikasi tersebut dan membahas cara-cara untuk memperbaiki masalah privasi tanpa mengurangi kegunaannya bagi kesehatan masyarakat. Kami berharap dalam menulis dokumen ini untuk memastikan bahwa privasi adalah fitur utama dari percakapan seputar aplikasi pelacakan kontak seluler dan untuk mendorong upaya komunitas untuk mengembangkan solusi efektif alternatif dengan perlindungan privasi yang lebih kuat bagi pengguna.
3	Luca Ferretti, et.all & https://science.sciencemag.org/content/368/6491/eabb6936 , May, 2020 [29]	<i>Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing</i>	Analisis baru menunjukkan bahwa sindrom pernafasan akut yang parah-coronavirus 2 (SARS-CoV-2) lebih menular dan kurang ganas dibandingkan SARS-CoV-1 sebelumnya, yang muncul di China pada 2002. Virus saat ini memiliki potensi epidemi yang lebih besar karena sulit untuk melacak infeksi ringan atau tanpa gejala. Karena tidak ada pengobatan yang tersedia saat ini, satu-satunya alat yang saat ini dapat kami gunakan untuk menghentikan epidemi adalah pelacakan kontak, jarak sosial, dan karantina, yang semuanya lambat diterapkan. Betapapun tidak sempurnanya datanya, keadaan darurat global saat ini membutuhkan intervensi yang lebih tepat waktu. Ferretti dkk. mengeksplorasi kelayakan untuk melindungi populasi (yaitu, mencapai transmisi di bawah nomor reproduksi dasar) menggunakan isolasi yang digabungkan dengan pelacakan kontak klasik dengan kuesioner versus penelusuran kontak seketika algoritmik yang dibantu oleh aplikasi ponsel.

Arsitektur contact-tracing apps pada sentralisasi (gambar 1.), menunjukkan entitas utama dan interaksi dari arsitektur terpusat. Kami mencatat bahwa arsitektur terpusat yang kami gambarkan didasarkan pada protokol Bluetrace [13].

Persyaratan awal untuk aplikasi ini adalah bahwa pengguna harus melakukannya pra-registrasi dengan server pusat. Server menghasilkan file ID Sementara (TempID) yang melindungi privasi untuk setiap perangkat.

C. *Arsitektur Contact-Tracing Apps Desentralisasi*

frame arsitektur pada jenis ini Berbeda dengan arsitektur sentralisasi yang ter-desentralisasi (gambar 2.) mengusulkan untuk memindahkan fungsionalitas inti ke pengguna perangkat, meninggalkan server dengan keterlibatan minimal dalam file proses pelacakan kontak.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. *Studi kajian literatur*

Systematic literature review yang lebih umum disingkat SLR atau dalam bahasa Indonesia disebut tinjauan pustaka sistematis adalah metode literature review yang mengidentifikasi, menilai, dan menginterpretasi seluruh temuan-temuan pada suatu topik penelitian yang akan dibahas, untuk menjawab pertanyaan penelitian (*research question*) yang telah ditetapkan sebelumnya (Kitchenham & Charters, 2007). Tahapan studi kajian penelitian disajikan pada tabel 1.

B. *Tahapan Penelitian*

Tahapan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Identifikasi masalah, tahap ini dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang ada
2. Studi literatur, dengan pendekatan data sekunder diperoleh penelusuran yang bersumber dari hasil studi kajian pustaka. Tahap ini dilakukan dengan mempelajari mengkaji dan mengkaji yang bersumber dari buku, jurnal, proceeding, maupun internet.
3. Hasil analisis regulasi data dan protokol teknologi (sentralisasi/desentralisasi) di-kompilasi pasca mengumpulkan semua data yang terdokumentasikan, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan proses analisis data.

Pada tahapan ini proses analisis yang dilakukan adalah analisis regulasi data dan protokol teknologi dengan melakukan pemetaan sistematis status penerapan global untuk aplikasi *contact-tracing* COVID-19. Kemudian melakukan menguraikan permasalahan tantangan untuk teknologi *contact-tracing* berbasis bluetooth. Dari penjabaran ini regulasi data dan protokol teknologi dengan melakukan pemetaan sistematis status penerapan global untuk aplikasi *contact-tracing* COVID-19. Kemudian melakukan menguraikan permasalahan tantangan untuk teknologi *contact-tracing* berbasis bluetooth. Dari penjabaran ini dapat diperoleh penarikan simpulan serta pengusulan saran.

5. Penarikan simpulan dan pengusulan saran. Dan tahap ini dilakukan pengambilan simpulan terhadap hasil penelitian yang telah dilaksanakan, berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis pembahasan masalah. Simpulan ini berupa usulan dengan menggambarkan keadaan masalah sebenarnya serta solusi dari penyelesaian masalah. Sebagai tindak lanjut hal tersebut dari usulan (rekomendasi) yang berasal dari hipotesa, pada tahap ini diajukan beberapa usulan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan bagi pemangku kepentingan mengenai aplikasi *contact-tracing* COVID-19.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Regulasi Data dan Protokol Teknologi (saat ini)*

Menjaga data pribadi tetap aman dan terjamin adalah salah satu tantangan terbesar yang ditimbulkan oleh pesatnya perkembangan informatika di bidang kesehatan saat ini. Peraturan dan *framework* terkini dirinci pada Tabel 2., termasuk *General Data Protection Regulation* (GDPR) [30], [31], serta persaingan arsitektur yang bersifat sentralisasi dan desentralisasi

TABEL 2
RINGKASAN REGULASI DATA DAN PROTOKOL TEKNOLOGI APLIKASI CONTRACT-TRACING

Kategori	Nama Aturan	Konten Utama	Waktu Rilis
Regulasi Data	GDPR [30], [31]	<ul style="list-style-type: none"> Standar untuk aplikasi - memberikan perlindungan terkuat kepercayaan terhadap aplikasi untuk beroperasi secara luas dan akurat untuk melindungi data pribadi dan membatasi gangguan 	14 April 2016
	Pendekatan EU untuk aplikasi <i>contact-tracing</i> yang efisien untuk mendukung pencabutan langkah-langkah pengurangan secara bertahap [32]	<ul style="list-style-type: none"> Pendekatan umum untuk aplikasi penelusuran yang sesuai privasi 	15 April 2020

	Pedoman EU 04/2020 tentang penggunaan data lokasi dan alat <i>contact-tracing</i> dalam konteks wabah COVID-19 [33]	<ul style="list-style-type: none"> Diterbitkan oleh <i>European Data Protection Board</i> (EDPB), panduan untuk penggunaan data lokasi dan alat <i>contact-tracing</i> 	21 April 2020
Protokol Teknologi/ Framework	<i>Pan-European Privacy- Preserving Proximity Tracing</i> (PEPP-PT) [34]	<ul style="list-style-type: none"> Diikuti oleh pemerintah Jerman dan Italia, terlibat dengan pengembangan aplikasi NHSx pemerintah Inggris - terpusat 	1 April 2020
	<i>Decentralized Privacy- Preserving Proximity Tracing</i> (DP-PPT)/(DP-3T) [35]	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada data yang dikumpulkan, yang sebagian besar mengurangi resiko privasi. Tidak ada data individu yang terinfeksi yang berbasis desentralisasi, informasi individu yang terinfeksi akan dikumpulkan secara anonim ke pusat data. 	6 April 2020
	Apple dan Google bekerja sama dalam kerangka kerja teknologi pelacakan kontak COVID-19 [20]	<ul style="list-style-type: none"> Pencegahan privasi <i>contact-tracing</i> Berbasis <i>bluetooth</i>, terdesentralisasi, no GPS Apple dan Google tech saat ini berdagang dengan aplikasi mandiri milik pemerintah, meskipun telah digunakan oleh pemerintah banyak negara. 	Akan dirilis pada bulan Mei
	Teknologi pelacakan kontak yang dijalankan pemerintah	<ul style="list-style-type: none"> Beberapa negara dan wilayah tidak akan menggunakan kerangka kerja Apple & Google seperti Inggris, Prancis, dan beberapa negara bagian AS. 	Tergantung pada Pemerintah

B. Pemetaan Sistematis Mengenai Status Penerapan Global

Penelitian ini menghasilkan pemetaan geolokasi pertama untuk penyebaran global aplikasi *contact-tracing* COVID-19 pada Gambar 4., dengan kode format dalam urutan nama negara, nama aplikasi, jumlah pengguna (total pengunduhan) dan teknologi pendukung (GPS, kode QR, bluetooth). Negara yang ditunjukkan pada gambar diatas, mewakili *framework* yang digunakan, negara yang berwarna biru menggunakan arsitektur sentralisasi, dan negara yang berwarna abu-abu mewakili desentralisasi (atau sedang bermigrasi ke kerangka desentralisasi). Mengikuti paradigma analisis pemetaan kerentanan perangkat lunak [32], kelemahan dari masing-masing aplikasi *contact-tracing* dianalisis dan dirangkum dalam Tabel 3. Misalnya, salah satu pertanyaan non-teknis tetapi penting untuk aplikasi pelacakan UK NHS COVID-19 adalah kesalahan positif (bagaimana jika orang yang tidak peduli dengan COVID-19 melaporkan hasil positif ke aplikasi) dan kesalahan negatif (jika orang yang terinfeksi tidak melaporkan kasus mereka ke aplikasi).

1) Kode Kesehatan di *Alipay* dan *WeChat* (Kode QR dan big data based, sentralisasi) yang digunakan di China

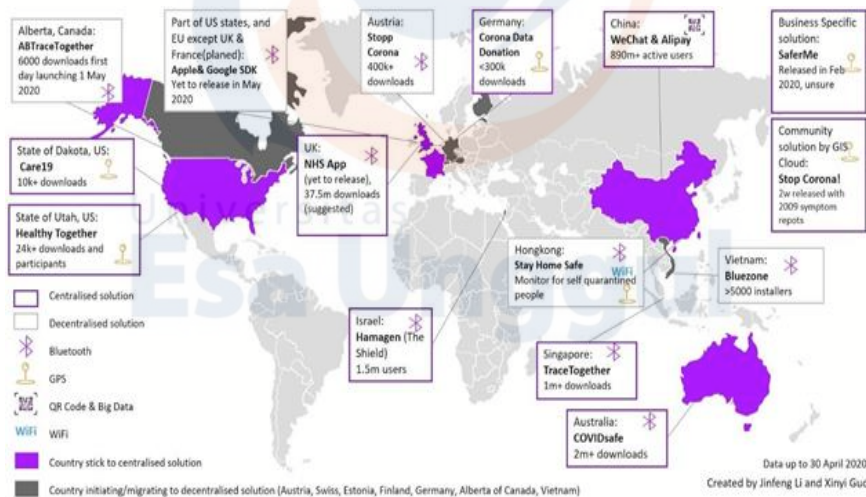
telah menjangkau 63% dari total populasi dan 100% dari masyarakat luar.

2) *StayHomeSafe* digunakan di Hongkong, China (Bluetooth, GPS dan berbasis Wi-Fi, desentralisasi) digunakan oleh masyarakat karantina mandiri di rumah masing-masing yang menyebabkan tidak merasa takut dengan aplikasi *contact-tracing*.

3) Aplikasi *Stopp Corona* (berbasis bluetooth, desentralisasi) digunakan oleh Austria Red Cross (dimulai di Belanda) menggunakan basis ID bergilir (contoh kunci publik dan kunci privat bergilir) dengan pengguna mencakup 4,5% dari populasi. Hubungan sinyal jarak jauh Bluetooth dan definisi tingkat resiko yang terkait meminta *framework* teknis yang lebih terpadu untuk ditangani.

4) Aplikasi NHS CV19 (berbasis bluetooth) akan dirilis oleh UK NHS sedang berjuang untuk mengatasi positif dan negatif palsu, terutama untuk situasi jika orang yang memiliki gejala tetapi tidak melaporkan di aplikasi. Dengan timbul peningkatan kekhawatiran (resiko) mengenai tingkat pengunduhan aplikasi di seluruh negara, sebagaimana dibuktikan dalam peluncuran pertama di Isle of Wight, dengan cakupan terbatas hingga 24% dari total penduduk.

5) *Healthy Together* (berbasis GPS, sentralisasi) digunakan oleh Negara Bagian Utah (AS), dan Care19



Gambar 3. Studi pemetaan sistematis aplikasi *contact-tracing* COVID-19 Global

(berbasis GPS, sentralisasi) digunakan di Dakota Utara dan Selatan (AS) rentan terhadap kelemahan dalam perlindungan kumpulan data terpusat dan isu sensitif mengenai lokasi GPS.

6) *TraceTogether* (berbasis bluetooth, sentralisasi) diajukan oleh pemerintah Singapura untuk menampilkan batasan-batasan pada situasi antara hidup dan mati ini. 16,7% dari total populasi telah aktif menggunakan aplikasi tersebut.

7) *COVID safe* (berbasis bluetooth, sentralisasi) dipekerjakan oleh Kementerian Kesehatan Australia sejak bulan Mei juga rentan terhadap kelemahan mengenai keamanan data sentralisasi. Hingga saat ini, hanya 10% dari populasi yang melapor di aplikasi.

8) *Hamagen (Shield)* digunakan oleh Kementerian Kesehatan Israel (berbasis bluetooth, sentralisasi) melaporkan 16.8% pengguna aktif dan rentan terhadap kelemahan terhadap proteksi data sentralisasi.

9) *BlueZone* (berbasis bluetooth, desentralisasi) yang digunakan oleh pemerintah Vietnam menyediakan analisa terbatas bagi pemerintah dengan pengguna aktif kurang dari 0.1%.

10) *Corona Data Donation* (berbasis GPS, sentralisasi) yang digunakan oleh Pemerintah Jerman rentan terhadap kesehatan sensitif pribadi dan isu sekuritas data lokasi.

C. Tantangan dan Sasaran Teknologi *Contact-Tracing* Berbasis Bluetooth.

Seperti yang diamati dari Gambar 4. dan Tabel 3 sebelumnya, bluetooth (baik dalam *framework* terpusat atau terdesentralisasi) telah menyumbang 57% dari semua teknologi pelacakan, dibandingkan dengan GPS (43%), yang layak untuk dilakukan analisis lebih lanjut kedalam karakteristik teknis dan geopolitik.

Pertama, adanya pertukaran antara privasi data dan informasi. Dapat diperdebatkan bahwa solusi desentralisasi dan tidak ada pelacakan GPS memberikan tingkat perlindungan data tertinggi bagi individu karena tidak ada data pribadi yang dikumpulkan kecuali individu tersebut

terinfeksi. Tanpa pelacakan GPS, aplikasi tidak dapat mengumpulkan dan melacak pergerakan populasi secara geografis. Namun, dengan *framework* yang terdesentralisasi, segala data yang dikumpulkan dari individu tidak dapat dimasukan kedalam basis data yang terpusat untuk dianalisis di masa mendatang, yaitu lebih sedikit informasi yang akan diberikan kepada pemerintah untuk mengendalikan karantina mandiri dan pergerakan penyakit di masyarakat.

Kedua, aplikasi pelacak desentralisasi seperti *Stopp Corona* mengeluarkan ID digital unik statis untuk setiap pengguna dengan menggulirkan kunci publik dan pribadi (menjaga pesan terenkripsi dan meningkatkan standar perlindungan data). ID digital unik dan statis beresiko jika ID digital tertentu dapat diretas dan dipasangkan dengan perangkat seluler sehingga membahayakan privasi individu. Dengan demikian, ID digital berbasis bergulir untuk mengurangi kerentanan akan menjadi solusi yang lebih baik. Hal ini akan relatif lebih mudah untuk disesuaikan dan dioptimalkan dibandingkan dengan isu terkait lainnya.

Selain itu, perangkat seluler yang berbeda menunjukkan berbagai intensitas sinyal bluetooth sehingga kemampuan masing-masing perangkat seluler untuk menentukan jarak sosial secara tepat dapat bervariasi. Oleh karena itu, hal ini merupakan kepentingan penelitian dan pengembangan mengenai bagaimana hal ini dapat dimanipulasi (dikonversi) dalam *framework* terpadu yang mengatur berbagai generasi perangkat untuk berkomunikasi dan berbagi data satu sama lain. Faktor-faktor lain, seperti gangguan multi-path dan penyumbatan spasial antar perangkat juga merupakan bidang penelitian yang mendesak tapi menjanjikan yang dapat memberi keseimbangan pada kinerja fungsional dan toleransi kesalahan dari pelacakan kontak berbasis bluetooth. Ditambah dengan rintangan teknis, standar evaluasi tingkat resiko berdasarkan jarak dan waktu yang terkandung harus diperbarui.

IV. KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diperoleh dari pengkajian dari aplikasi *contact-tracing* global sebagai berikut ;

1)

Regulasi data EU (*European Union*), GDPR, mengatur standar dalam aplikasi sehingga pengguna dapat memiliki kepercayaan kuat dalam menggunakan aplikasi.

2) Berdasarkan analisis pemetaan kerentanan, masih banyak aplikasi *contact-tracing* yang memiliki masalah kerentanan data, selain itu juga isu apabila pengguna tidak melaporkan atau salah melaporkan ke aplikasi

3) Bluetooth (baik dalam *framework* terpusat atau terdesentralisasi) telah menyumbang 57% dari semua teknologi pelacakan, dibandingkan dengan GPS (43%), yang layak untuk dilakukan analisis lebih lanjut kedalam karakteristik teknis dan geopolitik.

Berdasarkan hasil pengkajian yang telah dilakukan, adapun beberapa saran yang perlu diperhatikan bagi peneliti selanjutnya yang tertarik meneliti mengenai aplikasi COVID-19 adalah:

1) Peneliti selanjutnya yang tertarik dan berminat diharapkan untuk mengkaji lebih banyak sumber maupun referensi yang terkait dengan framework arsitektur apps baik secara sentralisasi, desentralisasi dan hybrid..

2) Peneliti selanjutnya diharapkan lebih mempersiapkan diri dalam proses pengambilan dan pengumpulan data serta Teknik menganalisa sehingga penelitian dapat dilaksanakan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization, "Rolling updates on coronavirus disease (COVID-19)," 2020. [Online]. Available: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/events-as-they-happen>. [Accessed: 05-May-2020].
- [2] H. Chowdhury, M. Field, and M. Murphy, "NHS contact tracing app: how does it work and when can you download it?," 2020. [Online]. Available: <https://www.telegraph.co.uk/technology/2020/05/05/nhs-app-coronavirus-covid-contact-tracing/>. [Accessed: 10-May-2020].
- [3] N. Lomas, "NHS COVID-19: The UK's coronavirus contacts-tracing app explained," 2020. [Online]. Available: <https://techcrunch.com/2020/05/05/nhs-covid-19-the-uks-coronavirus-contacts-tracing-app-explained/>. [Accessed: 10-May-2020].
- [4] A. Downey, "NHSX differs with Apple and Google over contact-tracing app," 2020. [Online]. Available: <https://www.digitalhealth.net/2020/04/nhsx-differs-with-apple-and-google-over-contact-tracing-app/>. [Accessed: 10-May-2020].
- [5] J. Vincent, "Without Apple and Google, the UK's contact-tracing app is in trouble," 2020. [Online]. Available: <https://www.theverge.com/2020/5/5/21248288/uk-covid-19-contact-tracing-app-bluetooth-restrictions-apple-google>.
- [6] S. Nellis and P. Dave, "Apple, Google ban use of location tracking in contact tracing apps," 2020. [Online]. Available: <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-usa-apps/apple-google-ban-use-of-location-tracki%0Ang-in-contact-tracing-apps-idUSKBN22G28W>. [Accessed: 05-May-2020].
- [7] Singapore Government, "Digital contact tracing tools required for all businesses and services operating during circuit breaker.," 2020. [Online]. Available: <https://www.gov.sg/article/digital-contact-tracing-tools-for-all-businesses-operating-during-circuit-breaker>. [Accessed: 10-May-2020].
- [8] L. Kelion, "Coronavirus: Why are there doubts over contact-tracing apps?," 2020. [Online]. Available: <https://www.bbc.co.uk/news/technology-52353720>. [Accessed: 10-May-2020].
- [9] K. Brigham, "Fighting the coronavirus with big data and contact tracing," 2020. [Online]. Available: <https://www.cnn.com/2020/04/23/google-and-apple-partner-to-fight-coronavirus-with-contact-tracing.ht>.
- [10] X. Guo and J. Li, "A Novel Twitter Sentiment Analysis Model with Baseline Correlation for Financial Market Prediction with Improved Efficiency," in *2019 Sixth International Conference on Social Networks Analysis, Management and Security (SNAMS)*, 2019, pp. 472–477.
- [11] NBC News, "How contact tracing could use Bluetooth to track coronavirus on your smartphone.," 2020. [Online]. Available: <https://www.nbcnews.com/tech/tech-news/how-contact-tracing-could-use-bluetooth-track-corona>. [Accessed: 10-May-2020].
- [12] L. Cai, H. Xu, J. Li, and D. Chu, "High figure-of-merit compact phase shifters based on liquid crystal material for 1–10 GHz applications," *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 56, no. 1, p. 011701, Jan. 2017.
- [13] L. Cai, H. Xu, J. Li, and D. Chu, "High FoM liquid crystal based microstrip phase shifter for phased array antennas," *ISAP 2016 - Int. Symp. Antennas Propag.*, vol. 1, no. d, pp. 402–403, 2017.
- [14] J. Li and D. Chu, "Liquid Crystal-Based Enclosed Coplanar Waveguide Phase Shifter for 54–66 GHz Applications," *Crystals*, vol. 9, no. 12, p. 650, Dec. 2019.
- [15] J. F. Li, H. Xu, and D. P. Chu, "Design of liquid crystal based coplanar waveguide tunable phase shifter with no floating electrodes for 60–90 GHz applications," in *2016 46th European Microwave Conference (EuMC)*, 2016, pp. 1047–1050.
- [16] A. Ö. Yöntem, J. Li, and D. Chu, "Imaging through a projection screen using bi-stable switchable diffusive photon sieves," *Opt. Express*, vol. 26, no. 8, p. 10162, Apr. 2018.
- [17] D. Cooper, K. Van Quathem, and A. O. de Meneses, "COVID-19 Apps and Websites – The 'Pan-European Privacy Preserving Proximity Tracing Initiative' and Guidance by Supervisory Authorities," 2020. [Online]. Available: <https://www.insideprivacy.com/covid-19/covid-19-apps-and-websites-the-pan-european-privacy-preserving-proximity-tracing-initiative-and-guidance-by-supervisory-authorities/>. [Accessed: 10-May-2020].
- [18] World Health Organization, "Rolling updates on coronavirus disease (COVID-19)," 2020. [Online]. Available: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/events-as-they-happen>. [Accessed: 10-May-2020].
- [19] H. Chowdhury, M. Field, and M. Murphy, "NHS contact tracing app: how does it work and when can you download it?," 2020. [Online]. Available: <https://www.telegraph.co.uk/technology/2020/05/05/nhs-app-coronavirus-covid-contact-tracing/>. [Accessed: 05-May-2020].
- [20] N. Lomas, "NHS COVID-19: The UK's coronavirus contacts-tracing app explained," 2020. [Online]. Available: <https://techcrunch.com/2020/05/05/nhs-covid-19-the-uks-coronavirus-contacts-tracing-app-explained/>. [Accessed: 10-May-2020].
- [21] A. Downey, "NHSX differs with Apple and Google over contact-tracing app," 2020. [Online]. Available: <https://www.digitalhealth.net/2020/04/nhsx-differs-with-apple-and-google-over-contact-tracing-app>.

- apple-and- google-over-contact-tracing-app/. [Accessed: 10-May-2020].
- [22] J. Vincent, "Without Apple and Google, the UK's contact-tracing app is in trouble," 2020. [Online]. Available: <https://www.theverge.com/2020/5/5/21248288/uk-covid-19-contact-tracing-app-bluetooth-restrictions-apple-google>.
- [23] S. Nellis and P. Dave, "Apple, Google ban use of location tracking in contact tracing apps.," 2020. [Online]. Available: <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-usa-apps/apple-google-ban-use-of-location-tracki>. [Accessed: 10-May-2020].
- [24] Singapore Government, "Digital contact tracing tools required for all businesses and services operating during circuit breaker.," 2020. [Online]. Available: <https://www.gov.sg/article/digital-contact-tracing-tools-for-all-businesses-operating-during-circuit-break>. [Accessed: 10-May-2020].
- [25] L. Kelion, "Coronavirus: Why are there doubts over contact-tracing apps?," 2020. [Online]. Available: <https://www.bbc.co.uk/news/technology-52353720>. [Accessed: 10-May-2020].
- [26] K. Brigham, "Fighting the coronavirus with big data and contact tracing," 2020. [Online]. Available: <https://www.cnn.com/2020/04/23/google-and-apple-partner-to-fight-coronavirus-with-contact-tracing.html>.
- [27] X. Guo and J. Li, "A Novel Twitter Sentiment Analysis Model with Baseline Correlation for Financial Market Prediction with Improved Efficiency," in 2019 Sixth International Conference on Social Networks Analysis, Management and Security (SNAMS), 2019, pp. 472–477.
- [28] NBC News, "How contact tracing could use Bluetooth to track coronavirus on your smartphone.," 2020. [Online]. Available: <https://www.nbcnews.com/tech/tech-news/how-contact-tracing-could-use-bluetooth-track-corona>. [Accessed: 10-May-2020].
- [29] L. Cai, H. Xu, J. Li, and D. Chu, "High figure-of-merit compact phase shifters based on liquid crystal material for 1–10 GHz applications," *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 56, no. 1, p. 011701, Jan. 2017.
- [30] L. Cai, H. Xu, J. Li, and D. Chu, "High FoM liquid crystal based microstrip phase shifter for phased array antennas," *ISAP 2016 - Int. Symp. Antennas Propag.*, vol. 1, no. d, pp. 402–403, 2017.
- [31] J. Li and D. Chu, "Liquid Crystal-Based Enclosed Coplanar Waveguide Phase Shifter for 54–66 GHz Applications," *Crystals*, vol. 9, no. 12, p. 650, Dec. 2019.
- [32] J. F. Li, H. Xu, and D. P. Chu, "Design of liquid crystal based coplanar waveguide tunable phase shifter with no floating electrodes for 60–90 GHz applications," in 2016 46th European Microwave Conference (EuMC), 2016, pp. 1047–1050.
- [33] A. Ö. Yöntem, J. Li, and D. Chu, "Imaging through a projection screen using bi-stable switchable diffusive photon sieves," *Opt. Express*, vol. 26, no. 8, p. 10162, Apr. 2018.
- [34] J. Li, "Structure and Optimisation of Liquid Crystal based Phase Shifter for Millimetre- wave Applications," no. June, 2018.
- [35] D. Cooper, K. Van Quathem, and A. O. de Meneses, "COVID-19 Apps and Websites – The 'Pan-European Privacy Preserving Proximity Tracing Initiative' and Guidance by Supervisory Authorities," 2020. [Online]. Available: <https://www.insideprivacy.com/covid-19/covid-19-apps-and-websites-the-pan-european-privacy-preserving-proximity-tracing-initiative-and-guidance-by-supervisory-authorities/>. [Accessed: 10-May-2020].
- [36] Github, "Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing.," 2020. [Online]. Available: <https://github.com/DP-3T/documents/blob/master/README.md>. [Accessed: 10-May-2020].
- [37] Apple Newsroom, "Apple and Google partner on COVID-19 contact tracing technology.," 2020. [Online]. Available: <https://www.apple.com/newsroom/2020/04/apple-and-google-partner-on-covid-19-contact-tracing-techno/>. [Accessed: 10-May-2020].
- [38] Oxford University's Big Data Institute, "Digital contact tracing can slow or even stop coronavirus transmission and ease us out of lockdown.," 2020. [Online]. Available: <https://www.research.ox.ac.uk/Article/2020-04-16-digital-contact-tracing-can-slow-or-even-stop-coronavi%0Arus-transmission-and-ease-us-out-of-lockdown>. [Accessed: 10-May-2020].
- [39] X. Li, Y. Song, G. Wong, and J. Cui, "Bat origin of a new human coronavirus: there and back again," *Sci. China Life Sci.*, vol. 63, no. 3, pp. 461–462, Mar. 2020.
- [40] C. Rothe et al., "Transmission of 2019-nCoV Infection from an Asymptomatic Contact in Germany," *N. Engl. J. Med.*, vol. 382, no. 10, pp. 970–971, Mar. 2020.
- [41] Q. Li et al., "Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus– Infected Pneumonia," *N. Engl. J. Med.*, vol. 382, no. 13, pp. 1199–1207, Mar. 2020.
- [42] Z. Du et al., "Risk for Transportation of Coronavirus Disease from Wuhan to Other Cities in China," *Emerg. Infect. Dis.*, vol. 26, no. 5, pp. 1049–1052, May 2020.
- [43] F.-S. Wang and C. Zhang, "What to do next to control the 2019-nCoV epidemic?," *Lancet*, vol. 395, no. 10222, pp. 391–393, Feb. 2020.
- [44] H. Cho, D. Ippolito, and Y. W. Yu, "Contact Tracing Mobile Apps for COVID-19: Privacy Considerations and Related Trade-offs," 2020.
- [45] N. Ahmed et al., "A Survey of COVID-19 Contact Tracing Apps," pp. 1–31, 2020.
- [46] L. Ferretti et al., "Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing," *Science (80-.)*, vol. 368, no. 6491, p. eabb6936, May 2020.
- [47] "General Data Protection Regulation (GDPR)." [Online]. Available: <https://gdpr-info.eu/>. [Accessed: 10-May-2020].
- [48] European Commission., "Coronavirus: Guidance to ensure full data," 2020. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_669. [Accessed: 10-May-2020].
- [49] eHealth Network, "Mobile applications to support contact tracing in the EU's fight against COVID-19," *Eu report. Common EU Toolbox Memb. States Version 1.0 15.04.2020*, p. 44, 2020.
- [50] European Data Protection Board, "Guidelines 04/2020 on the use of location data and contact tracing tools in the context of the COVID-19 outbreak," 2020. [Online]. Available: https://edpb.europa.eu/sites/edpb/files/files/file1/edpb_guidelines_20200420_contact_tracing_covid_with. [Accessed: 10-May-2020].
- [51] L. Clarke, "PEPP-PT vs DP-3T: The coronavirus contact tracing privacy debate kicks up another gear," 2020. [Online]. Available: <https://tech.newstatesman.com/security/pepp-pt-vs-dp-3t-the-coronavirus-contact-tracing-privacy-debate-kicks-up-another-gear>. [Accessed: 10-May-2020].
- [52] N. Lomas, "U privacy experts push a decentralized approach to COVID-19 contacts tracing.," 2020. [Online]. Available: <https://techcrunch.com/2020/04/06/eu-privacy-experts-push-a-decentralized-approach-to-covid-19-contacts-tracing/>. [Accessed: 10-May-2020].