

# NASKAH KEBIJAKAN

## Menata Ulang Sistem Rekapitulasi Elektronik Hasil Penghitungan Suara untuk Pemilu Indonesia ke Depan

1 September 2021



Network for Democracy and Electoral Integrity (NETGRIT)  
International Institute for Democracy and Electoral Assistance (IDEA)



# NASKAH KEBIJAKAN

## **Menata Ulang Sistem Rekapitulasi Elektronik Hasil Penghitungan Suara untuk Pemilu Indonesia ke Depan**

1 September 2021



Network for Democracy and Electoral Integrity (NETGRIT)  
International Institute for Democracy and Electoral Assistance (IDEA)

©International Institute for Democracy and Electoral Assistance  
© Network for Democracy and Electoral Integrity

**Internasional IDEA Stromsborg**

SE-103 34 Stockholm Swedia  
[www.idea.int](http://www.idea.int)

**Netgrit**

Jl. H. Ali, RT.07/RW.05, No.52B, Kelurahan Lenteng Agung,  
Kecamatan Jagakarsa - Jakarta Selatan, Indonesia  
[www.netgrit.org](http://www.netgrit.org)

Publikasi Internasional IDEA bersifat independen dari kepentingan nasional ataupun kepentingan politik manapun. Pandangan yang disampaikan dalam buku ini tidak mewakili pandangan dari Internasional IDEA, para dewan pengawasnya, dan juga anggota komitennya. Internasional IDEA mendorong penyebaran hasil karya ini dan akan dengan cepat menanggapi permintaan ijin untuk memproduksi atau menerjemahkan publikasi ini. Versi elektronik dari publikasi ini tersedia dibawah Creative Commons Licence (CCI)-Creative Commons Attribute-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Licence. Anda dapat mengunduh, mendistribusikan dan mengirimkan publikasi ini secara bebas dan untuk tujuan nonkomersial, dan secara tepat mengatribusikan publikasi ini, dan mendistribusikannya dibawah lisensi yang identik. Informasi lebih lanjut mengenai CCI, lihat: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

**Penulis:** Heroik Pratama

**Penyunting:** Adhy Aman, Ferry Kurnia Rizkiyansyah & Hadar Nafis Gumay

**Tata Letak:** [puntilgram.com](http://puntilgram.com)

**ISBN:**

# DAFTAR ISI

|                                                                                           |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Kata Pengantar.....                                                                       | ix   |
| Penghargaan .....                                                                         | xiii |
| <br>                                                                                      |      |
| Ringkasan Eksekutif .....                                                                 | 1    |
| I. Latar Belakang .....                                                                   | 9    |
| II. Evaluasi Penggunaan Sirekap di Pilkada Serentak 2020 .....                            | 17   |
| III. Mencari Pilihan Teknologi Rekapitulasi Suara Elektronik .....                        | 25   |
| IV. Salinan Digital Formulir C1 Plano, Tanda Tangan Digital dan Digital<br>TimeStamp..... | 37   |
| V. Merancang Jalur Pengiriman, Penyimpanan, dan Publikasi Data<br>Hasil Pemilu .....      | 45   |
| VI. Memperkokoh Sistem Keamanan Siber .....                                               | 55   |
| VII. 'Peta Jalan' Menuju Penerapan Sistem Rekapitulasi Suara Elektronik .....             | 63   |
| VIII. Kesimpulan dan Rekomendasi .....                                                    | 75   |
| IX. Penutup .....                                                                         | 81   |

# DAFTAR TABEL

|         |                                                                                                           |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1 | Perbandingan solusi teknologi yang ditawarkan dipadu dengan Sirekap Pilkada 2020 sebagai pembanding ..... | 4  |
| Tabel 2 | Kelebihan dan Kekurangan OCR, OMR, dan Seven Segement.....                                                | 27 |
| Tabel 3 | Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Penempatan Teknologi ....                                           | 33 |
| Tabel 4 | Beragam cara mitigasi serangan siber.....                                                                 | 59 |
| Tabel 5 | Lima Tahapan Uji Coba E-Recap .....                                                                       | 67 |

# DAFTAR GAMBAR

|           |                                                                                               |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1  | Contoh-contoh C1 Plano selama ini .....                                                       | 12 |
| Gambar 2  | Piramida Kepercayaan Penggunaan Teknologi Pemilu.....                                         | 13 |
| Gambar 3  | Contoh Model C.Hasil-KWK pada Pilkada 2020 yang dipotret dan diunggah oleh petugas KPPS ..... | 18 |
| Gambar 4  | Contoh pola “seven-segment” .....                                                             | 26 |
| Gambar 5  | Contoh Lembar Tally Formulir C1 Plano OCR dan Seven Segment untuk Pemilihan Presiden .....    | 29 |
| Gambar 6  | Alur Verifikasi Hasil E-Recap .....                                                           | 48 |
| Gambar 7  | Sembilan Prinsip Dasar Data Terbuka dalam Pemilu .....                                        | 53 |
| Gambar 8  | Skema Alur Pengiriman, Penyimpanan, dan Publikasi Data Hasil Pemilu.....                      | 54 |
| Gambar 9  | Standar Keamanan Siber NIST .....                                                             | 61 |
| Gambar 10 | Ilustrasi Waterfall Approach & Devops Approach .....                                          | 63 |
| Gambar 11 | Rekomendasi Timeline Persiapan E-Recap .....                                                  | 73 |



# KATA PENGANTAR

REVOLUSI industri sedikit banyak berpengaruh terhadap ekosistem digital dalam tata kelola pemilu. Teknologi dalam praktiknya memiliki peran signifikan dalam manajemen tahapan penyelenggaraan pemilu, salah satunya di Pemilu Indonesia. Teknologi di Pemilu Indonesia paling tidak memiliki dua fungsi utama: efisiensi tata kelola penyelenggaraan pemilu dan transparansi serta akuntabilitas proses serta hasil pemilu. Hampir setiap tahapan penyelenggaraan pemilu hari ini memiliki sistem informasi yang ditujukan untuk mempermudah kerja-kerja penyelenggara pemilu dan mempublikasikan proses serta data-data berkaitan dengan pemilu yang salah satunya adalah sistem informasi rekapitulasi suara atau yang di kenal dengan istilah Sirekap.

Elektronik rekapitulasi (*e-recap*) sesungguhnya bukan teknologi baru yang di gunakan di pemilu Indonesia. Sejak Pemilu 1999 hingga Pemilihan Kepala Daerah (Pilkada) Serentak 2020 lalu Indonesia teknologi rekapitulasi elektronik selalu digunakan untuk kebutuhan tabulasi data dan publikasi data. Sekalipun *e-recap* digunakan bukan untuk menggantikan rekapitulasi penghitungan perolehan suara hasil pemilu secara manual berjenjang mulai dari tempat pemungutan suara, ke kecamatan, kabupaten/kota, provinsi, hingga nasional yang diwajibkan oleh undang-undang. Namun, penggunaan *e-recap* di Pemilu Indonesia sangat bermanfaat untuk keterbukaan hasil pemilu dan kemudahan bagi peserta, pemilih, dan publik untuk mengakses hasil pemilu secara cepat.

Dalam perkembangannya, banyak pihak termasuk Network for Democracy and Electoral Integrity (Netgrit) mengusulkan untuk menjadikan *e-recap* bukan hanya sebatas alat bantu dalam proses rekapitulasi suara atau sebatas sarana publikasi hasil pemilu saja, tetapi mulai menggantikan proses rekapitulasi penghitungan perolehan suara manual dan berjenjang yang selama ini dilakukan. Hal ini karena, proses rekapitulasi penghitungan perolehan suara hasil pemilu manual dan berjenjang menyisakan beberapa persoalan seperti lamanya waktu proses rekapitulasi, tingginya beban kerja penyelenggara pemilu, dan berpotensi terbukanya ruang *electoral malpractice* hingga *electoral fraud* yang berdampak terhadap integritas hasil pemilu.

Namun, penggunaan *e-recap* tidak bisa dilakukan secara cepat dan terburu-buru, melainkan perlu dipersiapkan secara bertahap mulai dari infrastruktur teknologi, sumber daya manusia, hingga kerangka hukum. Persiapan penggunaan *e-recap* sangatlah penting guna menghasilkan teknologi yang tepat guna. Meskipun teknologi memiliki fungsi untuk menghasilkan efisiensi, tetapi memiliki kerentanan seperti peretasan misalnya. Untuk itu, infrastruktur teknologi dan desain teknologi *e-recap* perlu dipersiapkan serta di uji coba terus menurun, utamanya untuk memastikan akurasi hasil rekapitulasi penghitungan perolehan suara hasil pemilu melalui *e-recap*.

Dalam rangka ikut berkontribusi untuk memberikan masukan dan catatan mengenai desain serta infrastruktur teknologi *e-recap* yang tepat guna dan berkualitas, Netgrit bekerja sama dengan The International Institute for Democracy and Electoral Assistance (IDEA) menyelenggarakan serial diskusi terfokus yang melibatkan ahli dan praktisi teknologi, termasuk penyelenggara pemilu dalam hal ini Komisi Pemilihan Umum (KPU), dan organisasi

masyarakat sipil yang memiliki fokus perhatian pada isu tata kelola pemilu, yang secara khusus mendiskusikan mengenai elektronik rekapitulasi. Serial diskusi terfokus ini menghasilkan naskah kebijakan **“Menata Ulang Sistem Rekapitulasi Elektronik Hasil Penghitungan Suara untuk Pemilu Indonesia ke Depan”** yang ada di tangan pembaca ini dengan harapan dapat dijadikan rujukan dan pertimbangan dalam mempersiapkan teknologi rekapitulasi elektronik di Pemilu Indonesia ke depan.

Naskah kebijakan ini tidak akan bisa selesai tanpa adanya peran aktif dari para ahli teknologi, penyelenggara pemilu, dan organisasi masyarakat sipil yang menuangkan ide serta gagasannya di enam serial diskusi terfokus yang sudah di selenggarakan. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya bagi para ahli dan narasumber yang sudah meluangkan waktu untuk hadir di setiap diskusi dan mengemukakan pendapat dan catatannya. Pada akhirnya, semoga naskah ini bermanfaat dan dapat berkontribusi dalam menghadirkan tata kelola Pemilu Indonesia yang demokratis dan berintegritas.

**Ferry Kurnia Rizkiyansyah**

Direktur Eksekutif Network for Democracy and Electoral Integrity



# PENGHARGAAN

NASKAH Kebijakan ini disusun melalui rangkaian diskusi terfokus yang diselenggarakan oleh Network for Democracy and Electoral Integrity (Netgrit) bersama International Institute for Democracy and Electoral Assistance (IDEA) dengan melibatkan Komisi Pemilihan Umum, praktisi dan ahli teknologi informasi, beserta organisasi masyarakat sipil yang memiliki fokus perhatian terhadap isu pemilu. Terdapat enam rangkaian diskusi terfokus dengan topik-topik spesifik mengenai infrastruktur teknologi elektronik rekapitulasi yang harus dilalui untuk dapat menyelesaikan naskah kebijakan ini. Adapun ke enam topik dalam enam rangkaian diskusi terfokus tersebut adalah : (1) Menakar penggunaan sistem informasi rekapitulasi hasil penghitungan suara di Pemilu Indonesia; (2) Mencari alternatif teknologi rekapitulasi hasil penghitungan suara; (3) Keterbukaan data teknologi rekapitulasi hasil penghitungan suara elektronik; (4) Keamanan siber teknologi rekapitulasi hasil penghitungan suara elektronik; (5) Merancang peta jalan penggunaan teknologi rekapitulasi hasil penghitungan suara; (6) Merancang *digital signature*, salinan digital, dan *time stamp* publikasi rekapitulasi elektronik perolehan suara hasil pemilu. Berkat catatan dan sumbangsih pemikiran dari para ahli dan narasumber diskusi terfokus tersebut, naskah kebijakan **“Menata Ulang Sistem Rekapitulasi Elektronik Hasil Penghitungan Suara untuk Pemilu Indonesia ke Depan”** bisa diselesaikan untuk dapat dijadikan rujukan perbaikan sistem dan tata kelola penggunaan

teknologi informasi pemilu di Indonesia. Untuk itu kami ingin mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada para ahli Setiadi Yazid (Ketua Center for Cyber Security and Cryptography, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia), Onno Widodo Prubo (Wakil Rektor Institut Teknologi Tangerang Selatan), Reza Lesmana (*System Analyst* Kawal Pemilu) karena telah berkenan untuk membantu, menyampaikan ide serta gagasan keahliannya mengenai teknologi, dan menuntun kami dalam menyusun naskah kebijakan ini. Kami juga sampaikan apresiasi dan terimakasih kepada para narasumber: Evi Novida Ginting Manik (Anggota KPU RI), Viryan Aziz (Anggota KPU RI), Sumariyandono (Kepala Pusat Data dan Informasi KPU RI), Elina Ciptadi (Kawal Pemilu), Kholilullah Pasaribu (Anggota KPU Kota Depok), Ihsan Maulana (Kode Inisiatif), Nurul Amalia Salabi (Perludem), Perwakilan dari Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN), Bambang Susilo (Principle Consultant The ITSEC Group), Peter Wolf (Senior Expert International IDEA) yang telah terlibat aktif menyumbangkan ide dan gagasannya dalam rangkaian diskusi terfokus yang sudah diselenggarakan dalam rangka penyusunan naskah kebijakan ini.

# Ringkasan Eksekutif

NASKAH Kebijakan ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi mengenai hal-hal apa saja yang perlu dipersiapkan dalam rencana penerapan rekapitulasi elektronik hasil penghitungan suara atau yang dikenal dengan istilah “electronic recapitulation” (e-recap) di Pemilu Indonesia ke depan. Naskah Kebijakan ini disusun melalui rangkain diskusi terfokus yang diselenggarakan oleh Network for Democracy and Electoral Integrity (Netgrit) bersama dengan International Institute for Democracy and Electoral Assistance (IDEA) yang melibatkan Komisi Pemilihan Umum (KPU), praktisi dan ahli teknologi, beserta organisasi masyarakat sipil yang memiliki fokus perhatian terhadap isu pemilu. Infrastruktur teknologi menjadi hal fundamental utama yang perlu dipersiapkan dalam rencana penggunaan e-recap ke depan. Terdapat lima aspek infrastruktur teknologi yang perlu dipersiapkan.

Pertama, teknologi pemindaian yang berfungsi untuk membaca sumber data utama, yakni Formulir C1 Plano. Naskah Kebijakan ini merekomendasikan untuk memadukan teknologi pemindaian “Optical Character Recognition” dengan penampilan “Seven-Segment” guna menghasilkan tingkat akurasi pemindaian yang cukup tinggi dan memudahkan petugas dalam menuliskan angka-angka perolehan suara. Guna meminimalisasi kesalahan (“error”) dalam penggunaan aplikasi pemindaian dan masalah di tempat pemungutan suara (TPS), Naskah Kebijakan ini menyarankan untuk menempatkan proses pemindaian di server dan bukan di telepon genggam pengguna.

Kedua, pengiriman data ke server dilakukan dengan mekanisme “store and forward” dari TPS ke server guna meminimalisasi kelebihan beban (“overcapacity”) yang dapat mengganggu proses pengiriman data. Selain itu, dalam rangka menjamin validitas dan akurasi data hasil pembacaan e-recap, Naskah Kebijakan ini merekomendasikan adanya tim verifikasi yang berada di tingkat pusat (KPU RI).

Ketiga, teknologi penyimpanan data dapat menggunakan “cloud server” atau “physical (non-cloud) server” asalkan dapat dijamin kerahasiaan dan keamanan datanya. Penting digarisbawahi untuk mengukur kapasitas server yang dibutuhkan guna menampung data berupa foto formulir C1 Plano dari seluruh TPS di Indonesia.

Keempat, untuk kebutuhan publikasi idealnya diadakan server khusus untuk publikasi hasil perolehan suara secara cepat dan akurat guna kepentingan partai politik, publik, media massa, dan para pemantau. Khusus untuk media massa, server publikasi tersebut dirancang khusus untuk dapat dipublikasikan ulang oleh media massa untuk ditampilkan ulang secara real time. Namun, KPU menyediakan kriteria atau syarat tertentu bagi media yang akan mempublikasikan ulang hasil perolehan suara dari e-recap dalam rangka menjaga imparialitas dan integritas pemilu. Publikasi data hasil pemilu yang dikumpulkan melalui e-recap harus dalam format data terbuka guna memudahkan analisa dan penyajian oleh pihak ketiga seperti organisasi pemantau pemilu, termasuk partai politik.

Kelima, sistem keamanan siber perlu dibangun secara bersamaan dengan pembangunan aplikasi pemindaianya. Langkah pertama yang hendaknya dilakukan adalah melakukan identifikasi potensi serangan siber, pengkajian risiko (“risk assessment”), dan pengelolaan risiko (“risk management”).

Standar keamanan siber yang dibangun harus memenuhi NIST cyber security framework dan ISO 27001.

Terakhir, Naskah Kebijakan ini berkesimpulan bahwa waktu yang tersedia menjelang Pemilu 2024 untuk menyiapkan infrastruktur teknologi e-recap yang mumpuni sangatlah terbatas. Menyiapkan sebuah sistem teknologi informasi yang masif seperti ini sulit dan rumit, apalagi ditambah kompleksitas pemilu serentak yang menggabungkan lima pemilu sekaligus ke dalam satu hari pemungutan dan penghitungan suara. Waktu juga perlu disediakan untuk penyusunan kerangka hukum utamanya undang-undang pemilu yang memadai untuk penerapan e-recap yang diusulkan. Di tengah situasi tersebut, idealnya penerapan e-recap di Pemilu 2024 sebatas uji coba yang belum menggantikan proses rekapitulasi manual berjenjang. Masih tersedia waktu yang cukup bagi penerapan uji coba dimaksud di seluruh daerah pemilihan pada Pemilu 2024. Status uji coba ini juga memungkinkan adanya penyandingan rekapitulasi hasil penghitungan suara di pemilu secara manual dengan melalui e-recap. Dengan demikian, kelebihan dan kekurangan sistem e-recap yang dibangun dapat dianalisa dan digunakan untuk pengembangan seterusnya. Jika tingkat akurasi e-recap tinggi, maka akan terbangunlah kepercayaan publik dan peserta pemilu terhadap penggunaan e-recap, sekaligus dapat memutus potensi manipulasi hasil pemilu yang mengganggu integritas hasil pemilu selama ini.

**Tabel 1** Perbandingan solusi teknologi yang ditawarkan dipadu dengan Sirekap Pilkada 2020 sebagai pembandingan

| Komponen Sistem              | Usulan dengan Formulir 7-Segment                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Usulan apabila Formulir 7-Segment ditolak                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sirekap Pilkada 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pemindaian & Verifikasi Data | <ul style="list-style-type: none"> <li>• C1 Plano menjadi sumber data satu-satunya;</li> <li>• C1 Plano berformat 7-segment;</li> <li>• KPPS hanya bertugas untuk memotret C1 Plano dan mengirimnya melalui sebuah aplikasi ringan yang terpasang di telepon genggam dua petugas KPPS yang ditunjuk;</li> <li>• Foto diambil dengan telepon genggam dua petugas KPPS yang ditunjuk;</li> <li>• Pemindaian data dilakukan oleh mesin server;</li> <li>• Verifikasi sebelum publikasi dilakukan oleh mesin dan Tim Verifikasi di Pusat;</li> <li>• Verifikasi manual oleh verifikasi hanya dilakukan apabila tingkat kepercayaan mesin akan hasil pemindaian kurang dari batas yang ditetapkan.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sama dengan Opsi Formulir 7-segment, namun petugas KPPS juga melakukan input data dan akan mengakibatkan aplikasi telepon genggam menjadi lebih berat.</li> <li>• Data hasil pemindaian dibandingkan dengan data yang diisi petugas KPPS untuk menjaga tingkat akurasi yang tinggi.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulir C.Hasil-KWK menjadi sumber data utama;</li> <li>• Formulir C.Hasil-KWK di desain sesuai dengan kebutuhan Optical Character Recognition dan Optical Mark Recognition;</li> <li>• Petugas KPPS yang ditunjuk atau cadangannya bertugas memindai dengan metode potret atau memfoto Formulir C.Hasil-KWK;</li> <li>• Aplikasi memindai hasil foto Formulir C.Hasil-KWK yang di kirim oleh petugas KPPS melalui telfon genggamnya dan mengirimkan kembali data hasil pindai tersebut untuk di verifikasi ulang kesesuaiannya dengan Formulir C.Hasil-KWK.</li> <li>• Petugas KPPS memeriksa kembali hasil pembacaan OCR dan OMR. Jika terjadi kesalahan pembacaan maka petugas KPPS diminta untuk memperbaiki ulang data tersebut.</li> <li>• Verifikasi dilakukan oleh verifikasi di KPU Kabupaten/Kota yang jumlahnya lebih dari satu orang;</li> <li>• Setiap data masuk dilakukan verifikasi ulang secara manual oleh verifikasi sebelum dipublikasi.</li> </ul> |

| Komponen Sistem               | Usulan dengan Formulir 7-Segment                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Usulan apabila Formulir 7-Segment ditolak | Sirekap Pilkada 2020                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pengiriman Data               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foto dikirim dengan aplikasi telepon genggam masing-masing oleh kedua petugas KPPS ditunjuk;</li> <li>• Pengiriman dilakukan dengan sistem store &amp; forward yang dapat dilakukan melalui dua jalur p2p messaging atau menggunakan protocol HTTPS.</li> </ul>                                                                                                     | Sama dengan Opsi Formulir 7-segment       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foto dikirim dengan aplikasi telepon genggam masing-masing oleh petugas KPPS yang ditunjuk atau cadangannya;</li> <li>• Pengiriman dilakukan secara daring dan/atau luring.</li> </ul> |
| Pemrosesan & Penyimpanan Data | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data hasil pemindaian diproses dan disimpan server di pusat;</li> <li>• Server dapat berupa cloud server atau server fisik;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                              | Sama dengan Opsi Formulir 7-segment       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data hasil pemindaian diproses dan disimpan server di pusat;</li> <li>• Server berupa server fisik dan cloud.</li> </ul>                                                               |
| Publikasi Data                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data dipublikasikan di website KPU RI dalam format HTML dan dapat diunduh dalam format open data yang machine-readable;</li> <li>• Data juga disediakan untuk media massa yang sudah memenuhi syarat untuk mempublikasikan ulang dengan metode push secara real-time;</li> <li>• Publikasi data dilakukan melalui server khusus publikasi yang terpisah.</li> </ul> | Sama dengan Opsi Formulir 7-segment       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data dipublikasikan di website KPU RI dalam format HTML'</li> <li>• Publikasi data dilakukan melalui server publikasi khusus yang berbeda dengan server pusat data.</li> </ul>         |

| Komponen Sistem       | Usulan dengan Formulir 7-Segment                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Usulan apabila Formulir 7-Segment ditolak | Sirekap Pilkada 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistem Keamanan Siber | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventarisasi aset yang mesti dilindungi, lakukan kajian &amp; pengelolaan risiko sebelum membangun perlindungan;</li> <li>• Data dikirim melalui jalur p2p messaging atau HTTPS dengan end-to-end encryption;</li> <li>• Penyimpanan data terpusat dalam satu server;</li> <li>• Server data utama terpisah dari server publikasi dan keduanya sudah dilengkapi dengan enkripsi, baik di tingkat server maupun database;</li> <li>• Standar keamanan siber memenuhi NIST cyber security framework dan ISO 27001;</li> <li>• Sistem keamanan dibangun dengan kolaborasi erat berbagai pihak yang mempunyai otoritas dan kapasitas seperti BSSN, Kemenkominfo serta komunitas ahli peretasan.</li> </ul> | Sama dengan Opsi Formulir 7-segment       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dilengkapi dengan cloud security protection seperti DDoS Protection &amp; Cloud Based Web Application Firewall</li> <li>• Diberlakukan protokol pengamanan jaringan pengiriman dan publikasi data</li> <li>• Memberlakukan teknik Kriptografi</li> <li>• Privilege, Firewall, Performance Test, Pentest test, Backup</li> <li>• Melakukan pengamanan siber bersama dengan gugus yang terdiri dari: Badan Siber dan Sandi Negara, Kepolisian Republik Indonesia, Badan Intelijen Negara, dan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi</li> </ul> |

| Komponen Sistem           | Usulan dengan Formulir 7-Segment                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Usulan apabila Formulir 7-Segment ditolak | Sirekap Pilkada 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 'Peta Jalan' Implementasi | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perancangan dimulai segera untuk target implementasi penuh pada Pemilu 2029;</li> <li>• Uji coba dilakukan melalui 5 tahapan (user acceptance, usability, penetration, load &amp; stress test) dengan target uji coba keseluruhan pada Pemilu dan Pilkada 2024;</li> <li>• Proses perancangan dan pembangunan sistem dilakukan secara partisipatif dan transparan guna membangun kepercayaan publik.</li> </ul> | Sama dengan Opsi Formulir 7-segment       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perancangan dan pembangunan sistem dilakukan mulai akhir 2019;</li> <li>• 7 kali uji coba dilakukan sebelum implementasi penuh pada Pilkada 9 Desember 2020;</li> <li>• Persiapan sempat tertunda selama 5 bulan akibat pandemi Covid-19;</li> <li>• Proses perancangan dan pembangunan dilakukan sepenuhnya oleh KPU dengan konsultasi publik yang minim dan tidak terinci.</li> </ul> |



I.

# Latar Belakang

REKAPITULASI elektronik hasil penghitungan suara atau yang lebih dikenal dengan istilah *electronic recapitulation (e-recap)*, merupakan perangkat teknologi informasi yang digunakan dalam pemilu untuk merekapitulasi dan mentabulasi hasil penghitungan suara pemilu tingkat tempat pemungutan suara (TPS), dan mempublikasikannya secara berkala. Efisiensi, akurasi, transparansi, dan akuntabilitas merupakan tujuan utama yang hendak dicapai dari pemanfaatan *e-recap* dalam rangka menghasilkan pemilu yang demokratis dan berintegritas.

Pada Pemilu Anggota DPR, DPD, DPRD dan Presiden-Wakil Presiden 2019 lalu atau yang lebih dikenal dengan istilah “Pemilu Serentak 2019”, penyelenggara pemilu paling tidak memerlukan waktu 34 hari sejak pemungutan suara dilaksanakan pada 17 April 2019 untuk mendapatkan hasil akhir penghitungan suara pemilihan anggota DPR, DPD dan Presiden dan Wakil Presiden dan baru mengumumkannya secara keseluruhan pada 21 Mei 2019. Hal ini karena proses penghitungan dan rekapitulasi hasil penghitungan suara dilakukan secara manual dan berjenjang mulai dari tingkat Tempat Pemungutan Suara (TPS), Kecamatan, Kabupaten/Kota, Provinsi, hingga nasional. Sedangkan untuk Pemilihan Kepala Daerah (Pilkada) setidaknya dibutuhkan waktu maksimal selama 16 hari untuk menyelesaikan penghitungan dan rekapitulasi suara hasil pemilihan hingga tuntas.

Pada sisi lain, rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang kerap kali menghadirkan persoalan akurasi hasil pemilu akibat kesalahan hitung yang tidak disengaja maupun yang mungkin disengaja. Proses penghitungan suara yang dilakukan dengan menulis tangan angka-angka ke dalam formulir yang disediakan, terkadang membuat petugas kelelahan dan berujung pada kesalahan penulisan angka. Selain itu, terdapat pula petugas yang dengan sengaja mengubah hasil pemilu yang berujung pada pidana. Di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta misalnya, seorang anggota Panitia Pemilihan Kecamatan (PPK) harus mendekap selama empat bulan di penjara dengan masa percobaan selama delapan bulan karena melakukan manipulasi hasil perolehan suara Pemilu Anggota DPRD Kabupaten Sleman<sup>1</sup>.

Lamanya proses penghitungan perolehan suara dan munculnya persoalan dalam penghitungan suara yang berujung *electoral fraud* tersebut, dapat di minimalisasi dengan menggunakan *e-recap* yang dirancang, dibangun dan di uji coba secara baik. Melalui intervensi teknologi yang didesain khusus untuk mengirim, mentabulasi dan mempublikasi hasil pemilu dapat mempercepat diketahuinya hasil penghitungan suara secara keseluruhan. Selain itu dengan teknologi *e-recap* dapat mengurangi beban keterlibatan manusia dalam proses rekapitulasi hasil penghitungan suara yang berpotensi adanya kesalahan manusia yang tidak disengaja maupun membuka peluang adanya pelanggaran pemilu seperti manipulasi hasil perolehan suara pemilu yang mencederai prinsip pemilu demokratis.

---

1 Lihat <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20190703071109-12-408514/manipulasi-suara-anggota-bawaslu-indragiri-hulu-divonis-bui>

*E-recap* sesungguhnya bukanlah hal baru dalam tata kelola pemilu di Indonesia. Sejak Pemilu 1999 hingga Pilkada 2020 lalu, tercatat berbagai varian teknologi *e-recap* sudah pernah digunakan. Tujuan penggunaannya adalah untuk menyimpan dan mempublikasikan data hasil pemilu, bukan menggantikan proses penghitungan dan rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang. Hal ini karena undang-undang pemilu yang ada memerintahkan proses rekapitulasi hasil penghitungan suara di Pemilu Indonesia harus dilakukan secara manual dan bertahap mulai dari TPS hingga tingkat nasional.

Pada awalnya perangkat teknologi *e-recap* yang digunakan adalah varian *data entry* dengan cara memasukkan angka-angka hasil perolehan suara yang di muat dalam formulir C1 ke dalam sistem yang sudah terpasang di komputer (Pemilu 1999 dan 2004). Sedangkan sejak Pemilu 2009 hingga Pilkada 2020, penyelenggara pemilu mulai menggunakan perangkat teknologi pemindaian untuk menyalin dan menabulasikan data hasil pemilu. Pada pemilu dan pilkada sebelumnya, sumber data utama untuk perangkat teknologi *e-recap* adalah formulir C1 salinan berita acara sertifikat hasil penghitungan suara di TPS. Namun, pada Pilkada 2020 sumber data utama yang digunakan adalah formulir C.Hasil-KWK yang berukuran plano. Formulir ini terdiri dari tiga lembar di mana lembar kedua dan ketiga berisi data salinan dari lembar pertama yang berturus. Berdasarkan pemikiran saat ini, formulir C1 Plano dinilai patut menjadi sumber data utama dalam proses *e-recap* karena formulir C1 Plano merupakan dokumen hasil pemilu yang berisi data turus yang digariskan oleh petugas KPPS dalam proses penghitungan suara manual dengan membuka satu per-satu surat suara. Oleh karenanya, formulir C1 Plano ini memiliki tingkat validitas dan akurasi yang cukup tinggi.

**Gambar 1** Contoh-contoh C1 Plano selama ini (Sumber Kawal Pemilu Jaga Suara)

C1 Plano Pemilu Presiden

| NO | NAMA CALON                                           | JUMLAH SUARA SAH | JUMLAH SUARA TIDAK SAH |
|----|------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
| 01 | H. JOKO WIDODO<br>PART. GOLKAR (KORPRI KEMKOT)       | 13               |                        |
| 02 | H. PRABOWO SUBANTO<br>K. PARTAI GERAKAN BERSAMA-SAMA | 152              |                        |

C1 Plano Pemilu DPR

| NO | NAMA CALON         | JUMLAH SUARA SAH | JUMLAH SUARA TIDAK SAH |
|----|--------------------|------------------|------------------------|
| 1  | H. JOKO WIDODO     | 1                |                        |
| 2  | H. PRABOWO SUBANTO | 2                |                        |

C1 Plano Pemilu DPD

| NO | NAMA CALON         | JUMLAH SUARA SAH | JUMLAH SUARA TIDAK SAH |
|----|--------------------|------------------|------------------------|
| 1  | H. JOKO WIDODO     | 17               |                        |
| 2  | H. PRABOWO SUBANTO | 12               |                        |

C1 Plano Pemilu Kepala Daerah

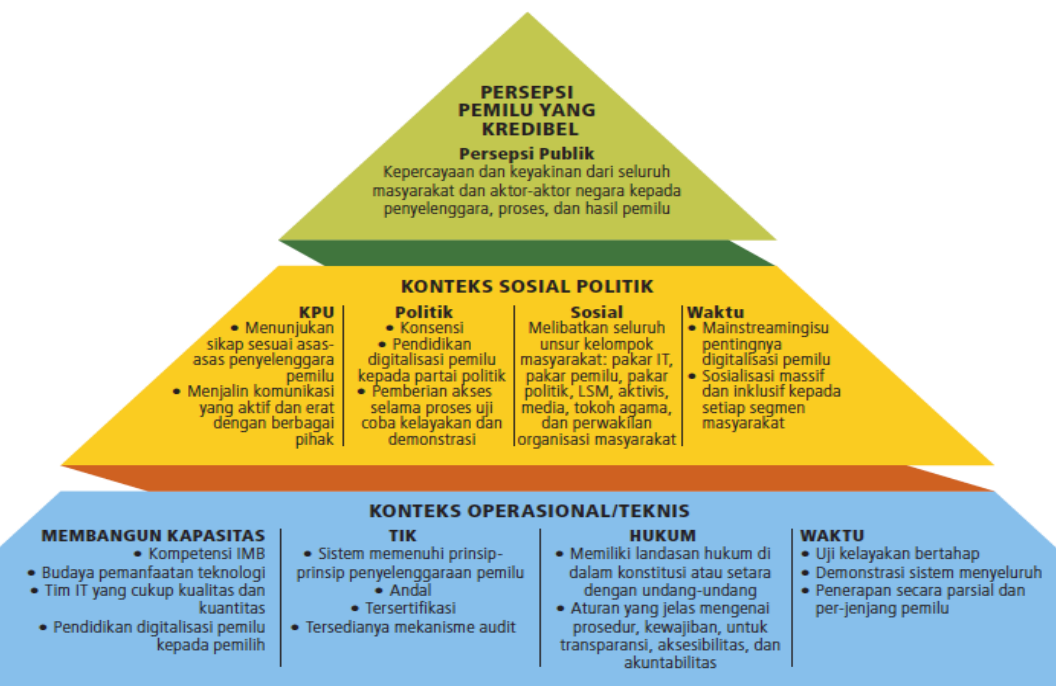
| NO | NAMA CALON         | JUMLAH SUARA SAH | JUMLAH SUARA TIDAK SAH |
|----|--------------------|------------------|------------------------|
| 1  | H. JOKO WIDODO     | 17               |                        |
| 2  | H. PRABOWO SUBANTO | 12               |                        |

Namun penggunaan teknologi *e-recap* dari pemilu ke pemilu belum sepenuhnya mampu mencapai tujuan penggunaannya secara maksimal. Salah satu tujuannya adalah untuk mempercepat publikasi data hasil pemilu. Banyak persoalan yang dihadapi mulai dari perangkat teknologi yang digunakan tidak bekerja sebagaimana mestinya, sampai proses publikasi data perolehan suara hasil pemilu yang masih tetap memerlukan waktu lama dan format publikasi data belum sepenuhnya memenuhi prinsip keterbukaan data (*open data*).

Berangkat dari keadaan tersebut, perlu dilaksanakan suatu pengkajian ulang pemanfaatan teknologi rekapitulasi elektronik hasil penghitungan suara untuk Pemilu Indonesia yang tepat guna dan sesuai dengan tujuannya. Jika merujuk pada buku

Panduan Penerapan Teknologi Pungut-Hitung di Pemilu yang dipublikasikan oleh *International Institute for Democracy and Electoral Assistance (International IDEA)* dan *Perkumpulan untuk Pemilu dan Demokrasi (2019)* menjelaskan, salah satu tujuan fundamental pemanfaatan perangkat teknologi informasi adalah untuk menghadirkan kepercayaan dan keyakinan dari seluruh masyarakat dan aktor-aktor negara lainnya atas penyelenggara, proses, dan hasil pemilu yang dihasilkan.

**Gambar 2** Piramida Kepercayaan Penggunaan Teknologi Pemilu<sup>2</sup>



2 Internasional IDEA 2011: 16-17, dalam Pratama dan Amalia 2019, *Panduan Penerapan Teknologi Pungut-Hitung di Pemilu Buku Panduan untuk Indonesia*, International IDEA, hal. 61

Untuk mencapai tingkat kepercayaan tinggi terhadap proses dan hasil pemilu tersebut, terdapat dua tahapan utama yang perlu dipersiapkan dalam penggunaan teknologi dalam tata kelola pemilu. Pertama, mempersiapkan perangkat operasional teknis penggunaan teknologi informasi pemilu yang meliputi: infrastruktur teknologi, kapasitas sumber daya manusia, kerangka hukum yang memadai, dan ketersediaan waktu yang cukup. Kedua, adanya konteks sosial dan politik yang mendukung penggunaan teknologi informasi di pemilu, terutama adanya dukungan dan kepercayaan dari pemangku kebijakan, partai politik peserta pemilu, hingga publik pada umumnya.

Naskah Kebijakan ini berusaha untuk memberikan rekomendasi penerapan *e-recap* untuk Pemilu Indonesia ke depan dalam konteks operasional teknis utamanya pada aspek infrastruktur teknologi. Naskah Kebijakan ini disusun berdasarkan serial diskusi terfokus yang diselenggarakan oleh *Network for Democracy and Electoral Integrity* (NETGRIT) bersama dengan International IDEA yang melibatkan penyelenggara pemilu, praktisi teknologi, dan organisasi masyarakat sipil yang bergerak pada isu pemilu.

Lebih jauh, Naskah Kebijakan ini akan mengelaborasi lima hal utama. **Pertama**, dalam rangka memberikan gambaran permasalahan dan kendala yang dihadapi untuk memetakan langkah-langkah strategis apa yang perlu dilakukan untuk mempersiapkan infrastruktur teknologi, hal pertama yang diulas adalah evaluasi penggunaan teknologi *e-recap* yang baru saja digunakan pada Pilkada 2020. **Kedua**, setelah melakukan identifikasi permasalahan yang dihadapi dalam penggunaan *e-recap* pada pemilu terakhir, Naskah Kebijakan ini memulai pembahasan dalam rangka mencari rekomendasi pilihan teknologi *e-recap*.

**Ketiga**, Naskah Kebijakan ini akan mengelaborasi infrastruktur

teknologi untuk mengirim dan mempublikasi data hasil pemilu yang menjadi salah satu tujuan utama dari penggunaan *e-recap*. **Keempat**, salah satu aspek krusial infrastruktur teknologi yang perlu disiapkan adalah sistem keamanan siber yang melindungi data perolehan suara pemilu. Untuk itu, bagian pembahasan berikutnya adalah mengenai sistem keamanan siber. **Kelima**, Naskah Kebijakan ini akan menjabarkan rekomendasi ‘peta jalan’ penggunaan *e-recap* untuk Pemilu Indonesia ke depan, termasuk kerangka waktu yang dibutuhkan.



II.

## Evaluasi Penggunaan Sirekap di Pilkada Serentak 2020

SALAHsatu teknologirekapitulasi elektronik hasil penghitungan suara yang baru saja diterapkan di dunia kepemiluan Indonesia adalah Sistem Informasi Rekapitulasi Perolehan Suara (Sirekap) pada Pilkada Serentak 2020. Berbeda dengan fungsi *e-recap* pada pemilu sebelumnya yang hanya berfungsi untuk mempublikasikan hasil pemilu dalam portal daring data informasi yang sudah disediakan, Sirekap ditujukan sebagai alat bantu dalam proses rekapitulasi hasil penghitungan suara berjenjang. KPU RI menetapkan lima fungsi dasar dari Sirekap sebagai berikut:

1. Merekam dokumen dan membaca hasil penghitungan suara setiap TPS;
2. Menabulasi data hasil pemilu di setiap tingkatan rekapitulasi hasil penghitungan suara;
3. Mengirim data hasil pemilu ke setiap tingkatannya (KPPS ke Panitia Pemilihan Kecamatan (PPK), PPK ke KPU Kabupaten/Kota, KPU Kabupaten/Kota ke KPU Provinsi);
4. Mencetak formulir berita acara dan sertifikat rekapitulasi hasil penghitungan suara di tingkat Kecamatan, Kabupaten/Kota, dan Provinsi;

## 5. Mempublikasikan hasil penghitungan suara di setiap tingkatannya.

**Gambar 3** Contoh Model C. Hasil-KWK pada Pilkada 2020 yang dipotret dan diunggah oleh petugas KPPS (Sumber: Laman Web Infopemilu KPU RI)

**BERITA ACARA DAN SERTIFIKAT HASIL PENGHITUNGAN PEROLEHAN SUARA DI TEMPAT PEMUNGUTAN SUARA**  
DALAM PEMILIHAN GUBERNUR DAN WAKIL GUBERNUR / BUPATI DAN WAKIL BUPATI /  
SULALINGGA DAN WAKIL SULALINGGA / TAHUN 2020

Pada hari ini, RABU, tanggal SEMANG, bulan DESEMBER, tahun DUA RIBU DUA PULUH  
Kegiatan Penyelenggaraan Pemungutan Suara (KPPS) mengadakan Rapat  
Pemungutan dan Penghitungan Suara dalam Pemilihan Gubernur dan Wakil Gubernur / Bupati dan Wakil Bupati / Wali Kota dan Wakil Wali Kota, yang diawasi oleh Ketua dan Wakil Ketua Kelompok Penyelenggara Pemungutan Suara (KPPS) bertempat di:  
Tempat Pemungutan Suara (TPS) / Nomor 001 Desa / Kelurahan RAG-RAG  
Kecamatan / Distrik SUNGAI TASEH Kabupaten / Kota TANAH DATAR  
Provinsi SUMATERA BARAT

Kegiatan KPPS dalam Rapat Pemungutan Suara yang dipimpin oleh Ketua KPPS dimulai pukul 07:00 s.d 13:00 waktu setempat dan Rapat Penghitungan Suara dimulai pukul 13:00 waktu setempat dengan hasil sebagai berikut:

**I. DATA PEMILIH DAN PENGUNDA HAK PILIH**

| URAIAN                                                                                                                    | LAKI-LAKI (L) | PEREMPUAN (P) | JUMLAH (L+P) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| <b>A. DATA PEMILIH</b>                                                                                                    |               |               |              |
| 1. Jumlah Pemilih dalam DPT (Model A.3 KWK)                                                                               | 170           | 171           | 341          |
| 2. Jumlah Pemilih yang Pindah Memilih (DPH)                                                                               | XX            | XX            | XX           |
| 3. Jumlah Pemilih tidak terdaftar dalam DPT yang menggunakan hak pilih dengan KTP elektronik atau surat keterangan (DPTK) | XX3           | XX2           | XX5          |
| 4. Jumlah Pemilih (A.1 + A.2 + A.3)                                                                                       | 173           | 173           | 346          |
| <b>B. PENGUNDA HAK PILIH</b>                                                                                              |               |               |              |
| 1. Jumlah pengundanya hak pilih dalam DPT                                                                                 | 103           | 118           | 221          |
| 2. Jumlah Pemilih yang Pindah Memilih (DPH) yang menggunakan hak pilihnya                                                 | XX            | XX            | XX           |
| 3. Jumlah Pemilih tidak terdaftar dalam DPT yang menggunakan hak pilih dengan KTP elektronik atau surat keterangan (DPTK) | XX3           | XX2           | XX5          |
| 4. Jumlah Pengundanya Hak Pilih (B.1 + B.2 + B.3)                                                                         | 106           | 120           | 226          |

**II. DATA PEMILIH DISABILITAS**

| URAIAN                                                           | LAKI-LAKI (L) | PEREMPUAN (P) | JUMLAH (L+P) |
|------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| 1. Jumlah seluruh Pemilih disabilitas                            | XX1           | XX            | XX1          |
| 2. Jumlah seluruh Pemilih disabilitas yang menggunakan hak pilih | XX1           | XX            | XX1          |

**III. DATA PENGGUNAAN SURAT SUARA**

| URAIAN                                                                                                                        | JUMLAH |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Jumlah surat suara yang dibagikan, termasuk surat suara cadangan (sama dengan hasil penghitungan pada II.2, II.3 dan II.4) | 349    |
| 2. Jumlah surat suara yang dibatalkan oleh pemilih karena rusak/batal disabilitas                                             | XX     |
| 3. Jumlah surat suara yang tidak digunakan/tidak terpakai, termasuk surat suara cadangan                                      | 123    |
| 4. Jumlah surat suara yang digunakan                                                                                          | 226    |

**NAMA DAN TANDA TANGAN KELOMPOK PENYELENGGARA PEMUNGUTAN SUARA**

| 1. KETUA              | 2. ANGGOTA            | 3. ANGGOTA            | 4. ANGGOTA            | 5. ANGGOTA            |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <u>[Tanda Tangan]</u> | <u>[Tanda Tangan]</u> | <u>[Tanda Tangan]</u> | <u>[Tanda Tangan]</u> | <u>[Tanda Tangan]</u> |
| <u>[Nama]</u>         | <u>[Nama]</u>         | <u>[Nama]</u>         | <u>[Nama]</u>         | <u>[Nama]</u>         |

**NAMA DAN TANDA TANGAN SAKSI PASANGAN CALON GUBERNUR DAN WAKIL GUBERNUR / BUPATI DAN WAKIL BUPATI / WALI KOTA DAN WAKIL WALI KOTA :**

| 1. SAKSI PASANGAN CALON GUBERNUR DAN WAKIL GUBERNUR | 2. SAKSI PASANGAN CALON GUBERNUR DAN WAKIL GUBERNUR | 3. SAKSI PASANGAN CALON GUBERNUR DAN WAKIL GUBERNUR | 4. SAKSI PASANGAN CALON GUBERNUR DAN WAKIL GUBERNUR |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <u>[Tanda Tangan]</u>                               | <u>[Tanda Tangan]</u>                               | <u>[Tanda Tangan]</u>                               | <u>[Tanda Tangan]</u>                               |
| <u>[Nama]</u>                                       | <u>[Nama]</u>                                       | <u>[Nama]</u>                                       | <u>[Nama]</u>                                       |

2020/12/12 09:54

SHA 256: 04f58fc34da20c387079d7a91a7041c4d5d856a6f058f8c3a8f8da948ac9

Pada sisi lain, Sirekap memiliki perbedaan signifikan dari segi infrastruktur teknologi *e-recap* di pemilu sebelumnya. Jika sebelumnya perangkat teknologi yang digunakan adalah sebuah *scanner* untuk memindai formulir C1 Sertifikat Hasil Penghitungan Suara di TPS (bukan C1 Plano), Sirekap menggunakan telepon genggam anggota KPPS untuk memindai dengan cara memotret formulir Model C.Hasil-KWK di TPS atau formulir C1 Plano. Formulir ini sesungguhnya terdiri dari tiga halaman dan ketiganya mesti di foto dan diunggah.

Aplikasi pada telepon genggam tersebut dirancang khusus dengan memadukan teknologi *optical character recognition* (OCR) dengan *optical mark recognition* (OMR). Terdapat dua jenis Sirekap yang diterapkan pada Pilkada Serentak 2020 yakni “Sirekap Mobile” yang digunakan oleh KPPS dan “Sirekap Website” (SirekapWeb) yang digunakan oleh PPK dan KPU Kabupaten/Kota/Provinsi dalam menabulasi data perolehan suara selama berlangsungnya tahapan rekapitulasi hasil penghitungan suara berjenjang.

Dalam praktiknya, pemanfaatan Sirekap pada Pilkada Serentak 2020 tidak mampu sepenuhnya mencapai kelima fungsi utamanya karena dihadapkan pada beberapa permasalahan yang menyebabkan aplikasi Sirekap tidak mampu berfungsi maksimal. Kendala pertama yang dihadapi adalah banyaknya petugas KPPS yang kesulitan dalam mengunduh, memasang (*install*), dan mengaktifasikan aplikasi Sirekap Mobile pada telepon genggamnya. Ketiga proses ini harus melalui beberapa tahapan yang kerap kali membingungkan pengguna. Dalam proses pemasangan aplikasi misalnya, terdapat keluhan dari pengguna yang gagal memasang aplikasi Sirekap Mobile di telepon genggamnya. Selain itu, aktivasi Sirekap Mobile dilakukan

dengan cara mendata nomor telepon genggam dan Nomor Induk Kependudukan (NIK) sesuai Kartu Tanda Penduduk (KTP) dari petugas KPPS yang akan menggunakan Sirekap. Namun, masih saja terdapat kendala dalam proses aktivasi dimana Sirekap tidak mengenal nomor telepon genggam dan identitas pengguna yang seharusnya sudah terdaftar. Oleh karenanya, proses aktivasi Sirekap Mobile yang dilakukan oleh pengguna tersebut selalu gagal.

Kendala berikutnya yang ditemui adalah ketika anggota KPPS akan menggunakan Sirekap Mobile untuk memotret formulir Model C.Hasil-KWK setelah penghitungan suara di TPS selesai. Seperti disebutkan sebelumnya, aplikasi Sirekap Mobile menggabungkan teknologi pemindaian OCR dan OMR. Hal ini berdampak terhadap beratnya kerja aplikasi ketika akan digunakan. Akibatnya, banyak anggota KPPS yang kesulitan membuka aplikasi ketika akan digunakan pasca penghitungan suara di TPS usai. Dalam kasus Pilkada Kota Depok misalnya, Sirekap Mobile hanya dapat digunakan di 25 persen TPS<sup>3</sup>.

Sulitnya penggunaan Sirekap Mobile ini paling tidak disebabkan oleh tiga hal. Pertama, kapasitas telepon genggam yang digunakan oleh petugas KPPS tidak sesuai dengan standar kapasitas minimum yang dibutuhkan oleh aplikasi Sirekap Mobile. Kedua, aplikasi Sirekap Mobile yang terpasang di telepon genggam anggota KPPS adalah versi *beta* yang digunakan dalam proses uji coba. Aplikasi ‘final’ yang sudah disiapkan untuk digunakan pada hari pemungutan dan penghitungan suara yang memerlukan proses unduh, pasang, dan aktivasi ulang oleh para anggota KPPS.

---

3 Kholilullah Pasaribu, Anggota KPU Depok dalam Diskusi Terfokus “Menakar Penggunaan Sistem Informasi Rekapitulasi Suara di Pemilu Indonesia” yang diselenggarakan oleh Netgrit Senin, 21 Juni 2021.

Kenyataan ini kurang dipahami oleh banyak petugas. Sehingga tidak sedikit dari anggota KPPS yang masih menggunakan aplikasi Sirekap Mobile veris *beta* pada hari pemungutan dan penghitungan suara. Ketiga, sulitnya pengoperasian aplikasi Sirekap Mobile pada hari pemungutan dan penghitungan suara disebabkan oleh ketiadaan atau lemahnya jaringan internet<sup>4</sup>, walaupun ada kemungkinan kurangnya kapasitas server yang digunakan turut menjadi penyebab.

Walaupun demikian, terdapat juga anggota KPPS yang mampu mengakses aplikasi Sirekap Mobile pada saat dibutuhkan. Namun, tetap saja menemui kendala ketika akan mengirim foto hasil pemotretan formulir Model C.Hasil-KWK . Selain persoalan jaringan internet, salah satu faktor yang diduga melatarbelakangi lamanya proses pengiriman (pengunggahan) hasil foto Model C.Hasil-KWK yang berisi data hasil penghitungan suara di TPS adalah kapasitas server yang kurang memadai dan kemungkinan *load balancer* yang disediakan tidak sesuai dengan banyaknya data yang masuk ke pusat data pada waktu yang bersamaan. Hal ini berdampak juga pada tidak dapat diaksesnya portal publikasi hasil pemilu di beberapa jam awal pasca penghitungan suara.

Dari segi publikasi, terdapat penurunan fitur-fitur informasi dan publikasi data Sirekap dibandingkan dengan Sistem Informasi Penghitungan (Situng) yang diterapkan pada pemilu-pemilu sebelumnya. Sirekap tidak menampilkan rekapitulasi jumlah pemilih, jumlah surat suara yang digunakan dan jumlah surat suara tidak sah. Sirekap nampak hanya menampilkan perolehan suara para pasangan calon (paslon) saja.

---

4 Evi Novida Ginting, Anggota KPU dalam Diskusi Terfokus “*Menakar Penggunaan Sistem Informasi Rekapitulasi Suara di Pemilu Indonesia*” yang diselenggarakan oleh Netgrit Senin, 21 Juni 2021.

Selain aspek infrastruktur teknologi, kesiapan sumber daya manusia, utamanya pengguna aplikasi Sirekap Mobile ikut berpengaruh terhadap kurang maksimalnya penggunaan Sirekap pada Pilkada Serentak 2020. Tidak sedikit anggota KPPS yang kurang memahami cara mengoperasikan Sirekap Mobile, termasuk dalam melakukan foto formulir Model C.Hasil-KWK. Bahkan terdapat anggota KPPS yang tidak mengikuti petunjuk dalam memotret dan petugas KPPS yang tidak memeriksa ulang kesesuaian perolehan suara hasil pemindaian Sirekap dengan yang tertera dalam formulir Model C.Hasil-KWK. Akibatnya, terdapat data hasil pemilu yang terlanjur dipublikasikan Sirekap namun tidak sesuai dengan yang tertera dalam formulir Model C.Hasil-KWK.

Munculnya persoalan infrastruktur teknologi dan kesiapan sumber daya manusia dalam penggunaan Sirekap pada Pilkada 2020 tidak terlepas dari keterbatasan waktu persiapan, termasuk uji coba aplikasi Sirekap Mobile dan Web. KPU mempersiapkan penggunaan Sirekap selama kurang dari satu tahun yang menurut standar penerapan sebuah sistem teknologi informasi yang masif dipandang kurang. Sirekap pertama kali diuji coba pada tanggal 7 Januari 2020. Tercatat kurang lebih terdapat sepuluh uji coba dan simulasi Sirekap dilakukan oleh KPU setelahnya. Dari sepuluh uji coba tersebut hanya empat uji coba yang boleh diikuti oleh pemantau pemilu<sup>5</sup>. Pandemi Covid-19 ikut menyebabkan terbatasnya waktu uji coba dan terbatasnya keikutsertaan peserta pemilu dan pemantau pemilu dalam uji coba. Selain itu, audit aplikasi Sirekap diselenggarakan secara paralel dengan

---

5 Nurul Amalia, Peneliti Perludem dalam Diskusi Terfokus “*Menakar Penggunaan Sistem Informasi Rekapitulasi Suara di Pemilu Indonesia*” yang diselenggarakan oleh Netgrit Senin, 21 Juni 2021.

proses bimbingan teknis penyelenggara pemilu dan karena diselenggarakan 1-2 bulan sebelum hari pemungutan suara, dapat diduga tidak cukup waktu untuk perbaikan dan pengembangan aplikasi berdasarkan catatan hasil audit.



III.

# Mencari Pilihan Teknologi Rekapitulasi Suara Elektronik

ASPEK infrastruktur teknologi dan ketersediaan waktu yang memadai berdasarkan pengalaman penggunaan Sirekap di Pilkada Serentak 2020, menjadi aspek krusial yang perlu dipersiapkan untuk pemanfaatan teknologi *e-recap* pada pemilu Indonesia ke depan. Salah satu aspek fundamental dari infrastruktur teknologi tersebut adalah mengenai varian pilihan teknologi rekapitulasi hasil penghitungan suara yang kelak akan digunakan. Hal ini penting karena akan mempengaruhi desain formulir C1 Plano yang menurut Naskah Kebijakan ini patut menjadi sumber data utama dan infrastruktur teknologi penunjang lainnya mulai dari jalur pengiriman data, teknologi pemrosesan dan penyimpanan data (server), dan lain sebagainya.

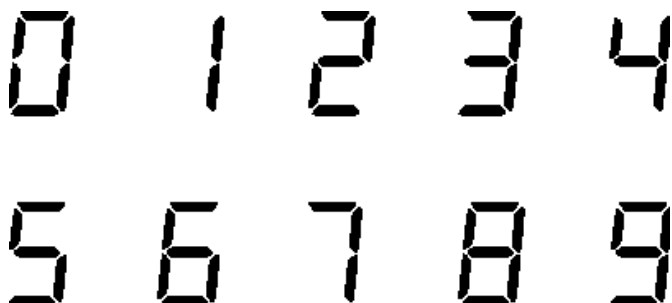
Berdasarkan pengalaman pemilu-pemilu di Indonesia sebelumnya, teknologi pemindaian cenderung sudah biasa menjadi pilihan utama KPU. Teknik pemindaian dalam sistem *e-recap* yang umum digunakan adalah *optical character recognition* (OCR), *optical mark recognition* (OMR), *seven-segment recognition*, dan *tally mark recognition*<sup>6</sup>. Cara kerja keempat varian ini secara

---

6 Reza Lesmana, Praktisi Teknologi dalam Diskusi Teknis 1 “Mencari Teknologi Rekapitulasi Hasil Penghitungan Suara untuk Pemilu 2024” yang

umum adalah memindai karakter yang tertuang di atas kertas menjadi data digital. Namun, masing-masing berkonsekuensi pada desain formulir C1 Plano dan tata cara penulisan hasil pemilu oleh petugas.

**Gambar 4** Contoh pola “seven-segment”



OCR didesain untuk memindai karakter huruf atau angka yang tertulis di atas kertas. Dalam Formulir C1 Plano disediakan kolom kosong dimana petugas menuliskan angka perolehan suara. Sedangkan *seven-segment recognition* memindai karakter angka yang ditulis dalam bentuk seperti tampilan angka pada layar kalkulator elektronik sederhana. Oleh karenanya, Formulir C1 Plano mesti dirancang agar menyediakan pola berupa garis atau titik-titik yang memandu petugas untuk menulis angka sesuai dengan pola tersebut (lihat Gambar 4). Adapun OMR memiliki fungsi untuk memindai pilihan yang diberikan dengan memberikan tanda atau mengarsir kotak atau lingkaran yang berisikan angka-angka yang termuat dalam formulir. Sedangkan *tally mark recognition* di desain khusus untuk membaca jumlah

---

diselenggarakan oleh Netgrit Senin, 28 Juni 2021.

isian dalam kolom turus/*tally*. Sebagai ilustrasi, jumlah nominal isian dalam satu kolom turus/*tally* adalah lima, maka *tally mark recognition* akan memindai setiap kolom turus/*tally* dengan nominal satu dan maskimal lima sesuai dengan jumlah turus/*tally* yang di tulis.

Keempat varian teknologi ini memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Secara spesifik berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari OCR, OMR, dan *Seven-segment recognition*:

**Tabel 2** Kelebihan dan Kekurangan OCR, OMR, dan Seven Segement<sup>7</sup>

| Varian Teknologi Pemindaian   | Kelebihan                                                                                                                                                                           | Kekurangan                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Optical Character Recognition | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak membutuhkan desain formulir khusus;</li> <li>• Petugas mudah dalam menulis angka dalam formulir C1 Plano</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standar penulisan angka berbeda-beda (kualitas penulisan angka petugas) yang dapat menurunkan akurasi hasil pemindaian;</li> <li>• Sangat bergantung pada kualitas atau hasil foto.</li> </ul>                                                                         |
| Optical Mark Recognition      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tingkat akurasi melebihi OCR karena sistem tidak membaca angka, melainkan tanda atau arsiran pada tempat yang sudah disediakan.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulir lebih kompleks karena harus menyediakan tempat khusus untuk <i>menandai</i> atau <i>mengarsir</i>;</li> <li>• Beban kerja petugas bertambah karena harus mengarsir.</li> <li>• Mengarsir memakan waktu lebih banyak dari sekedar menuliskan angka.</li> </ul> |

7 Hasil Diskusi Teknis 1 “*Mencari Teknologi Rekapitulasi Hasil Penghitungan Suara untuk Pemilu 2024*” yang diselenggarakan oleh Netgrit Senin, 28 Juni 2021.

| Varian Teknologi Pemindaian | Kelebihan                                                                                                                                                                                                            | Kekurangan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-Segment Recognition       | Akurasi hasil pemindaian tinggi karena penulisan angka mengikuti format sudah disiapkan sehingga memudahkan sistem dalam membacanya.                                                                                 | Hasil pembacaan sangat bergantung pada penulisan angka pada format angka yang sudah disiapkan sehingga perlu disiplin dan kehati-hatian petugas dalam menuliskannya.                                                                                                                                                          |
| Tally Mark Recognition      | Dapat memindai kolom turus/ <i>tally</i> sebagai pembanding dari hasil teknologi pemindaian lainnya (OCR, OMR, dan <i>7 Segment</i> ) yang dapat meningkatkan <i>confidence level</i> terhadap hasil pembacaan data. | Probabilitas kesalahan pembacaan bisa terjadi dalam kolom turus/ <i>tally</i> yang diisi dengan jumlah nominal kurang dari batas maksimal yang ditentukan (sebagai contoh setiap kolom turus/ <i>tally</i> maksimal lima maka probabilitas kesalahan dapat dibatasi dengan kemungkinan pengisian angka kurang dari lima, 1-4) |

Pada Sirekap Pilkada 2020, teknik OCR digunakan untuk memindai formulir C.Hasil-KWK pada halaman 1 (Bagian I, II, & II) yang berisi data jumlah pemilih dan surat suara. Sedangkan teknik OMR digunakan untuk memindai halaman 2 (Bagian V) yang berisi salinan data perolehan suara. Lembar turus/*tally* (Bagian IV) yang digunakan sebagai sarana penghitungan suara tidak dijadikan sumber pemindaian, namun tetap harus dipotret.

Mengingat Pemilu 2024 akan terdiri dari lima jenis pemilu sekaligus, adanya lembar OMR akan sangat menambah beban kerja petugas KPPS. Di samping itu, OMR juga memunculkan risiko pengisian data yang tidak konsisten antara lembar *tally* dengan lembar OMR. Dengan demikian solusi idealnya adalah hanya menggunakan lembar *tally* (C1 Plano) sebagai sumber data utama untuk pemindaian data perolehan suara.



akurasi yang tinggi. Namun untuk lebih meningkatkan akurasi sistem dalam membaca keempat kolom tersebut, ada beberapa perubahan pada formulir C1 Plano yang perlu diterapkan. Berikut contoh desain yang lebih *computer-friendly*.

Sebagai akibat dari penyajian data yang berlapis ini, setiap sumber data mesti menggunakan teknik pemindaian yang berbeda:

**1. Jumlah Suara (angka) → *Seven-Segment Recognition***

Pola *seven-segment recognition* akan membuat bentuk dan ukuran tulisan angka lebih seragam serta cenderung lebih mudah dikenali oleh sistem.

**2. Jumlah Suara (huruf) → *Optical Character Recognition***

Pemisahan kolom per huruf akan sangat membantu komputer dalam membaca tulisan tangan. Meskipun secara umum pengenalan huruf lebih sulit daripada pengenalan angka, namun sistem pemindaian bisa dibantu dengan mekanisme pengecekan ejaan (*spell-checker*). Dalam hal ini sistem bisa dibekali pengetahuan tambahan berupa kosakata yang mungkin muncul (nol, satu, dua, tiga,... , se-, puluh, belas, ratus) guna memastikan tingkat akurasi yang tinggi.

**3. Jumlah tiap baris → *Seven-Segment Recognition***

Pola *seven-segment recognition* digunakan untuk memastikan tingkat akurasi pemindaian yang tinggi. Pemisahan kolom puluhan dan satuan juga akan membantu sistem dalam pengenalan angka.

**4. Turus Suara/Tally → *Tally Mark Recognition***

Pengenalan *tally mark* relatif jarang digunakan sehingga hal ini perlu dikembangkan secara khusus. Namun secara teori hal ini justru lebih mudah dibandingkan OCR karena hanya

terdiri dari lima jenis simbol yang perlu dikenali. Bahkan semua kolom kecuali kolom terakhir selalu bernilai lima.

Hasil akhir pemindaian oleh sistem adalah gabungan dari keempat teknik di atas. Penggabungan hasil prediksi dari beberapa teknik *machine learning* dikenal dengan istilah *ensemble learning*. Metode ini cenderung menghasilkan prediksi yang lebih akurat dari pada prediksi yang hanya menggunakan satu teknik.

Teknik yang sama juga dapat diterapkan untuk mengenali perolehan suara pada pemilihan DPR, DPRD, maupun DPD, mengingat desain lembar perhitungan suara untuk pemilihan tersebut juga mempunyai bagian-bagian yang sama. Yang menjadi tantangan adalah jumlah halaman yang harus dipotret dan diunggah oleh petugas KPPS. Pada Pemilu Serentak 2019 lalu, formulir C1 Plano untuk pemilu DPR dan DPRD berkisar 20 sampai 36 lembar. Tidak tertutup kemungkinan tertukar antara halaman satu dengan yang lain atau bahkan antara jenis pemilihan yang satu dengan yang lain. Untuk mengatasi hal ini, setiap lembar formulir C1 Plano perlu memiliki kode unik (lihat *barcode* dalam Gambar 5 di atas) yang mengidentifikasi hal berikut:

1. Jenis Pemilihan: Presiden, DPR, DPRD Provinsi, DPRD Kabupaten/Kota, DPD;
2. Provinsi;
3. Kabupaten/Kota;
4. Halaman.

Kode ini perlu dibaca oleh sistem untuk memastikan foto lembar C1 Plano yang diunggah tidak saling tertukar. Oleh karena itu, kode ini perlu dicetak pada setiap halaman dalam bentuk

*barcode* dan tulisan angka. Sistem perlu memindai keduanya untuk mendapatkan bacaan dengan akurasi tinggi.

Jika proses unggahan dan pemindaian semua lembar *tally* untuk pemilihan legislatif dirasa terlalu membebani, salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mendesain formulir C1 Plano untuk pemilu legislatif ke depan adalah membuat skala prioritas bagi sistem dalam membaca sumber data utama yang akan dipindai oleh system *e-recap*. Beberapa data yang perlu dipindai antara lain data akumulasi perolehan suara, data surat suara sah dan tidak sah, dan data jumlah pemilih yang disediakan khusus dalam satu halaman formulir C1 Plano untuk dipotret dan dipindai.

Aspek lain yang perlu dipersiapkan setelah menentukan varian teknologi pemindaian yang akan digunakan, termasuk desain formulir C1 Plano sebagai sumber data utama, adalah menyiapkan aplikasi perangkat lunak (*software*) yang berfungsi untuk memindai sumber data tersebut. Pertanyaan kunci yang perlu dijawab adalah, apakah aplikasi pemindaian (OCR/OMR/*Seven-Segment Recognition*) ditempatkan di telepon genggam atau di server? Sebelumnya aplikasi Sirekap di Pilkada 2020 menempatkan teknologi pemindaian di server bukan di telepon genggam. Namun, telepon genggam petugas KPPS yang terpasang Sirekap Mobile memperoleh umpan balik dari hasil pindaian foto formulir C. Hasil-KWK yang dikirim petugas KPPS, untuk memeriksa kembali hasil pindaian dan mengonfirmasinya apabila hasilnya akurat atau memperbaikinya jika terjadi kesalahan.

Salah satu keuntungan dari penempatan teknologi pemindaian di server adalah kinerja pemindaian tidak dipengaruhi oleh kualitas dan kapasitas telepon genggam. Yang penting kualitas kameranya cukup baik. Namun, proses pembacaan hasil tidak

bisa dilakukan secara *real-time* dan tidak ada *feedback* kepada petugas untuk membaca dan melakukan verifikasi keakurasian hasil pemindaian. Dalam hal ini petugas hanya berperan untuk memotret dan mengirim hasil foto tersebut ke server untuk dibaca oleh server. Jalan keluarnya adalah dengan membentuk sebuah tim verifikasi di lokasi yang terpusat sehingga mudah dipantau oleh KPU RI.

**Tabel 3** Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Penempatan Teknologi

|                                         | Kelebihan                                                                                                                                                                                           | Kekurangan                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teknologi pemindaian di telepon genggam | Petugas memperoleh <i>feedback</i> langsung untuk memeriksa akurasi hasil bacaan terhadap formulir C1 Plano                                                                                         | Aplikasi berat dan berpotensi <i>error</i> pada perangkat telepon genggam yang memiliki performa rendah.                                          |
| Teknologi pemindaian di server          | Petugas hanya diberikan tugas untuk memotret dan mengirim hasil foto ke server sehingga meringankan beban kerja telepon genggam petugas dan tidak dibutuhkan telepon genggam dengan performa tinggi | Tidak ada <i>feedback</i> kepada petugas KPPS untuk melihat hasil pemindaian yang dibaca oleh server dan dibutuhkan kapasitas server yang tinggi. |
| Teknologi pemindaian hybrid             | Petugas memperoleh <i>feedback</i> dan dapat memeriksa kembali hasil bacaan sistem terhadap hasil foto yang dilakukan oleh petugas.                                                                 | Desain teknologi yang kompleks karena menggabungkan perangkat telepon genggam dan server untuk membaca hasil.                                     |

Dari berbagai pilihan tersebut, salah satu hal yang perlu dipertimbangkan adalah merancang aplikasi telepon genggam yang sesederhana mungkin sehingga kebanyakan telepon

genggam pintar dapat mengoperasikannya. Selain itu, dapat pula disediakan fitur yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi konfigurasi telepon genggam dalam hal ini untuk menentukan apakah telepon genggam tersebut layak atau sesuai menggunakan aplikasi tersebut<sup>9</sup>.

Berbagai usulan tersebut sangat bergantung pada perubahan format Formulir C1 Plano menjadi seperti yang dicontohkan oleh Gambar 5 di atas. Perubahan format ini membutuhkan perubahan undang-undang. Jika pemerintah dan DPR enggan mengubahnya sebelum diselenggarakannya Pemilu 2024, maka perlu dicari solusi sistem teknologi yang cukup memadai dengan format Formulir C1 Plano sekarang ini seperti yang ditawarkan di bawah ini.

Mengingat format sekarang belum mengadopsi penampilan *seven-segment*, maka satu-satunya teknologi pemindaian yang relevan adalah OCR. Mengingat tingkat akurasi OCR yang lebih rendah akibat potensi variasi tinggi dalam penulisan angka oleh petugas KPPS, maka dibutuhkan petugas KPPS yang lebih besar. Untuk mengimbangi kemungkinan salah baca oleh sistem, maka petugas KPPS diminta untuk mengisi (*input*) data secara manual dalam aplikasi di telepon genggam. Hal ini mirip dengan Sirekap Pilkada 2020 dan Kawal Pilpres 2019.

Proses *input* data ini dilakukan tanpa melihat hasil pemindaian oleh sistem. Bahkan hasil pemindaian sistem tidak perlu ditunjukkan kepada petugas KPPS. Pengisian data secara independen diharapkan dapat memaksa petugas KPPS untuk teliti dalam memasukkan data dan tidak sekedar menyetujui hasil

---

9 Setiadi Yazid, Pengajar Universitas Indonesia dalam Diskusi Teknis 1 “*Mencari Teknologi Rekapitulasi Hasil Penghitungan Suara untuk Pemilu 2024*” yang diselenggarakan oleh Netgrit Senin, 28 Juni 2021.

pemindaian. Dengan demikian antara hasil pemindaian dan *input* data manual bersifat independen dan dapat digunakan untuk saling verifikasi.

Tidak adanya kebutuhan menunjukkan hasil pemindaian kepada petugas KPPS juga memberi keuntungan secara teknis. Proses pemindaian adalah proses yang sangat intensif dalam menggunakan sumber daya komputasi. Jika proses ini dilakukan secara *real-time* setiap kali petugas KPPS mengunggah foto formulir C1 Plano, maka akan terjadi lonjakan beban yang sangat tinggi di sisi server pada saat selesai penghitungan suara di TPS. Dengan memisahkannya dari proses *input* data, maka proses pemindaian dapat dikerjakan secara bertahap di latar belakang dengan mekanisme antrian *store and forward*. Dengan pendekatan ini beban *server* dapat disebar lebih merata.



## IV.

# Salinan Digital Formulir C1 Plano, Tanda Tangan Digital dan Digital TimeStamp

SETELAH Pemilu 2019, ada motivasi kuat di antara KPU sebagai penyelenggara pemilu dan DPR-RI sebagai pembuat undang-undang untuk memperingan beban para petugas KPPS. Oleh karena itu, patut ditelaah kemungkinan diberlakukannya salinan digital formulir C1 Plano sebagai dokumen yang otentik. Untuk itu, satu lagi infrastruktur teknologi yang perlu dipersiapkan dalam membangun sistem *e-recap* adalah fitur tanda tangan digital yang berfungsi untuk mengotentifikasi Salinan digital dokumen pemilu - dalam hal ini formulir C1 Plano.

Anggota KPPS beserta saksi peserta pemilu diatur oleh undang-undang pemilu untuk menandatangani berita acara dan sertifikat hasil penghitungan suara. UU 7/2017 mengatur mekanisme pemberian tanda tangan dalam dua ketentuan berikut:

### 1. Pasal 389 Ayat (2)

*“Berita acara pemungutan dan penghitungan suara serta sertifikat hasil penghitungan suara sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditandatangani oleh semua anggota KPPS/KPPSLN dan saksi peserta pemilu yang hadir”.*

## 2. Pasal 389 Ayat (3)

“Dalam hal terdapat anggota KPPS/KPPSLN dan saksi peserta pemilu yang hadir tidak menandatangani sebagaimana dimaksud pada ayat (2), berita acara pemungutan dan penghitungan suara serta sertifikat hasil penghitungan suara ditandatangani oleh anggota KPPS/KPPSLN dan saksi peserta pemilu yang hadir dan bersedia menandatangani”.

Menafsir makna Ayat (3) di atas, pembubuhan tanda tangan pada dasarnya tidak diwajibkan bagi setiap anggota KPPS maupun saksi peserta pemilu. Namun, undang-undang pemilu tetap mengharuskan adanya tanda tangan bagi anggota KPPS/KPPSLN dan saksi peserta pemilu di formulir berita acara dan sertifikat hasil. Mohon dicatat bahwa Naskah Kebijakan ini mengusulkan agar formulir C1 Plano sekaligus berfungsi sebagai “berita acara pemungutan dan penghitungan suara serta sertifikat hasil penghitungan suara” sebagaimana dimaksud UU 7/2017.

Selama ini tanda tangan yang dibubuhkan oleh petugas KPPS dan saksi peserta pemilu adalah tanda tangan ‘basah’ pada kolom khusus pada formulir C1 Plano, berita acara, dan sertifikat hasil pemilu. Tanda tangan basah tetap bisa diberlakukan dalam penerapan *e-recap*. Dalam hal ini, formulir C1 Plano yang dalam Naskah Kebijakan ini disarankan sebagai sumber data utama *e-recap* dapat tetap menyediakan kolom khusus bagi anggota KPPS dan saksi peserta pemilu untuk membubuhkan tanda tangan ‘basah’. Formulir C1 Plano yang ditandatangani secara ‘basah’ inilah yang kemudian dipotret oleh petugas KPPS dan

dikonversi menjadi dokumen digital yang menyertakan tanda tangan digital sebagai tanda otentik keaslian dokumen digital tersebut. Dokumen digital yang dilengkapi oleh tanda tangan digital tersebut menjadi salinan digital Formulir C1 Plano yang sah dan otentik sebagaimana dimaksud Pasal 389 ayat (2) dan (3) UU 7/2017.

Tanda tangan digital bukanlah tanda tangan ‘basah’ yang di digitalisasi. Tanda tangan digital merupakan penggunaan *pin* atau *algoritma* untuk menandatangani dan memvalidasi keaslian dokumen, file, atau perangkat lunak; bukan pena dan kertas <sup>10</sup>. Secara sederhana tanda tangan digital dapat diumpamakan sebagai sandi atau kode yang dimiliki oleh individu dalam hal ini anggota KPPS ataupun saksi peserta pemilu untuk dibubuhkan dalam sebuah dokumen digital seperti hasil foto formulir C1 Plano oleh *e-recap*, sebagai bentuk penanda keabsahan atau validitas dokumen C1 Plano tersebut. Hal ini sejalan dengan tiga fungsi utama dari tanda tangan digital: *authentication* untuk memastikan kebenaran identitas individu yang melakukan tandatangan, *integrity* guna memastikan dokumen tidak berubah setelah ditandatangani, dan *non-repudiation* dimana individu yang menandatangani tidak bisa membantah atau menyangkal telah membubuhkan tandatangannya di dokumen tersebut<sup>11</sup>.

Proses kerja dari tanda tangan digital diawali dengan melakukan pendataan identitas siapa saja yang akan membubuhkan tanda tangan digital dalam formulir C1 Plano. Jika merujuk pada

---

10 Lihat <https://idcloudhost.com/digital-signature-tanda-tangan-digital-pengertian-fungsi-cara-kerja-dan-keunggulannya/>

11 Reza Lesamana, Pakar Teknologi Informasi dalam Diskusi Teknis 6 “*Merancang Digital Signature, Salinan Digital, dan Time Stamp Publikasi Rekapitulasi Elektronik Perolehan Suara Hasil Pemilu*”, yang diselenggarakan oleh Netgrit Kamis, 16 September 2021.

ketentuan perundang-undangan terdapat dua aktor utama yang memiliki kewenangan untuk memberikan tanda tangannya yakni anggota KPPS yang berjumlah tujuh orang dan saksi peserta pemilu yang jumlahnya bergantung pada jumlah peserta pemilu. Persoalannya semakin banyak orang yang memberikan tanda tangan digital semakin tinggi tantangan dan kesulitan dalam menyiapkan dan mengelolanya.

Dalam konteks *e-recap* yang diusulkan oleh Naskah Kebijakan ini dimana dua anggota KPPS yang memotret dan mengirim foto formulir C1 Plano, maka tanda tangan digital cukup diberikan pada Ketua KPPS dan salah satu anggota KPPS yang keduanya bertugas untuk mengoperasikan *e-recap* melalui telepon genggamnya sebagai bentuk validasi dokumen digital formulir C1 Plano. Dengan demikian ketika kedua petugas mengirimkan hasil foto menggunakan telepon genggam masing-masing, maka tanda tangan digital secara otomatis terbubuhkan. Tanda tangan basah yang dituangkan oleh anggota KPPS dan saksi peserta pemilu di TPS dalam kolom tanda tangan di formulir C1 Plano akan terabadikan dalam foto yang diambil. Setelah lolos proses verifikasi, salinan digital kemudian disebarkan pada pihak-pihak yang diwajibkan undang-undang seperti peserta pemilu, pengawas TPS, PPS, dan PPK, maupun pihak-pihak lainnya. Karena berbentuk digital, salinan dari formulir C1 Plano tersebut juga dapat dengan mudah diberikan kepada pengawas pemilu, partai politik terkait, calon legislatif/presiden terkait dan pemantau pemilu walaupun tidak/belum diwajibkan undang-undang sehingga meningkatkan transparansi hasil pemilu.

UU 7/2017 Pasal 390 Ayat (2) menyatakan, “KPPS wajib memberikan satu eksemplar berita acara pemungutan dan penghitungan suara serta sertifikat hasil penghitungan suara kepada

*saksi Peserta Pemilu, Pengawas TPS, PPS, dan PPK melalui PPS pada hari yang sama*". Ketentuan ini menegaskan adanya dua bentuk dokumen salinan yang wajib disiapkan dan diberikan oleh KPPS kepada beberapa pihak tersebut. Namun, Naskah Kebijakan ini menyarankan untuk menjadikan formulir C1 Plano sebagai satu-satunya dokumen karena di dalamnya memuat data dan informasi yang sama seperti berita acara dan sertifikat hasil penghitungan suara. Dengan kata lain, berita acara dan sertifikat dijadikan satu dalam sebuah formulir C1 Plano.

Dijadikannya formulir C1 Plano sebagai dokumen tunggal dapat meringankan beban kerja petugas KPPS secara nyata dalam menyiapkan dokumen salinan yang harus diberikan kepada pengawas TPS, saksi peserta pemilu, dan PPS. Mereka tidak lagi harus menyalin berpuluh-puluh berkas salinan Berita Acara dan Sertifikat Hasil Penghitungan Suara yang dalam praktik Pemilu 2019 lalu baru dapat dilakukan di tengah malam, di saat para petugas sudah letih mengingat mereka sudah bekerja sejak pagi hari. Idealnya dokumen salinan formulir C1 Plano diberikan dalam bentuk digital sebagai konsekuensi dari pemanfaatan teknologi *e-recap* yang mengonversi formulir C1 Plano menjadi data digital melalui pemotretan dan pemindaian. Lebih jauh, salinan digital dapat meminimalisasi kesalahan penulisan yang mungkin terjadi dalam menyalin angka-angka di formulir C1 Plano secara manual. Pemanfaatan salinan digital sendiri tidak bertentangan dengan kerangka hukum yang ada. UU 7/2017 tidak mengatur bentuk salinan yang diberikan kepada Pengawas TPS, saksi-saksi peserta pemilu, dan PPS - apakah dalam bentuk cetak atau digital.

Adapun salinan digital yang dimaksud merupakan foto-foto formulir C1 Plano yang dikemas dalam satu dokumen digital berformat PDF/ ZIP atau format data terbuka lainnya yang dapat

diakses secara digital. Di sinilah tanda tangan digital menjadi sangat penting dalam konteks pembuatan salinan digital untuk kebutuhan otentifikasi dan validasi salinan digital formulir C1 Plano yang diberikan kepada pengawas TPS, saksi peserta pemilu, dan PPS.

Selain itu, *timestamp* atau cap waktu digital diperlukan untuk menunjukkan waktu pemotretan dokumen formulir C1 Plano dan waktu penandatanganan digital yang dilakukan oleh petugas KPPS. *Timestamp* dirancang dalam sistem *e-recap* yang secara otomatis mengaktifkan tanggal dan waktu dalam merekam hasil foto formulir C1 Plano oleh petugas. Idealnya *timestamp* membutuhkan server tersendiri yang dikenal dengan istilah *timestamp authority*<sup>12</sup>.

Pembuatan salinan digital dilakukan oleh aplikasi *e-recap* yang dilengkapi fitur untuk menghasilkan file PDF dari formulir C1 Plano arsip (ZHP). Salinan digital dapat diberikan secara online maupun offline. Aplikasi *e-recap* memiliki fitur untuk menghasilkan URL atau QR Code untuk mengakses salinan digital secara online. Pengawas TPS, saksi peserta pemilu, pemantau pemilu, dan pemilih pada umumnya dapat memperoleh URS atau QR Code untuk mengakses dokumen salinan digital formulir C1 Plano.

Selain itu, aplikasi mekanisme pemberian salinan digital dapat dilakukan juga melalui aplikasi pesan singkat atau *email* dengan catatan Pengawas TPS dan saksi peserta pemilu sudah didaftarkan terlebih dahulu secara terpusat. Sehingga dokumen salinan digital formulir C1 Plano dapat terkirim secara otomatis ke Pengawas TPS dan saksi peserta pemilu. Namun, prasyarat utama dari cara pemberian salinan digital ini ialah membutuhkan jaringan

---

<sup>12</sup> Ibid

internet. Jika terdapat jaringan internet yang kurang memadai, pemberian dokumen salinan digital dapat dilakukan melalui *Bluetooth* dari telefon genggam petugas KPPS yang terpasang aplikasi *e-recap* ke pengawas TPS dan saksi-saksi peserta pemilu.



V.

## Merancang Jalur Pengiriman, Penyimpanan, dan Publikasi Data Hasil Pemilu

SEIRING dengan penentuan varian teknologi pemindaian yang akan digunakan untuk membaca dan menabulasi formulir C1 Plano di TPS, aspek infrastruktur teknologi lainnya yang perlu dipersiapkan adalah jalur pengiriman data, infrastruktur penyimpanan data (pusat data), dan sarana publikasi data hasil pemilu. Hal ini penting karena menyangkut fungsi utama dari penerapan *e-recap*, yaitu untuk mempercepat proses rekapitulasi hasil penghitungan suara, termasuk dalam hal menunjang transparansi data hasil pemilu.

Pengiriman data, penyimpanan data, dan publikasi data lekat kaitannya dengan jaringan internet dan teknologi penyimpanan data atau server. Terdapat beberapa pilihan infrastruktur jaringan internet yang dapat digunakan untuk pengiriman sumber data utama formulir C1 Plano setelah di foto oleh petugas KPPS yakni: melalui jaringan internet pada umumnya, membangun jalur khusus pengiriman seperti *virtual private network* (VPN), menggunakan jaringan *peer-to-peer messaging* (*p2p messaging*) seperti yang dilakukan oleh Kawal Pilpres yang

menggunakan Palapa sudah memiliki fitur *end to end encryption*, atau menggunakan protokol HTTPS dengan implementasi yang jauh lebih mudah serta sudah di lengkapi *end to end encryption*<sup>13</sup>.

Pemanfaatan jaringan VPN memiliki keunggulan dari segi keamanan dan kelancaran jalur pengiriman data. VPN yang membuat jalur pengiriman data secara mandiri di luar jaringan internet pada umumnya, mampu meminimalisasi penyadapan atau upaya peretasan yang dapat berujung pada perubahan hasil pemilu. Namun, salah satu kekurangan dari penggunaan VPN adalah memerlukan biaya yang jauh lebih mahal karena harus membangun jalur pengiriman data secara khusus. Menggunakan jaringan *peer-to-peer messaging* atau HTTPS jauh lebih hemat karena jalurnya sudah ada sehingga tidak perlu dibangun secara khusus.

Terlepas dari jalur pengiriman data yang digunakan, teknik pengiriman data juga perlu mendapat perhatian. Aplikasi web maupun *mobile* umumnya bersifat interaktif atau *real-time* dalam arti setiap ada pengiriman data ke server, pengguna selalu menunggu respon dari server. Hal ini dapat menjadi masalah jika server terlalu sibuk sehingga tidak sanggup melayani. Dalam hal ini, perilaku pengguna umumnya akan terus mencoba mengulang pengiriman data. Akibatnya beban server semakin tinggi.

Salah satu opsi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan teknik pengiriman *store-and-forward*. Dengan metode ini, data yang dikirim langsung disimpan di perangkat sebelum dikirim ke server begitu jalur ke server bebas dari

---

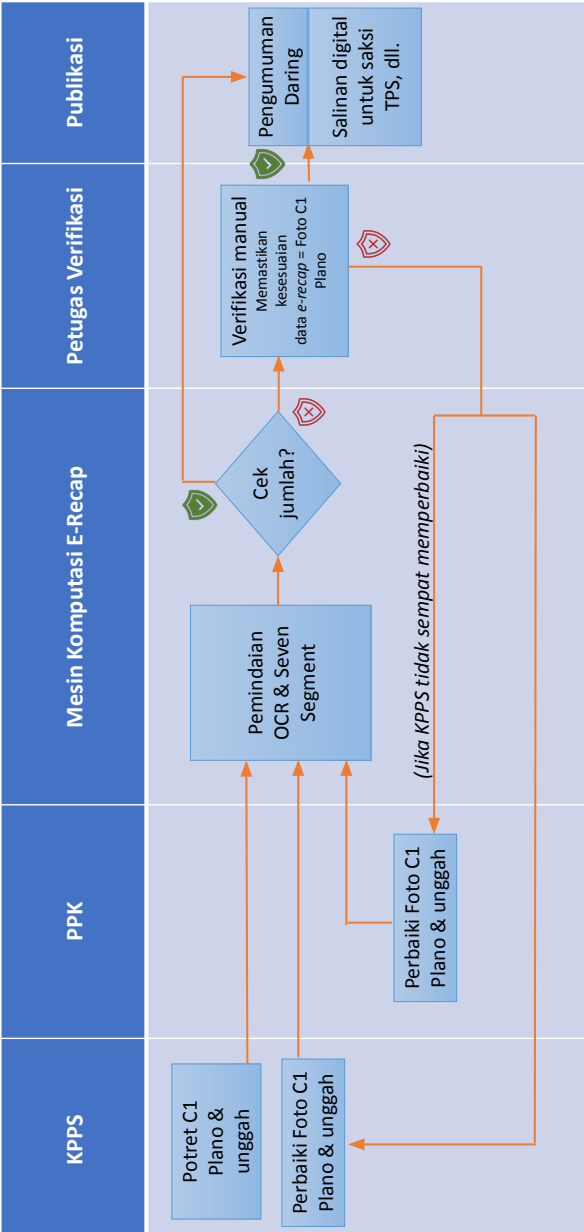
13 Ono W Purbo dan Reza Lesmana, Pakar Teknologi Informasi dalam Diskusi Teknis 2 “Keterbukaan Data (Open Data) Teknologi Rekapitulasi Penghitungan Suara” yang diselenggarakan oleh Netgrit Senin, 5 Juli 2021. <https://cyberthreat.id/read/8576/Palapa-Aplikasi-Percakapan-Lokal-yang-Diklaim-Lebih-Aman-dan-Anti-Hijacking>

hambatan. Mekanisme ini umum digunakan pada aplikasi percakapan (SMS/Whatsapp) atau email. Jika pengiriman gagal, aplikasi akan secara otomatis mencoba ulang. Yang membedakan metode ini dengan metode interaktif, pengiriman ulang ini akan dijadwalkan setelah jeda beberapa waktu sehingga tidak menimbulkan lonjakan beban pada server. Selain itu metode *store-and-forward* ini juga mempunyai keuntungan dalam kondisi di mana jaringan Internet tidak lancar. Ia dapat secara otomatis mengirim data begitu jaringan terhubung kembali. Tentunya perangkat mesti terus dalam keadaan aktif (*on*).

Demi menjamin akurasi dan validitas data dalam proses tabulasi oleh sistem *e-recap*, utamanya pasca pengiriman data formulir C1 Plano oleh petugas KPPS, data hendaknya diverifikasi terlebih dahulu sebelum data dipublikasikan. Verifikasi dilakukan oleh sebuah tim beranggotakan puluhan verifikator yang berada di tingkat pusat sehingga mudah dikendalikan dan diawasi oleh KPU RI. Adapun cara kerja verifikator sebagai berikut (lihat pula Gambar 6).

1. Setelah petugas TPS mengirim data C1 Plano ke server, jika tingkat keyakinan mesin dalam memindai berada di bawah persentase tertentu, maka data akan dikirim ke tim verifikator untuk memeriksa kesesuaian data hasil pemilu yang dibaca oleh aplikasi dengan data hasil pemilu yang tertuang dalam formulir C1 Plano berdasarkan foto yang dipindai;
2. Jika terjadi kekeliruan pembacaan hasil pemilu yang diakibatkan oleh kesalahan teknis pemindaian dalam membaca foto atau berdasarkan cek silang dengan kolom formular lainnya didapat kesalahan penulisan angka oleh petugas TPS, maka verifikator dapat langsung memperbaiki

Gambar 6 Alur Verifikasi Hasil E-Recap



data hasil pemilu sehingga data tersebut dapat diteruskan ke server publikasi;

3. Jika terjadi kekeliruan data diakibatkan oleh ketidakjelasan foto formulir C1 Plano atau kesalahan lainnya yang disebabkan oleh kelalaian petugas KPPS, maka verifikator memberikan tanda *flag* atau diblok pada dokumen formulir C1 Plano yang keliru dan sistem mengirim pesan ke petugas KPPS terlibat untuk diperiksa kembali. Kalau perbaikan tidak sempat dilakukan pada tingkat TPS, maka perbaikan dilakukan dalam tahapan rekapitulasi hasil penghitungan suara di tingkat Kecamatan. Semua data yang diberi tanda *flag* atau diblok ini tidak akan diteruskan ke server publikasi sebelum diperbaiki dan diverifikasi ulang sehingga tidak ada data bermasalah yang muncul dalam portal publikasi;
4. Petugas rekapitulasi hasil penghitungan suara di Kecamatan kembali memperbaiki angka-angka data hasil pemilu di formulir C1 Plano yang diberi tanda *flag* oleh verifikator apabila terbukti terjadi kekeliruan. Setelah dilakukan perbaikan, petugas Kecamatan kembali mengirim data formulir C1 Plano perbaikan ke server utama untuk diverifikasi dan diteruskan ke server publikasi<sup>14</sup>.

Muara utama dari jalur pengiriman data adalah server pemrosesan dan penyimpanan data. Kapasitas server pemrosesan dan penyimpanan data untuk *e-recap* ini perlu dipersiapkan dan diperhitungkan secara mendalam untuk mengukur kapasitas atau daya tampung data formulir C1 Plano dari seluruh TPS. Jika

---

14 Laporan diskusi Teknis 2 “Keterbukaan Data (*Open Data*) Teknologi Rekapitulasi Penghitungan Suara” yang diselenggarakan oleh Netgrit Senin, 5 Juli 2021.

kapasitas server tidak diperhitungkan secara tepat, tentunya akan mengganggu proses bekerjanya *e-recap* utamanya dalam penyimpanan data yang melebihi batas.

Paling tidak terdapat dua varian server yang bisa dipertimbangkan untuk digunakan sebagai pusat data *e-recap* yakni: *physical server* dan *cloud server*. Keduanya mampu menampung data dengan kapasitas yang besar. Namun, khusus *physical server*, kapasitas server perlu diperhitungkan dengan tepat untuk menampung keseluruhan beban pemrosesan dan data pemilu karena jika terdapat lonjakan beban berlebih memerlukan waktu untuk menambah kapasitas server. Sedangkan dengan *cloud server*, kapasitas server dapat dengan mudah ditingkatkan secara otomatis ketika muncul beban yang melebihi kapasitas yang telah dipersiapkan di awal.

Namun, ketika menggunakan *cloud server* perlu diperhatikan jenis *cloud* yang digunakan: apakah *public cloud* atau *private cloud*. Infrastruktur *public cloud* dimiliki oleh institusi penyedia layanan *cloud* yang biasanya merupakan sebuah perusahaan. Para pengguna layanan ini menyewa sumber daya komputasi seperti server dan media penyimpanan. Keuntungan dari *public cloud* adalah efisiensi biaya karena pengguna hanya perlu membayar sesuai kebutuhan (*pay-as-you-go*). Di sisi lain karena infrastruktur *cloud* dikelola oleh pihak ketiga dan infrastruktur yang sama juga digunakan oleh pengguna lain untuk berbagai keperluan selain pemilu, maka ada risiko keamanan yang perlu mendapat perhatian tambahan. Sementara *private cloud* dimiliki dan dikelola sendiri, sehingga dapat sepenuhnya dimanfaatkan untuk kepentingan pemilu dan aspek keamanan pun sepenuhnya tanggung jawab penyelenggara pemilu. Kekurangan dari *private cloud* adalah kebutuhan investasi yang besar dan memerlukan

tambahan sumber daya manusia untuk mengelolanya.

Server penyimpanan data idealnya disediakan dalam dua jenis yakni: satu server khusus pusat data yang menampung dan memproses seluruh data C1 Plano dan server kedua ditujukan untuk mempublikasikan data hasil pemilu (server publikasi). Pemisahan dua server penyimpanan data ini penting untuk keamanan data sekaligus mempercepat proses publikasi hasil pemilu. **Server publikasi** berfungsi untuk mempublikasikan berbagai data hasil pemilu mulai dari jumlah pemilih, surat suara yang digunakan, surat suara sah dan tidak sah, dan perolehan suara peserta pemilu, termasuk foto C1 Plano.

Terdapat dua keunggulan utama dari penggunaan server publikasi yang diantaranya sebagai berikut:

1. Server khusus publikasi sangat dibutuhkan dan perlu dipisahkan dengan server utama untuk memproteksi data utama hasil pemilu karena kalau server publikasi diserang, data utama tetap aman;
2. Server publikasi ditujukan untuk mempermudah publik, pemantau, peserta pemilu, dan media untuk mengetahui secara *real-time* data hasil pemilu yang sudah dihitung di setiap TPS, termasuk dalam memfasilitasi publikasi ulang data-data hasil pemilu tersebut oleh media massa.

Server publikasi dalam penggunaan teknologi *e-recap* idealnya menyediakan fitur khusus bagi media massa yang dapat mengakses data-data hasil dalam format yang dapat dipublikasikan oleh media massa secara *real-time*. Demi keamanan, media massa tidak diberikan akses pada server, namun serverlah yang akan memberikan *push* data pada media massa terdaftar. Dalam hal

ini setiap perkembangan data hasil pemilu yang telah diverifikasi akan diterima oleh server publikasi dan kemudian oleh media massa dalam selang waktu yang hampir bersamaan. Media massa yang dapat mempublikasikan ulang secara *real-time* tersebut hanya media massa yang dipilih oleh penyelenggara pemilu berdasarkan kriteria-kriteria yang ditentukan.

Selain itu, server publikasi ini dapat juga mengirimkan data hasil perolehan suara yang telah diverifikasi ke pusat data partai-partai politik. Jika pengiriman data melalui server publikasi ke media bertujuan untuk semakin mendorong transparansi hasil pemilu, pengiriman data hasil pemilu ke partai politik melalui server publikasi adalah untuk memfasilitasi transparansi, akuntabilitas, dan kontrol langsung dari partai politik peserta pemilu untuk melihat dan memperoleh data hasil pemilu secara *real-time* sehingga mereka dapat melakukan cek silang ke lapangan apabila dibutuhkan.

Jika dikontekstualisasikan dengan sembilan prinsip tersebut, maka data hasil pemilu yang dipublikasi oleh *e-recap* haruslah tersedia dengan mudah dan permanen untuk diakses melalui jaringan internet dan dapat dengan mudah untuk diunduh, diolah (*machine-readable*), dan dipublikasikan ulang. Pengalaman pada Pemilu 2019 dan Pilkada Serentak 2020 menunjukkan bahwa sesungguhnya KPU sudah menyiapkan data hasil pemilu dalam format open data dalam bentuk JSON. Hanya saja dalam portal publikasi yang dibuat KPU tidak menyediakan navigasi atau petunjuk untuk memperoleh data hasil pemilu dalam format data terbuka tersebut. Sebagaimana data yang ditampilkan di situs publikasi, data dengan format JSON tersebut tersedia untuk tiap tingkatan dari TPS hingga provinsi. Namun untuk mendapatkan seluruh data detil hingga tingkat TPS tidak mudah karena perlu mengunduh data setiap TPS satu per satu.

Hal krusial lain yang perlu diperhatikan dalam mempublikasi data hasil pemilu dalam format data terbuka (*open data*). Pada tahun 2015, *the Open Election Data Initiative* yang diprakarsai oleh National Democratic Institute merumuskan sembilan prinsip dasar data terbuka dalam pemilu (lihat Gambar 7).

**Gambar 7** Sembilan Prinsip Dasar Data Terbuka dalam Pemilu <sup>15</sup>

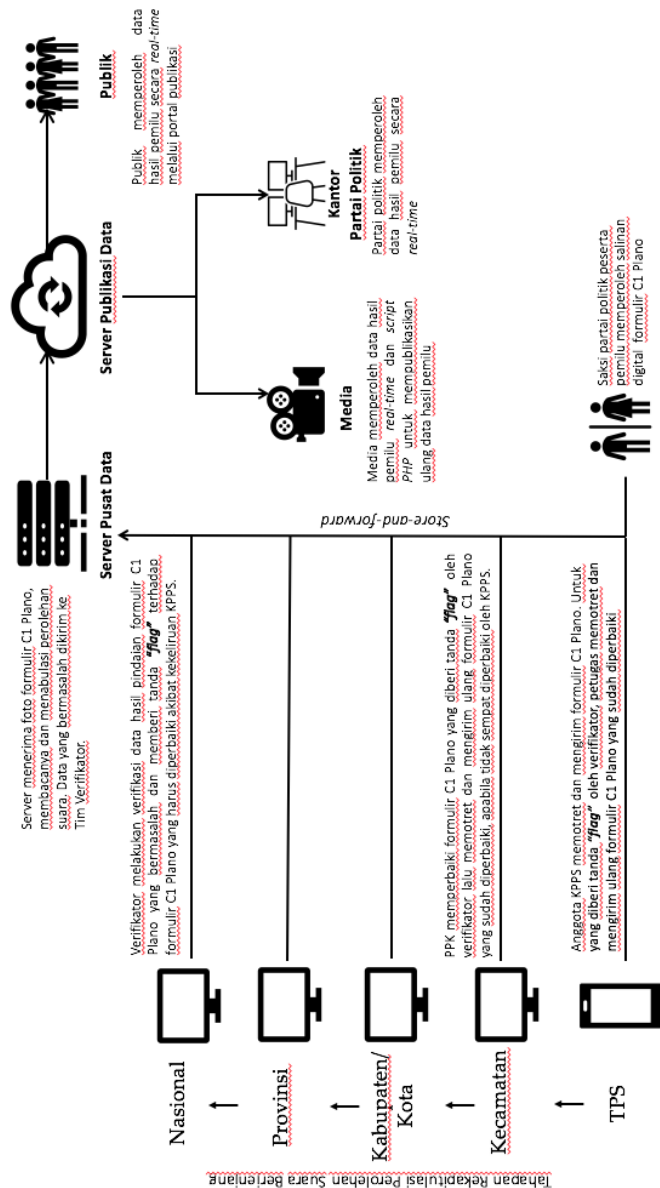
1. **timely:** made available as quickly as necessary to be useful;
2. **granular:** available at the finest-possible level or granularity or detail and also made available at the primary level, i.e. the level at which the source data is collected;
3. **available for free on the Internet:** released without any monetary restrictions;
4. **complete and in bulk:** released as a complete data set without any omissions;
5. **analysable:** made available in a machine-readable format that can be quickly and easily analysed;
6. **non-proprietary:** available in a format over which no entity has exclusive control;
7. **non-discriminatory:** available to any individual or institution for anonymous access without any usage restrictions, including application or registration requirements;
8. **licence-free:** there should be no barriers for reuse and redistribution for any purpose;
9. **permanently available:** via a stable Internet location for an indefinite period of time. Specifically, data that is only available for a short period of time is not open.

Publikasi data hasil pemilu di masa mendatang hendaknya juga menyediakan data detil lengkap yang dapat diunduh secara *bulk* dan dalam format data terbuka lainnya, seperti JSON, CSV, dan XML. Selain itu, navigasi dan informasi mengenai tata cara mengunduh data terbuka hasil pemilu tersebut disediakan dalam portal publikasi.

---

15 Liz Carlo & Peter Wolf 2017, *Open Data in Electoral Administration*, Stockholm, International IDEA, hal,13

**Gambar 8** Skema Alur Pengiriman, Penyimpanan, dan Publikasi Data Hasil Pemilu



## VI.

# Memperkokoh Sistem Keamanan Siber

PROSES pembangunan aplikasi pemindaian, jalur pengiriman data, penyimpanan data, dan publikasi data sesungguhnya berjalan secara beriringan dengan mempersiapkan sistem keamanan siber. Setiap proses pembangunan infrastruktur teknologi dalam rekapitulasi elektronik hasil penghitungan suara harus dilengkapi dengan infrastruktur keamanan siber karena data hasil pemilu merupakan data maha penting yang rawan akan serangan siber. Jangan sampai tujuan utama penggunaan perangkat teknologi *e-recap*, yakni untuk meminimalisasi hadirnya manipulasi suara justru tercederai akibat hadirnya peretasan terhadap teknologi tersebut yang mengganggu integritas hasil pemilu.

International Telecommunication Union (ITU) mendefinisikan sistem keamanan siber sebagai kumpulan alat, kebijakan, konsep keamanan, perlindungan keamanan, pedoman, pendekatan manajemen risiko, tindakan, pelatihan, praktik terbaik, jaminan dan teknologi yang dapat digunakan untuk melindungi lingkungan dan organisasi siber serta aset pengguna<sup>16</sup>. Association of Chartered Certified Accountants (2018) menjelaskan terdapat enam hal yang perlu diperhatikan dalam membangun sistem

---

16 ITU dalam Pratama dan Amalia 2020, *Panduan Penerapan Teknologi Pungut-Hitung di Pemilu Buku Panduan untuk Indonesia*, International IDEA, hal. 62

keamanan siber yakni:

1. Identifikasi ancaman keamanan siber secara berkala.
2. Membangun sistem keamanan siber yang setidaknya menyulitkan para peretas untuk masuk ke dalam sistem.
3. Mengontrol petugas atau pegawai yang bekerja pada lembaga penyelenggara pemilu. Setiap petugas yang keluar dari lembaga mesti dihentikan email kelembagaannya seketika dan dihentikan aksesnya terhadap seluruh sistem informasi lembaga. Kata kunci (*password*) untuk mengakses sistem informasi juga harus diubah untuk menghindari akses tak resmi yang tak diinginkan.
4. Tersedianya prosedur teknis untuk batasan *firewall* dan internet *gateway*, konfigurasi keamanan, pengendalian akses, perlindungan dari *malware*, dan sarana pengelolaan tambahan yang selalu disesuaikan dengan standar umum.
5. Pengelolaan data sesuai kebutuhan. Perlu ada aturan mengenai peninjauan aset data, kategorisasi data, dan jenis-jenis perlindungan terhadap masing-masing kategori data, serta pengawasan terhadap pihak-pihak yang dapat mengakses data tertentu, dan pemeriksaan lalu lintas keluar-masuk sistem.
6. Adanya skenario respon terhadap kejadian peretasan. Jika sistem diretas, lembaga harus memiliki rencana respon yang menentukan bagaimana serangan dikenali, siapa yang memimpin respon, bagaimana uji forensik dan investigasi dilakukan, dan bagaimana lembaga berkomunikasi dengan publik setelah serangan siber terjadi<sup>17</sup>.

---

17 Ibid hal 63-64

Identifikasi ancaman siber, terutama dari segi infrastruktur teknologi *e-recap* yang dibangun mulai dari teknologi pemindaian, pengiriman, penyimpanan hingga publikasi data adalah langkah utama yang harus dilakukan. Meskipun tidak ada satupun teknologi yang aman 100% dan setiap varian teknologi memiliki kerentanannya masing-masing, namun hal ini dapat diminimalisasi dengan mengidentifikasi kerentanan serangan siber dari varian teknologi tersebut.

Dari segi teknologi pemindaian, OCR/Seven Segment Recognition memiliki kerentanan siber pada dua aspek. Pertama, kerentanan peretasan terhadap *software machine learning* dari alat pindai dapat mengakibatkan perubahan program pemindaian, misalnya angka satu dikenali sebagai angka tujuh, angka 4 dikenali sebagai angka 2, dst., sehingga mengganggu akurasi data. Namun, peretasan ini tidaklah mudah, karena aplikasi OCR/Seven Segment Recognition merupakan software aplikasi yang didesain secara khusus untuk memindai data hasil perolehan suara di TPS dan khusus digunakan oleh petugas di TPS, bukan aplikasi umum yang sudah jadi dan bisa digunakan oleh siapapun.

Kedua, kerentanan serangan siber terhadap telepon pengguna yang menjadi perangkat teknologi utama untuk memindai formulir C1 Plano . Dalam hal ini, telepon genggam pengguna tidak diketahui standar keamanannya termasuk apakah di telepon tersebut terdapat virus atau tidak. Untuk itu, salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalisasi serangan siber yang masuk ke telepon genggam adalah dengan minimal mengadakan otentifikasi dua faktor *password*, *OTP by SMS* atau *telegram*, bagi pengguna yang akan login ke dalam aplikasi rekapitulasi elektronik hasil penghitungan suara yang terpasang di telepon genggam.

Selanjutnya, infrastruktur jalur pengiriman data dan penyimpanan data merupakan titik krusial yang rawan terhadap serangan siber. Pada aspek jalur pengiriman data, misalnya, jika pengiriman data dilakukan dengan menggunakan jalur internet publik pada umumnya, hal ini sangat rawan terhadap peretasan yang berpotensi memanipulasi data hasil pemilu. Jalur pengiriman data melalui VPN, *p2p messaging*, dan HTTPS cenderung lebih aman karena memiliki jalur pengiriman khusus untuk mengirim data hasil pemilu yang tidak tercampur dengan jaringan internet publik lainnya. Pada sisi lain guna jalur pengiriman data dengan mekanisme *store-and-forward* harus disertai dengan *end-to-end encryption*.

Hal berikutnya adalah apakah penyimpanan data atau server pusat data dilakukan secara terpusat atau terbagi ke dalam beberapa server penyimpanan data. Penyimpanan data yang terpusat jauh lebih mudah dalam menyiapkan infrastruktur keamanan datanya dibandingkan dengan server data yang tersebar ke banyak titik. Pada prinsipnya semakin banyak lokasi penyimpanan data server maka semakin besar upaya yang dibutuhkan untuk melakukan pengamanan data, termasuk semakin banyaknya proses pengiriman data ke dalam beberapa titik rekapitulasi hasil penghitungan suara berjenjang, sehingga semakin rentan akan serangan siber.

Pilihan terhadap teknologi penyimpanan data baik *physical server* maupun *cloud server* masing-masing memiliki kerentanan terhadap serangan siber. *Cloud server* yang disediakan oleh pihak ketiga biasanya sudah memiliki sistem keamanan sendiri dengan standar ISO 27001 yang artinya desain keamanan sibernya sudah disediakan dari segi *DDOS protection* dan *firewall*. Terkecuali jika menggunakan *private cloud*, maka sistem keamanan sibernya menjadi tanggung jawab penyelenggara pemilu. Jika diputuskan

untuk menggunakan *cloud server* yang disediakan oleh pihak ketiga atau swasta, maka perlu ada dokumen hukum yang jelas termasuk sanksi jika terjadi serangan siber terhadap sang *cloud server*. Namun, baik *physical server* maupun *cloud server* harus terenkripsi guna menghindari peretas yang masuk ke dalam pusat data. Pengenkripsian server paling tidak dapat menyulitkan peretas dalam membaca dan mengubah data.

**Tabel 4** Beragam cara mitigasi serangan siber

| Tahapan         | Serangan                     | Dampak                                                          | Mitigasi                                                                            |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| HP              | HP dibajak, kata sandi bocor | Hasil (satu lokasi TPS) diubah, penyerang dapat masuk ke server | Hardening, otentifikasi dua faktor, role-based access control, sediakan HP cadangan |
| HP-BTS (udara)  | Disadap/ hasil diganti       | Hasil dari satu area BTS                                        | Encryption, VPN                                                                     |
| BTS-KPU (Kabel) | Disadap/ hasil diganti       | Banyak area, bahkan mungkin nasional                            | Encryption/VPN, extra ISP                                                           |
| KPU             | Breached                     | Hasil nasional                                                  | Encryption/VPN/ Firewall, Backup, defense in depth                                  |

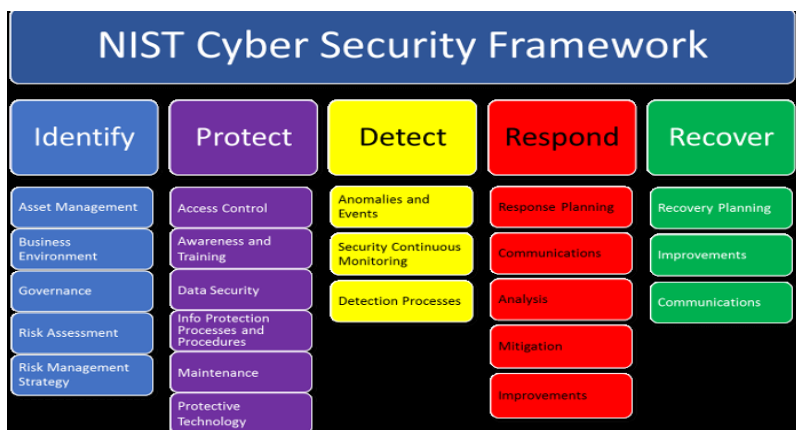
Kerentanan serangan siber berikutnya terletak pada publikasi data; salah satunya serangan *denial of service* (DDoS). Pemisahan antara server penyimpanan data dan server publikasi merupakan salah satu upaya untuk memitigasi serangan siber yang dapat menysasar pusat data langsung. Apabila terjadi peretasan terhadap portal publikasi yang menggunakan server publikasi, seperti umumnya terjadi, data utama yang disimpan dalam server tersendiri tidak ikut terganggu, kecuali peretas sudah mengetahui lokasi server utama tersebut.

Guna memitigasi potensi serangan siber dalam aspek publikasi data, terdapat empat hal yang perlu diperhatikan:

1. Mekanisme pengiriman data ke server publikasi idealnya menggunakan *p2p messaging* atau HTTPS dengan menyediakan dua saluran publikasi yakni berbasis web dan non-web. Hal ini karena merujuk pada pengalaman Sirekap Pilkada 2020, salah satu intensitas serangan siber tertinggi terletak pada *http post* yang berdampak pada server publikasi. Untuk itu salah satu sistem yang dapat digunakan dengan model *push* melalui *p2p messaging* seperti Signal atau Palapa sehingga publik dapat menerima data langsung setelah mendaftar dan berlangganan (*subscribe*) serta kemungkinan serangannya sangat kecil;
2. Setiap data yang dipublikasi diberikan identitas resmi KPU seperti *digital signature* sebagai bentuk otentifikasi data. Tujuannya agar supaya ketika terjadi serangan siber yang berdampak pada perubahan data hasil perolehan suara, maka dapat dibedakan antara data sesungguhnya yang diproduksi oleh KPU dengan data yang diretas;
3. Keamanan siber dalam publikasi data bukan hanya ditinjau dari segi infrastruktur teknologi melainkan juga dari segi non-teknis berupa disinformasi. Belajar dari pengalaman Pemilu 2019 lalu ada yang mempertanyakan perubahan data di laman web publikasi, padahal memang terjadi koreksi resmi pada tingkat rekapitulasi hasil penghitungan suara berjenjang. Perubahan resmi tersebut tidak dikomunikasikan dengan baik. Untuk itu perlu dilakukan pengelolaan komunikasi yang baik kepada publik di setiap proses publikasi data, utamanya ketika terjadi perubahan data yang disebabkan oleh kesalahan teknis atau kesalahan petugas.

Pada akhirnya proses penyiapan infrastruktur keamanan siber hendaknya memenuhi standar keamanan siber yang diakui secara universal seperti yang dimuat dalam NIST *cyber security framework* (lihat Gambar 9) dan ISO 27001. Hal ini karena teknologi rekapitulasi elektronik hasil penghitungan suara merupakan perangkat aplikasi yang masuk dalam kategori *critical* atau maha penting.

**Gambar 9** Standar Keamanan Siber NIST<sup>18</sup>



18 Lihat <https://netsolution.co.id/cybersecurity-framework/>



## VII.

# ‘Peta Jalan’ Menuju Penerapan Sistem Rekapitulasi Suara Elektronik

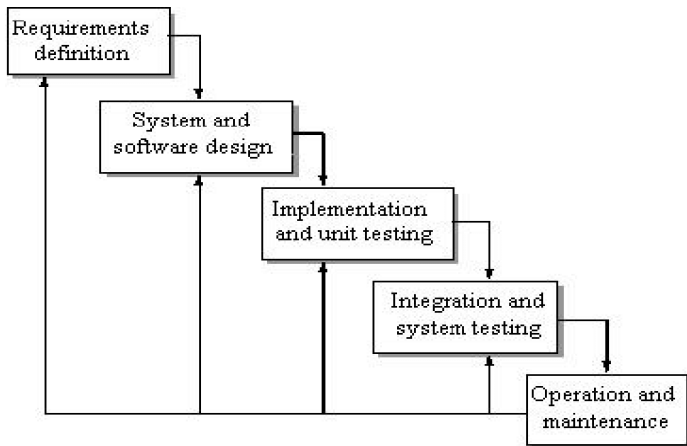
BERBAGAI persiapan infrastruktur teknologi tersebut pada akhirnya harus mempertimbangkan ketersediaan waktu yang ada menjelang Pemilu 2024. Apabila dihitung saat Naskah Kebijakan ini dibuat (bulan Agustus 2021), tersedia waktu kurang lebih 2,5 tahun sebelum hari pemungutan suara Pemilu 2024. Identifikasi tahapan-tahapan dan aktivitas strategis serta perumusan jangka waktu yang dibutuhkan, merupakan langkah-langkah awal yang harus dilakukan dalam mempersiapkan *e-recap*.

Setelah itu barulah diputuskan apakah pada penyelenggaraan Pemilu 2024 penggunaan *e-recap* itu dimaksudkan untuk (1) menggantikan seluruh proses rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang; (2) hanya sebatas *pilot project* yang sudah menggantikan proses rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang walaupun hanya diterapkan di beberapa daerah pemilihan; atau (3) sebatas uji coba (secara nasional atau sebagian besar wilayah RI) yang penggunaannya tidak menggantikan proses rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang, namun diterapkan untuk kebutuhan uji coba fungsi sistem pemrosesan dan publikasi data. Pilihan yang

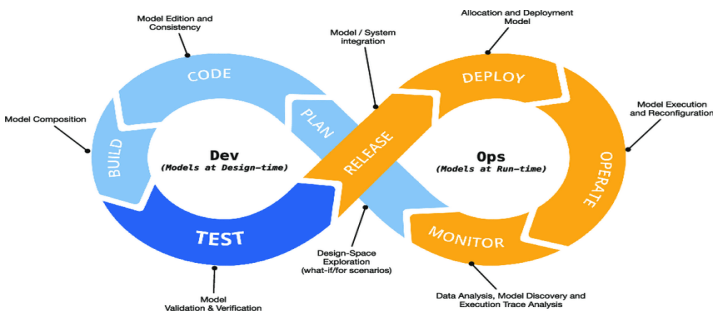
diambil tentunya sangat bergantung pada kemampuan penyiapan infrastruktur teknologi dan kerangka regulasi yang ada, utamanya undang-undang pemilu.

**Gambar 10** Ilustrasi Waterfall Approach & Devops Approach

*Waterfall Approach*<sup>19</sup>



*Devops Approach*<sup>20</sup>



19 Lihat [https://www.researchgate.net/figure/terative-Waterfall-model-Advantages-I-Much-better-model-of-software-process-II\\_fig1\\_305863548](https://www.researchgate.net/figure/terative-Waterfall-model-Advantages-I-Much-better-model-of-software-process-II_fig1_305863548)

20 Lihat [https://www.researchgate.net/figure/A-model-based-DevOps-approach\\_fig20\\_338672361](https://www.researchgate.net/figure/A-model-based-DevOps-approach_fig20_338672361)

Pembangunan infrastruktur teknologi *e-recap* merupakan prioritas utama yang perlu disiapkan dalam waktu dekat. Dalam praktik pembangunan aplikasi perangkat lunak atau *software development life cycle* terdapat dua varian yang dapat digunakan dalam pengembangan aplikasi *e-recap*, yakni *waterfall approach* dan *devops (developing and operation) approach*. *Waterfall approach* merupakan proses pembangunan aplikasi yang bersifat hirarkis yang dilakukan secara bertahap atau berurutan dan tidak memperkenankan pengerjaan *development* dan *operation* secara bersamaan. Sedangkan *devops approach* merupakan kebalikannya, dimana proses pengembangan aplikasi antara *development* dan *operation* dilakukan secara bersamaan dengan siklus yang berputar mulai dari pembangunan aplikasi, uji coba implementasi, evaluasi dan kembali ke pengembangan aplikasi.

Dari kedua varian ini, *waterfall approach* nampaknya paling relevan untuk digunakan dalam membangun aplikasi *e-recap* dibandingkan dengan Devops karena aplikasi *e-recap* hanya digunakan lima tahun sekali dan tidak terbuka ruang untuk melakukan siklus yang disarankan oleh Devops utamanya untuk melakukan uji coba, *live* (implementasi aplikasi), analisis, evaluasi, dan kembali ke pengembangan aplikasi<sup>21</sup>.

Merujuk pada *waterfall approach*, sebelum melakukan pengembangan aplikasi *e-recap*, tahapan pertama yang perlu dilakukan adalah melakukan analisis terhadap kebutuhan dan fungsi aplikasi dalam rangka mengidentifikasi spesifikasi serta persyaratan infrastruktur teknologi yang diperlukan. Sesuai konsep yang ditawarkan melalui Naskah Kebijakan ini, kebutuhan

---

21 Reza Lesmana Praktisi Teknologi dalam Diskusi Teknis 4 “Merancang Peta Jalan Penggunaan Sistem Informasi Rekapitulasi Suara Elektronik di Pemilu Indonesia Kedapan” yang diselenggarakan oleh Netgrit Senin, 26 Juli 2021

dan fungsi dari pembangunan aplikasi *e-recap* secara garis besar membutuhkan teknologi yang memiliki fungsi untuk:

1. Mengirim foto formulir C1 Plano;
2. Memindai foto formulir C1 Plano;
3. Memverifikasi hasil pindaian;
4. Menabulasi dan merekapitulasi hasil penghitungan suara yang telah lolos verifikasi; dan
5. Mempublikasikan perolehan suara hasil pemilu.

Setelah berhasil mengidentifikasi spesifikasi aplikasi yang dibutuhkan, langkah berikutnya adalah mengembangkan spesifikasi aplikasi tersebut dalam tahap pembangunan sistem dan desain perangkat lunak aplikasi. Tahapan pembangunan sistem ini tidak hanya menyiapkan perangkat lunak, tetapi juga menyiapkan perangkat keras (*hardware*) yang dibutuhkan untuk menunjang sistem *e-recap* yang dibangun. Pada tahap *system and software design* ini, pembuat aplikasi *developer* menyiapkan pembuatan perangkat teknologi pemindaian (OCR/Seven Segment), pembuatan jalur pengiriman data, infrastruktur penyimpanan data, dan publikasi data, serta sistem keamanan siber.

Pembuatan aplikasi dan server bukanlah hal yang mudah dan tidak dapat dilakukan dalam tempo yang singkat. Merujuk pada pengalaman pembuatan Kawal Pilpres, para praktisi teknologi memerlukan waktu dua sampai tiga tahun untuk menyiapkan jalur pengiriman dan penyimpanan data yang aman sebelum mulai membuat aplikasinya<sup>22</sup>. Setelah itu, selama enam bulan

---

22 Onno W Purbo, Pakar Teknologi Informasi dalam Diskusi Teknis 4

berikutnya Tim Kawal Pilpres membuat aplikasi dan melakukan berbagai pengujian sebelum masuk ke tahapan implementasi<sup>23</sup>. Faktor terpenting dalam proses pengembangan sistem dan perangkat teknologi ini adalah sumber daya manusia yang dalam hal ini adalah *developer* yang mumpuni dan memiliki jam terbang cukup tinggi guna menghasilkan aplikasi *e-recap* yang tepat guna.

Setelah aplikasi dan infrastruktur teknologi selesai dibangun maka langkah berikutnya adalah *implementation* dan *unit testing*. Proses implementasi dan uji coba ini sangatlah penting untuk mengukur kesesuaian aplikasi yang dibuat dengan spesifikasi yang ditentukan dan dapat bekerja sesuai dengan fungsi. Di sisi lain, uji coba ini juga bertujuan untuk memetakan kendala atau permasalahan yang mungkin muncul dalam proses penggunaan aplikasi. Untuk kebutuhan *e-recap* diperkirakan terdapat lima tahapan uji coba yakni:

**Tabel 5** Lima Tahapan Uji Coba E-Recap

| Jenis Tes            | Metode Tes                                                                                                                                                                     |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| User acceptance test | Tes ini ditujukan untuk mengetahui apakah spesifikasi aplikasi sudah sesuai dengan fungsi dan kebutuhannya untuk digunakan dalam proses rekapitulasi hasil penghitungan suara. |

---

*“Merancang Peta Jalan Penggunaan Sistem Informasi Rekapitulasi Suara Elektronik di Pemilu Indonesia Kedapan” yang diselenggarakan oleh Netgrit Senin, 26 Juli 2021.*

| Jenis Tes        | Metode Tes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Usability test   | <p>Tes ini ditujukan untuk mengetahui apakah pengguna dapat dengan mudah menggunakan aplikasi. Namun demikian sebelum dilakukan uji coba terlebih dahulu dilakukan pelatihan atau penguatan kapasitas mengenai tata cara penggunaan aplikasi pada pihak-pihak yang akan melakukan uji coba. Untuk itu dalam tes ini penting dilakukan uji coba mulai dari skala kecil hingga skala besar seperti berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uji coba tahap 1 melibatkan 34 KPU Provinsi;</li> <li>2. Uji coba tahap 2 melibatkan 514 KPU Kabupaten/Kota;</li> <li>3. Uji coba tahap 3 melibatkan 7.904 kecamatan di Indonesia;</li> <li>4. Uji coba tahap 4 menyimulasikan proses penggunaan aplikasi <i>e-recap</i> di seluruh TPS;</li> <li>5. Aplikasi disediakan di kantor-kantor KPU, kantor partai politik, atau diinformasikan pada tempat-tempat publik agar publik bisa langsung mencoba untuk menggunakan dan memberikan masukan mengenai <i>user experience</i>.</li> </ol> |
| Penetration test | <p>Tes ini ditujukan untuk mengetahui kerentan aplikasi terhadap serangan siber. Tes yang biasa dilakukan adalah menyimulasikan adanya serangan siber terhadap aplikasi dan bagaimana respon penanganannya. Simulasi ini dapat dilakukan oleh KPU dengan mengundang berbagai ahli teknologi termasuk komunitas-komunitas teknologi seperti <i>white hacker</i>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Load Test        | <p>Tujuan utama dari <i>load test</i> adalah untuk mengukur kelancaran jalur pengiriman dan daya tampung server. Uji coba ini dapat diintegrasikan dengan <i>usability test</i> dimana uji coba yang dilakukan oleh pengguna disertai pengiriman data. <i>Load test</i> harus diujicobakan layaknya pemilu sesungguhnya untuk mengukur kapasitas server apakah sesuai dengan jumlah data yang diterima.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Stress Test      | <p>Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah perangkat lunak secara keseluruhan mampu menangani kebutuhan sumberdaya yang tidak normal (mencakup kuantitas, frekuensi, maupun volume). Apakah data dalam jumlah sangat besar, dengan frekuensi sangat tinggi, serta volume yang sangat besar mengakibatkan gangguan performa atau bahkan fungsionalitas perangkat lunak atau tidak. Jadi, meskipun perangkat lunak sudah berjalan baik di setiap fiturnya, pengujian ini memastikan setiap perangkat lunak tetap bekerja dengan maksimal saat diberi 'beban berat'.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Penting sifatnya untuk melibatkan partai politik yang kelak perolehan suaranya akan dihitung dan ditabulasikan dengan menggunakan sistem ini dalam setiap uji coba mayor. Selain itu, setiap uji coba yang melibatkan partai politik dapat membangun kepercayaan partai politik terhadap sistem yang dibangun.

Langkah berikutnya setelah *implementation* dan *unit testing* adalah *integration and testing*. Tahapan ini masih ditujukan untuk mengujisistemapakahterjadi~~bug~~dan~~error~~dalampenggunaannya. Pada sisi lain tahapan ini juga meliputi tahapan audit sistem oleh pihak yang memiliki otoritas untuk mengaudit. Dalam konteks Indonesia, lembaga yang memiliki kewenangan untuk audit adalah Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Patut dipertimbangkan pembentukan tim audit independen yang terdiri dari para akademisi dan praktisi teknologi informasi serta perwakilan kelompok pemantau pemilu. Selain itu, uji coba pada tahap ini penting juga melibatkan lembaga lainnya yang memiliki otoritas dan keahlian dalam bidang teknologi seperti Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN) yang bergerak pada bidang keamanan informasi dan keamanan siber serta para ahli teknologi informasi dan komunitas peretas.

Tahap terakhir dari *waterfall approach* adalah *operation and maintenance*. Setelah melalui berbagai uji coba pengoperasian tentunya terdapat banyak catatan atau keluhan yang perlu ditangani, termasuk hasil audit yang dilakukan oleh BPPT atau tim independen sebagaimana dimaksud di atas dan hasil uji coba keamanan yang dilakukan oleh BSSN. Maka pada tahap ini, sebelum dilakukan pengoperasian, perlu dilakukan perbaikan terlebih dahulu terhadap kesalahan dan catatan-catatan lainnya yang menyangkut perangkat aplikasi teknologi *e-recap*.

Setelah melalui rangkaian tahapan *waterfall approach* langkah

berikutnya adalah penentuan status implementasi *e-recap*. Apakah *e-recap* menggantikan keseluruhan proses rekapitulasi hasil penghitungan suara manual? Apakah dilakukan *pilot project* di beberapa daerah pemilihan saja yang menggantikan seluruh proses tahapan rekapitulasi hasil penghitungan suara manual? Apakah hanya sebagai uji coba sistem yang diterapkan di seluruh daerah pemilihan, tetapi belum menggantikan proses rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang?

Khusus untuk status implementasi penggunaan *e-recap* yang menggantikan seluruh proses tahapan rekapitulasi hasil penghitungan suara manual dan sebagai *pilot project*, paling tidak terdapat lima pertanyaan atau prasyarat yang harus dijawab yaitu:

1. Adakah dukungan dan kepercayaan dari semua pemangku kepentingan terhadap *e-recap*?
2. Adakah revisi undang-undang atau peraturan pemerintah pengganti undang-undang yang memperbolehkan *e-recap* diterapkan di seluruh atau daerah pemilihan tertentu pada Pemilu 2024?
3. Apakah infrastruktur internet sudah tersedia di semua titik target di wilayah Indonesia, atau masih ada beberapa wilayah yang tidak memiliki akses pada internet sama sekali?
4. Apakah aplikasi *e-recap* sudah siap, telah diaudit, disertifikasi, dan sistem telah diamankan? Bagaimana hasil auditnya?
5. Bagaimana hasil uji coba yang telah dilakukan? Seberapa jauh keberhasilan *e-recap* dalam uji coba? Apakah 100 persen berhasil di seluruh daerah?

Berbagai pertanyaan dan prasyarat ini penting untuk dijawab sebelum menentukan status penggunaan *e-recap*, terutama

pertanyaan nomor satu tentang kepercayaan publik dan partai politik terhadap sistem yang dibangun. Jika kepercayaan publik dan partai politik terhadap sistem rendah, maka penggunaan *e-recap* akan bertentangan dengan tujuan dan fungsi penggunaannya, yaitu untuk menghadirkan efisiensi dan efektifitas tata kelola pemilu. Kepercayaan publik dan partai politik dapat dibangun dengan uji coba yang memadai dan sosialisasi yang masif terhadap publik dan partai politik. Kepercayaan tidak dapat serta-merta timbul dan pembangunannya membutuhkan waktu.

Berdasarkan pengalaman di banyak negara, kepercayaan publik dan partai politik dapat terbangun ketika uji coba *e-recap* dilakukan secara bertahap dan tidak langsung diterapkan di seluruh daerah yang menggantikan proses rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang. Uji coba bertahap ini penting dilakukan untuk menyandingkan hasil kerja *e-recap* dengan hasil kerja rekapitulasi hasil penghitungan suara manual. Ketika keduanya memiliki efektivitas yang sama maka hal ini akan berdampak pada tingkat kepercayaan yang tinggi.

Di sisi lain, hal fundamental yang perlu dipenuhi selain hasil uji coba kesiapan infrastruktur teknologi, adalah kerangka hukum yang memadai. Penentuan status implementasi *e-recap* sangat dipengaruhi oleh legalitas pengaturannya di dalam peraturan perundangan. Jika undang-undang tidak memberikan otoritas yang memadai seperti memperbolehkan perubahan mekanisme rekapitulasi hasil penghitungan suara manual menjadi rekapitulasi hasil penghitungan suara elektronik, maka *e-recap* tidak bisa diimplementasikan dalam status sepenuhnya menggantikan rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang ataupun *pilot project* yang hanya ditetapkan di beberapa daerah pemilihan. Hal ini karena bertentangan dengan kerangka hukum yang ada.

Namun, sebuah sistem yang menjadi alat bantu ataupun uji coba yang sifatnya tidak menggantikan proses yang diatur undang-undang tentunya sah-sah saja untuk diterapkan.

Dalam konteks Indonesia hari ini, Undang-Undang 7 tahun 2017 selaku kerangka hukum yang mengatur Pemilu 2024 mendatang, tidak memberikan pengaturan mengenai pemberlakuan *e-recap* yang sepenuhnya menggantikan proses rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang ataupun *pilot project* di beberapa daerah pemilihan. Sehingga idealnya untuk Pemilu 2024 mendatang, status penggunaan *e-recap* sebaiknya hanya sebatas uji coba yang diterapkan di seluruh daerah dan tidak menggantikan proses rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang. Status *e-recap* sebagai uji coba ini penting juga untuk perlahan membangun kepercayaan publik terhadap sistem yang bekerja, utamanya dalam mengukur akurasi data hasil pemilu antara *e-recap* dan rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang.

Sekalipun *e-recap* diterapkan dalam status uji coba tetap perlu dipersiapkan secara matang dari segi aktivitas dan dengan memperhatikan waktu yang tersedia menjelang Pemilu 2024. Jika merujuk pada usulan KPU mengenai waktu pemungutan dan penghitungan suara Pemilu 2024 adalah pada akhir bulan Februari, maka tersedia waktu kurang lebih 2,5 tahun untuk mempersiapkan *e-recap*. Jika disederhanakan terdapat lima aktivitas utama yang perlu dilakukan dalam mempersiapkan *e-recap* yakni infrastruktur teknologi, uji coba, pelatihan, regulasi, dan sosialisasi (lihat Gambar 12 di bawah).

Infrastruktur teknologi harus menjadi langkah utama dan pertama yang dilakukan. Idealnya, sebelum masuk ke dalam tahapan pemilu, infrastruktur teknologi harus sudah selesai

Gambar 11. Rekomendasi Timeline Persiapan E-Recap

| Aktivitas                  |                                       | Tahun 2021 (7 Bulan Sebelum Tahapan Pemilu 2024 Di Mulai) |   |   |   |   |   |   | Tahun 2022 (2 Tahun Menjelang 2024) |                   | Tahun 2023 (1 Tahun Menjelang 2024) |   | Februari<br>Pemilu<br>2024 |
|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|---|----------------------------|
|                            |                                       | 1                                                         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1                                   | 2                 | 1                                   | 2 |                            |
| Infrastruktur<br>Teknologi | Pengembangan Aplikasi                 |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Server                                |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     | APLIKASI<br>FINAL |                                     |   |                            |
|                            | Sistem Keamanan Siber                 |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Audit                                 |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Sertifikasi                           |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
| Uji Coba                   | Pengadaan                             |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Uji Coba Aplikasi                     |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Uji Coba Keamanan Siber               |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Uji Coba Pengiriman                   |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Uji Coba Publikasi                    |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
| Pelatihan                  | Pelatihan SDM Uji Coba Provinsi       |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Pelatihan SDM Uji Coba Kabupaten/Kota |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Bimbingan Teknis Penyelenggara AD/Hoc |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
| Regulasi                   | Peraturan KPU                         |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Surat Edaran Panduan Penggunaan       |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
| Sosialisasi                | Sosialisasi Partai Politik            |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |
|                            | Sosialisasi Publik                    |                                                           |   |   |   |   |   |   |                                     |                   |                                     |   |                            |

dibangun sehingga ketika masuk dalam tahapan Pemilu 2024 di tahun 2022, penyelenggara pemilu dapat melakukan uji coba dan sosialisasi secara terus-menerus dan masif. Apabila pada tahun 2021 infrastruktur teknologi *e-recap* seperti aplikasi pemindaian, jalur pengiriman data, dan teknologi penyimpanan data sudah selesai dibangun, maka terdapat waktu yang memadai bagi penyelenggara pemilu untuk melakukan uji coba dan evaluasi terhadap desain infrastruktur teknologi, termasuk perbaikan serta penyempurnaan infrastruktur teknologi dari hasil uji coba. Paling lambat satu tahun menjelang hari pemungutan dan penghitungan suara, yakni pada akhir tahun 2022, bentuk aplikasi dan infrastruktur *e-recap* sudah harus rampung dalam bentuk final untuk digunakan sebagai uji coba di Pemilu 2024.

## VIII.

# Kesimpulan dan Rekomendasi

TEKNOLOGI rekapitulasi elektronik hasil penghitungan suara sangatlah penting untuk dipersiapkan bagi pemilu Indonesia ke depan. Tujuan utama dari persiapan penggunaan *e-recap* adalah untuk menghasilkan tata kelola pemilu yang efisien, efektif, transparan, dan akuntabel guna mencapai pemilu yang demokratis dan berintegritas. Namun demikian, dalam menyiapkan *e-recap* diperlukan ketersediaan waktu yang panjang, infrastruktur teknologi yang memadai, uji coba memadai yang dilakukan bertahap, hingga kerangka hukum yang menjadi basis legal penerapannya. Kepercayaan publik dan partai politik peserta pemilu adalah syarat utama yang harus dipenuhi dalam pemanfaatan *e-recap* karena sesungguhnya *e-recap* adalah instrumen untuk semakin meningkatkan kepercayaan publik terhadap proses dan hasil pemilu serta untuk pencegahan manipulasi hasil pemilu.

Salah satu cara untuk mendapatkan kepercayaan publik adalah dengan melakukan audit yang dapat mengukur efektivitas sistem *e-recap*. Adanya mekanisme audit yang mumpuni akan mendorong tingkat kepercayaan para pemangku kepentingan akan sistem yang diterapkan. Naskah Kebijakan ini merekomendasikan pembentukan tim audit independen yang terdiri dari para

akademisi dan praktisi teknologi informasi serta perwakilan kelompok pemantau pemilu.

Sekalipun dalam konteks Indonesia, *e-recap* bukanlah hal baru. Pada setiap pemilu sejak 1999 terdapat perangkat teknologi rekapitulasi hasil penghitungan suara yang ditujukan untuk menabulasikan data hasil pemilu dan mempublikasi data hasil pemilu. Berbagai perangkat teknologi yang digunakan belum menggantikan proses rekapitulasi hasil penghitungan suara manual karena undang-undang pemilu yang ada belum memberikan legalitas penggunaan perangkat tersebut, termasuk untuk Pemilu 2024 mendatang. Di sisi lain, ketersediaan waktu yang terbatas menuju Pemilu 2024 guna menyiapkan infrastruktur teknologi di tengah kompleksitas desain sistem pemilu serentak lima surat suara tidaklah mudah dan sangat berisiko jika *e-recap* dipergunakan langsung untuk menggantikan proses rekapitulasi manual berjenjang.

Namun demikian, bukan berarti penyelenggara pemilu tidak bisa mempersiapkan infrastruktur teknologi *e-recap* dan melakukan uji coba pada Pemilu 2024 yang cara kerjanya bersandingan dengan proses rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang. Uji coba *e-recap* diusulkan untuk diselenggarakan secara nasional di seluruh daerah pemilihan pada Pemilu 2024. Status uji coba *e-recap* ini juga sangatlah penting untuk mengukur akurasi hasil *e-recap* dengan rekapitulasi hasil penghitungan suara manual berjenjang yang dengan demikian dapat membangun kepercayaan publik terhadap *e-recap*.

Guna mendukung uji coba penggunaan *e-recap* tersebut adalah penting untuk menyiapkan infrastruktur teknologi yang memadai. Untuk itu, Naskah Kebijakan ini merekomendasikan beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dipersiapkan oleh penyelenggara

pemilu dalam menyiapkan infrastruktur teknologi *e-recap* yang diantaranya sebagai berikut:

### **Teknologi Pemindaian & Verifikasi Data**

1. Sumber data utama dalam sistem rekapitulasi elektronik hasil penghitungan suara adalah C1 Plano di TPS.
2. Teknologi pemindaian yang digunakan adalah penggabungan OCR dan *Seven Segment* karena kombinasi ini memiliki tingkat akurasi yang paling tinggi dan efisien dalam penggunaannya.
3. Desain formulir C1 Plano dibuat sesuai dengan kebutuhan teknologi OCR dan *Seven-Segment Recognition* yang memiliki kolom *tally*, jumlah hasil penghitungan pada kolom *tally*, jumlah baris dan akhir perolehan suara yang memuat pola *seven-segment*.
4. Desain formulir C1 Plano memiliki barcode yang ditujukan untuk memudahkan sistem dalam mengidentifikasi halaman yang berbeda-beda dan informasi serta data yang disampaikan di setiap halamannya.
5. Telepon genggam merupakan perangkat utama teknologi pemindaian yang digunakan untuk memotret, memasukan data hasil pemilu, dan mengirimkan hasil foto formulir C1 Plano, termasuk untuk berbagi data salinan hasil formulir C1 Plano secara digital.
6. Pemindaian dilakukan oleh server untuk meminimalisasi kesalahan (*error*) dan untuk menghindari *overcapacity* telepon genggam yang mungkin tidak sesuai dengan standar kebutuhan aplikasi.
7. Apabila tingkat kepercayaan mesin akan akurasi hasil pembacaan data kurang dari batas yang telah ditentukan,

maka data tersebut diteruskan ke Tim Verifikasi untuk diperiksa dan ditindaklanjuti bila dibutuhkan perbaikan.

8. Verifikasi dilakukan oleh sebuah tim beranggotakan puluhan verifikator yang berada di tingkat pusat sehingga mudah dikendalikan dan diawasi oleh KPU RI.
9. Sistem *e-recap* memuat fitur berbagi data salinan digital yang dilengkapi tanda tangan digital dan bercap waktu (*time stamp*) untuk diberikan ke pengawas, saksi, dan pemantau pemilu, dan bila perlu, untuk dicetak dengan mesin printer.

### **Teknologi Pengiriman Data**

1. Proses pengiriman data dilakukan dengan mekanisme *store-and-forward* dari TPS ke server utama guna menghindari kemacetan pada jalur pengiriman dan untuk meminimalisasi *overcapacity* yang dapat mengganggu proses pengiriman data.
2. Pengiriman data menggunakan jaringan *p2p messaging* atau HTTPS yang memiliki keunggulan dalam hal pengamanan jalur pengiriman sehingga dapat mempercepat proses pengiriman data dan meminimalisasi penyadapan atau upaya perubahan hasil pemilu.

### **Teknologi Pemrosesan dan Penyimpanan Data**

1. Foto, data hasil pindaian dan data hasil bacaan mesin diproses dan disimpan dalam sebuah server pusat guna memudahkan pengamanan.
2. Teknologi penyimpanan data dapat menggunakan *physical server* ataupun *cloud server* dengan catatan terletak dan dimiliki dalam negeri serta tidak memiliki konflik kepentingan dalam pemilu. Jika menggunakan *cloud server* harus dihitung

secara detail kapasitas server untuk menghindari *overcapacity*. Dengan menggunakan *cloud server* kapasitas dapat secara otomatis meningkat ketika menghadapi beban penerimaan data yang berat.

### **Teknologi Publikasi Data**

1. Server publikasi yang disiapkan ditujukan sebagai sarana berbagi data hasil perolehan suara dengan tim kampanye, partai politik, media massa, pemantau pemilu, dan publik pada umumnya.
2. Server publikasi membagikan data dengan mekanisme *push* pada mereka yang telah mendaftarkan diri dan pada media massa yang telah memenuhi kriteria tertentu.
3. Penyelenggara pemilu menyiapkan kriteria bagi media massa yang akan mendapatkan akses publikasi tersebut, contohnya seperti media massa yang tidak dimiliki oleh seseorang atau badan hukum yang terkait langsung dengan peserta pemilu;
4. Publikasi data hasil pemilu perlu dalam bentuk data terbuka utamanya dalam format JSON, CSV dan XML yang dapat di *export* dalam format data terbuka lainnya;
5. Portal publikasi data menyediakan informasi dan prosedur mengenai tata cara mengunduh data terbuka tersebut.

### **Sistem Keamanan Siber**

1. Beberapa langkah yang diperlukan dalam menyiapkan sistem keamanan siber antara lain sebagai berikut:
  - a. Melakukan identifikasi aset apa yang harus dilindungi dalam sistem rekapitulasi elektronik hasil penghitungan suara;

- b. Melakukan kajian risiko dan pengelolaan risiko untuk mengukur ancaman serangan siber; dan
  - c. Setelah diketahui data atau aset apa yang perlu dilindungi dan kajian resiko serta pengelolaan risiko telah dilakukan, maka langkah berikutnya adalah melakukan perlindungan terhadap sistem.
2. Guna meminimalisasi serangan siber pada proses pengiriman data, sebaiknya pengiriman data dilakukan melalui *p2p messaging* atau HTTPS, yakni dengan menggunakan jalur pengiriman data khusus yang sudah memiliki *end-to-end encryption* dan bukan menggunakan jalur publik.
3. Penyimpanan data sebaiknya dilakukan secara terpusat dalam satu server, karena semakin banyak server dan semakin banyak jalur pengiriman, maka semakin rentan dan semakin banyak usaha pengamanan siber yang perlu dilakukan;
4. Server penyimpanan data utama dengan server publikasi harus terpisah dan keduanya sudah dilengkapi dengan standar keamanan yang tinggi termasuk enkripsi. Enkripsi bukan hanya pada server tetapi juga pada tingkat database. Sehingga ketika terjadi serangan, maka database sudah terenkripsi dan sulit untuk dibuka atau diubah;
5. Standar keamanan siber dibangun dengan memenuhi NIST *cyber security framework* dan ISO 27001;
6. Sistem keamanan siber dibangun berdasarkan kolaborasi bersama antara lembaga penyelenggara pemilu dengan institusi negara yang memiliki kewenangan untuk melakukan keamanan siber serta komunitas ahli peretasan.

## IX.

# Penutup

NETGRIT bersama dengan International IDEA sebagai pemrakarsa penyusunan Naskah Kebijakan ini berharap para pengambil kebijakan dan para pemangku kepentingan lainnya dapat mempertimbangkan segala usulan yang tertuang dalam naskah ini dengan pikiran terbuka. Para pemrakarsa memahami bahwa usulan solusi yang dikedepankan masih jauh dari sempurna karena masih banyak rincian yang perlu dilengkapi dan diuji secara teori. Namun, upaya ini diyakini sebagai langkah signifikan menuju terwujudnya sistem rekapitulasi perolehan suara elektronik yang berhasil untuk pertama kalinya sejak Pemilu 1999.