

**AUTENTIKASI UNTUK KEAMANAN DATA PADA
TEKNOLOGI KOMUNIKASI DAN INFORMASI TERKINI**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Pemrosesan Sinyal
pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada**

**Disampaikan pada Pengukuhan Guru Besar
Universitas Gadjah Mada
pada Tanggal 29 Februari 2024
di Yogyakarta**

**Oleh:
Prof. Dr. Ir. Risanuri Hidayat, M.Sc., IPM**

*Assalaamu'alaikum wa Rahmatullaahi wa Barokaatuh
Bismillahi rahmaanir rahiim*

Yang terhormat

*Ketua, Sekretaris, dan Anggota Majelis Wali Amanat Universitas
Gadjah Mada;*

Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Gadjah Mada;

*Ketua, Sekretaris, dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas
GadjahMada;*

*Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Akademik Universitas Gadjah
Mada;*

Dekan dan para Wakil Dekan di lingkungan Universitas Gadjah Mada;

Ketua, Sekretaris, dan seluruh Anggota Senat Fakultas Teknik;

*Rekan-rekan sejawat, para dosen, tenaga kependidikan, dan seluruh
sivitasakademika Universitas Gadjah Mada;*

*Seluruh tamu undangan, mahasiswa, alumni, mitra kerja, keluarga,
danseluruh hadirin yang berbahagia.*

Pertama kali, saya mengajak hadirin sekalian untuk memanjatkan segala puji syukur ke hadirat Allah Swt atas segala nikmat, karunia, dan rahmat-Nya yang selalu dilimpahkan untuk kita semua, sehingga kita bisa hadir dan berkumpul di Balai Senat ini dalam keadaan sehat walafiat, tanpa kurang suatu apa pun. Sebuah kehormatan dan kebanggaan bagi saya bahwa sejak 1 Juni 2023 diberi amanah untuk menjadi salah satu Guru Besar di Universitas Gadjah Mada. Sebagai salah satu kewajiban sebagai Guru Besar Universitas Gadjah Mada, izinkan saya menyampaikan pidato pengukuhan dengan judul:

Autentikasi Untuk Keamanan Data Pada Teknologi Komunikasi dan Informasi Terkini

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Saya ingin mengawali pidato ini dengan sejarah perkembangan teknologi komunikasi baik dari dunia telekomunikasi maupun dari dunia teknologi informasi internet. Telepon ditemukan oleh Alexander

Graham Bell pada tahun 1876 ketika dia mengajukan paten untuk telepon versinya di Kantor Paten AS di Washington, DC, pada tanggal 14 Februari 1876 [1]. Sejak itu, penelitian dan pengembangan dalam bidang teknologi telekomunikasi terus berkembang. Tahun 1889, ditemukan teknologi *switching* yang memungkinkan untuk mengalihkan panggilan antara pasangan pelanggan yang berbeda menggunakan relay dan slider. Pada tahun 1896, ditemukan tombol putar, yang membangkitkan isyarat pulsa untuk mengarahkan telepon ke nomor yang diinginkan [2]. Penemuan-penemuan di bidang ini menjadi tonggak penting dalam sejarah telekomunikasi. Teknologi ini memungkinkan komunikasi jarak jauh yang lebih efisien, memfasilitasi pertukaran informasi dan ide, serta mendukung pertumbuhan bisnis dan kolaborasi lintas negara. Dalam perkembangannya, teknologi telekomunikasi juga telah berperan penting dalam transformasi sosial dan ekonomi.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Sejarah Telepon Seluler, 1G – 5G

Teknologi telepon tidak mengalami perkembangan yang signifikan dalam paruh pertama abad ke-20, sementara teknologi radio dan televisi mengalami kemajuan besar pada saat itu. Baru pada tahun 1960-an telepon dengan tombol nada menggunakan isyarat *dual tone multi-frequency frequency* (DTMF) mulai tersedia, sehingga memungkinkan pensaklaran (*switching*) dengan penggunaan nada. Hingga pada tahun 1990-an, telepon DTMF mulai menguasai pasar menggantikan telepon putar [2].

Sejak teknologi telepon seluler nirkabel diperkenalkan di Jepang pada tahun 1979 oleh *Nippon Telegraph and Telephone* (NTT) dan di Eropa oleh *Nordic Mobile Telephone* (NMT) pada tahun 1981, Bell Labs dari Amerika Serikat mengembangkan sistem jaringan telepon seluler pertama yang disebut *Advanced Mobile Phone System* (AMPS) dari tahun 1968 hingga 1983. Sistem ini kemudian menjadi standar jaringan seluler generasi pertama 1G. Waktu itu 1G hanya mampu melayani komunikasi suara. Meskipun revolusioner pada

masanya, 1G memiliki kekurangan dalam kualitas suara yang rendah, jangkauan terbatas. Keamanan juga kurang karena saluran radio dapat dipindai dan mudah disadap tanpa enkripsi.

Generasi seluler berikutnya, 2G diluncurkan melalui *Global System for Mobile Communications* (GSM) di Finlandia pada tahun 1991 [3]. 2G menggabungkan metode akses *Frequency Division Multiple Access* (FDMA), dan *Time Division Multiple Access* (TDMA). Sistem 2G memperkenalkan pensinyalan telepon secara digital, yang memungkinkan adanya dua kanal dalam jaringan seluler, yaitu kanal untuk transmisi suara dan kanal untuk pensinyalan jaringan. Kanal pensinyalan ini digunakan untuk pesan teks atau *Short Message Service* (SMS) sebagai fitur tambahan. Dengan demikian, teknologi ini juga memungkinkan transfer data. Pada 2G, isyarat suara dikirim secara digital sehingga suara lebih jernih dan ada enkripsi untuk keamanan. Generasi 2G inilah yang merupakan cikal bakal perkembangan *smartphone*.

Generasi 2.5G 1997 memperkenalkan teknologi *General Packet Radio Service* (GPRS) dengan kecepatan data mencapai 56 kbps hingga 115 kbps [4], disusul 2.75G tahun 2001 dengan teknologi *Enhanced Data rates for GSM-Evolution* (EDGE) yang memungkinkan transmisi data hingga 384 kbps [4]. Ini memungkinkan penggunaan MMS, *e-mail*, dan akses internet.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Dengan semakin meluasnya penggunaan ponsel 2G, layanan komunikasi data meningkat. Teknologi 3G diperkenalkan mulai tahun 2001 untuk memenuhi kebutuhan tersebut. 3G meningkatkan kemampuan akses jamak dari 2G dan menggunakan *packet switching* untuk transmisi data. Kecepatan transfer data pada 3G dapat mencapai hingga 2 Mbps [5]. Generasi 3.5G menerapkan protokol HSDPA pada pertengahan tahun 2000-an, yang kecepatan transfer data *down-link* mencapai 14,0 Mbps. Kemudian, HSPA+ memberikan peningkatan kecepatan lebih lanjut, mencapai 42 Mbps hingga 84 Mbps [4].

Teknologi 3G memungkinkan aplikasi internet, web, media streaming, dan konten televisi dapat diakses melalui ponsel.

Jaringan 4G diperkenalkan pada tahun 2009 dengan dua teknologi nirkabel yang bersaing, yaitu WiMAX dan LTE. WiMAX menggunakan standar IEEE, sementara LTE distandarisasi oleh 3GPP. LTE awalnya berfokus pada suara dan kemudian berkembang menjadi data, sedangkan WiMAX sebaliknya. Keduanya menggunakan protokol IP, namun memiliki perbedaan dalam alokasi spektrum, jarak antar operator, *frame/subframe*, dan teknologi akses data. LTE unggul dalam infrastruktur telekomunikasi seluler, *throughput*, kapasitas, dan mobilitas [6]. Di Indonesia, Telkomsel memilih LTE sebagai *roadmap* koneksi internet *broadband* [7]. Komunikasi 4G menggunakan *packet switching* dan semua jaringannya berbasis IP. Kecepatan data jaringan LTE terus meningkat dari sekitar 12,5 Mbps pada tahun 2011 menjadi 55,5 Mbps pada tahun 2020 [3]. Kecepatan transfer data yang tinggi ini meningkatkan kenyamanan pengguna dalam menggunakan aplikasi internet, web, *media streaming*, dan komunikasi *real-time*.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Jaringan seluler terbaru saat ini adalah 5G, yang diluncurkan sejak tahun 2020. Jaringan ini menawarkan transmisi data ultra-cepat secara *real-time*. Kecepatan maksimum *uplink* mencapai 10 Gbps, sedangkan kecepatan maksimum *downlink* mencapai 20 Gbps. Teknologi 5G menggunakan rentang spektrum di atas 6 GHz, teknologi antena MIMO massal, dan *beamforming* 3D [8]. Dengan kecepatan transfer hingga 169,46 Mbps [3], 5G dapat mendukung lebih banyak koneksi perangkat. Di Indonesia, jaringan 5G telah beroperasi secara komersial sejak tahun 2021 dengan menggunakan pita frekuensi 2.300 MHz atau 2,3 GHz [9]. Kementerian Kominfo juga sedang mengupayakan layanan 5G Fixed Broadband dengan memanfaatkan pita spektrum *high band* seperti 28 GHz. Teknologi 5G memiliki potensi untuk menghadirkan kemajuan dalam berbagai aspek kehidupan, seperti mobil tanpa pengemudi, telemedis, kota pintar, dan *augmented reality* dalam pendidikan.

Jika disimpulkan, perkembangan komunikasi data antar generasi pada telekomunikasi telepon seluler dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan Data pada Jaringan Telekomunikasi Seluler

Tahun	Generasi	Kecepatan Data
1991	2G	2 kbps
2001	3G	2 Mbps
2011	4G	12,5 Mbps
2020	4G	55,5 Mbps
2020	5G	169,46 Mbps

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Sejarah Komunikasi Internet

Sementara itu, di dunia Teknologi Informasi dan Komunikasi, pada tahun 1969, *Advanced Research Projects Agency* (ARPA) di Amerika Serikat menciptakan jaringan komputer bernama ARPANET, yang bertujuan untuk memungkinkan komunikasi antar komputer pada jarak yang jauh. ARPANET sejak awal menggunakan *packet switching*, bukan *circuit switching* seperti sistem telepon yang umum saat itu. Awalnya, ARPANET menghubungkan komputer di UCLA dan *Stanford Research Institute* di Amerika Serikat, kemudian melibatkan University of California di Santa Barbara dan University of Utah [10]. Pada tahun 1973, ARPANET berhasil menciptakan koneksi melalui lautan Atlantik dengan University College of London. Pada tahun 1971, mulai digunakan aplikasi *e-mail* yang kemudian menjadi aktivitas utama di ARPANET.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Pada tahun 1985, standar protokol IEEE 802.11 dirilis, yang kemudian dikembangkan menjadi beberapa versi [11], [12]. Standar ini mendefinisikan protokol dan interkoneksi peralatan komunikasi data dalam jaringan area lokal (LAN). Versi awal, 802.11, mendukung inframerah, *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS), dan *Direct*

Sequence Spread Spectrum (DSSS) dengan kecepatan data 1 Mbps dan 2 Mbps [12]. Pada tahun 1999, diperkenalkan versi 802.11a yang beroperasi pada frekuensi 5 GHz dan menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) dengan kecepatan data maksimum 54 Mbps. Pada saat yang sama, juga dikembangkan versi 802.11b yang menggunakan DSSS dengan kecepatan transfer data mencapai 11 Mbps. Kedua versi ini beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz hingga 2,5 GHz. Pada tahun 2003, versi 802.11g dikembangkan dengan menggabungkan fitur terbaik dari 802.11a dan 802.11b [12]. Versi ini menggunakan OFDM dan frekuensi yang sama dengan 802.11b, sehingga mendukung kecepatan transfer data maksimum 54 Mbps dan jangkauan yang lebih luas. Protokol 802.11g tetap kompatibel dengan perangkat 802.11a dan 802.11b/g.

Pada 2009, IEEE mengembangkan standar 802.11n dengan teknologi MIMO memanfaatkan kedua pita frekuensi 2,4 GHz dan 5,2 GHz [11]. Teknologi MIMO meningkatkan kapasitas link radio dengan menggunakan beberapa antena pengirim dan penerima, sementara kanal 40 MHz dan agregasi bingkai ke lapisan MAC meningkatkan kecepatan data, dengan *throughput* teoritis maksimum 600 Mbps [12].

Kemudian, dikembangkan 802.11ac yang memperluas *bandwidth* hingga 160 MHz, aliran spasial MIMO lebih banyak, downlink multi-user MIMO, dan modulasi kepadatan tinggi hingga 256 QAM. Generasi pertama 802.11ac, dirilis pada 2013, menawarkan kecepatan data hingga 1300 Mbps, sementara generasi kedua pada 2015 mendukung lebih banyak kanal, aliran spasial, dan MU-MIMO, serta beamforming mampu menghasilkan kecepatan data maksimum hingga mencapai 6,8 Gbps [12].

Kini 802.11ax atau Wi-Fi 6 yang merupakan generasi keenam memperkuat 802.11ac dengan skema modulasi yang lebih padat (1024 QAM & OFDMA), mengurangi jarak *subcarrier*, dan alokasi sumber daya berbasis jadwal. Teknologi ini terus dikembangkan untuk meningkatkan performa Wi-Fi lebih lanjut. Jika disimpulkan, perkembangan kecepatan komunikasi data antar generasi pada jaringan komputer dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kecepatan Data pada Jaringan Komputer

Tahun	Generasi	Kecepatan Data
1997	802.11	2 Mbps
1999	802.11a/b	54 Mbps
2003	802.11g	54 Mbps
2009	802.11n	600 Mbps
2013	802.11ac	6,8 Gbps
2019	802.11ax	9,6 Gbps

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Teknologi lapisan fisik jaringan komputer nirkabel berevolusi dari yang *spread spectrum*, *M-ary orthogonal coding*, OFDM, MIMO, dan teknologi mmWave pertama kali diadopsi dari IEEE 802.11. Kemudian, DSSS dan sinyal ortogonal diadopsi dalam teknologi telepon seluler 2G/3G, OFDM/MIMO dalam teknologi telepon seluler 4G, dan mmWave dalam teknologi telepon seluler 5G/6G, datang setelah adopsi teknologi-teknologi ini dalam standar IEEE 802.11. Dari sinilah teknologi nirkabel antara dunia telekomunikasi telepon (seluler) dan jaringan komputer akan bertemu. Penelitian-penelitian ini tidak lepas dari keterlibatan pengolahan isyarat yang akan berusaha untuk mendapatkan kecepatan data yang maksimum dengan kesalahan transfer yang minimum.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Perkembangan Teknologi Lapisan Atas

Selain teknologi komunikasi tentang pengiriman dan penerimaan data di lapisan fisik yang mengejar kecepatan, teknologi di atasnya yang membahas pengalamatan, keutuhan, dan aplikasi data juga berkembang. Teknologi bagian ini disebut terletak di lapisan atas, karena berada di bagian setelah bit-bit data terkirim.

Pada tahun 1974, terobosan dalam teknologi komunikasi internet terjadi dengan proposal publikasi yang mengenalkan *Transmission Control Protocol* (TCP) sebuah protokol yang mengatur

komunikasi dan transmisi data di internet [10]. TCP memastikan pengiriman data yang handal dan bertanggung jawab atas pengiriman ulang jika diperlukan. Selain itu, protokol standar untuk alamat komputer di jaringan, dikembangkan *Internet Protocol* (IP) yang menggunakan format biner 32-bit.

Pada tahun 1978, protokol TCP/IP diperkenalkan, dan mulai tahun 1982 protokol ini digunakan sebagai standar protokol jaringan ARPANET. Kemudian pada 1983 ARPANET beralih sepenuhnya ke TCP/IP. Pada tahun 1990, ARPANET bertransformasi menjadi internet yang kita kenal hari ini, dengan *Domain Name Server* (DNS) dikembangkan untuk mempermudah konversi alamat IP numerik menjadi nama domain yang mudah diingat oleh manusia.

Mulai tahun 1989, prinsip-prinsip desain dari *World Wide Web* mulai dikembangkan, termasuk *Uniform Resource Identifier* (URI) untuk mengidentifikasi sumber daya web, *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) untuk mentransfer data melalui internet, dan *Hypertext Markup Language* (HTML) untuk membangun dokumen web [10]. Teknologi ini telah berkembang menjadi berbagai bahasa web yang digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi internet.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

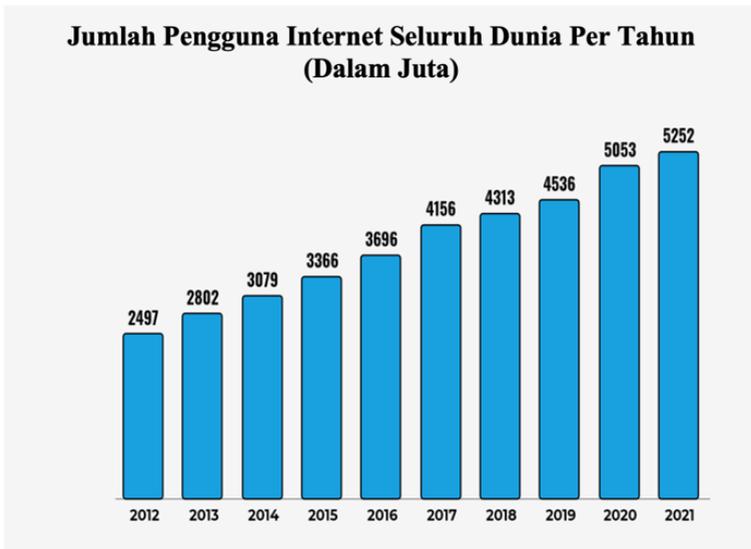
Penggunaan Internet

Selain teknologi yang berbasis web, kini Internet memuat banyak aplikasi-aplikasi. Aplikasi-aplikasi internet dapat dibagi menjadi kategori-kategori sebagai berikut:

- *Resource sharing*, yang meliputi *sharing* file dan *sharing* perangkat (misalnya *CD-drive*, *hard-disk*, *printer*)
- *E-mail* (*electronic mail*)
- *World Wide Web* (*www*)
- *File Transfer Protocol* (*FTP*)
- *Chat*
- *Short Message Service* (*SMS*)
- *Wireless Application Protocol* (*WAP*), pengaksesan internet melalui *handphone*.

- *Teleconference*
- *Mailing lists*
- *Game*
- *e-Banking*
- dan masih banyak lagi

Ada jutaan aplikasi dengan berbagai kategori di atas. Penggunaan internet di seluruh dunia mengalami peningkatan dengan sangat pesat. Gambar 1. menunjukkan grafik pengguna Internet di seluruh dunia. Terlihat dari grafik tersebut bahwa pengguna internet dari 2,4 milyar pada tahun 2012 meningkat menjadi 5,3 milyar di seluruh dunia pada tahun 2022 [13].



Gambar 1. Grafik pengguna internet di seluruh dunia [13]



Gambar 2. Grafik pengguna internet di Indonesia [14]

Di Indonesia, pengguna internet mengalami peningkatan jumlah dalam penggunaan internet. Gambar 2 memperlihatkan grafik pengguna Internet di Indonesia sejak dari tahun 2012 hingga 2013. Terlihat dari Gambar 2 bahwa jumlah pengguna internet di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2022 saja, ada 205 juta orang yang menggunakan internet, serta tercatat 212,9 juta pada 2023 [14].

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Dengan banyaknya pengguna internet tersebut di atas, bukan tidak mungkin bahwa terdapat juga para penjahat yang berkeliaran di dunia maya. Keamanan siber menjadi sangat penting untuk melindungi semua dari kejahatan, pencurian dan kerusakan. Data-data sensitif harus dilindungi yang berupa: informasi identitas pribadi (PII), informasi kesehatan yang dilindungi (PHI), informasi pribadi, kekayaan intelektual, data, dan lain-lain. Para pelaku kejahatan siber kini semakin cerdas dan taktik mereka semakin tangguh terhadap pertahanan siber konvensional. Penting untuk mencakup semua bidang keamanan siber

agar tetap terlindungi dengan baik. Ancaman dunia maya dapat datang dari tingkat mana pun.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Kejahatan via Internet

Terdapat berbagai jenis kejahatan yang terjadi di internet, beberapa di antaranya meliputi: *Phishing*, kejahatan di mana pelaku berusaha mencuri informasi sensitif seperti kata sandi, nomor kartu kredit, atau informasi keuangan dengan menyamar sebagai entitas tepercaya melalui surel, pesan teks, atau situs web palsu[15]. Serangan *phishing* juga dapat menggunakan modus social engineering, di mana korban dihubungi untuk membuka situs tertentu dengan tujuan pencurian data. Serangan ini menjadi pencurian data (*Data Breach*), ketika informasi sensitif atau privasi diakses, diambil, atau diungkapkan tanpa izin.

Dilaporkan bahwa 94% organisasi di seluruh dunia menjadi korban serangan phishing, dengan serangan pengambilalihan akun mencapai 58% [16]. Menurut *Anti-Phishing Working Group (APWG)*, tren serangan *phishing* terus meningkat dari tahun ke tahun. Pada 2022, APWG mencatat lebih dari 4,7 juta serangan *phishing* di seluruh dunia, meningkat sekitar 150% per tahun sejak awal 2019. Pada kuartal keempat tahun 2022, sektor keuangan, termasuk bank, menjadi sasaran utama dengan 27,7% dari total serangan[17].

Di Indonesia, tercatat jumlah kasus *phishing* mencapai 34.622 dalam lima tahun terakhir (hingga tahun 2023). Pada kuartal II tahun 2022, terdapat 5.579 serangan *phishing*, meningkat sekitar 41,52% dari kuartal sebelumnya pada tahun yang sama, yang mencatat 3.942 serangan [18].

Malware: Perangkat lunak berbahaya yang dirancang untuk merusak, mengganggu, atau mencuri informasi dari sistem komputer. Contoh meliputi virus, *worm*, trojan, dan *ransomware* [19].

Perangkat lunak yang disisipkan dapat digunakan untuk *phishing*, yaitu mencuri data, mengekspos informasi pelanggan, dan bahkan melakukan perusakan situs. Dapat juga digunakan untuk

mengalihkan pengunjung ke situs berbahaya lainnya. *Malware* pada sebuah *website* juga dapat bertujuan penurunan reputasi dan pendapatan bisnis.

Setiap hari, ada 560.000 *malware* baru yang terdeteksi di seluruh dunia. Saat ini, jumlah program *malware* di dunia telah mencapai lebih dari 1 miliar. Setiap menit, empat perusahaan diserang oleh *ransomware*. Setiap bulannya, tercatat ada 17 juta kasus *malware* baru [20].

Serangan *Denial-of-Service* (DoS) dan *Dynamic DoS*: adalah serangan yang dilakukan dengan cara membanjiri lalu lintas jaringan pada aplikasi pada *server*, sistem, atau *website*. Umumnya serangan ini dilakukan agar korban mengalami beban yang berat sampai tidak bisa lagi bekerja melayani pengguna lain (*overload*). Berbagai jenis serangan DoS meliputi, ping terus menerus, *Syn Flooding* yang memanfaatkan proses *handshake*, *Remote Controlled Attack*, UDP Flood yang memanfaatkan protokol UDP, *Smurf Attack* yang memanfaatkan ICMP *echo request*, dan lain sebagainya. Pelaku serangan DoS biasanya menasar situs dengan profil tinggi seperti bank, perusahaan, atau instansi pemerintah. Motivasi untuk serangan ini bisa terjadi untuk alasan balas dendam, pemerasan, atau aktivisme.

Pada tahun 2018, serangan DDoS mencetak rekor dengan mengganggu sistem target selama 329 jam, hampir 2 minggu. Namun, pada kuartal kedua tahun 2019, Kaspersky menemukan serangan yang lebih lama, berlangsung selama 509 jam. Pada September 2022, Google mengumumkan DDoS yang mengirimkan 46 juta permintaan per detik. Amazon mengungkapkan bahwa pada Q1 tahun 2020, mereka menghadapi serangan DDoS sebesar 2,3 Tbps, yang merupakan serangan terbesar yang tercatat dalam sejarah, hampir empat kali lipat dari rekor sebelumnya [21].

Peretasan (*Hacking*), yaitu mengambil alih akses tanpa izin ke sistem komputer atau jaringan untuk mencuri informasi, merusak data, atau mengganggu operasi normal sistem tersebut [22]. Peretas yang berhasil masuk di PC korban akan mengambil alih kendali atas perangkat korban tersebut. Dia dapat melakukan apapun atas nama

korban, seperti mengambil informasi pribadi dan keuangan tanpa sepengetahuan korban, mengubah data, mencuri uang dan membuka kartu kredit dan rekening bank atas nama korban, melakukan pembelian, menambahkan alias sebagai pengguna resmi, menjual informasi kepada pihak lain yang akan menggunakannya untuk tujuan terlarang atau ilegal.

Selain jenis kejahatan di atas yang terkenal terjadi di internet, ada kejahatan lain yang tidak kalah seriusnya. *Cyberbullying*, menggunakan teknologi digital untuk menyebarkan pesan atau konten yang merugikan atau mengganggu orang lain secara online, seringkali dengan tujuan menyebabkan kecemasan atau kesengsaraan. Pembajakan (*Piracy*) hak cipta, berupa pelanggaran hak cipta dengan menyalin, mendistribusikan, atau menggunakan karya yang dilindungi hak cipta tanpa izin dari pemiliknya. *Download* buku, musik, film dan lain-lain secara ilegal. Pornografi Anak, memproduksi, distribusi, atau konsumsi konten seksual yang melibatkan anak di bawah umur. Penipuan Investasi, berupa penawaran investasi palsu. Mama minta pulsa, Sok akrab pura-pura kawan lama, Via chat menggiring untuk ke ATM, dan masih banyak lagi.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Keamanan Internet

Dalam teori keamanan jaringan data, terdapat 5 (lima) prinsip dasar keamanan data, yaitu: autentikasi, *non-repudiation*, integritas, kerahasiaan, dan ketersediaan. Autentikasi memastikan bahwa hanya yang berhak yang dapat mengakses, dengan penggunaan username dan password, sertifikat digital, atau lainnya. *Non-repudiation*, pencegahan penyangkalan tindakan atau transaksi, biasanya dicapai melalui teknologi tanda tangan digital atau *logbook* akses. Integritas data, bahwa data aman dari perubahan, dijamin melalui teknik *hashing* dan/atau enkripsi. Kerahasiaan data dijaga dengan menggunakan enkripsi dan protokol keamanan seperti SSL/TLS. Untuk memastikan ketersediaan data, digunakan redundansi data, pemulihan data, dan

pengelolaan kapasitas. Atau melalui kombinasi langkah-langkah tersebut.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Autentikasi Untuk Keamanan Internet

Dari berbagai jenis kejahatan internet yang diungkapkan di atas, autentikasi merupakan hal yang paling dominan untuk keamanan. Autentikasi yang kuat mencegah akses tidak sah, sehingga memiliki peran penting karena membantu memastikan keamanan dan keabsahan informasi serta transaksi yang dilakukan. Dalam konteks keamanan digital, autentikasi digunakan untuk memverifikasi identitas pengguna sebelum memberikan akses ke data atau layanan tertentu. Dengan autentikasi maka integritas data akan terjamin. Hanya orang yang berhak yang boleh mengubah data. Seseorang yang sudah berhasil masuk karena sudah melakukan autentikasi, maka segala tindakannya akan tercatat, sehingga tidak bisa mengelak jika transaksi sudah dilakukan. Autentikasi juga akan melindungi informasi pribadi dan mencegah akses yang tidak sah. Demikian juga, hanya orang yang sah yang bisa masuk ke dalam sistem, sehingga orang yang tidak berhak akan dicegah untuk mengakses sistem dan membuat kerusakan data.

Autentikasi juga penting misalnya dalam transaksi keuangan dan perbankan. Dengan menggunakan metode autentikasi yang kuat, seperti penggunaan *password* yang unik atau penggunaan faktor kedua seperti verifikasi dua faktor, kita dapat memastikan bahwa hanya pemilik akun yang sah yang dapat mengakses dan melakukan transaksi keuangan.

Autentikasi juga dapat diterapkan dalam berbagai aspek, seperti mengakses perangkat elektronik pribadi, membuka pintu rumah atau kantor dengan kunci elektronik, atau bahkan dalam mengakses aplikasi dan *online platform* yang memerlukan *login*.

Autentikasi dilakukan dengan berbagai metode. Kata sandi, biometrik, token, atau sertifikat kerap dilakukan, atau bahkan dengan menerapkan autentikasi multi-faktor, sehingga sistem dapat secara

signifikan mencegah risiko pencurian identitas, *phishing*, dan bentuk kejahatan dunia maya lainnya.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Dibandingkan dengan yang lain, autentikasi secara biometrik lebih unggul dibandingkan autentikasi yang lain (seperti *password*, sertifikat digital, dll.) karena lebih sulit untuk dipalsukan. Teknologi biometrik menggunakan fitur unik dari pengguna, seperti sidik jari, suara, atau wajah, untuk melakukan verifikasi identitas. Selain itu, tidak akan terjadi lupa *password* pada pengguna atau dicuri oleh pihak lain.

Penelitian-penelitian autentikasi biometrik merupakan salah satu bidang pengolahan isyarat, yang meliputi sejak dari pra pengolahan isyarat, peningkatan citra, segmentasi, ekstraksi fitur/ciri, hingga pengenalan dan/atau klasifikasi.

Autentikasi biometrik sidik jari telah mendapat perhatian besar dalam bidang penelitian karena akurasi dan kenyamanannya yang tinggi bagi pengguna. Autentikasi menggunakan sidik jari biasa digunakan untuk presensi kehadiran, masuk ruangan, sekarang dipakai untuk autentikasi *handphone*, laptop, dan lain-lain. Teknologi ini menggunakan pola unik yang ditemukan di ujung jari seseorang untuk memverifikasi identitasnya. Berbagai penelitian dan studi biometrik berbasis sidik jari untuk meningkatkan keamanan sistem dan akurasi pengenalan cukup banyak dan menantang [23], antara lain metode Hough Transform dan metode-metode konvensional untuk pengenalan sidik jari [24]. Penelitian lanjutan tentang peningkatan akurasi akurasi pada citra sidik jari juga telah berhasil dilakukan [25]. Autentikasi sidik jari secara umum berhasil mengidentifikasi dengan akurasi 96% untuk data 500. Ini merupakan kemajuan yang signifikan untuk mendukung dari sisi keandalan dan kenyamanan.

Autentikasi suara, juga dikenal sebagai pengenalan pembicara berpotensi penerapan yang signifikan di berbagai industri seperti keuangan, perawatan kesehatan, dan keamanan komunikasi telepon. Autentikasi suara sangat penting dalam memastikan bahwa orang yang berbicara adalah orang yang benar. Pernahkah bapak ibu mendapatkan

telepon dari orang yang berpura-pura sebagai teman atau keluarga, seperti mama minta pulsa misalnya? Kesalahan dalam mengidentifikasi lawan bicara bisa berakibat fatal. Berbagai kejahatan juga dapat diungkap pelakunya ketika suaranya teridentifikasi. Untuk itulah autentikasi suara mempunyai peranan yang penting. Penelitian di bidang ini sangat luas dan diintegrasikan ke dalam berbagai sistem untuk mengidentifikasi atau memverifikasi individu. Ekstraksi fitur sistem *Audio Speaker Recognition* (ASR) [26], termasuk LPCC dan MFCC [27], [28] dan Fuzzy [29]. Sebuah studi berhasil mengidentifikasi dengan akurasi 89,25% [30]. Penelitian mengenai arahan di masa depan akan membantu mengeksplorasi persepsi yang lebih luas tentang teknologi pengenalan pembicara, termasuk terminologi arsitektur dan ekstraksi fitur [31].

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Autentikasi dengan teknologi pengenalan wajah telah menjadi aspek penting dalam berbagai bidang seperti keamanan, penegakan hukum dan keuangan karena kemampuannya untuk memverifikasi identitas seseorang secara akurat. Autentikasi wajah biasa digunakan pada imigrasi, masuk ruangan, sekarang dipakai untuk autentikasi *handphone*, laptop, dan lain-lain. Identifikasi wajah juga digunakan untuk menyidik pelaku kriminal. Perkembangan terkini dalam algoritma pembelajaran mendalam [32], [33] seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN), yang menghasilkan peningkatan signifikan dalam akurasi pengenalan wajah [33]. Sebuah penelitian CNN telah berhasil dengan akurasi pengenalan maksimum sebesar 98,75% dan 98,00%, yang diperoleh dengan dataset tertentu. Pengembangan algoritma yang lebih kuat dan efisien masih terbuka untuk data berskala besar dan lingkungan nyata [34], [35]. Selain itu, penelitian masalah privasi dan perlindungan data juga telah dilakukan dalam teknologi pengenalan wajah.

Autentikasi berdasarkan fitur retina menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan metode tradisional seperti sidik jari atau pengenalan wajah, namun membutuhkan perangkat yang lebih canggih.

Pemindaian retina lebih akurat dan tidak rentan terhadap kesalahan karena pola retina yang sangat unik untuk setiap individu dan tidak mudah ditiru. Pemindaian retina bersifat non-invasif dan tidak menimbulkan rasa sakit, menjadikannya pilihan utama untuk aplikasi sensitif seperti keamanan nasional atau transaksi perbankan. Selain itu, pemindaian retina tidak pada pencahayaan atau ekspresi wajah, sehingga menjadikannya sebagai pengidentifikasi biometrik yang lebih andal. Autentikasi retina saat ini digunakan untuk masuk ruangan rahasia, eksklusif, seperti brankas bank, institusi intelijen, dan lain-lain. Penelitian berfokus pada peningkatan akurasi dan kecepatan pemindaian retina [36] serta peningkatan citra retina [37]. Metode penggunaan *vasculature landmarks segmentation* telah mencapai akurasi 99,65% dan rata-rata pengenalan 99,40% [38]. Penelitian autentikasi retina sangat penting untuk mengeksplorasi potensi penerapannya di berbagai bidang seperti perawatan kesehatan, keuangan, dan keamanan.

Dari semua uraian di atas, terdapat bidang penelitian yang menjanjikan, yaitu penggunaan biometrik multi-modal [36]. Gabungan antara sidik jari dan wajah telah diterapkan di bandara-bandara internasional. Penelitian menggabungkan berbagai fitur autentikasi untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi, lebih cepat, dan lebih tahan terhadap derau pasti akan menarik untuk diterapkan di dunia masyarakat.

Penelitian terkini menawarkan autentikasi melalui gestur, yang mencoba mengenal gerakan fisik atau pola unik [39], [40], [41]. Autentikasi ini memberikan keamanan dengan pola yang sulit ditiru oleh pihak yang tidak sah. Dengan menggunakan gerakan yang khas oleh pengguna, autentikasi gestur tidak hanya memberikan perlindungan terhadap pencurian identitas, tetapi juga menawarkan kenyamanan pengguna dan dapat digunakan dalam berbagai perangkat dan aplikasi. Hal ini akan mengurangi risiko *phishing* serta penggunaan yang luas membuat autentikasi gestur menjadi pilihan yang penting dalam menjaga keamanan sistem dan informasi.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Penutup

Sebagai bagian akhir dari pidato ini, perkenanlah saya membuat rangkuman sebagai penutup pidato.

Sejarah perkembangan telepon tanpa kabel, sejak diperkenalkan oleh Nippon Telegraph and Telephone (NTT) di Jepang pada tahun 1979; dan berkembang menjadi jaringan seluler 1G yang masih analog membutuhkan waktu 20 tahun untuk menjadi digital, yaitu membentuk 2G. Tahun 1991, teknologi 2G mempunyai transfer data masih sangat rendah, hanya beberapa kbps. Membutuhkan 10 tahun sampai tahun 2001 untuk menjadi 2 Mbps dengan melahirkan teknologi 3G. Perlu 10 tahun lagi, 4G pada tahun 2011 untuk meningkatkan kecepatan transfer data menjadi sekitar 12,5 Mbps. Sembilan tahun kemudian, yaitu di tahun 2020, kecepatan unduhnya mencapai 55,5 Mbps. 5G yang mulai dikembangkan tahun 2020 bahkan mencapai 169,46 Mbps.

Sementara itu, di dunia jaringan komputer internet, IEEE 802.11 dirilis pada tahun 1997 bekerja di pita 2,4 GHz dengan kecepatan data 1 Mbps dan 2 Mbps. Tahun 1999 IEEE 802.11a mempunyai kecepatan data maksimum hingga 54 Mbps. Tahun 2003 IEEE 802.11g menggabungkan fitur-fitur terbaik dari 802.11a dan 802.11b mempunyai kecepatan transfer data 54 Mbps. Pada tahun 2009, IEEE 802.11n meningkatkan kecepatan transfer data menjadi 600 Mbps. IEEE 802.11ac semakin diperluas pada 802.11n dengan *bandwidth* yang lebih luas, memungkinkan kecepatan hingga 6,8 Gbps.

Banyak penelitian-penelitian di bidang pengolahan isyarat, modulasi, antena, dan lain-lain untuk mendukung kemajuan teknologi komunikasi data, baik yang *outdoor* (telekomunikasi *telepon*) dan *indoor* (jaringan komputer), yang sangat pesat ini.

Sementara itu di lapisan atas, sejak Transmisi Kontrol Protokol (TCP) dan Protokol Internet (IP) menggantikan ARPANET pada tahun 1990, berkembang berbagai aplikasi berbasis web dan yang bukan web, seperti *e-mail*, FTP, *chat*, *teleconference*, e-Banking, dan masih banyak lagi.

Penggunaan internet di seluruh dunia mengalami peningkatan dengan sangat pesat, memicu juga kejahatan siber. Dibutuhkan keamanan siber agar dunia maya tetap terlindungi dengan baik. Autentikasi memiliki peran penting untuk memverifikasi identitas pengguna. Autentikasi biometrik saat ini meliputi sidik jari, suara, wajah dan retina. Autentikasi dengan sidik jari secara umum berhasil mengidentifikasi dengan akurasi yang cukup tinggi di atas 90%. Sementara itu, autentikasi suara, mampu diintegrasikan ke dalam berbagai sistem untuk mengidentifikasi atau memverifikasi individu dengan akurasi yang cukup tinggi pula. Autentikasi menggunakan teknologi pengenalan wajah mempunyai akurasi pengenalan maksimal sebesar 98,75% dan 98,00%. Autentikasi fitur retina menawarkan keunggulan, yaitu lebih akurat dan *robust*. Sebuah metode autentikasi menggunakan retina berhasil mencapai akurasi 99,65% dan rata-rata pengenalan 99,40%. Autentikasi biometrik, yang meliputi pengolahan isyarat, peningkatan citra, segmentasi, ekstraksi fitur/ciri, hingga pengenalan dan/atau klasifikasi, merupakan salah satu bidang pengolahan isyarat.

Dari semua uraian di atas, terdapat bidang penelitian yang menjanjikan, yaitu penggunaan biometrik gabungan, yang menggabungkan berbagai fitur autentikasi unik untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi.

Para hadirin dan tamu undangan yang saya hormati,

Saya akan menutup pidato ini dengan pertama kali dan yang utama mengucapkan syukur kepada Allah Swt, yang atas karunia-Nya yang sangat besar, saya diberi kepercayaan untuk menjadi salah satu Guru Besar di Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Semoga alam semesta pun ikut bersorak dan bersukacita atas karunia-Nya yang membahagiakan.

Saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas penetapan Guru Besar saya per 1 Juni 2023. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Rektor

Universitas Gadjah Mada beserta jajarannya, Pimpinan dan Anggota Senat Akademik, Pimpinan dan Anggota Dewan Guru Besar, Dekan Fakultas Teknik beserta jajarannya, Ketua dan Anggota Senat Fakultas Teknik, Tim Penilai Kenaikan Jabatan Guru Besar Fakultas Teknik, Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi yang telah memproses dan memberikan persetujuan kepada saya untuk menjadi Guru Besar dalam Bidang Elektronika Daya Fakultas Teknik UGM.

Terima kasih juga kepada Tim SDM di tingkat Universitas, Fakultas, dan Departemen, terkhusus kepada Mbak Ratna Endah, serta tim pengelola dokumen di departemen yang telah memberikan banyak bantuan untuk menyiapkan berbagai dokumen yang diperlukan dan selalu menginformasikan kekurangan dokumen yang harus dilengkapi.

Saya mengucapkan terima kasih dan hormat saya kepada semua guru di SD Ngablak I (almarhum) Turi Sleman, SMP Negeri 6 Yogyakarta, dan SMA Negeri 2 Yogyakarta yang telah mendidik, membentuk, dan membekali saya dengan berbagai ilmu dan sikap mental untuk selalu tekun belajar dan bekerja dengan sungguh-sungguh.

Terima kasih kepada guru-guru kami di Departemen, Prof. Adhi Susanto M.Sc., Ph.D (alm.), Prof. Dr. Ir. Thomas Sri Widodo DEA (alm) selaku dosen pembimbing skripsi; Ir. Soetarno dosen pembimbing akademik saya; Prof. Vladimir Oleshchuk, Ph.D supervisor tesis di Universitas i Agder. Kepada Prof. Dr. Kobchai Dejhan dan Assist Prof. Dr. Phichet Moungnoul sebagai Promotor dan co-promotor untuk studi saya di King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Bangkok, Thailand. Kepada guru-guru dan senior kami Dr. Ir. Soerjono, M.Phil (alm.) yang mengusulkan saya menjadi dosen; para dosen senior: Prof. Dr. F Soesianto, Drs. HC. Yohanes, Drs. Moch Basor, Ir. Bambang Sutopo, M.Phil., Ibu Ir. Litasari, M.Sc. (alm.), Ir. Priyatmadi, M.T., Ir. Harnoko, M.T., Ir. Wahyu Dewanto, M.T., Ir. Bambang Sugiyantoro, M.T., Prof. Ir. Tumiran, Ph.D., Dr. Ir. Rudy Hartanto, Dr. Ir. Isnaeni BS, Prof. Dr. Ir. Lukito Edi Nugroho yang selalu memberi motivasi dan semangat untuk

terus bekerja dengan baik. Terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Sasongko Pramono Hadi, DEA yang telah mengawal dan selalu mengingatkan untuk kenaikan pangkat jabatan ini. Kepada Prof. Ir. Paulus Insap Santosa, M.Sc., Ph.D., IPU dan Prof. Ir. Hanung Nugroho, Ph.D., terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya atas kesediaannya mereviu naskah pidato ini.

Terima kasih kepada Prof. Ir. Hanung Adi Nugroho, Ph.D. dan Ir. Lesnanto Multa Putranto, Ph.D. selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi. Terima kasih kepada segenap pengurus departemen yang ikut serta menjamin kenyamanan dalam bekerja.

Terima kasih juga saya ucapkan kepada para dosen dan tenaga kependidikan di DTETI yang telah menjadi bagian keluarga besar saya, atas kehangatan, kebersamaannya dan suasana kekeluargaan yang kental.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada teman-teman SD, SMP dan SMA, dan teman-teman kuliah di Jurusan Teknik Elektro khususnya Angkatan 1985 yang tidak dapat saya sebut satu persatu. Mereka turut membentuk kepribadian sehingga saya menjadi seperti sekarang ini.

Terima kasih juga kepada teman-teman dan tetangga di dusun Kadisobo Trimulyo Sleman, Rogoyudan Sinduadi Mlati Sleman, dan Karangwuni Bangunkerto Turi Sleman, yang telah ikut membantu membentuk pribadi saya.

Kepada bapak, ibu, dan saudara saudari yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, saya mengucapkan banyak terima kasih atas setiap perjumpaan, relasi dan kebersamaan, saling mengingatkan dan selalu menyemangati untuk melakukan yang terbaik.

Ucapan terima kasih dan sungkem saya haturkan kepada keluarga besar trah Sumo Kerto Sentono, trah Suro Diyatmo, dan bani Ihsan Mawardi atas petuah nasehat dan kekeluargaan yang tidak ternilai harganya.

Terima kasih kepada saudara-saudara, pak dhe Arif dan keluarga, bu Tri dan keluarga, te Fa, om Nung dan keluarga, om Krisna dan keluarga, atas kebersamaannya selama ini.

Ucapan terima kasih dan sungkem saya haturkan kepada keluarga besar keluarga mertua di Suliki Payakumbuh Sumatera Barat, yang telah menjadi bagian dari kekeluargaan yang tidak ternilai harganya.

Terima kasih juga saya sampaikan kepada istri saya, dr. Erita, yang dengan setia, sabar, penuh pengertian, dan kasih sayang selalu mendampingi dalam suka dan duka, memberikan dorongan semangat, motivasi, dan doa yang tulus dalam setiap langkah yang saya lakukan. Semoga menjadikan pahala yang sebesar-besarnya.

Terima kasih juga kepada anak-anakku, mas Yusuf beserta istri mbak Lala, dan Airlangga, yang selalu membantu, memberikan kegembiraan dan semangat. Teruslah belajar dan mengembangkan diri kalian menjadi pribadi yang berkualitas dan bermanfaat. Semoga menjadikan anak soleh mendapat ridlo-Nya, dan ditinggikan derajatnya di dunia dan akhirat nanti. Amien.

Ucapan terima kasih dan sungkem saya haturkan setinggi-tingginya kepada kedua orang tua saya, Bapak R. Suyono (alm) dan Ibu Siti Asfa'ah (alm.) yang dengan tekun dan penuh kasih sayang, mendidik, membimbing, dan selalu mendoakan untuk kesehatan dan kesuksesan saya. Semoga amal ibadah mereka selalu diterima di sisi-Nya dan ditinggikan derajatnya. *Allahummaghfirlahum warhamhum wa'aafihim wa'fu' anhum*. Amien.

Para hadirin yang berbahagia,

Dengan mengucapkan puji syukur alhamdulillah, saya mengakhiri Pidato Pengukuhan Guru Besar saya. Atas nama pribadi dan seluruh anggota keluarga, saya mengucapkan terima kasih yang tak terhingga serta apresiasi yang sebesar-besarnya atas kesabaran dan keikhlasan para hadirin sekalian dalam mendengarkan pidato saya. Saya mohon maaf yang sebesar-besarnya atas kesalahan-kesalahan dan kekurangan-kekurangan selama penyampaian pidato pengukuhan ini.

Semoga jabatan akademik ini dapat saya emban dengan sebaik-baiknya sehingga saya dapat berkontribusi sesuai dengan ilmu, pengetahuan, dan kompetensi yang saya miliki, serta tugas dan fungsi jabatan akademik yang diamanahkan kepada saya. Semoga Allah Swt selalu meridloi. Amien yaa rabbal alamien.

Wassalaamu'alaikum wa rahmatullaahi wa barokaatuh

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Moss, "From 'brick' to smartphone: the evolution of the mobile phone," *MRS Bull*, vol. 46, no. 3, 2021, doi: 10.1557/s43577-021-00067-7.
- [2] Miles Burke, "The Evolution Of Telephone Technology: A Brief History," <https://linkedphone.com/blog/evolution-of-telephone-technology-brief-history/>.
- [3] Richard Galazzo, "From 1G to 5G: The History of Cell Phones and their Cellular Generations," <https://www.cengn.ca/information-centre/innovation/timeline-from-1g-to-5g-a-brief-history-on-cell-phones/>. Accessed: Oct. 06, 2023. [Online]. Available: <https://www.cengn.ca/information-centre/innovation/timeline-from-1g-to-5g-a-brief-history-on-cell-phones/>
- [4] NA, "1G, 2G, 3G, 4G - The Evolution of Wireless Generations," <https://support.chinavasion.com/index.php?/Knowledgebase/Article/View/284/42/1g-2g-3g-4g---the-evolution-of-wireless-generations>.
- [5] "What are the differences between 2G, 3G, 4G LTE, and 5G networks?," <https://rantcell.com/comparison-of-2g-3g-4g-5g.html>.
- [6] I. Aldmour, "LTE and WiMAX: Comparison and Future Perspective," *Communications and Network*, vol. 05, no. 04, pp. 360–368, 2013, doi: 10.4236/cn.2013.54045.
- [7] "Lebih Murah, Telkomsel Pilih LTE," <https://inet.detik.com/telecommunication/d-930174/lebih-murah-telkomsel-pilih-lte>.
- [8] Z. Zhang and Q. Wang, "Application Status and Prospects of 5G Technology in Distribution Automation Systems," *Wirel Commun Mob Comput*, vol. 2021, p. 5553159, 2021, doi: 10.1155/2021/5553159.
- [9] "Jaringan 5G Resmi Beroperasi, Transformasi Digital Melesat," <https://www.kominfo.go.id/content/detail/34812/jaringan-5g>

resmi-beroperasi-transformasi-digital-melesat/0/artikel, Jakarta, 2023.

- [10] Irma Šlekytė, “History of the internet,” <https://nordvpn.com/blog/history-of-the-internet/>, Jul. 03, 2023.
- [11] K. Pahlavan and P. Krishnamurthy, “Evolution and Impact of Wi-Fi Technology and Applications: A Historical Perspective,” *International Journal of Wireless Information Networks*, vol. 28, no. 1. Springer, pp. 3–19, Mar. 01, 2021. doi: 10.1007/s10776-020-00501-8.
- [12] Cees Links, “The Evolution of Wi-Fi networks: from IEEE 802.11 to Wi-Fi 6E,” <https://www.wevolver.com/article/the-evolution-of-wi-fi-networks-from-ieee-80211-to-wi-fi-6e>.
- [13] InternetAdvisor Team, “Internet Users Worldwide: 2023 Statistics and Population Data,” <https://www.internetadvisor.com/internet-users-worldwide-2022-statistics-and-population-data>. Accessed: Feb. 06, 2024. [Online]. Available: 06/02/2024<https://www.internetadvisor.com/internet-users-worldwide-2022-statistics-and-population-data>
- [14] Rizaldi Agustiansyah Ahmad, “Terus Meningkatkan, Jumlah Pengguna Internet di Indonesia Tembus 212 Juta Tahun 2023,” <https://teknologi.id/insight/terus-meningkat-jumlah-pengguna-internet-di-indonesia-tembus-212-juta-tahun-2023>. Accessed: Feb. 06, 2024. [Online]. Available: <https://teknologi.id/insight/terus-meningkat-jumlah-pengguna-internet-di-indonesia-tembus-212-juta-tahun-2023>
- [15] Dhamija R, Tygar J.D., and Hearst M, “How Phishing Works,” in *Conference on Human Factors in Computing Systems*, Anti-Phishing Working Group, Nov. 2006, pp. 581–590.
- [16] Egress, “Must-know phishing statistics for 2024,” <https://www.egress.com/blog/phishing/phishing-statistics-round-up>.
- [17] Adi Ahdiat, “Tren Serangan Phishing Terus Meningkatkan, Capai Rekaor Tertinggi pada 2022,”

<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/05/17/tren-serangan-phishing-terus-meningkat-capai-rekor-tertinggi-pada-2022>.

- [18] Faqih Imtiyaz and Hasriyani Latif, “Kasus Phising Makin Marak, BPKNRI Bahas Strategi Pencegahan Bareng Pemprov Sulsel,” <https://makassar.tribunnews.com/2023/02/16/kasus-phising-makin-marak-bpkn-ri-bahas-strategi-pencegahan-bareng-pemprov-sulsel?page=all>.
- [19] J. Erasmus, “Anatomy of a malware attack,” *Network Security*, vol. 2009, no. 1, pp. 4–7, 2009, doi: [https://doi.org/10.1016/S1353-4858\(09\)70005-4](https://doi.org/10.1016/S1353-4858(09)70005-4).
- [20] Darren Craft, “Malware Statistics & Facts: Frequency, Impact & Cost,” <https://www.worthinsuranc.com/post/malware-statistics>.
- [21] SAM COOK, “20+ DDoS attack trends and statistics in 2024: The rising threat,” <https://www.comparitech.com/blog/information-security/ddos-statistics-facts/>.
- [22] Jack Wiles, Terry Gudaitis, and Jennifer Jabbusch, *Low Tech Hacking - Street Smarts for Security Professionals*. 2012.
- [23] W. Yang, S. Wang, J. Hu, G. Zheng, and C. Valli, “Security and accuracy of fingerprint-based biometrics: A review,” *Symmetry*, vol. 11, no. 2. MDPI AG, Feb. 01, 2019. doi: [10.3390/sym11020141](https://doi.org/10.3390/sym11020141).
- [24] R. Hidayat, K. Souvanlit, and A. Bejo, “An improvement of minutiae-based fingerprint matching: Two Level of Scoring System,” in *2016 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)*, 2016, pp. 264–267. doi: [10.1109/ISESD.2016.7886730](https://doi.org/10.1109/ISESD.2016.7886730).
- [25] Brama Yoga Satria; Agus Bejo; Risanuri Hidayat, “Fingerprint Enhancement using Iterative Contextual Filtering for Fingerprint Matching,” in *2021 9th International Conference on Information and Communication Technology (ICOICT)*, Yogyakarta: IEEE, Aug. 2021.

- [26] Y. Astuti, R. Hidayat, and A. Bejo, "Comparison of Feature Extraction for Speaker Identification System," in *2020 3rd International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems, ISRITI 2020*, 2020. doi: 10.1109/ISRITI51436.2020.9315332.
- [27] Y. Astuti, R. Hidayat, and A. Bejo, "Feature Extraction using Gaussian-MFCC for Speaker Recognition System," in *Proceedings - 2021 IEEE 5th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering: Applying Data Science and Artificial Intelligence Technologies for Global Challenges During Pandemic Era, ICITISEE 2021*, 2021. doi: 10.1109/ICITISEE53823.2021.9655887.
- [28] M. R. Firmansyah, R. Hidayat, and A. Bejo, "Comparison of Windowing Function on Feature Extraction Using MFCC for Speaker Identification," in *2021 International Conference on Intelligent Cybernetics Technology and Applications, ICICyTA 2021*, 2021. doi: 10.1109/ICICyTA53712.2021.9689160.
- [29] S. R. Hasibuan, R. Hidayat, and A. Bejo, "Speaker Recognition Using Mel Frequency Cepstral Coefficient and Self-Organising Fuzzy Logic," in *2020 3rd International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems, ISRITI 2020*, 2020. doi: 10.1109/ISRITI51436.2020.9315337.
- [30] R. T. Al-Hassani, D. C. Atilla, and Ç. Aydin, "Development of High Accuracy Classifier for the Speaker Recognition System," *Appl Bionics Biomech*, vol. 2021, p. 5559616, 2021, doi: 10.1155/2021/5559616.
- [31] M. M. Kabir, M. F. Mridha, J. Shin, I. Jahan, and A. Q. Ohi, "A Survey of Speaker Recognition: Fundamental Theories, Recognition Methods and Opportunities," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 79236–79263, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3084299.
- [32] G. Guo and N. Zhang, "What Is the Challenge for Deep Learning in Unconstrained Face Recognition?," in *2018 13th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture*

- Recognition (FG 2018)*, 2018, pp. 436–442. doi: 10.1109/FG.2018.00070.
- [33] K. Zhang, Z. Zhang, Z. Li, and Y. Qiao, “Joint Face Detection and Alignment Using Multitask Cascaded Convolutional Networks,” *IEEE Signal Process Lett*, vol. 23, no. 10, pp. 1499–1503, 2016, doi: 10.1109/LSP.2016.2603342.
- [34] E. M. Saputra, R. Hidayat, and A. Bejo, “Variance-Based Geometric Feature Selection for Face Recognition System,” in *2022 5th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems, ISRITI 2022*, 2022. doi: 10.1109/ISRITI56927.2022.10052946.
- [35] K. Puthea, R. Hartanto, and R. Hidayat, “A review paper on attendance marking system based on face recognition,” in *Proceedings - 2017 2nd International Conferences on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering, ICITISEE 2017*, 2018. doi: 10.1109/ICITISEE.2017.8285517.
- [36] W. Meng, D. S. Wong, S. Furnell, and J. Zhou, “Surveying the Development of Biometric User Authentication on Mobile Phones,” *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 3, pp. 1268–1293, 2015, doi: 10.1109/COMST.2014.2386915.
- [37] K. Firdausy, O. Wahyunggoro, H. A. Nugroho, M. B. Sasongko, and R. Hidayat, “Impact of Different Degree of Smoothing on Non-Local Means based Filter for Retinal Vessel Modeling,” in *2019 5th International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)*, 2019, pp. 118–122. doi: 10.1109/ICSITech46713.2019.8987555.
- [38] S. Aleem, B. Sheng, P. Li, P. Yang, and D. D. Feng, “Fast and Accurate Retinal Identification System: Using Retinal Blood Vasculature Landmarks,” *IEEE Trans Industr Inform*, vol. 15, no. 7, pp. 4099–4110, 2019, doi: 10.1109/TII.2018.2881343.
- [39] E. R. M. Aleluya and C. T. Vicente, “Faceture ID: face and hand gesture multi-factor authentication using deep learning,”

- Procedia Comput Sci*, vol. 135, pp. 147–154, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.160>.
- [40] W. Song, W. Kang, L. Wang, Z. Lin, and M. Gan, “Video Understanding-Based Random Hand Gesture Authentication,” *IEEE Trans Biom Behav Identity Sci*, vol. 4, no. 4, pp. 453–470, 2022, doi: 10.1109/TBIOM.2022.3179279.
- [41] Y. Sun, W. Meng, and W. Li, “Designing In-Air Hand Gesture-based User Authentication System via Convex Hull,” in *2022 19th Annual International Conference on Privacy, Security & Trust (PST)*, 2022, pp. 1–5. doi: 10.1109/PST55820.2022.9851982.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Prof. Dr.Eng. Ir. Risanuri Hidayat,
 Siv.Ing., IPM
 Tempat/Tgl Lahir : Sleman, 2 Agustus 1967
 Alamat Rumah : Kadisobo, Trimulyo, Sleman, Sleman,
 D.I. Yogyakarta Indonesia
 Alamat Kantor : Departemen Teknik Elektro dan
 Teknologi Informasi, Fakultas Teknik,
 Universitas Gadjah Mada
 Jln. Grafika 2 Yogyakarta 55281,
 Indonesia
 Jabatan Akademik : Guru Besar, TMT 1 Juni 2023
 Pangkat/Golongan : Pembina Tingkat I / IVb
 NIP : 1967 0802 1993 03 1 002
 Alamat surel : risanuri@ugm.ac.id

DATA KELUARGA

Ayah : R. Suyono
 Ibu : Siti Asfa'ah
 Istri : Erita
 Anak/Menantu : Yusuf Kurnia Badriawan/Avrilla Eta
 Cahya Wardani

Muhammad Airlangga Nur Hidayat

PENDIDIKAN

- 1992 : S-1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
- 2002 : S-2 Department of ^[1]_[SEP] Information and Communication Technology, Faculty of Engineering and Science, Agder University College, Norway
- 2009 : S-3 Department of Telecommunication Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

PENGALAMAN

- 2011 – 2019 : Kepala Laboratorium Sistem Digital, Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
- 2012 – 2016 : Staff Ahli IT Bidang Penjaminan Mutu, Kantor Jaminan Mutu, Universitas Gadjah Mada
- 2012 – 2023 : Auditor Akademik Internal Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
- 2009 – 2014 : Wakil Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
- 2014 – 2019 : Ketua Program Magister Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik

2012 – sekarang : Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
 : Pemimpin Redaksi, Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi, Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

PUBLIKASI JURNAL 5 TAHUN TERAKHIR

- [1] D. Kristomo, R. Hidayat, dan I. Soesanti, “Wavelet Based Feature Extraction for the Indonesian CV Syllables Sound,” *TELKOMNIKA Telecommunication Computing Electronics and Control*, vol. 16, no. 3, hal. 925-933, Jun. 2018, doi:10.12928/telkomnika.v16i3.5014.
- [2] A. Rachman, R. Hidayat, dan H.A. Nugroho, “Pembandingan Tiga Nada Vokal /e/ untuk Animasi Gerak Bibir,” *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, vol. 5, no. 2, hal. 209-215, Agu. 2019, doi:5.209.10.26418/jp.v5i2.32667.
- [3] A. Rizal, R. Hidayat, dan H.A. Nugroho, “Comparison of Multi-Distance Signal Level Difference Hjorth Descriptor and Its Variations for Lung Sound Classifications,” *Indonesian Journal of electrical Engineering and Informatics*, vol. 7, no. 2, hal. 345-356, Mei 2019, doi:10.11591/ijeei.v7i2.771.
- [4] A. Rizal, R. Hidayat, dan H.A. Nugroho, “Lung Sound Classification Using Hjorth Descriptor Measurement on Wavelet Sub-bands,” *Journal of Information Processing Systems*, vol. 15, no. 5, hal. 1068-1081, Okt. 2019, doi:10.3745/JIPS.02.0116.
- [5] A. Nugroho, R. Hidayat, H.A. Nugroho, dan J. Debayle, “Cancerous Object Detection Using Morphological Region-Based Active Contour in Ultrasound Images,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1444, hal. 1–9, 2020, doi:10.1088/1742-6596/1444/1/012011
- [6] A. Anggoro, S. Herdjunto, dan R. Hidayat, “MFCC dan KNN

- untuk Pengenalan Suara Artikulasi P,” *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls (AVITEC)*, vol. 2, no. 1, hal. 13–20, Jan. 2020, doi: 10.28989/avitec.v2i1.605
- [7] H. Nur, D.D. Ariananda, dan R. Hidayat, “Compressive Joint Angular and Frequency Spectrum Sensing Based on MUSIC Spectrum Reconstruction,” *Wireless Personal Communications*, vol. 111, no. 1, hal. 513–540, Okt. 2019, doi: 10.1007/s11277-019-06871-4.
- [8] H. Naing, R. Hidayat, R. Hartanto, dan Y. Miyanaga, “Discrete Wavelet Denoising into MFCC for Noise Suppressive in Automatic Speech Recognition System,” *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, vol. 13, no. 2, hal. 74–82, 2020, doi: 10.22266/ijies2020.0430.08.
- [9] R. Hidayat dan A. Winursito, “Improving Accuracy of Isolated Word Recognition System by Using Syllable Number Characteristics,” *International Journal of Technology*, vol. 11, no. 2, hal. 411–421, Apr. 2020, doi:10.14716/ijtech.v11.i2.3678.
- [10] K. Puthea, R. Hartanto, dan R. Hidayat, “The Attendance Marking System Based on Eigenface Recognition using OpenCV and Python,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1551, hal. 1–13, Mei 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1551/1/012012.
- [11] A. Nugroho, R. Hidayat, H.A. Nugroho, dan J. Debayle, “Combinatorial Active Contour Bilateral Filter for Ultrasound Image Segmentation,” *Journal of Medical Imaging*, vol. 7, no. 5, hal. 057003-1–057003-13, Sep/Okt. 2020, doi: 10.1117/1.jmi.7.5.057003.
- [12] A. Rachman, R. Hidayat, dan H.A. Nugroho, “Improving Phoneme to Viseme Mapping for Indonesian Language,” *IJITEE (International Journal of Information Technology and Electrical Engineering)*, vol. 4, no. 1, hal. 1–7, Sep. 2020, doi: 10.22146/ijitee.47577.
- [13] A.N. Jati, A.F. Haqqoni, I. Iswandi, dan R. Hidayat, “A High-Frequency Surface Wave Radar Simulation Using FMCW

- Technique for Ship Detection,” *IJITEE (International Journal of Information Technology and Electrical Engineering)*, vol. 4, no. 1, hal. 19–24, Sep. 2020, doi: 10.22146/ijitee.56344.
- [14] A. Nugroho, R. Hidayat, H.A. Nugroho, dan J. Debayle, “Ultrasound Object Detection Using Morphological Region-Based Active Contour: An Application System,” *International Journal of Innovation and Learning*, vol. 29, no. 4, hal. 412–430, 2021, doi: 10.1504/ijil.2021.115497.
- [15] P.H. Prastyo, I. Ardiyanto, dan R. Hidayat, “A Combination of Query Expansion Ranking and GA-SVM for Improving Indonesian Sentiment Classification Performance,” *Procedia Computer Science*, vol. 189, hal. 108–115, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.05.074.
- [16] R. Hidayat dan A. Winursito, “A Modified MFCC for Improved Wavelet-Based Denoising on Robust Speech Recognition,” *International Journal of Intelligent Engineering & Systems*, vol. 14, no. 1, hal. 12–21, Feb. 2021, doi: 10.22266/ijies2021.0228.02.
- [17] P.H. Prastyo, R. Hidayat, dan I. Ardiyanto, “Enhancing Sentiment Classification Performance Using Hybrid Query Expansion Ranking and Binary Particle Swarm Optimization with Adaptive Inertia Weights,” *ICT Express*, vol. 8, no. 2, hal. 189–197, Mei 2022, doi: 10.1016/j.ict.2021.04.009.
- [18] R. Hidayat, “Frequency Domain Analysis of MFCC Feature Extraction in Children’s Speech Recognition System,” *Jurnal Infotel*, vol. 14, no. 1, hal. 30–36, 2022, doi: 10.20895/infotel.v14i1.740.
- [19] R. Hidayat, M.O.B. Wibowo, B.Y. Satria, dan A. Winursito, “Implementation of Face Recognition Using Geometric Features Extraction,” *Jurnal Ilmiah Kursor*, vol. 11, no. 2, hal. 83–83, Jan. 2022, doi: 10.21107/kursor.v11i2.284.
- [20] S.T. Nursaputro, D.D. Arta Kusuma, R. Hidayat, O. Wahyunggoro, “Hidden Markov Model Sederhana Untuk Aplikasi Pengenalan Isyarat Penutur,” *ORBITH* vol. 19 no. 3, hal.

324-333, Nov. 2023, doi:10.32497/orbith.v19i3.5265.

- [21] A. Rizal, R. Hidayat, H.A. Nugroho, W.A. Cahyadi, “Lung sound classification using multiresolution Higuchi fractal dimension measurement,” *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, vol. 13, no. 5, hal. 5091–5091, Okt. 2023, doi: 10.11591/ijece.v13i5.pp5091-5100.
- [22] Iswandi, R. Hidayat, S.B. Wibowo, “An Evaluation Method of Ship-Tracking Algorithms for High-Frequency Surface Wave Radar considering High Maneuvers Generated by the MMG Model,” *Journal of Engineering*, vol. 2023, hal. 1-13, Mei 2023, doi:10.1155/2023/1481943.