

Inovasi Pembayaran Pajak Kendaraan Bermotor Digital Melalui E-samsat di Kabupaten Sidoarjo: Tantangan dan Peluang dalam Penerapan

Oleh:

Meifa Nur Fa'izah

Lailul Mursyidah

Administrasi Publik

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Mei, 2026

Pendahuluan

- Pajak kendaraan bermotor merupakan sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang penting bagi pembangunan daerah.
- Sistem pembayaran pajak secara konvensional masih memiliki berbagai kendala seperti antrean panjang, keterlambatan pembayaran, dan pelayanan administratif yang kurang efisien.
- Pemerintah menghadirkan inovasi pelayanan publik berbasis digital melalui sistem E-Samsat.
- E-Samsat memberikan kemudahan pembayaran pajak kendaraan secara online tanpa harus datang ke kantor Samsat.
- Kabupaten Sidoarjo mulai mengembangkan pelayanan E-Samsat sebagai bagian transformasi digital pelayanan publik.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

Rumusan Masalah

- Bagaimana penerapan E-Samsat dalam pembayaran pajak kendaraan bermotor di Kabupaten Sidoarjo serta tantangan dan peluang dalam implementasinya?

Tujuan penelitian

- Menganalisis dan mendeskripsikan penerapan E-Samsat dalam pembayaran pajjak kendaraan bermotor di Kabupaten Sidoarjo dengan menggunakan teori inovasi M. Rogers

Data Pendukung

Perbandingan Pembayaran Pajak Kendaraan Bermotor di Kabupaten Sidoarjo Sebelum dan Sesudah Implementasi E-Samsat (2019-2024)

Data menunjukkan bahwa jumlah wajib pajak kendaraan bermotor di Kabupaten Sidoarjo terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini menunjukkan tingginya jumlah kendaraan bermotor yang dimiliki masyarakat. Namun, meskipun jumlah wajib pajak meningkat, tingkat tunggakan dan denda pajak masih mengalami fluktuasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa masih terdapat masyarakat yang terlambat atau belum membayar pajak kendaraan tepat waktu. Oleh karena itu, pemerintah berupaya meningkatkan efektivitas pelayanan pembayaran pajak melalui sistem E-Samsat agar masyarakat lebih mudah melakukan pembayaran pajak kendaraan bermotor.

Tahun	Jumlah Wajib Pajak (WP)	WP dengan Tunggakan (%)	WP dengan Denda (%)
2019	1.106.348	16,14%	21,47%
2020	1.125.463	21,79%	9,51%
2021	1.142.973	16,47%	28,91%
2022	1.150.867	17,21%	26,86%
2023	1.168.975	18,90%	28,85%
2024	1.181.547	15,39%	31,28%

Penelitian Terdahulu

PENELITI	FOKUS	JUDUL	HASIL UTAMA
Pohan, Ivana, dan Kurniasih (2023)	Pengaruh implementasi E-Samsat terhadap kepatuhan wajib pajak	Sistem E-Samsat Sumatera Utara Bermartabat: Sebuah Inovasi untuk Meningkatkan Pelayanan Publik	Penelitian menunjukkan bahwa penerapan E-Samsat memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kepatuhan wajib pajak kendaraan bermotor karena sistem pembayaran menjadi lebih mudah, cepat, dan efisien.
Haryadi dan Ernandi (2024)	Pengaruh E-Samsat terhadap kepatuhan wajib pajak	Pengaruh Program Pemutihan PKB, Sistem E-Samsat, Sosialisasi Perpajakan dan Kesadaran Wajib Pajak terhadap Kepatuhan Wajib Pajak Kendaraan Bermotor di Kabupaten Sidoarjo	Sosialisasi perpajakan dan penggunaan E-Samsat berpengaruh terhadap peningkatan kepatuhan wajib pajak kendaraan bermotor.
Hidayat (2025)	Inovasi pelayanan publik melalui E-Samsat	Inovasi Pelayanan Publik Melalui E-Samsat (Studi di Kota Mataram)	Penelitian menunjukkan bahwa inovasi pelayanan publik melalui E-Samsat di Kota Mataram mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi pelayanan pembayaran pajak kendaraan bermotor, namun masih terdapat kendala pada sosialisasi layanan dan kemampuan masyarakat dalam menggunakan sistem digital.

Metode

Jenis penelitian	Kualitatif deskriptif
Lokasi	kantor samsat induk Sidoarjo kota Jl. Raya Cemeng Kalang No.12
Informan	kepala UPT pengelolaan pendapatan daerah Sidoarjo, staf pelaksanaan teknis pembayaran dan penagihan serta masyarakat pengguna aplikasi E-Samsat
Fokus penelitian	bentuk inovasi layanan E-Samsat, tingkat penerimaan dan keberhasilannya berdasarkan teori Inovasi Rogers, tantangan implementasi yang meliputi infrastruktur digital, kesiapan masyarakat, dan faktor kelembagaan, serta peluang pengembangan pelayanan publik digital di masa depan.
Sumber data	Data sekunder (regulasi pemerintah, laporan digitalisasi PKB, dan data statistik terkait penggunaan E-Samsat, serta data yang diperoleh dari jurnal ilmiah, buku teori, dan penelitian terdahulu yang relevan)
Teknik pengumpulan data	Observasi, wawancara mendalam, dan dokumentasi
Analisis data	Model interaktif miles Huberman (2014) yakni pengumpulan, reduksi, penyajian, dan penarikan Kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

Indikator 1: Keuntungan Relatif

- Pada indikator keuntungan relatif, penelitian menunjukkan bahwa penerapan E-Samsat memberikan manfaat yang lebih besar dibandingkan sistem pembayaran pajak secara konvensional. Sebelum adanya E-Samsat, masyarakat harus datang langsung ke kantor Samsat, mengambil antrian, dan menghabiskan waktu yang cukup lama untuk menyelesaikan proses pembayaran. Setelah adanya E-Samsat, pembayaran dapat dilakukan kapan saja dan di mana saja melalui aplikasi digital sehingga lebih praktis dan efisien.
- Berdasarkan hasil wawancara dengan pengguna E-Samsat, manfaat yang paling dirasakan adalah penghematan waktu, pengurangan biaya transportasi, serta tidak perlu lagi mengantre di kantor Samsat. Selain itu, aplikasi juga menyediakan bukti transaksi digital yang dapat dipantau secara real time sehingga memberikan rasa aman dan kepastian kepada pengguna.
- Dari sisi penyedia layanan, E-Samsat juga memberikan keuntungan karena mampu mempercepat proses administrasi, mengurangi kepadatan antrian, mempermudah verifikasi data, serta meningkatkan transparansi pelayanan. Dengan demikian, indikator Relative Advantage telah terpenuhi karena inovasi ini memberikan manfaat nyata baik bagi masyarakat maupun bagi instansi penyelenggara pelayanan.

Hasil dan Pembahasan

Indikator 1: Keuntungan Relatif

- Gambar tersebut menunjukkan tampilan bukti pembayaran pada aplikasi E-Samsat setelah proses pembayaran berhasil dilakukan. Pada layar terdapat informasi detail transaksi, mulai dari tahap pendaftaran, pembayaran, hingga proses penerbitan dokumen digital yang sedang berlangsung. Informasi yang ditampilkan secara jelas, seperti nomor registrasi, kode bayar, identitas pemilik, serta jenis kendaraan, memberikan kepastian dan transparansi kepada pengguna bahwa pembayaran telah diterima dan sedang diproses oleh sistem. Dengan adanya fitur bukti pembayaran digital ini memberikan kepastian transaksi secara *real-time*, dapat diakses kapan saja, serta dapat disimpan dan digunakan kembali tanpa perlu mencetak bukti fisik. Hal ini menunjukkan bahwa E-samsat memberikan keuntungan nyata bagi masyarakat karena menghemat waktu, tenaga, dan biaya.



Hasil dan Pembahasan

Indikator 2: Kesesuaian (Compatibility)

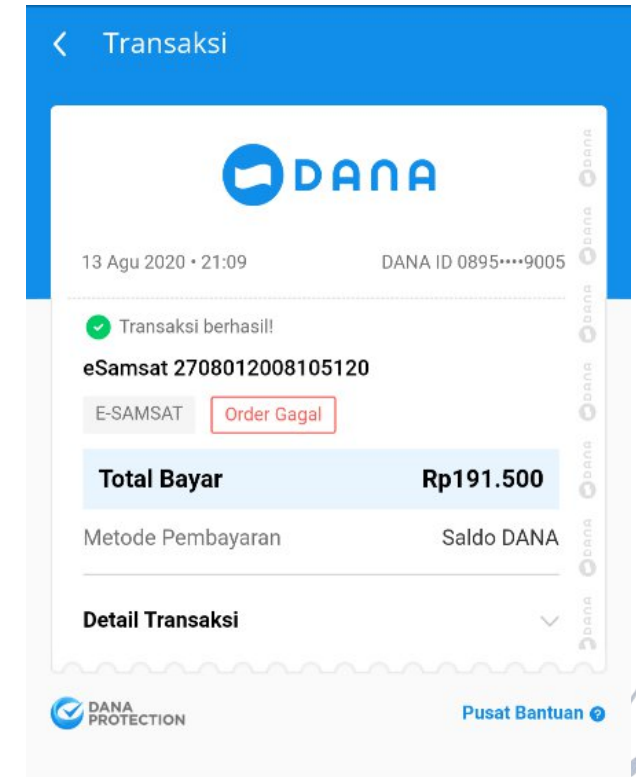
- Pada indikator kesesuaian, E-Samsat dinilai telah sesuai dengan kebutuhan masyarakat di era digital. Saat ini sebagian besar masyarakat telah terbiasa menggunakan smartphone, mobile banking, internet banking, maupun dompet digital dalam aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, sistem pembayaran pajak secara online dinilai sejalan dengan perubahan gaya hidup masyarakat yang menginginkan pelayanan yang cepat, mudah, dan fleksibel.
- Hasil wawancara menunjukkan bahwa pengguna merasa terbantu karena pembayaran dapat dilakukan melalui layanan mobile banking tanpa harus datang ke kantor Samsat. Hal tersebut menunjukkan bahwa inovasi ini sesuai dengan kebiasaan masyarakat modern.
- Namun, penelitian juga menemukan bahwa kesesuaian sistem belum sepenuhnya optimal karena pilihan metode pembayaran elektronik masih terbatas. Beberapa masyarakat yang terbiasa menggunakan aplikasi tertentu, seperti ShopeePay, belum dapat menggunakannya dalam sistem E-Samsat sehingga harus beralih ke metode pembayaran lain. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun inovasi sudah sesuai dengan perkembangan teknologi, masih diperlukan perluasan kerja sama dengan berbagai platform pembayaran digital agar semakin sesuai dengan kebutuhan masyarakat.



Hasil dan Pembahasan

Indikator 3: Kerumitan (Complexity)

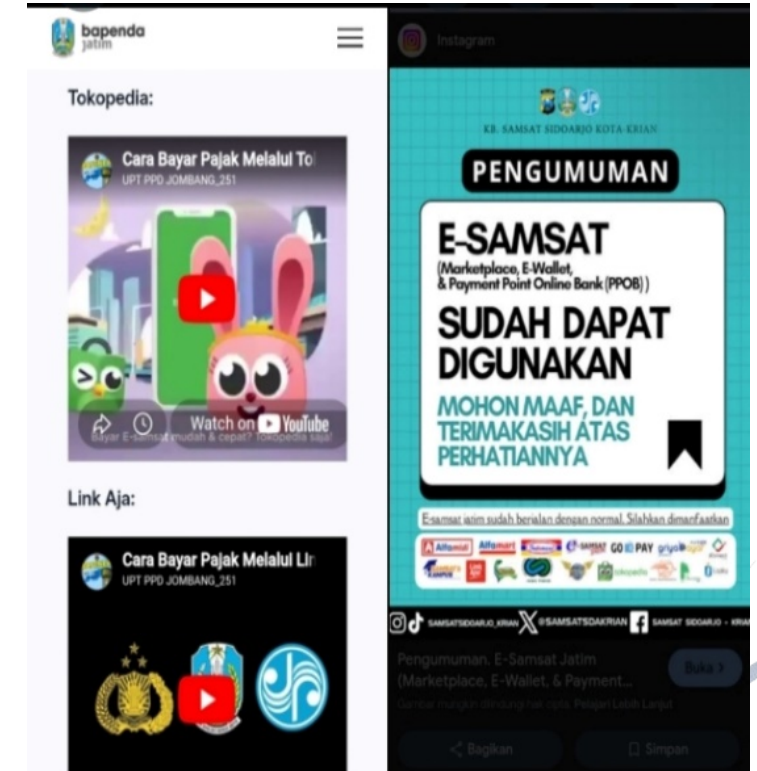
- Indikator kerumitan menjadi salah satu tantangan utama dalam implementasi E-Samsat. Penelitian menunjukkan bahwa masih terdapat masyarakat yang mengalami kesulitan dalam menggunakan aplikasi, mulai dari proses registrasi, pengisian data kendaraan, verifikasi identitas, hingga proses pembayaran.
- Selain itu, pengguna juga sering mengalami gangguan teknis seperti aplikasi error, proses loading yang lambat, status transaksi gagal meskipun saldo telah terpotong, maupun keterlambatan sinkronisasi data. Kondisi tersebut menimbulkan kebingungan dan menurunkan tingkat kepercayaan masyarakat terhadap layanan digital.
- Dari sisi penyedia layanan, petugas Samsat juga menghadapi tantangan karena harus mengoperasikan sistem digital yang memerlukan kemampuan teknis. Tidak semua pegawai memiliki kemampuan teknologi yang sama sehingga dibutuhkan pelatihan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, indikator Complexity menunjukkan bahwa inovasi ini masih memerlukan penyempurnaan pada sistem aplikasi, peningkatan kualitas jaringan, serta peningkatan literasi digital masyarakat dan petugas pelayanan.



Hasil dan Pembahasan

Indikator 4: Kemampuan Diuji Coba (Trialability)

- Pada indikator kemampuan diuji coba, penelitian menunjukkan bahwa pihak Samsat telah memberikan kesempatan kepada masyarakat untuk mengenal dan mencoba penggunaan E-Samsat melalui berbagai media sosialisasi, seperti media sosial Instagram, banner, spanduk, dan video tutorial di YouTube.
- Media sosial dinilai cukup efektif karena mudah diakses oleh masyarakat dan mampu memberikan informasi mengenai tata cara penggunaan aplikasi. Namun demikian, sosialisasi secara langsung masih belum optimal sehingga banyak masyarakat, khususnya yang memiliki literasi digital rendah, masih merasa ragu untuk mencoba menggunakan E-Samsat secara mandiri.
- Hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian masyarakat mengetahui E-Samsat melalui media sosial, kemudian mencari tutorial tambahan melalui YouTube sebelum berani menggunakan aplikasi tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa trialability sudah diterapkan, tetapi masih memerlukan peningkatan berupa pelatihan langsung, simulasi penggunaan aplikasi, dan pendampingan kepada masyarakat agar tingkat kepercayaan terhadap layanan digital semakin meningkat.



Hasil dan Pembahasan

Indikator 4: Kemampuan Diuji Coba (Trialability)

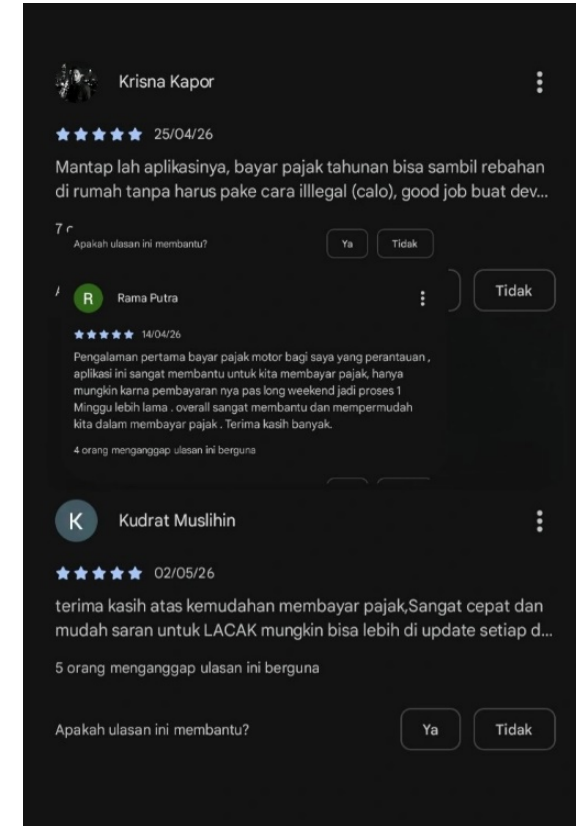
No	Bentuk Sosialisasi	pelaksanaan
1	Media Sosial	Ada Terlaksana
2	Benner/Spanduk	Ada Terlaksana
3	Pelatihan Langsung	Terlaksana Belum Optimal

Berdasarkan tabel sosialisasi E-Samsat Kabupaten Sidoarjo, diketahui bahwa pemerintah dan pihak Samsat telah melakukan beberapa upaya sosialisasi kepada masyarakat melalui media sosial serta pemasangan banner atau spanduk informasi terkait penggunaan layanan E-Samsat. Sosialisasi melalui media sosial dinilai cukup membantu dalam menyebarkan informasi secara cepat dan luas kepada masyarakat mengenai prosedur pembayaran pajak kendaraan bermotor secara digital. Selain itu, pemasangan banner dan spanduk di lingkungan Samsat juga menjadi sarana informasi langsung bagi masyarakat yang datang ke lokasi pelayanan. Namun demikian, menunjukkan bahwa pelaksanaan pelatihan langsung kepada masyarakat masih belum optimal. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian masyarakat masih belum memahami secara menyeluruh tahapan penggunaan aplikasi E-Samsat, terutama bagi masyarakat yang memiliki tingkat literasi digital rendah. Kurangnya pendampingan dan simulasi penggunaan aplikasi menyebabkan masyarakat merasa ragu untuk mencoba layanan pembayaran digital secara mandiri

Hasil dan Pembahasan

Indikator 5: kemampuan Diamati (Observability)

- Pada indikator kemampuan diamati, penelitian menunjukkan bahwa manfaat penggunaan E-Samsat dapat dilihat secara langsung oleh masyarakat. Pengguna dapat merasakan proses pembayaran yang lebih cepat, pelayanan yang lebih praktis, antrean yang berkurang, serta adanya bukti transaksi digital yang dapat dipantau secara real time.
- Selain manfaat yang dirasakan secara langsung, masyarakat juga memperoleh informasi melalui testimoni pengguna lain di media sosial. Pengalaman positif dari pengguna sebelumnya membuat masyarakat lain lebih percaya untuk mencoba menggunakan layanan E-Samsat.
- Walaupun demikian, penelitian juga menemukan adanya beberapa keluhan mengenai keterlambatan pembaruan status pembayaran dalam aplikasi. Oleh karena itu, testimoni masyarakat tidak hanya menjadi bukti keberhasilan inovasi, tetapi juga menjadi bahan evaluasi bagi pihak Samsat untuk terus memperbaiki kualitas sistem pelayanan digital agar manfaat inovasi dapat dirasakan secara optimal oleh seluruh masyarakat.



Temuan Penting Penelitian

Temuan penting penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan E-Samsat di Kabupaten Sidoarjo telah berhasil meningkatkan efektivitas dan efisiensi pelayanan pembayaran pajak kendaraan bermotor melalui kemudahan akses, penghematan waktu dan biaya, pengurangan antrean, serta peningkatan transparansi pelayanan. Berdasarkan analisis menggunakan Teori Difusi Inovasi Rogers, penelitian menemukan bahwa indikator Relative Advantage, Compatibility, Trialability, dan Observability telah berjalan dengan baik karena masyarakat merasakan manfaat inovasi, sistem sesuai dengan kebutuhan era digital, tersedia berbagai media sosialisasi untuk mengenalkan layanan, serta manfaatnya dapat diamati melalui pengalaman dan testimoni pengguna. Namun, penelitian juga menemukan bahwa indikator Complexity masih menjadi tantangan utama karena rendahnya literasi digital masyarakat, keterbatasan infrastruktur internet, gangguan teknis pada aplikasi, serta kemampuan teknis petugas yang belum merata masih menghambat optimalisasi implementasi E-Samsat. Oleh karena itu, keberhasilan inovasi ini tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh kesiapan masyarakat, kualitas sistem, kompetensi sumber daya manusia, serta sosialisasi dan edukasi yang berkelanjutan agar adopsi layanan digital dapat terus meningkat.

Manfaat Penelitian

Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu Administrasi Publik, khususnya pada kajian inovasi pelayanan publik berbasis digital. Penelitian ini memperkuat penerapan Teori Difusi Inovasi Rogers dalam menganalisis implementasi E-Samsat melalui lima indikator, yaitu *Relative Advantage*, *Compatibility*, *Complexity*, *Trialability*, dan *Observability*. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang mengkaji inovasi pelayanan publik dan transformasi digital di sektor pemerintahan.

Secara praktis, penelitian ini diharapkan menjadi bahan evaluasi dan masukan bagi UPT PPD/Samsat Kabupaten Sidoarjo dalam meningkatkan kualitas implementasi E-Samsat. Temuan penelitian dapat digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki sistem aplikasi, meningkatkan infrastruktur digital, memperluas metode pembayaran, memperkuat sosialisasi, serta meningkatkan literasi digital masyarakat dan kompetensi petugas. Dengan demikian, implementasi E-Samsat dapat berjalan lebih efektif, meningkatkan kepuasan dan kepatuhan wajib pajak, serta mendukung transformasi digital pelayanan publik di Kabupaten Sidoarjo.

kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan inovasi pembayaran pajak kendaraan bermotor digital melalui E-Samsat di Kabupaten Sidoarjo telah memberikan dampak positif terhadap peningkatan kualitas pelayanan publik. Sistem E-Samsat mempermudah masyarakat dalam melakukan pembayaran pajak kendaraan bermotor secara online sehingga proses pembayaran menjadi lebih cepat, praktis, fleksibel, dan efisien tanpa harus datang langsung ke kantor Samsat. Berdasarkan teori Inovasi Everett M. Rogers, penerapan E-Samsat menunjukkan adanya relative advantage karena memberikan keuntungan berupa penghematan waktu dan tenaga, compatibility karena sesuai dengan perkembangan digitalisasi masyarakat modern, serta observability karena manfaat penggunaannya dapat dilihat langsung oleh masyarakat. Namun demikian, implementasi E-Samsat masih menghadapi beberapa tantangan seperti keterbatasan infrastruktur internet, rendahnya literasi digital masyarakat, gangguan teknis pada aplikasi, kurang optimalnya sosialisasi layanan, serta kekhawatiran masyarakat terhadap keamanan transaksi digital. Meskipun demikian, E-Samsat memiliki peluang besar dalam meningkatkan kepatuhan wajib pajak kendaraan bermotor, meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD), serta mendukung transformasi digital pelayanan publik yang lebih transparan, modern, dan efektif. Oleh karena itu, pemerintah perlu meningkatkan kualitas sistem pelayanan, memperkuat keamanan transaksi digital, serta melakukan sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat secara berkelanjutan agar implementasi E-Samsat dapat berjalan lebih optimal dan mampu memberikan manfaat yang lebih luas bagi masyarakat dan pemerintah daerah.

Referensi

- [1] S. Devaranti, H. A. Murodi, and M. Machrunnisa, "Inovasi Pelayanan Pajak Kendaraan Bermotor Melalui Aplikasi Signal (Samsat Digital Nasional) di UPTD Kantor Samsat Balaraja Kabupaten Tangerang," *J. Adm. Negara*, vol. 29, no. 2, pp. 127-146, 2023.
- [2] R. Bahtiar, R. Myrna, and E. Susanti, "Digital government dalam pembayaran pajak kendaraan bermotor berbasis aplikasi Samsat Mobile Jawa Barat (Sambara) di Jawa Barat," *Kolaborasi J. Adm. Publik*, vol. 7, no. 2, pp. 230-253, 2021.
- [3] A. H. Saragih, A. Hendrawan, and N. Susilawati, "Implementasi electronic SAMSAT untuk peningkatan kemudahan administrasi dalam pemungutan pajak kendaraan bermotor (Studi pada Provinsi Bali)," *J. ASET (Akuntansi Riset) Vol*, vol. 11, no. 1, 2019.
- [4] F. N. Siregar, "Inovasi Pelayanan E-Samsat dalam Pembayaran Pajak Kendaraan Bermotor di Kantor Samsat Medan Utara." Universitas Malikussaleh, 2024.
- [5] A. Hidayat, "Inovasi Pelayanan Publik Mulai E-Samsat Studi Di Kota Mataram," *J. Appl. Econ. Bus. Glob.*, vol. 1, no. 1, pp. 30-42, 2025.
- [6] S. Pohan, R. Ivana, and F. Kurniasih, "Sistem E-Samsat Sumatera Utara Bermartabat: Sebuah Inovasi Untuk Meningkatkan Pelayanan Publik," *J. Ilmu Komun. Dan Sos. Polit.*, vol. 1, no. 2, pp. 116-126, 2023.
- [7] N. Khikmawati and L. Mursyidah, "Innovation of Population Administration Services Based on E-Government in Karangsono Village, Sukorejo District, Pasuruan Regency," *Proceedings Universitas Muhammadiyah Sidoarjo*, doi: <https://doi.org/10.21070/ups.393>
- [8] D. Marista, L. Mursyidah, and F. R. Wijaya, "Penyederhanaan birokrasi di Kebun Raya Purwodadi BRIN," *Publisia: J. Ilmu Administrasi Publik*, vol. 7, no. 1, pp. 15-25, 2022. <https://doi.org/10.26905/pjiap.v7i1.7386>
- [9] T. Agustin and L. Mursyidah, "Meningkatkan Kualitas Layanan Publik di Indonesia," *J. Pemberdayaan Ekonomi dan Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 13-21, 2024. <https://doi.org/10.47134/jpem.v1i1.326>
- [10] Republik Indonesia, Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 130.
- [11] Republik Indonesia, Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 244. H. Imron, R. R. Isnanto and E. D. Widiyanto, "Perancangan Sistem Kendali pada Alat Listrik Rumah Tangga Menggunakan Media Pesan Singkat (SMS)". *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol.4, no. 3, pp. 454-462, Agustus 2016. [Online]. doi: <http://dx.doi.org/10.14710/.4.3.2016.454-462>. [Diakses 4 September 2016].
- [12] P. D. Sugiono, *metode penelitian kualitati dan R&D*. 2013.

Referensi

- [13] M. B. M. A. M. Huberman, "An Expanded Sourcebook: Qualitative Data Analysis Second Edition," Ceur Workshop Proc., Vol. 1304, 2014.
- [14] J. R. Beveridge and E. M. Riseman, "How easy is matching 2D line models using local search?" *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 19, pp. 564-579, June 1997.
- [15] E. H. Miller, "A note on reflector arrays," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, to be published.
- [16] L. Liu and H. Miao, "A specification based approach to testing polymorphic attributes," in *Formal Methods and Software Engineering: Proc. of the 6th Int. Conf. on Formal Engineering Methods, ICFEM 2004, Seattle, WA, USA, November 8-12, 2004*, J. Davies, W. Schulte, M. Barnett, Eds. Berlin: Springer, 2004. pp. 306-19.
- [17] J. Lach, "SBFS: Steganography based file system," in *Proc. of the 2008 1st Int. Conf. on Information Technology, IT 2008, 19-21 May 2008, Gdansk, Poland* [Online]. Available: IEEE Xplore, <http://www.ieee.org>. [Accessed: 10 Sept. 2010].
- [18] H. A. Nimr, "Defuzzification of the outputs of fuzzy controllers," presented at 5th Int. Conf. on Fuzzy Systems, 1996, Cairo, Egypt. 1996.
- [19] T. J. van Weert and R. K. Munro, Eds., *Informatics and the Digital Society: Social, ethical and cognitive issues*: IFIP TC3/WG3.1&3.2 Open Conf. on Social, Ethical and Cognitive Issues of Informatics and ICT, July 22-26, 2002, Dortmund, Germany. Boston: Kluwer Academic, 2003.
- [20] R. E. Sorace, V. S. Reinhardt, and S. A. Vaughn, "High-speed digital-to-RF converter," U.S. Patent 5 668 842, Sept. 16, 1997.
- [21] European Telecommunications Standards Institute, "Digital Video Broadcasting (DVB): Implementation guidelines for DVB terrestrial services; transmission aspects," *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI TR-101-190, 1997. [Online]. Available: <http://www.etsi.org>. [Accessed: Aug. 17, 1998].
- [22] "A 'layman's' explanation of Ultra Narrow Band technology," Oct. 3, 2003. [Online]. Available: <http://www.vmsk.org/Layman.pdf>. [Accessed: Dec. 3, 2003].
- [23] G. Sussman, "Home page - Dr. Gerald Sussman," July 2002. [Online]. Available: <http://www.comm.pdx.edu/faculty/Sussman/sussmanpage.htm>. [Accessed: Sept. 12, 2004].
- [24] *FLEXChip Signal Processor (MC68175/D)*, Motorola, 1996.
- [25] A. Karnik, "Performance of TCP congestion control with rate feedback: TCP/ABR and rate adaptive TCP/IP," M. Eng. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India, Jan. 1999.

