

RANCANG BANGUN *DIGITAL PEN* SEDERHANA UNTUK *SMARTPHONE ANDROID*

Lianly Rompis¹, Chrysantus Padachan², Kristian Dame³

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik De La Salle Manado

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik De La Salle Manado

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik De La Salle Manado

E-mail Korespondensi: lrompis@unikadelasalle.ac.id

ABSTRACT

The development of Science and Technology encourages humans to continue to innovate and produce works that can facilitate employment, maintain the ecosystem, and be friendly to nature. Environmentally friendly technology is one of the most needed technologies today that can balance nature and the surrounding environment, and play a role in human welfare, one of which is mobile device technology that has a more precise and natural input method, especially for writing, drawing, and annotation activities on Android smartphones. Not all Android devices are equipped with an active stylus which is relatively expensive and the technology is complex. The purpose of this study is to design and build a simple digital pen that can be used on Android smartphones, with a low cost and easy-to-implement design. The research methods used include the hardware design stage, prototype fabrication, compatibility testing with capacitive touch screens, and performance evaluation based on the level of responsiveness, accuracy, and ease of use. The result of this study is the creation of a simple digital pen prototype that is cost-effective, easy to use, and compatible with various Android devices.

Keywords: Pen, Stylus, Smartphone, Android

ABSTRAK

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi mendorong manusia untuk dapat terus berinovasi dan menghasilkan karya-karya yang dapat mempermudah pekerjaan, memelihara ekosistem, serta bersahabat dengan alam. Teknologi yang ramah lingkungan adalah salah satu teknologi yang sangat dibutuhkan saat ini yang dapat menyeimbangkan alam dan sekitarnya, serta berperan dalam kesejahteraan manusia, salah satunya adalah teknologi perangkat bergerak yang metode inputnya lebih presisi dan alami, terutama untuk kegiatan menulis, menggambar, dan anotasi pada *Smartphone Android*. Tidak semua perangkat *Android* dilengkapi dengan *stylus* aktif yang memiliki harga relatif mahal dan teknologi yang kompleks. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun sebuah pena digital sederhana, yang dapat digunakan pada *Smartphone Android*, dengan biaya murah dan desain yang mudah diimplementasikan. Metode penelitian yang digunakan meliputi tahap perancangan perangkat keras, pembuatan prototipe, pengujian kompatibilitas dengan layar sentuh kapasitif, serta evaluasi kinerja berdasarkan tingkat responsivitas, akurasi, dan kenyamanan penggunaan. Output dari penelitian ini adalah terciptanya prototipe pena digital sederhana yang ekonomis, mudah digunakan, dan kompatibel dengan berbagai perangkat *Android*.

Kata Kunci: Pena, Stylus, Gawai, Android

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi perangkat bergerak telah meningkatkan kebutuhan akan metode input yang lebih presisi dan alami, terutama untuk kegiatan menulis, menggambar, dan anotasi pada *Smartphone Android*. Namun, tidak semua perangkat *Android* dilengkapi dengan *stylus* aktif yang memiliki harga relatif mahal dan teknologi yang kompleks. Walaupun ada *stylus* pasif dan kapasitif, penggunaannya belum memuaskan karena seringkali ujung pena agak kesat dan tidak luwes dalam menuliskan teks, gambar, atau tanda tangan. Oleh karena itu, penelitian ini dipertimbangkan untuk dilakukan guna merancang dan membangun sebuah pena digital sederhana yang dapat digunakan pada *Smartphone Android* dengan biaya yang murah dan desain yang mudah diimplementasikan.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah terciptanya sebuah prototipe teknologi pena digital sederhana yang ekonomis, mudah digunakan, dan kompatibel dengan berbagai perangkat *Android*. Penelitian ini merupakan pengembangan dari konsep dasar rancangan teknologi yang telah dihasilkan oleh Dosen Program Studi Teknik Elektro, dan diharapkan dapat memberikan alternatif solusi teknologi yang lebih efisien, terjangkau, serta menjadi dasar pengembangan lanjutan pada teknologi perangkat input berbasis *mobile*. Selain itu, penelitian ini diharapkan menjadi sarana pembelajaran bagi Dosen dan Mahasiswa serta berdampak positif bagi masyarakat.

Nilai kebaruan dari teknologi berbentuk prototipe pena digital ini adalah bentuknya ekonomis, ringan, fleksibel, tanpa baterai (hemat energi), serta merupakan perbaikan terhadap performansi dari pena digital kapasitif saat ini yang masih memiliki kelemahan dalam penggunaannya.

TINJAUAN PUSTAKA

Landasan Teori

Layar sentuh kapasitif merupakan teknologi antarmuka yang paling banyak digunakan pada perangkat *smartphone* modern. Teknologi ini bekerja dengan mendeteksi perubahan kapasitansi listrik ketika permukaan layar disentuh oleh objek konduktif seperti jari atau *stylus* konduktif. Perubahan medan listrik tersebut diproses oleh pengendali layar untuk menentukan koordinat sentuhan secara akurat [1,2,3]. Dibandingkan dengan teknologi resistif, layar kapasitif memiliki keunggulan dalam hal sensitivitas tinggi, respons cepat, serta kemampuan mendukung multi-touch. Namun demikian, layar jenis ini hanya dapat merespons objek yang memiliki sifat konduktif, sehingga desain *stylus* harus mempertimbangkan jenis material dan luas kontak permukaan [4].

Stylus merupakan perangkat input alternatif yang digunakan untuk meningkatkan presisi dalam aktivitas menulis, menggambar, dan navigasi pada layar sentuh. *Stylus* dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *stylus* aktif dan *stylus* pasif. *Stylus* aktif menggunakan komponen elektronik tambahan seperti baterai dan sensor tekanan, sedangkan *stylus* pasif bekerja dengan prinsip konduktivitas tanpa memerlukan rangkaian elektronik [5,6].

Penelitian yang Relevan dan Research Gap

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa parameter seperti ukuran ujung *stylus*, material konduktif, dan tekanan penggunaan berpengaruh terhadap akurasi dan kenyamanan pengguna.

Stylus dengan ujung yang terlalu kecil dapat mengurangi sensitivitas, sedangkan ukuran yang terlalu besar dapat menurunkan presisi penulisan [7,8]. Penggunaan material konduktif seperti busa konduktif, serat karbon, kain konduktif, atau karet berbasis karbon telah banyak diteliti untuk pengembangan stylus berbiaya rendah. Material tersebut mampu menghantarkan muatan listrik dari tubuh pengguna ke layar sehingga dapat dideteksi sebagai sentuhan [9]. Penelitian terkini dalam bidang material konduktif juga menunjukkan bahwa material berbasis komposit karbon memiliki fleksibilitas tinggi, daya tahan baik, serta konduktivitas yang cukup untuk aplikasi perangkat input sederhana pada layar kapasitif [10].

Android merupakan sistem operasi *mobile* berbasis *open-source* yang banyak digunakan pada berbagai perangkat *smartphone*. Karakteristiknya yang fleksibel serta dukungan terhadap berbagai aplikasi menggambar dan pencatatan digital menjadikan *Android* sebagai *platform* yang sesuai untuk pengujian perangkat input tambahan seperti *stylus* sederhana [11]. Sebagian besar *smartphone* Android menggunakan layar sentuh kapasitif proyektif (*projected capacitive*), sehingga kompatibel dengan *stylus* pasif berbasis material konduktif tanpa memerlukan integrasi perangkat keras tambahan.

Ketika pengguna memegang bagian penghantar, terdapat jalur kopling kapasitif antara tubuh pengguna, bagian penghantar dan ujung pena, serta elektroda sensor di bawah permukaan layar. Perubahan kapasitansi yang cukup besar pada lokasi kontak kemudian dapat dikenali oleh *controller touchscreen* sebagai sentuhan. Konduktivitas dan resistansi adalah sifat kelistrikan material, tetapi *touchscreen* kapasitif bekerja melalui perubahan medan atau kapasitansi. Dengan demikian, material ujung pena tidak harus diperlakukan sebagai sumber listrik, tetapi yang terpenting adalah kemampuan struktur untuk membentuk kopling listrik yang cukup terhadap sistem sensor [12].

Konduktor merupakan penghantar listrik yang baik. Resistansi dipengaruhi oleh bahan dan geometri. Secara umum, hubungan resistansi (R) terhadap resistivitas (ρ), panjang penghantar (L), dan luas penampang (A) dapat dilihat pada persamaan 1 [12,13]:

$$R = \rho L / A \quad (1)$$

Konsep ini menjelaskan bahwa penghantar yang terlalu panjang, sambungan buruk, atau area penghantar yang terlalu kecil dapat meningkatkan hambatan dan berpotensi mengubah kualitas kopling listrik. Bentuk ujung pena merupakan faktor penting pada *passive stylus*. Stylus pasif yang sederhana membutuhkan area kontak yang cukup besar untuk menghasilkan perubahan yang dapat dikenali, sehingga ujung yang terlalu kecil dapat menjadi hambatan.

Penelitian ini menggunakan sekrup bunga dengan permukaan ujung relatif datar. Keunggulan yang ingin diuji dari permukaan tersebut adalah kemungkinan mempertahankan area kontak yang lebih stabil dibandingkan ujung yang sangat runcing. Penelitian sebelumnya [14,15] menunjukkan bahwa desain ujung *passive capacitive stylus* merupakan persoalan rekayasa tersendiri, termasuk hubungan antara material penghantar, luas kontak, deformasi, dan kestabilan kontak pada layar *touchscreen*.

Penelitian ini adalah penelitian pertama yang berkaitan dengan rancang bangun pena digital *smartphone android*. Sebelumnya ide dan hasil rancangan dasar telah dibuat dan diimplementasikan, dan melalui penelitian ini akan coba dikembangkan agar bisa berdampak bagi masyarakat dan dapat direplikasi.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan meliputi tahap studi literatur, perancangan perangkat keras, pembuatan prototipe, pengujian kompatibilitas dengan layar sentuh kapasitif, serta evaluasi kinerja berdasarkan tingkat responsivitas, akurasi, dan kenyamanan penggunaan. Pena digital ini dirancang menggunakan material konduktif yang mampu berinteraksi dengan layar kapasitif tanpa memerlukan sumber daya listrik tambahan atau sistem elektronik yang kompleks. Para Mahasiswa yang mempelajari mata kuliah Material Kelistrikan dan mata kuliah Pemodelan dan Simulasi, dapat langsung mempraktekkan apa yang telah mereka pelajari.

Tempat penelitian adalah di Universitas Katolik De La Salle Manado dan dilaksanakan pada bulan Februari 2026 – Januari 2027. Rancangan teknologi yang dibuat untuk pengujian terdiri atas 3 (tiga) buah pena digital dengan sifat menghantar dan spesifikasi komponen yang berbeda, Yang menjadi sampel pengujian dalam penelitian ini adalah HP dari 5 (lima) orang Mahasiswa dan 3 (tiga) orang Dosen. HP yang digunakan terdiri dari 6 buah *smartphone android* dan 2 buah *iPhone*. Data diambil saat pengujian langsung dan diolah menggunakan analisis data statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mencapai tujuan penelitian yang ditetapkan, maka pertama-tama tim peneliti melakukan studi literatur dan pengkajian. Kemudian melakukan perancangan perangkat keras dan pembuatan prototipe. Alat dan bahan yang digunakan dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan untuk Perancangan Perangkat Keras

No.	Alat/Bahan	Fungsi	Spesifikasi
1	3 (tiga) buah pena yang memiliki sifat menghantar yang berbeda (bahan penghantar yang berbeda)	Struktur utama prototipe, membentuk jalur kopling listrik	Pena dari bahan besi, stainless, dan aluminium
2	3 (tiga) buah sekrup bunga (ujung yang lebar dan datar)	Sebagai ujung kontak dengan layar	ukuran kecil, sedang, dan besar
3	Smartphone Android dan iPhone (sampel pengujian)	Perangkat uji	Samsung, Xiaomi, Oppo, dan iPhone

Prototipe pena terdiri atas 2 (dua) bagian: badan pena yang berpenghantar, dan sekrup bunga dengan permukaan ujung relatif datar sebagai bidang kontak, seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Bagian utama dari pena digital yang dirancang

Pengujian fungsi dasar dilakukan melalui *tap*, geser, menulis, atau menggambar. Hasilnya ditampilkan pada tabel 2 dan tabel 3 berikut ini:

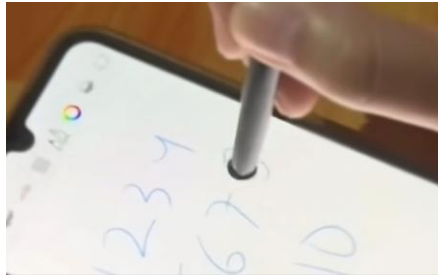
Tabel 2. Hasil pengujian pena digital pada Smartphone Android

Jenis uji	Jumlah percobaan	Status (Berhasil atau Gagal)	Keterangan	Keberhasilan (%)
Tap	5 kali	Berhasil	Lancar	80% (4 dari 5)
Garis lurus	5 kali	Berhasil	Lancar	80% (4 dari 5)
Lingkaran	5 kali	Berhasil	Perlu sedikit penekanan	60% (3 dari 5)
Tulisan	5 kali	Berhasil	Perlu sedikit penekanan	60% (3 dari 5)
Tanda Tangan	5 kali	Berhasil	Lancar	100% (5 dari 5)
Rerata				76%

Tabel 3. Hasil pengujian pena digital pada iPhone

Jenis uji	Jumlah percobaan	Status (Berhasil atau Gagal)	Keterangan	Keberhasilan (%)
Tap	5 kali	Berhasil	Lancar	80% (4 dari 5)
Garis lurus	5 kali	Berhasil	Lancar	80% (4 dari 5)
Lingkaran	5 kali	Berhasil	Perlu sedikit penekanan	60% (3 dari 5)
Tulisan	5 kali	Berhasil	Perlu sedikit penekanan	60% (3 dari 5)
Tanda Tangan	5 kali	Berhasil	Lancar	100% (5 dari 5)
Rerata				76%

Rata-rata perolehan keberhasilan pengujian pena digital pada *smartphone android*, persentasenya sama dengan pada *iPhone*, yaitu sebesar 76%. Tap mudah terdeteksi, garis mudah dibuat, dan yang paling baik adalah jika digunakan untuk membuat paraf atau tanda tangan. Untuk lingkaran dan tulisan, membutuhkan penekanan secara perlahan dari pena tersebut. Dalam pengujian, pena digital dapat bekerja pada layar *Smartphone Android* dan *iPhone*, namun tidak berfungsi pada *iPhone* yang dilapisi dengan kaca film anti pecah yang lapisannya tebal. Simulasi pengujian ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Pengujian pada Smartphone Android

Luaran yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah prototipe pena digital yang pada dasarnya dapat digunakan untuk kebutuhan administrasi dan akademik. Dari ketiga pena yang dibuat, yang paling nyaman digunakan adalah pena stylus kapasitif yang kemudian dimodifikasi bagian ujungnya dengan menggunakan sekrup bunga berbentuk datar dan tambahan lapisan anti gores. Prototipe ini yang paling nyaman digunakan oleh mahasiswa, fleksibel dalam menulis, serta ringan. Kedua pena lainnya memiliki keunggulan bahan yang eksklusif dan menghantar dengan baik, tetapi sedikit berat dan agak mengurangi kenyamanan. Bentuk dari pena digital yang dirancang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pena hasil perancangan dan yang digunakan dalam pengujian

KESIMPULAN DAN SARAN

Pena digital pasif tanpa baterai dapat dirancang menggunakan sebuah pena berbahan penghantar, dan sebuah sekrup bunga dengan permukaan relatif datar sebagai bidang kontak dengan touchscreen. Performa pena diperkirakan dipengaruhi oleh material penghantar, tekanan, sudut, dan kondisi permukaan layar. Persentase keberhasilan pada Smartphone Android dan iPhone rata-rata adalah 76% (80% untuk tap dan garis, 60% untuk lingkaran dan teks, serta 100% untuk paraf atau tandatangan).

Perlu membandingkan beberapa material penghantar, dan beberapa bentuk serta ukuran ujung sekrup, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk proses pembelajaran di kelas, dan dikembangkan untuk memberikan dampak bagi masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan banyak terima kasih kepada Mahasiswa Prodi Teknik Elektro yang telah terlibat dalam penelitian ini: Rey Ezra, Kezia Ambalao, Rivaldo Tamangendar, Gilbert Ohoiwirin, dan Rafael Manarisip. atas bantuan dan dukungannya dalam membantu melakukan pengujian pena digital pada *smartphone* dan *iPhone* masing-masing, serta masukan-masukan yang positif.

REFERENSI

- [1] J. Walker, "Capacitive touch sensing basics," Texas Instruments, Application Report, 2021. [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/an/slyt277/slyt277.pdf>
- [2] J. Dickson, "Touchscreen suppliers refine legacy technology for new challenges," *Information Display*, 2024. [Online]. Available: <https://sid.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/msid.1537>
- [3] H.-M. Lee and S. Ko, "Advancements in capacitive touch system and stylus technologies," *Journal of Electrical and Electronic Materials*, vol. 37, no. 5, pp. 465–475, 2024, doi: 10.4313/JKEM.2024.37.5.1.
- [4] S. K. Kim *et al.*, "Recent advances in capacitive touch screen technologies," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 118345–118358, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3107004.
- [5] C. Holz and P. Baudisch, "Understanding touch input and stylus interaction," *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 2022, doi: 10.1145/3506698.
- [6] J.-S. An, "Surveys on the stylus technologies for capacitive-type touch systems," in *Proc. International Symposium on Innovation in Information Technology and Application (ISIITA)*, 2025. [Online]. Available: https://isiita.org/TBA/ISIITA_2025_Proceeding_Book.pdf
- [7] Y. Park *et al.*, "Effect of stylus tip geometry on writing performance on touchscreens," *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 85, 2021, Art. no. 103179, doi: 10.1016/j.ergon.2021.103179.
- [8] T. M. Burnah, M. A. Imtiaz, H. W. Guesgen, G. L. Rudolph, and R. Blagojevic, "Passive stylus tracking: A systematic literature review," in *Proc. ACM Int. Conf. Inf. Knowl. Manage. / ACM ISS*, 2024. [Online]. Available: <https://iss2024.acm.org/details/iss-2024-papers/20/Passive-Stylus-Tracking-A-Systematic-Literature-Review>
- [9] H. Lee *et al.*, "Low-cost conductive materials for capacitive touch applications," *Materials Today Communications*, vol. 29, 2022, Art. no. 102944, doi: 10.1016/j.mtcomm.2021.102944.
- [10] M. Zhang *et al.*, "Flexible carbon-based conductive composites for human–device interfaces," *Advanced Functional Materials*, vol. 33, 2023, Art. no. 202300112, doi: 10.1002/adfm.202300112.
- [11] Android Developers, "Android platform overview," Google, 2024. [Online]. Available: <https://developer.android.com/guide/platform>
- [12] E. J. G. Hutasoit, "Pembuatan alat uji kekonduksian listrik empat titik pengujian," Skripsi, Universitas Medan Area, 2025.
- [13] A. I. Yunus, R. Kristiana, F. M. Dewadi, B. Anwar, S. A. H. Umar, N. Fuadah, D. Sarasanty, L. Edahwati, E. Murdani, and Tukimun, *Mekanika Teknik II*. PT Global Eksekutif Teknologi, 2023.

- [14] A. A. Muqtadir, Y. R. G. Hadjon, and F. Samkakai, “Rancang bangun alat uji tarik serat tunggal digital,” Skripsi, Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2022.
- [15] Y. Sekertekin, “Multimodal magnetoactive elastomers for magnetic and touch sensing with stylus functionality,” *AIP Advances*, vol. 16, p. 025243, 2026, doi: 10.1063/9.0001025.