

Analisis Pengaruh Penggunaan *Cooler Peltier* Terhadap Performa Ponsel saat Menjalankan *Game Mobile Legends : Bang Bang* dengan Variasi Resolusi Grafik

I Made Yudi Dharmawan^{a,1}, Made Sutha Yadnya^{a,2*}, Djul Fikry Budiman^{a,3}

^aUniversitas Mataram. Jl. Majapahit No.62, Gomong, Kec. Selaparang Mataram, West Nusa Tenggara. 83115

¹ydharmawan957@gmail.com; ²msyadnya@unram.ac.id*; ³djulfikry@unram.ac.id

*Penulis Korespondensi

INFO ARTIKEL

Histori Artikel

Pengajuan 2026-04-16

Diperbaiki 2026-05-09

Diterima 2026-05-22

Kata Kunci

Cooler Peltier, Frame

Rate, Performa,

Resolusi,

Termoelektrik.

ABSTRAK

Penelitian ini mencakup pengukuran serta menganalisis pengaruh *cooler peltier* terhadap performa ponsel saat bermain *Mobile Legends: Bang Bang*. Kondisi *overheating* stabilitas sistem dapat menurunkan Frame per Second (FPS) dalam tampilan gambar (lag). Pengambilan data secara langsung berupa eksperimental kuantitatif. Penggunaan dua ponsel kelas menengah (Xiaomi Poco F5 dan Infinix GT 20 Pro) diuji dengan variasi resolusi grafis (Standar dan HD), durasi 10, 15, dan 20 menit, serta kondisi dengan dan tanpa cooler. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 30 kali. Suhu dan FPS diukur menggunakan aplikasi Scene secara real-time. Data dianalisis dengan membandingkan rata-rata penurunan suhu dan peningkatan FPS, sehingga diperoleh nilai korelasi dalam (R^2), hubungan untuk mengukur korelasi antara suhu dan FPS. Hasil menunjukkan cooler peltier efektif menurunkan suhu secara signifikan. Pada Xiaomi, penurunan suhu rata-rata 9,24°C (Standar) dan 12,02°C (HD), dengan peningkatan FPS 0,23 dan 14,08. Pada Infinix, penurunan suhu 9,19°C (Standar) dan 10,92°C (HD), dengan peningkatan FPS 0,011 dan 1,023. Nilai R^2 mendekati +1 menunjukkan korelasi kuat antara penurunan suhu dan peningkatan FPS. Efektivitas tertinggi pada mode HD.

ABSTRACT

Keyword

Frame Rate,

Performance, Peltier

Cooler, Resolution,

Thermoelectric.

This research covers the measurement and analysis of the effect of peltier coolers on mobile phone performance while playing Mobile Legends: Bang Bang. System stability control conditions can lower the Frames per Second (FPS) in the image display (lag). Direct data collection is in the form of quantitative experimental. The use of two mid-range phones (Xiaomi Poco F5 and Infinix GT 20 Pro) was tested with a variety of graphics resolutions (Standard and HD), durations of 10, 15 and 20 minutes, as well as conditions with and without coolers. Each combination of treatments was repeated 30 times. Temperature and FPS are measured using the Scene app in real-time. The data was analyzed by comparing the average temperature drop and the FPS increase, so that a deep correlation value (R^2) was obtained, a term used to measure the correlation between temperature and FPS. The results showed that peltier coolers were effective in lowering the temperature significantly. On Xiaomi, the average temperature drop is 9,24°C (Standard) and 12,02°C (HD), with an increase in FPS of 0,23 and 14,08. On Infinix, the temperature drop is 9.19°C (Standard) and 10.92°C (HD), with an increase in FPS of 0.011 and 1.023. An R^2 value close to +1 indicates a strong correlation between a decrease in temperature and an increase in FPS. Highest effectiveness in HD mode.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi *smartphone* mendorong kebutuhan performa tinggi, terutama untuk aktivitas berat seperti bermain *game online*. *Mobile Legends: Bang Bang*, sebagai salah satu *game* populer di Indonesia, memanfaatkan CPU dan GPU secara intensif, yang menyebabkan peningkatan suhu ponsel secara signifikan. Kondisi *overheating* dapat menurunkan *frame rate* (FPS), efisiensi energi, bahkan berpotensi merusak komponen akibat degradasi termal. Penelitian oleh Prakash et al. [1] menunjukkan bahwa ketika suhu chip mencapai batas tertentu, mekanisme manajemen termal akan menurunkan frekuensi CPU/GPU (*throttling*) untuk menjaga suhu aman, yang mengakibatkan penurunan *frame rate*, peningkatan *latency*, dan *lag* saat bermain. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendingin tambahan yang mampu menjaga stabilitas suhu dan kinerja ponsel dalam jangka waktu lama.

Salah satu teknologi yang menarik untuk dikaji adalah modul Peltier (*Thermo-Electric Cooler*, TEC), yaitu perangkat berbasis efek termoelektrik yang menghasilkan perbedaan suhu ketika dialiri arus listrik [2]. Teknologi ini telah digunakan pada sistem komputer, kulkas mini, dan perangkat elektronik berdaya rendah. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendingin berbasis efek Peltier mampu menurunkan suhu permukaan perangkat elektronik hingga 5–15°C dibandingkan tanpa pendinginan [3], serta meningkatkan stabilitas kinerja prosesor dan memperpanjang umur komponen [4]. Jeyavarthni et al. [5] mengembangkan casing ponsel dengan ubin Peltier, sensor panas, dan *heat sink* yang mampu mendeteksi suhu 49°C dan mendinginkan hingga 32°C, bahkan mampu menurunkan suhu hingga 21°C jika sirkuit terus aktif. Youngmoon et al. [6] juga menyebut bahwa pendinginan termoelektrik adaptif pada *smartphone* mengurangi kehilangan kinerja akibat pembatasan panas dari 19,2% (tanpa TEC) menjadi hanya 1,8% (dengan TEC). Studi Prakash et al. [1] menambahkan bahwa *active cooling* dapat mencegah atau menunda *throttling*, sehingga meningkatkan kinerja jangka panjang hingga rata-rata 19% dan mengurangi variansi suhu lebih dari 90% pada enam *game* Android populer. Penerapan modul Peltier sebagai pendingin tambahan pada *smartphone* gaming juga telah dikaji oleh Pratama & Nugroho [12], yang menegaskan potensinya dalam menurunkan suhu perangkat.

Selain bukti empiris, pemahaman tentang *thermal noise* juga relevan. Saputra [7] menjelaskan bahwa *thermal noise* muncul akibat pergerakan acak elektron dalam konduktor yang dipengaruhi suhu; semakin rendah suhu, semakin rendah *noise* yang dihasilkan, sehingga pendinginan juga berkontribusi pada peningkatan kualitas sinyal dan stabilitas sistem. Standar suhu operasional ponsel juga menjadi acuan. Xiaomi menetapkan suhu kerja optimal baterai litium-ion antara 0°C hingga 45°C, dengan mekanisme perlindungan aktif jika melebihi 60°C [8]. Infinix menyatakan suhu normal saat penggunaan berat seperti bermain *game* berkisar 37–43°C dan masih dianggap aman jika tidak melebihi 45°C [9]. Sementara itu, standar FPS menurut ITU-R mencakup laju gambar 60 Hz, 50 Hz, 30 Hz, 25 Hz, dan 24 Hz untuk produksi dan penyiaran televisi, yang menjadi rujukan dalam evaluasi performa visual [10]. Secara umum, teknologi pendingin termoelektrik terus dikembangkan untuk aplikasi elektronik portabel [13].

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan potensi pendingin Peltier, efektivitasnya pada ponsel saat menjalankan aplikasi berbeban tinggi seperti *Mobile Legends: Bang Bang* masih belum banyak diteliti secara kuantitatif berbasis data pengukuran langsung. Penelitian tentang kinerja Peltier pada mesin pendingin portabel oleh Chalimah et al. [11] menunjukkan bahwa pada lima menit pertama terjadi penurunan suhu signifikan, namun kinerja melambat seiring waktu karena penurunan optimalitas daya, dengan nilai *Coefficient of Performance* (COP) aktual sangat rendah. Hal ini mengindikasikan perlunya pengujian lebih lanjut pada aplikasi ponsel dengan durasi dan variasi beban yang terkontrol.

Beberapa penelitian pendahulu yang berfokus pada performansi *Mobile Legends: Bang Bang*, seperti Yadnya et al. [14] yang mengukur kualitas jaringan (*throughput, packet loss, delay*) pada *game* tersebut di daerah rural dengan variasi waktu dan tipe hero. Wahyudi et al. [15] secara spesifik menganalisis performansi jaringan 4G XL Axiata di daerah rural pada *game* yang sama, membandingkan periode sibuk dan di luar sibuk. Alfarizqa et al. [16] mengevaluasi pengaruh penyedia layanan dan perangkat Mi-Fi terhadap performa *game* dalam mode *Ranked* dengan pendekatan statistik. Penelitian tersebut menyoroti aspek telekomunikasi dan jaringan. Penelitian ini melengkapinya dengan mengkaji sisi termal perangkat, yaitu pengaruh pendingin Peltier terhadap suhu dan *frame rate* ponsel saat bermain, yang belum diteliti oleh studi-studi sebelumnya.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan *cooler* Peltier dalam mengatasi panas sehingga mampu menghasilkan suhu optimal untuk bermain *game* secara nyaman dan memiliki korelasi dengan variasi FPS. Penelitian ini berfokus pada parameter suhu dan FPS saat menjalankan *Mobile Legends: Bang Bang* dengan variasi resolusi grafik (Standar dan HD), di mana resolusi HD mengacu pada standar kualitas gambar 1280×720 piksel atau lebih tinggi [17]. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengukuran langsung dan kuantitatif efektivitas *cooler* Peltier pada dua ponsel kelas menengah (Xiaomi Poco F5 dan Infinix GT 20 Pro) dengan durasi uji yang bervariasi. Hasil penelitian diharapkan memberikan pemahaman mendalam tentang efektivitas pendinginan termoelektrik pada ponsel serta menjadi referensi pengembangan sistem pendingin yang lebih efisien.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental kuantitatif untuk menguji pengaruh *cooler* Peltier terhadap suhu dan *frame rate* (FPS) ponsel saat bermain *game Mobile Legends: Bang Bang*. Dua ponsel kelas menengah digunakan sebagai perangkat uji: Xiaomi Poco F5 (Snapdragon 7+ Gen 2, RAM 8GB, layar 120 Hz) dan Infinix GT 20 Pro (Dimensity 8200 Ultimate, RAM 8GB, layar 144 Hz). Variasi perlakuan meliputi: (1) resolusi grafis dalam *game* (Mode Standar dan Mode HD), di mana Mode HD mengacu pada pengaturan grafis dengan kualitas tinggi; (2) penggunaan *cooler* Peltier; dan (3) durasi pengujian yakni 10, 15, dan 20 menit. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 30 kali pengambilan data. Suhu awal ponsel sebelum pengujian dikondisikan seragam pada kisaran 30–35°C. Pengaturan grafis *smooth* yang mengutamakan kelancaran game dengan menurunkan resolusi dan detail grafis juga menjadi pertimbangan dalam desain eksperimen [18]. Kondisi ponsel tanpa *cooler* ditampilkan pada Gambar 1, sementara dengan *cooler* pada Gambar 2.

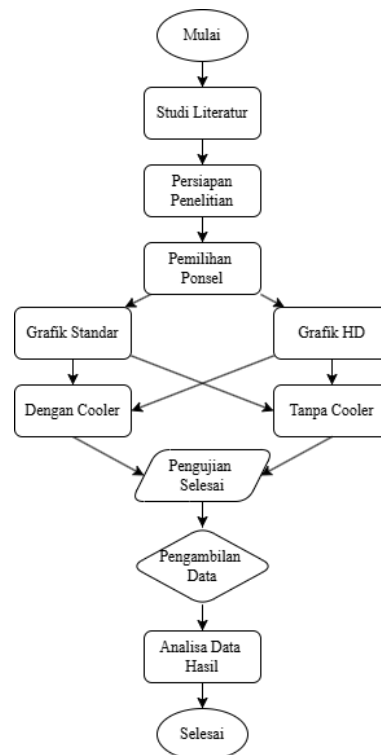


Gambar 1. Tanpa Penggunaan Cooler Pada Ponsel.



Gambar 2. Penggunaan Cooler Pada Ponsel.

Alat utama yang digunakan adalah cooler Peltier merek MagCooler TH12 AI Cooler Magnetic yang diberi tegangan melalui charger 68 W, serta aplikasi *Scene* yang diinstal pada ponsel untuk merekam suhu baterai dan FPS secara *real-time* selama bermain *game*. Pengambilan data dilakukan di rumah penulis di Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, pada bulan Oktober 2025 hingga Maret 2026. Secara ringkas, alur prosedur penelitian ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.

Prosedur penelitian dimulai dengan:

1. Melakukan studi literatur terkait penelitian baik melalui buku-buku, jurnal penelitian, karya ilmiah, laporan akhir, skripsi dan internet.
2. Menentukan dan mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian.

3. Menentukan dan memilih metode yang akan dilakukan dalam proses penelitian seperti memilih variasi grafik dan menggunakan atau tanpa penggunaan Cooler yang digunakan sebelum melakukan pengambilan data.
4. Melakukan Pengambilan Data pada saat menjalankan *Game Mobile Legends* : Bang Bang, data yang akan diambil yaitu data berupa Suhu baterai ponsel ($^{\circ}\text{C}$) dan Frame Rate (FPS). Dengan syarat setiap data yang diperoleh harus diperlakukan dengan sama pada suhu ponsel dimulai dari suhu normal diantara 30°C - 35°C di semua kondisi sebelum pengujian.
5. Melakukan Analisis setelah pengambilan data hasil yang lengkap dari pengambilan data pada aplikasi *Scene*, analisis data berupa beberapa tahapan yaitu membandingkan data tanpa *cooler* dan data dengan *cooler* dengan membuat Tabel serta mencari nilai R dengan mengukur korelasi data Suhu dengan data FPS.
6. Membuat kesimpulan dari semua data pengujian yang telah dianalisa.

3. Hasil dan Analisis

Pengambilan data Suhu dan FPS pada Ponsel Xiaomi Poco F5, diperlakukan 3 jenis waktu yang berbeda dan merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan pada setiap 1 data yang diambil sebagai perbandingan yaitu 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Dan dalam jenis waktu tersebut data dibedakan dalam 2 macam kondisi yang dihasilkan yaitu 1 data tanpa *cooler* dan 1 data dengan *cooler*. Serta setiap data yang diperoleh harus diperlakukan dengan sama pada suhu ponsel dimulai dari suhu normal diantara 30°C - 35°C di semua kondisi sebelum pengujian.

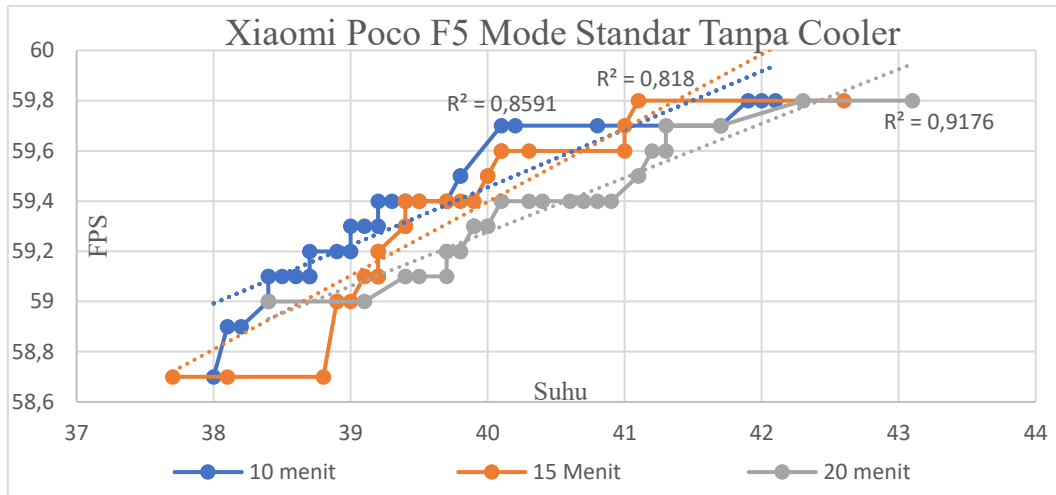
Data Hasil dari Ponsel Xiaomi Poco F5

Tabel 1. Data Hasil dari Ponsel Xiaomi Poco F5.

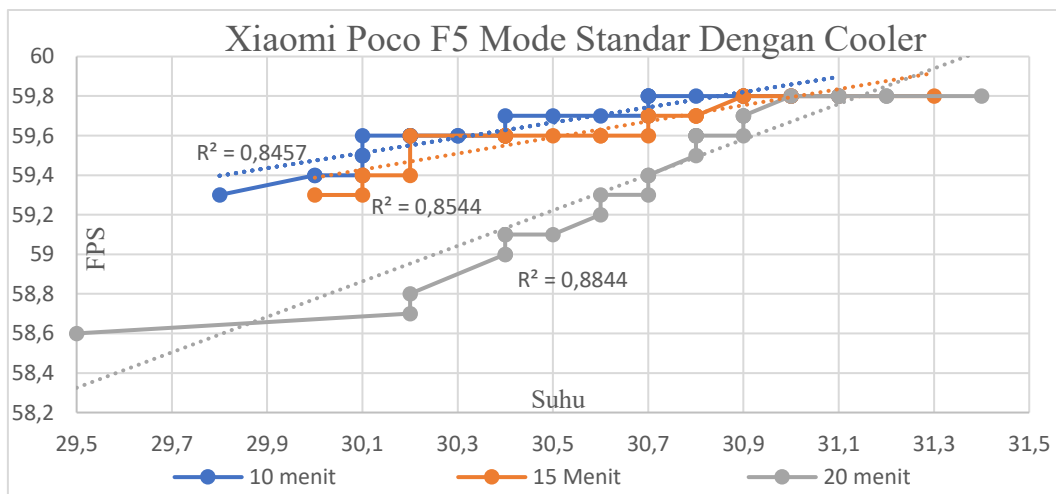
Mode	Waktu	Suhu		FPS	
		Tanpa Cooler	Dengan Cooler	Tanpa Cooler	Dengan Cooler
Standar	10 Menit	39.44	30.39	59.32	59.62
	15 Menit	39.6	30.56	59.28	59.61
	20 Menit	40.37	30.71	59.35	59.41
HD	10 Menit	42.51	30.73	106.4	118.72
	15 Menit	43.21	31.17	106.21	118.81
	20 Menit	43.93	31.67	101.38	118.73

Berdasarkan data suhu dan FPS hasil pengujian pada Xiaomi Poco F5 pada Tabel 1, pengujian dengan Mode Standar dan penggunaan *cooler Peltier* mampu menurunkan suhu rata-rata sebesar $9,05^{\circ}\text{C}$, pada durasi 10 menit, $9,04^{\circ}\text{C}$, pada durasi 15 menit, dan $9,65^{\circ}\text{C}$ pada durasi 20 menit. Sementara itu, FPS mengalami peningkatan yang relatif kecil, yaitu 0,3 FPS pada 10 menit, 0,33 FPS pada 15 menit, dan 0,056 FPS pada 20 menit. Pada pengujian dengan Mode HD, penurunan suhu yang dicapai lebih besar, yaitu $11,78^{\circ}\text{C}$ pada 10 menit, $12,04^{\circ}\text{C}$ pada 15 menit, dan $12,26^{\circ}\text{C}$ pada 20 menit. Peningkatan FPS lebih signifikan dibandingkan Mode Standar, yaitu sebesar 12,32 FPS pada 10 menit, 12,6 FPS pada 15 menit, dan 17,34 FPS pada 20 menit. Dengan demikian, efektivitas *cooler Peltier* terlihat lebih optimal pada Mode HD dengan beban grafis yang lebih berat. Efektivitas *cooler Peltier* dalam mempertahankan FPS pada mode HD ini sangat penting. Menurut Bantock et al. [19] bahwa mekanisme *thermal throttling* standar pada

perangkat seluler dapat meningkatkan cacat *frame* (*frame rate defects*) hingga 146%. Dengan menekan suhu secara signifikan, *cooler* Peltier membantu mencegah masuknya perangkat ke zona *throttling* kritis yang mengakibatkan penurunan FPS drastis, sehingga stabilitas performa gaming tetap terjaga. Hubungan antara suhu dan FPS pada Xiaomi Poco F5 Mode Standar ditampilkan dalam bentuk grafik koefisien korelasi pada Gambar 4 dan Gambar 5.

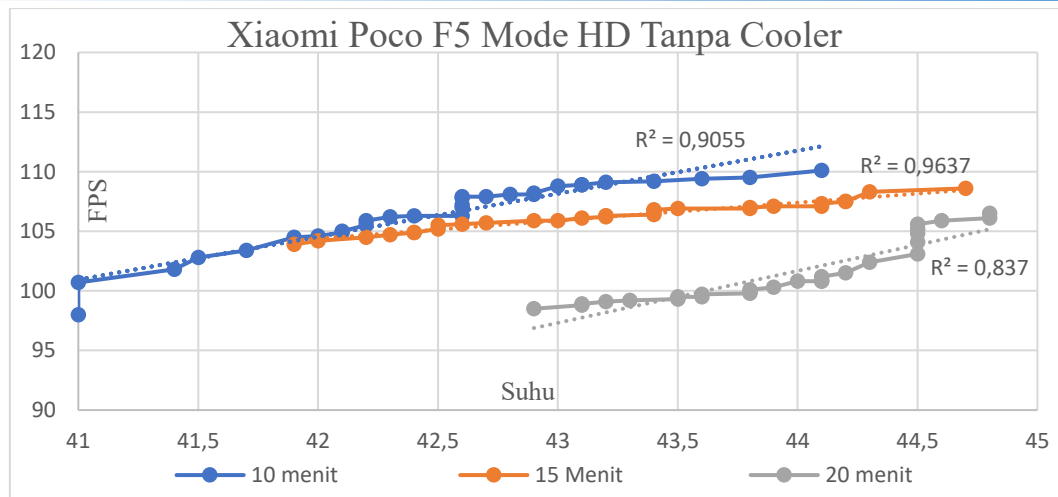


Gambar 4. Grafik Koefisien Korelasi Xiaomi Poco F5 Pada Mode Standar Dengan Cooler.

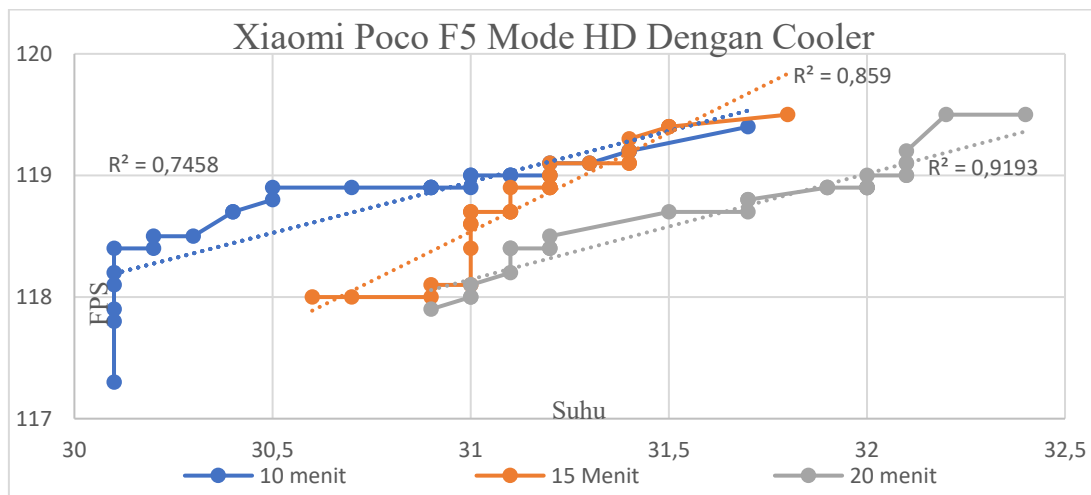


Gambar 5. Grafik Koefisien Korelasi Xiaomi Poco F5 Pada Mode Standar Tanpa Cooler.

Hasil analisis koefisien korelasi (R^2) antara suhu dan FPS pada Xiaomi Poco F5 Mode Standar menunjukkan hubungan yang kuat dan searah. Pada kondisi tanpa cooler, nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,8591 (10 menit), 0,818 (15 menit), dan 0,9176 (20 menit). Pada kondisi dengan cooler, nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,8457 (10 menit), 0,8544 (15 menit), dan 0,8844 (20 menit). Seluruh nilai R^2 tersebut mendekati +1, yang mengindikasikan bahwa kedua variabel suhu dan FPS bergerak searah dan memiliki hubungan korelasi yang kuat, baik dengan maupun tanpa penggunaan cooler. Selanjutnya, grafik koefisien korelasi untuk Mode HD pada ponsel yang sama disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Grafik Koefisien Korelasi Xiaomi Poco F5 Pada Mode HD Dengan Cooler.



Gambar 7. Grafik Koefisien Korelasi Xiaomi Poco F5 Pada Mode HD Tanpa Cooler.

Hasil analisis koefisien korelasi (R^2) antara suhu dan FPS pada Xiaomi Poco F5 Mode HD menunjukkan hubungan yang kuat dan searah. Pada kondisi tanpa cooler, nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,9055 (10 menit), 0,9637 (15 menit), dan 0,837 (20 menit). Pada kondisi dengan cooler, nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,7458 (10 menit), 0,859 (15 menit), dan 0,9193 (20 menit). Seluruh nilai R^2 tersebut mendekati +1, yang mengindikasikan bahwa kedua variabel suhu dan FPS bergerak searah dan memiliki hubungan korelasi yang kuat.

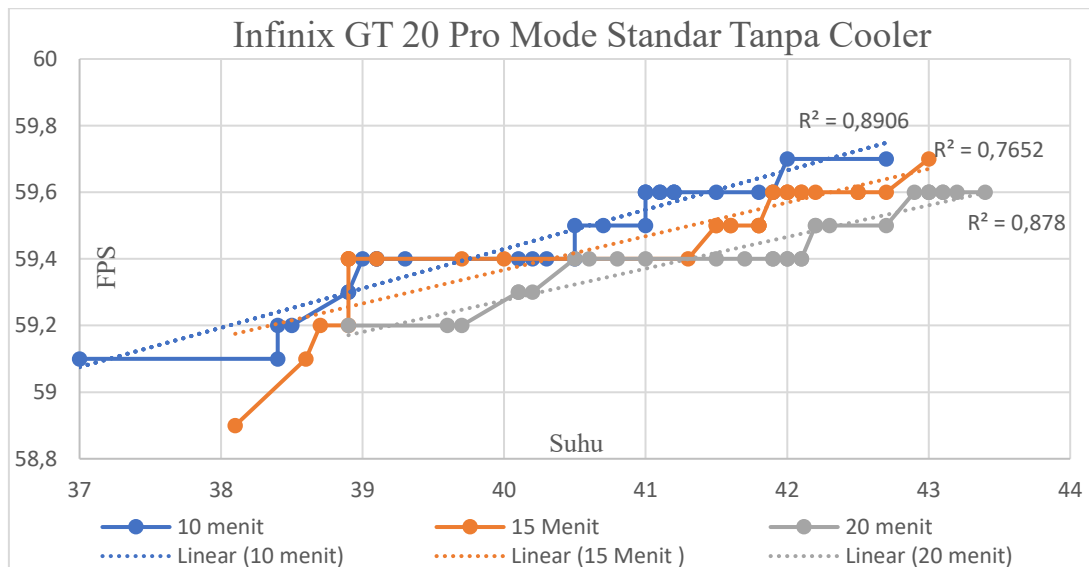
Data Hasil dari Ponsel Infinix GT 20 Pro

Tabel 2. Data Hasil dari Ponsel Infinix GT 20 Pro.

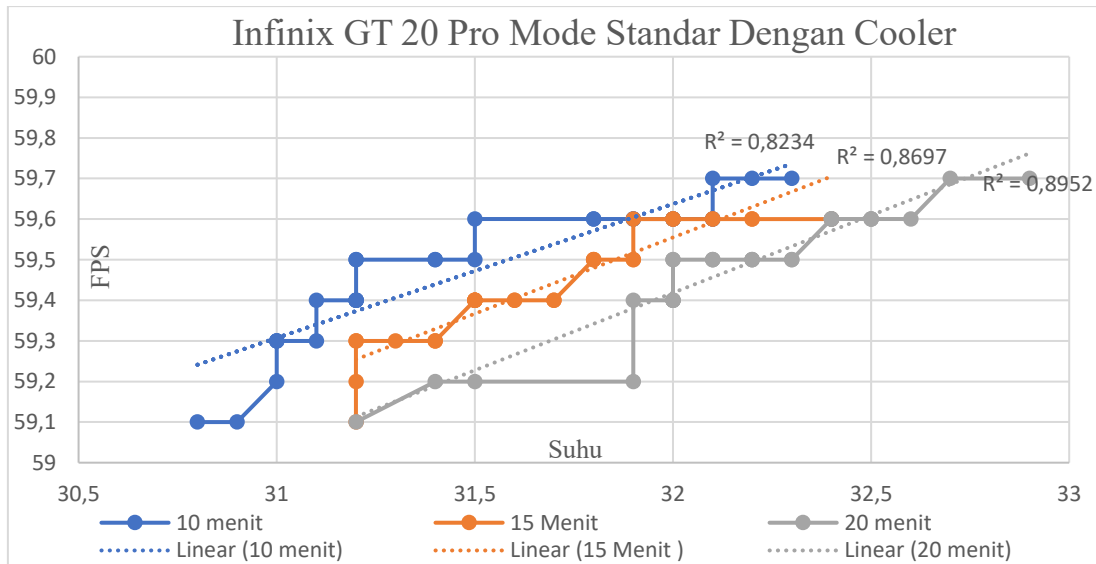
Mode	Waktu	Suhu		FPS	
		Tanpa Cooler	Dengan Cooler	Tanpa Cooler	Dengan Cooler
Standar	10 Menit	40.28	31.5	59.46	59.47
	15 Menit	40.98	31.7	59.46	59.44
	20 Menit	41.69	32.17	59.43	59.48
HD	10 Menit	43.82	32.98	118.33	119.18

Mode	Waktu	Suhu		FPS	
		Tanpa Cooler	Dengan Cooler	Tanpa Cooler	Dengan Cooler
	15 Menit	44.51	33.48	117.98	119.1
	20 Menit	45.2	34.29	117.86	118.95

Berdasarkan data suhu dan FPS hasil pengujian pada Infinix GT 20 Pro pada Tabel 2, pengujian dengan Mode Standar dan penggunaan cooler Peltier mampu menurunkan suhu rata-rata sebesar 8,78°C pada durasi 10 menit, 9,28°C pada durasi 15 menit, dan 9,52°C pada durasi 20 menit. Sementara itu, peningkatan FPS yang terjadi sangat kecil, yaitu 0,01 FPS pada 10 menit, 0,02 FPS pada 15 menit, dan 0,046 FPS pada 20 menit. Pada pengujian dengan Mode HD, penurunan suhu yang dicapai lebih besar, yaitu 10,84°C pada 10 menit, 11,03°C pada 15 menit, dan 10,91°C pada 20 menit. Peningkatan FPS juga lebih terlihat dibandingkan Mode Standar, yaitu sebesar 0,85 FPS pada 10 menit, 1,12 FPS pada 15 menit, dan 1,09 FPS pada 20 menit. Secara keseluruhan, *cooler* Peltier lebih efektif menurunkan suhu dan meningkatkan FPS pada Mode HD dengan beban grafis yang lebih berat. Hasil studi Bensafi et al. [20] yang secara eksperimental menunjukkan bahwa pendingin termoelektrik (TEC) dengan resistansi termal rendah sangat efektif dalam menurunkan suhu perangkat elektronik secara signifikan. Meskipun peningkatan FPS pada mode Standar sangat kecil akibat keterbatasan *frame rate cap*, penurunan suhu yang dicapai *cooler* Peltier pada mode HD terbukti cukup untuk menjaga prosesor tetap bekerja pada frekuensi optimal, sehingga mencegah degradasi performa akibat panas. Grafik koefisien korelasi untuk Infinix GT 20 Pro Mode Standar ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.

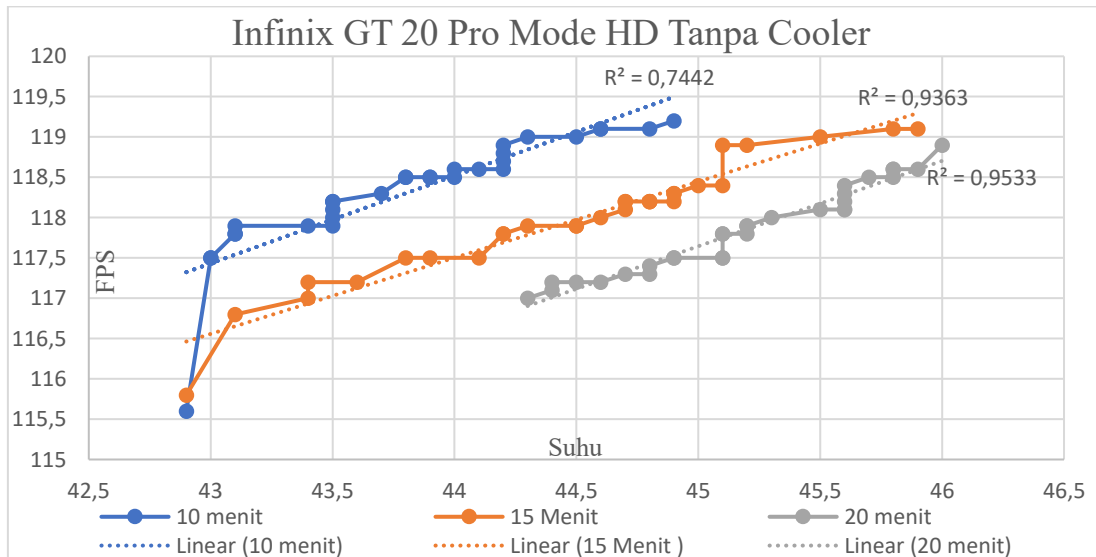


Gambar 8. Grafik Koefisien Korelasi Infinix GT 20 Pro Pada Mode Standar Dengan Cooler.

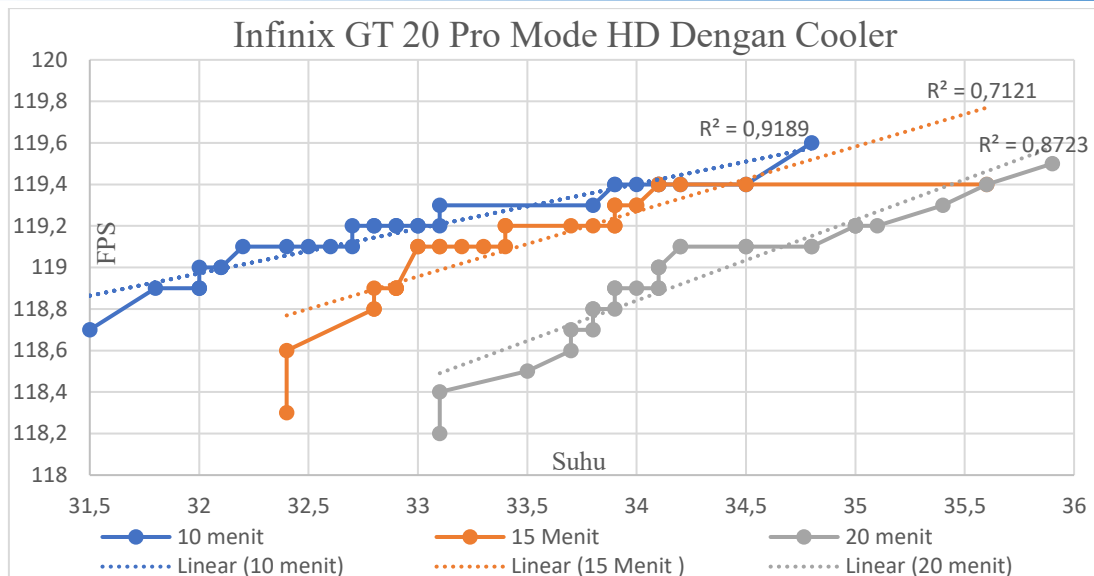


Gambar 9. Grafik Koefisien Korelasi Infinix GT 20 Pro Pada Mode Standar Tanpa Cooler.

Hasil analisis koefisien korelasi (R^2) antara suhu dan FPS pada Infinix GT 20 Pro Mode Standar menunjukkan hubungan yang kuat dan searah. Pada kondisi tanpa cooler, nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,8906 (10 menit), 0,7652 (15 menit), dan 0,878 (20 menit). Pada kondisi dengan cooler, nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,8234 (10 menit), 0,8697 (15 menit), dan 0,8952 (20 menit). Seluruh nilai R^2 tersebut mendekati +1, yang mengindikasikan bahwa kedua variabel suhu dan FPS bergerak searah dan memiliki hubungan korelasi yang kuat, baik dengan maupun tanpa penggunaan cooler. Selanjutnya, grafik koefisien korelasi untuk Infinix GT 20 Pro Mode HD disajikan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Grafik Koefisien Korelasi Infinix GT 20 Pro Pada Mode HD Dengan Cooler.



Gambar 11. Grafik Koefisien Korelasi Infinix GT 20 Pro Pada Mode HD Tanpa Cooler.

Hasil analisis koefisien korelasi (R^2) antara suhu dan FPS pada Infinix GT 20 Pro Mode HD menunjukkan hubungan yang kuat dan searah. Pada kondisi tanpa cooler, nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,7442 (10 menit), 0,9363 (15 menit), dan 0,9533 (20 menit). Pada kondisi dengan cooler, nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,9189 (10 menit), 0,7121 (15 menit), dan 0,8723 (20 menit). Seluruh nilai R^2 tersebut mendekati +1, yang mengindikasikan bahwa kedua variabel suhu dan FPS bergerak searah dan memiliki hubungan korelasi yang kuat, baik dengan maupun tanpa penggunaan cooler.




4. Simpulan

Penggunaan *Cooler* sangat mempengaruhi keefisienan pengalaman visual dan kenyamanan bermain *game Mobile Legend Legend Bang-Bang*. Untuk ponsel Xiaomi Poco F5 dengan rata-rata penurunan suhu di mode Standar sebesar $9,24^{\circ}\text{C}$ dapat meningkatkan FPS rata-rata sebesar 0,23, dan di mode *HD* sebesar $12,02^{\circ}\text{C}$ dapat meningkatkan FPS rata-rata sebesar 14,08. Kemudian untuk ponsel Infinix GT 20 Pro dengan rata-rata penurunan suhu di mode Standar sebesar $9,19^{\circ}\text{C}$ dapat meningkatkan FPS sebesar 0,011, dan di mode *HD* sebesar $10,92^{\circ}\text{C}$ dapat meningkatkan FPS sebesar 1,023. Penggunaan *Cooler* yang paling efektif pada saat mode *HD* dengan beban yang lebih berat dan yang paling terlihat peningkatan FPS saat bermain *game*.

Referensi

- [1] Prakash, A., Amrouch, H., Muhammad Shafique, Tulika Mitra, & Jorg Henkel. (2016). "Improving Mobile Gaming Performance through Cooperative CPU-GPU Thermal Management". Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1145/2897937.2898031>
- [2] Shilpa, M. K., Md Abdul Raheman, Abdul Aabid, Muneer Baig, R. K. Veerasha & Nagesh Kudva. (2022). "A Systematic Review of Thermoelectric Peltier Devices: Applications and Limitations". DOI: 10.32604/fdmp.2022.020351
- [3] Hernandez, M., Kim, S., & Park, J. (2021). "Performance Analysis of Thermoelectric Cooling in Portable Electronic Devices". *Journal of Thermal Science and Engineering Applications*, 13(4), 041010.
- [4] Saraswati, N., & Yulianto, A. (2020). "Analisis Pengaruh Suhu terhadap Kinerja Prosesor pada Smartphone Android". *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(3), 145–152.
- [5] Jeyavarthni, M., Dr. D. Ravindran, R. Stephan, & M. Vasantha Kanesh. (2017). "Heat Reducing Using Peltier Effect on Smart Phones". *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 2(4).

- [6] Lee, Y., Kim, E., & Shin, K. G. (2017). "Efficient Thermoelectric Cooling for Mobile Devices".
- [7] Saputra, R. (2016). "Analisis Thermal Noise Akibat Radiasi Gelombang Elektromagnetik pada Perangkat Telekomunikasi Wireless". Universitas Brawijaya. Retrieved from <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/144130>
- [8] Xiaomi Indonesia. Standar Suhu Baterai Ponsel Xiaomi. Retrieved from <https://www.mi.co.id/id/support/faq/details/KA-09796>
- [9] Infinix Indonesia. Standar Suhu Baterai Ponsel Infinix. Retrieved from <https://id.infinixmobility.com/gt-20-pro>
- [10] International Telecommunication Union (ITU-R). (2015). "Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange". BT Service, Broadcasting service (television).
- [11] Chalimah, S., R. Setyobudi, R.B Anggoro, A. Sadrina, C.M. Putri, M.H.B. Satria, E.S. Buana, & A.R. Rizqullah. (2024). "Peltier System Performance Analysis on Portable Refrigeration Machines: 30 Minute Experimental Case Study". *Biomedical and Mechanical Engineering Journal (BIOMEJ)*.
- [12] Pratama, D. R., & Nugroho, B. (2022). "Penerapan Modul Peltier sebagai Sistem Pendingin Tambahan pada Smartphone Gaming". *Jurnal Elektro dan Komputer*, 10(2), 88–95.
- [13] Sadiku, M. N. O., & Musa, S. M. (2020). "Thermoelectric Cooling Technology for Electronics". *IEEE Potentials*, 39(5), 30–33.
- [14] M. S. Yadnya, S. M. Sasongko, dan L. A. Wahyudi, "Pengukuran performansi game on line di daerah rural dalam variasi waktu dan karakter hero pada Mobile Legend Bang Bang," *DIELEKTRIKA*, vol. 7, no. 1, hlm. 25–29, Feb. 2020.
- [15] L. A. Wahyudi, M. S. Yadnya, dan S. M. A. Sasongko, "Analisis performansi jaringan 4G XL Axiata pada daerah rural dalam game Mobile Legends: Bang Bang," Skripsi, Jur. Tek. Elektro, Univ. Mataram, Mataram, 2020.
- [16] M. R. Alfarizqa, M. S. Yadnya, dan A. Zainuddin, "Analysis of the use of provider and Mi-Fi devices on game performance in Mobile Legends: Bang Bang ranked mode," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 11, no. 4, hlm. 1169–1178, Apr. 2025.
- [17] Peter A. Kara., Werner Robitza, Nikolett Pinter, Maria G, Martini, Alexander Raake, & Aniko Simon. (2019). "Comparison of HD and UHD video quality with and without the influence of the labeling effect". Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s41233-019-0027-3>
- [18] Kusuma A. P. B., & Riwinoto R. (2024). "Analisis Perbandingan Teknik Optimasi Occlusion Culling & LOD Group Pada Game VR Mahakarya Vokasi Dengan Perangkat VR Oculus Quest 2". *Journal of Applied Multimedia and Networking (JAMN)*, Vol.8, No.2, 01-12
- [19] J. R. B. Bantock, B. M. Al-Hashimi, and G. V. Merrett, "Mitigating interactive performance degradation from mobile device thermal throttling," *IEEE Embedded Syst. Lett.*, vol. 13, no. 1, pp. 5–8, Mar. 2021, doi: 10.1109/LES.2020.2991327.
- [20] M. Bensafi et al., "Experimental investigation of cooling performance in electronic instruments," *Therm. Sci.*, vol. 27, no. 4B, pp. 3445–3455, 2023.

	<p>I Made Yudi Dharmawan menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 1 Mataram pada tahun 2013, pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Mataram pada tahun 2016, dan pendidikan menengah atas di SMAN 5 Mataram pada tahun 2019.</p> <p>Alamat Email: ydharmawan957@gmail.com</p>
	<p>Made Sutha Yadnya lahir di Singaraja, Indonesia pada Januari 1972. Ia memperoleh gelar sarjana teknik elektro pada tahun 1998 dari Universitas Brawijaya, dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember, kemudian memperoleh gelar magister dari ITS pada tahun 2006. Saat ini ia sedang menempuh studi doktoral (Ph.D.) di bidang Teknik Elektro di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, Indonesia. Pada saat ini merupakan dosen tetap di Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram. Minat penelitiannya meliputi desain sirkuit frekuensi radio (RF), identifikasi frekuensi radio (RFID), sinyal dan sistem, antena multi-input-multi-output (MIMO), antena mm-wave, antena 5G, susunan antena, dan perangkat komunikasi berbasis IoT. Sebelumnya, penelitian yang sering ia lakukan adalah mm-wave, pemodelan statistik redaman hujan tropis, dan radar.</p> <p>Alamat Email: msyadnya@unram.ac.id</p>
	<p>Djul Fikry B. memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) dari Universitas Brawijaya pada tahun 1996 dan Magister Teknik (M.T.) dari universitas yang sama pada tahun 2016. Saat ini, ia menjabat sebagai Kepala Laboratorium Sistem Telekomunikasi Fakultas Teknik Universitas Mataram. Ia juga merupakan peneliti di bidang Internet of Things (IoT). Minat risetnya mencakup Sistem Telekomunikasi dan Informatika. Ia adalah anggota Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia (FORTEI).</p> <p>Alamat Email: djulfikry@unram.ac.id.</p>