

Prediksi Suhu Dan Frekuensi Kerja Processor Menggunakan Regresi Non Linear Polinomial

Eko Pramono^{*1}, Nur Widjiyati²

¹Program Studi Teknik Komputer Universitas Amikom Yogyakarta

²Program Studi Sistem Informasi Universitas Amikom Yogyakarta

Email: *eko.p@amikom.ac.id, nurwiwid@amikom.ac.id

(Naskah masuk: 26 Februari 2024, diterima untuk diterbitkan: 16 April 2024)

Abstrak: Saat bermain game atau mengoperasikan aplikasi kompleks, suhu processor dapat naik cepat hingga 80 derajat Celcius. Suhu maksimum yang aman untuk processor biasanya antara 80 dan 95 derajat Celsius, tetapi suhu ini mungkin terlalu tinggi untuk beberapa model processor dan suhu processor yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan. Kerusakan ini dapat menyebabkan komputer menjadi tidak stabil atau bahkan mati total. Selain itu, suhu processor yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan penurunan performa komputer. Secara umum, peningkatan tegangan akan menyebabkan peningkatan kinerja processor. Tegangan adalah faktor utama yang menentukan frekuensi clock dan suhu processor. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan metode peramalan untuk memperkirakan suhu processor saat tegangannya dinaikkan. Suhu processor cenderung mengikuti pola non linear seiring dengan peningkatan frekuensi clock dan tegangan. Dan ternyata Regresi non linear polinomial lebih pas untuk diterapkan pada prediksi/peramalan kenaikan frekuensi kerja dan suhu processor.

Kata Kunci – Suhu; Processor; Kinerja; Tegangan

Prediction of Temperature and Processor Working Frequency Using Non-Linear Polynomial Regression

Abstract: When playing games or operating complex applications, the processor temperature can quickly rise to 80 degrees Celsius. The maximum safe temperature for a processor is usually between 80 and 95 degrees Celsius, but this temperature may be too high for some processor models and too high a processor temperature may cause damage. This damage can cause the computer to become unstable or even shut down completely. Apart from that, a processor temperature that is too high can also cause a decrease in computer performance. In general, an increase in voltage will lead to an increase in processor performance. Voltage is the main factor that determines the clock frequency and temperature of the processor. Therefore, it is important to use forecasting methods to estimate the processor temperature when its voltage is increased. Processor temperatures tend to follow a non-linear pattern as clock frequency and voltage increase. And it turns out that non-linear polynomial regression is more suitable to be applied to predicting/forecasting increases in working frequency and processor temperature.

Keywords – Temperature; Processor; Performance; Voltage

1. PENDAHULUAN

Processor merupakan komponen komputer yang paling penting. Processor bertanggung jawab untuk memproses semua instruksi yang diberikan oleh sistem operasi dan aplikasi. Saat processor bekerja, akan terjadi gesekan antara transistor-transistor di dalamnya. Gesekan ini disebabkan oleh pergerakan elektron-elektron di dalam transistor yang saling berbenturan. Gesekan ini menghasilkan panas yang dapat meningkatkan suhu processor [1].

Suhu ideal processor bervariasi tergantung pada spesifikasinya dan kondisi kerjanya, tetapi suhu normalnya antara 40 dan 70 derajat Celcius. Meskipun toleransi yang tersedia untuk masing-masing prosesor yang tersedia di pasar berbeda-beda, biasanya ada kisaran suhu yang paling cocok untuk kinerja. Suhu PC harus tetap 65-70 derajat Celcius saat menjalankan program penting.

Namun, saat bermain game atau mengoperasikan aplikasi kompleks, suhu ini dapat naik cepat hingga 80 derajat Celcius. Suhu maksimum yang aman untuk processor biasanya antara 80 dan 95 derajat Celsius, tetapi suhu ini mungkin terlalu tinggi untuk beberapa model processor dan Suhu processor yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen processor, seperti transistor, kapasitor, dan sirkuit lainnya. Kerusakan ini dapat menyebabkan komputer menjadi tidak stabil atau bahkan mati total. Selain itu, suhu processor yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan penurunan performa komputer [2]. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan suhu processor agar komputer dapat bekerja dengan optimal dan tahan lama.

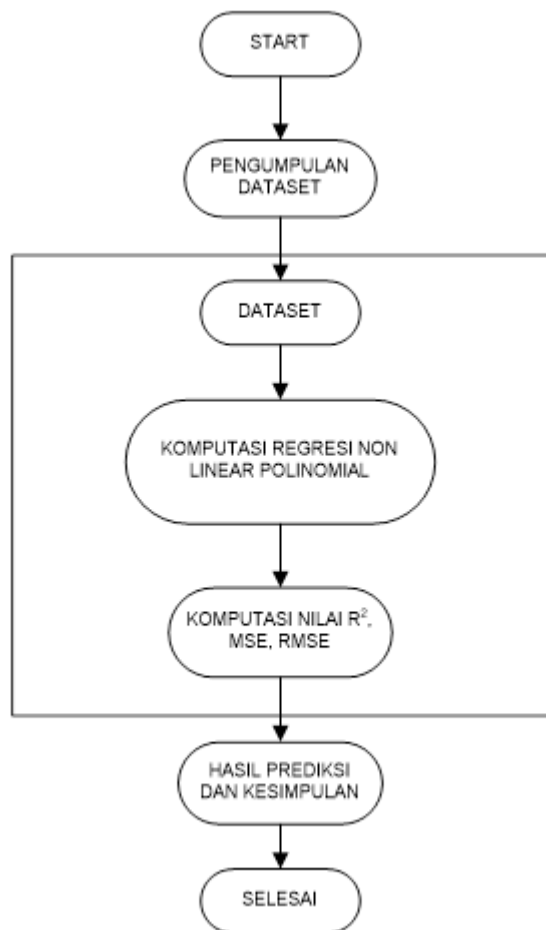
Secara umum, peningkatan tegangan akan menyebabkan peningkatan kinerja processor. Tegangan adalah faktor utama yang menentukan frekuensi clock processor. Tegangan yang lebih tinggi akan menghasilkan arus yang lebih besar. Arus yang lebih besar akan menghasilkan medan listrik yang lebih kuat. Medan listrik yang lebih kuat akan memungkinkan transistor untuk beralih lebih cepat. Transistor yang beralih lebih cepat akan menghasilkan frekuensi clock yang lebih tinggi [3]. Namun, peningkatan tegangan juga akan menyebabkan peningkatan suhu processor. Peningkatan tegangan processor akan menyebabkan peningkatan suhu processor. Suhu processor yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan kinerja, ketidakstabilan, dan bahkan kerusakan permanen. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan metode peramalan [4] untuk memperkirakan suhu processor saat tegangannya dinaikkan. Suhu processor cenderung mengikuti pola non linear seiring dengan peningkatan frekuensi clock dan tegangan [5].

Metode trend adalah metode peramalan yang digunakan untuk memprediksi nilai data masa depan berdasarkan pola data masa lalu. Metode trend dapat digunakan untuk memprediksi data yang bersifat linear maupun non linear [6]. Metode trend non linear ini dapat dicari trend outputnya menggunakan regresi non linear polinomial salah satunya. Salah satu peneliti seperti [7] yang mengatakan bahwa regresi non linear polinomial atau sering disebut juga regresi polinomial digunakan jika terdapat kumpulan data non-linear yang kalau dicari regresi linear nya akan memiliki akurasi yang rendah.

Pada penelitian [7],[8] dan [9] semuanya hanya fokus pada kinerja processor dan tidak meramalkan kenaikan suhu processor ketika tegangan pada processor dinaikkan. Mengingat suhu pada processor itu adalah variabel yang sangat penting ketika kita akan meningkatkan kinerja processor, maka penulis ingin melakukan penelitian untuk memprediksi suhu processor saat tegangan dinaikkan menggunakan metode trend non linear yang selanjutnya akan diolah menggunakan regresi polinomial. Serta juga akan dicari hasil di setiap orde-nya dari regresi polinomial tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Alur penelitian prediksi suhu dan frekuensi kerja processor ketika ada penambahan nilai tegangan menggunakan regresi non linear polinomial



Gambar 1. Alur Penelitian

Pengumpulan Dataset

Pada penelitian ini menggunakan dataset yang merujuk pada penelitian [10] dan [11], Adapun spesifikasi komputer yang menghasilkan dataset tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 1. Spesifikasi Komputer.

Jenis	Spesifikasi
Processor	AMD Ryzen 5 2400G
Cooler CPU	Stock Cooler CPU
RAM	Corsair Vengeance LPX 16GB
Motherboard	MSI B350M Pro VH Plus
SSD	Kingmax 120GB Sata
Power Supply	FSP 500 Watt
Operating System	Windows 10 Pro

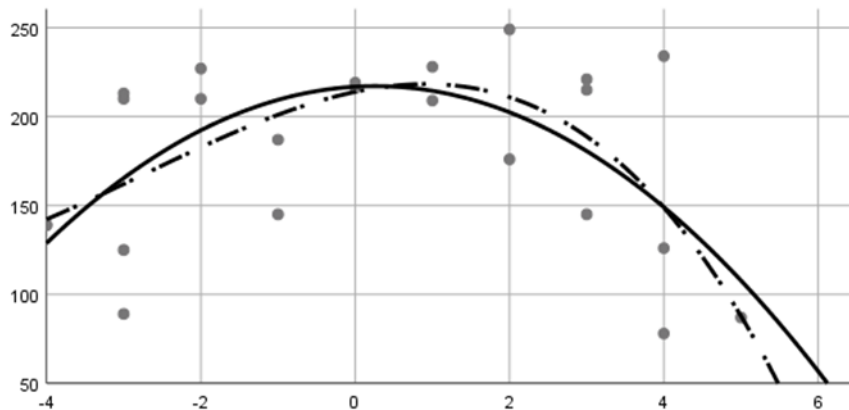
Dataset proses overclock yang selanjutnya akan dijadikan sebagai data untuk memprediksi atau meramalkan proses overclock ada pada tabel dibawah ini

Tabel 2. Dataset Untuk Prediksi/Peramalan

No.	Frequency(Ghz)	Suhu Rata-rata (°C)	Tegangan (V)
1	3,6	53,1	1,175
2	3,65	51,6	1,2
3	3,7	51,5	1,225
4	3,75	53,8	1,25
5	3,8	56,4	1,275
6	3,85	56,6	1,3
7	3,9	60	1,325

2.1. Regresi Non Linear

Regresi nonlinear merupakan metode regresi yang kedudukan titik-titik pada diagram (x,y) tidak membentuk garis lurus [12]. Regresi non linear digunakan jika variabel-variabel dalam persamaan memiliki pangkat. Ada banyak model regresi non linear seperti polinomial, eksponensial, logaritma, Gompertz dll.. Dalam kasus regresi non linear, model regresi eksponensial dan regresi polinomial banyak digunakan. Regresi non linear didesain untuk menguji hubungan antara variabel prediktor (X) dengan variabel respon (Y) yang bersifat tidak linear



Gambar 2. Grafik Regresi Non Linear

2.1.1. Komputasi Regresi Non Linear Polinomial/Regresi Polinomial

Regresi polinomial merupakan model regresi linier yang dibentuk dengan menjumlahkan pengaruh masing-masing variabel prediktor (X) yang dipangkatkan meningkat sampai orde ke-k [13]. Secara umum, model regresi polinomial ditulis dalam bentuk :

$$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + \dots + b_kX^k + \varepsilon \quad (1)$$

Dimana :

Y = Variabel Respons

b0 = Intersep

b1, b2,..., bk = Koefisien Regresi

X = Variabel Prediktor

ε = Faktor Pengganggu Yang Tidak Dijelaskan Oleh Model Regresi

2.1.2. Komputasi Koefisien Determinasi (R2), MSE dan RMSE

Nilai koefisien determinasi, juga disebut sebagai R-Square (R2), adalah alat yang dapat digunakan untuk menentukan seberapa baik model regresi bergantung pada informasi yang dihasilkan oleh variabel prediktor saat memprediksi variabel respons. Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 dan 1, dan semakin tinggi nilainya, semakin kuat hubungan antara variabel independen dan variabel respon dalam model regresi persamaan regresi yang terjadi [14].

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y_i - y')^2}{\sum(y_i - y'')^2} \quad (2)$$

Dimana : y = Nilai Aktual, y' = Nilai Prediksi y dan y'' = Nilai Rata-Rata y

Mean Absolute Error (MAE) adalah salah satu cara untuk mengetahui bagus tidaknya suatu metode berdasarkan kesalahan hasil prediksinya. MAE adalah berupa perbedaan absolut rata-rata antara data/nilai prediksi dan data/nilai aktual, dengan semua perbedaan individu diberi bobot

yang sama [14]. Ketika nilai MAE mendekati nilai 0 maka dapat dikatakan tingkat kesalahan (error) dari hasil prediksi adalah semakin kecil.

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y - y'|}{n} \quad (3)$$

Dimana : y = Nilai Aktual, y' = Nilai Prediksi y dan n = Jumlah Data

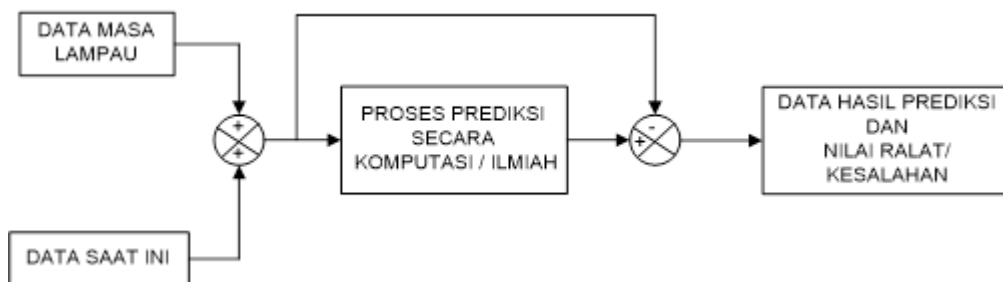
Cara lain untuk mengevaluasi hasil prediksi adalah root mean square error (RMSE). RMSE adalah aturan evaluasi kuadrat yang mengukur kesalahan rata-rata suatu model. RMSE menggunakan akar kuadrat dari selisih kuadrat rata-rata antara data prediksi dan data aktual untuk menghitung kesalahan [15]. Semakin mendekati nilai yang dihasilkan metode RMSE dengan 0 maka hasil prediksinya semakin baik.

$$RSME = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y - y')^2}{n}} \quad (4)$$

Dimana : y = Nilai Aktual, y' = Nilai Prediksi y dan n = Jumlah Data

2.2. Prediksi Dan Kesimpulan

Prediksi/peramalan merupakan suatu proses menghasilkan informasi tentang situasi sosial di masa depan berdasarkan informasi yang terkandung dalam situasi masa lalu [16]. Prediksi/peramalan juga merupakan proses memperkirakan secara sistematis sesuatu yang kemungkinan besar akan terjadi di masa depan, berdasarkan informasi masa lalu dan informasi yang tersedia saat ini, sehingga kesalahannya (perbedaan antara sesuatu yang terjadi dengan hasil yang diperkirakan) dapat ditentukan, diperhitungkan dan diminimalkan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, prediksi adalah hasil kegiatan meramalkan atau memperkirakan nilai masa depan dengan menggunakan data masa lalu.



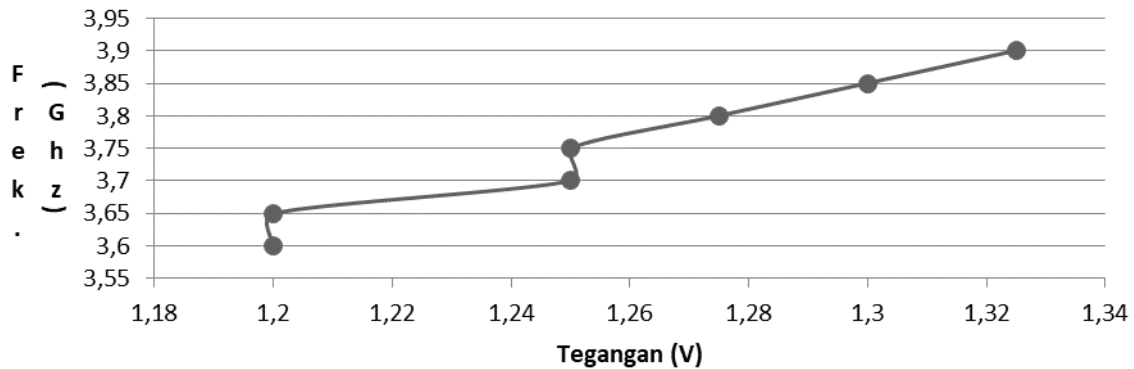
Gambar 2. Diagram Blok Proses Prediksi

Proses prediksi didapat melalui proses komputasi regresi non linear dan komputasi untuk menguji nilai Koefisien Determinasi (R^2), MSE dan RMSE, selanjutnya akan ditarik kesimpulan untuk menemukan orde dari regresi non linear polinomial yang cocok untuk memprediksi suhu dan frekuensi kerja processor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

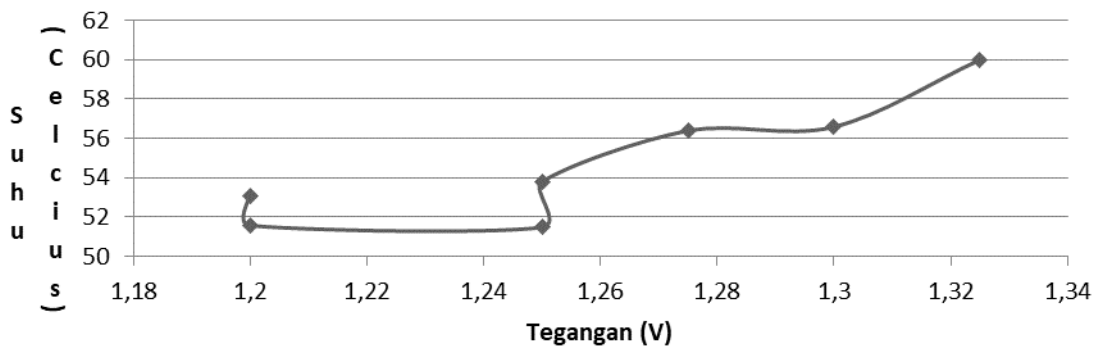
3.1. Pembahasan

Dari tabel 2 bila di plot ke dalam grafik, maka dapat dilihat pada grafik di bawah ini



Gambar 3. Grafik Kenaikan Tegangan vs Kenaikan Frekuensi Processor

Terlihat dari grafik bahwa ketika tegangan processor dinaikkan maka frekuensi kerja processor juga ikut meningkat. Selanjutnya mari kita lihat grafik yang menggambarkan kenaikan tegangan terhadap suhu processor. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.

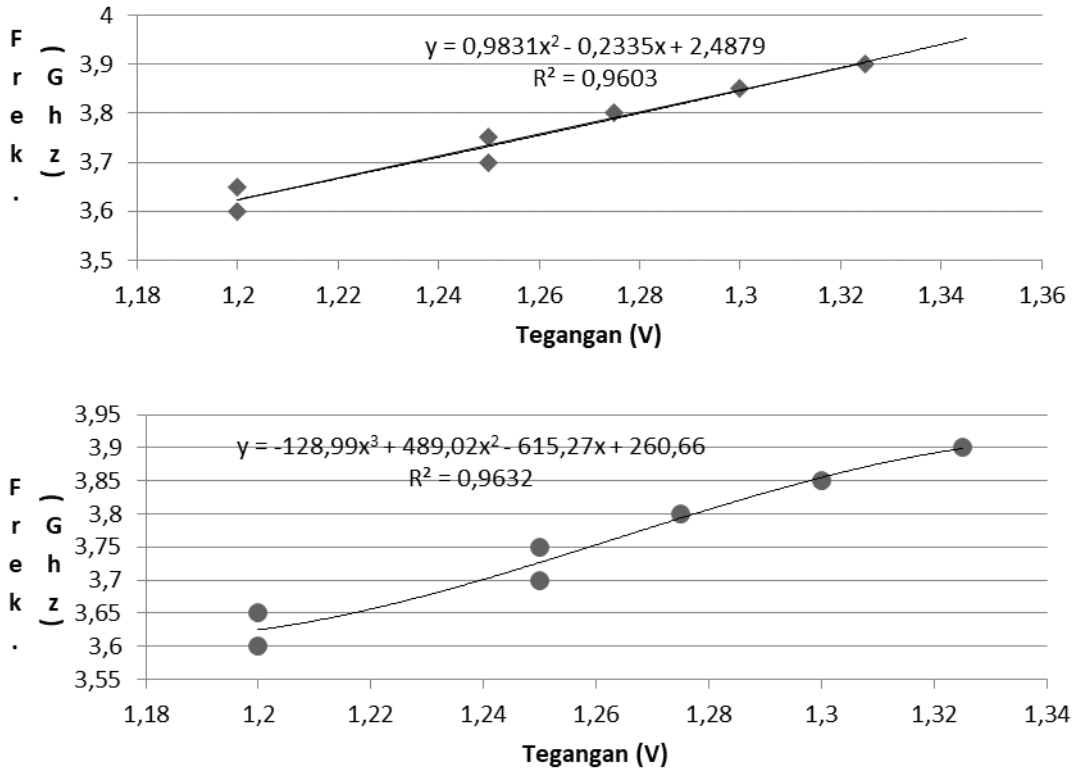


Gambar 4. Grafik Kenaikan Tegangan vs Kenaikan Suhu Processor

Pada gambar 4. Sebenarnya terjadi situasi yang sama dengan gambar 1., dimana ketika tegangan dinaikkan maka suhu dan frekuensi kerja processor juga ikut naik. Ini menandakan bahwa kinerja processor juga naik. Hal yang ingin kita ketahui adalah apa yang akan terjadi ketika tegangan terus dinaikkan. Apakah akan menyebabkan suhu dan frekuensi kerja akan terus naik atau malah sebaliknya.

Dari grafik yang disajikan pada gambar 1. dan gambar 2. sangat jelas terlihat bahwa hubungan antara kenaikan tegangan dan suhu atau frekuensi kerja processor sangat tidak linear atau dengan kata lain non linear. Maka selanjutnya peneliti akan memprediksi/meramalkan suhu dan frekuensi kerja processor bila terjadi kenaikan tegangan diatas 1,325 Volt menggunakan beberapa tipe regresi non linear. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan tipe regresi non linear mana yang paling cocok dan sesuai dengan penelitian ini. Kecocokan tersebut selanjutnya dinilai dari nilai R2, MAE dan RMSE.

Proses komputasi penelitian diawali dengan mencari persamaan dari hubungan antara kenaikan tegangan dan perubahan frekuensi kerja processor menggunakan regresi non linear polinomial orde-2 dan orde-3 sebagaimana dapat dilihat pada grafik di gambar 5.



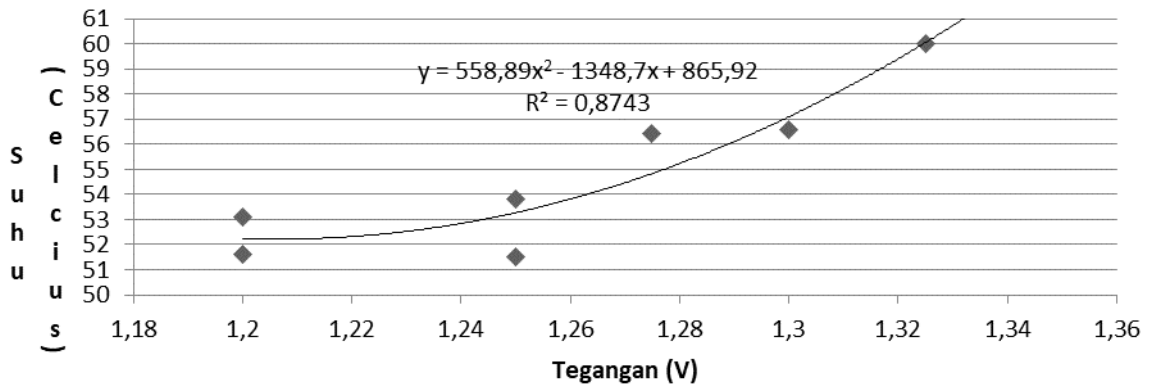
Gambar 5. Grafik Trend Tegangan Vs Frekuensi Dengan Regresi Polinomial Orde-2 Dan Orde-3

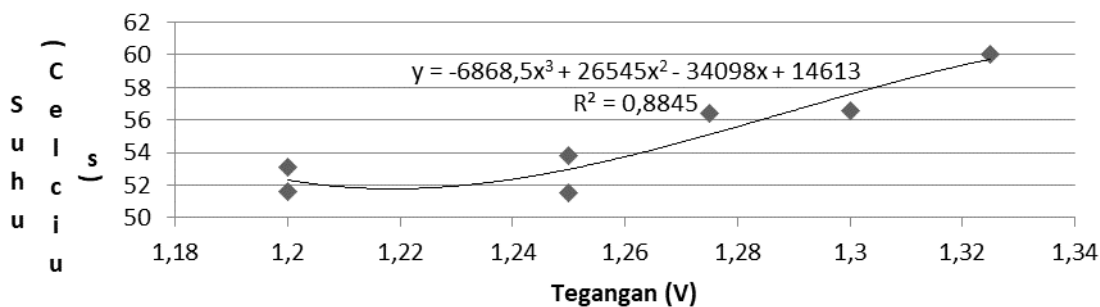
Dari grafik pada gambar 5. ditemukan persamaan matematis dari hasil regresi non linear polinomial orde-2 dan orde-3 untuk hubungan antara tegangan vs frekuensi kerja processor, seperti terlihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2. Pers. Regresi Non Linear Polinomial

No.	Orde	Persamaan Regresi Non Linear Polinomial
1	Orde-2	$y = 0,9831x^2 - 0,2335x + 2,4879$
2	Orde-3	$y = -128,99x^3 + 489,02x^2 - 615,27x + 260,66$

Untuk trend hubungan antara tegangan dan suhu dapat dilihat pada gambar 4. dibawah ini





Gambar 6. Grafik Trend Tegangan Vs Suhu Dengan Regresi Non Linear Polinomial Orde-2 Dan Orde-3

Sedang persamaan matematis dari hasil regresi non linear polinomial orde-2 dan orde-3 untuk hubungan antara tegangan vs suhu processor, terlihat pada tabel dibawah

Tabel 3. Pers. Regresi Non Linear Polinomial

No.	Orde	Persamaan Regresi Non Linear Polinomial
1	Orde-2	$y = 558,89x^2 - 1348,7x + 865,92$
2	Orde-3	$y = -6868,5x^3 + 26545x^2 - 34098x + 14613$

Penting sekali untuk menguji nilai prediksi persamaan yang ditambahkan pada tabel 2. dan tabel 3. Dengan nilai aktual yang disajikan pada tabel 1. tabel 4. dan tabel 5. akan memperjelas pengujian tersebut

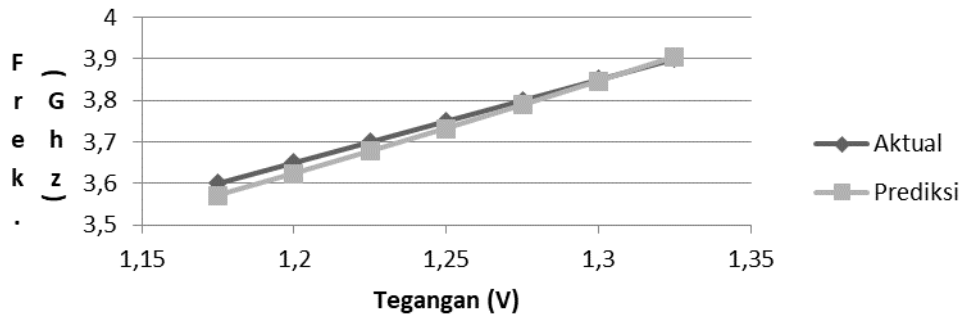
Tabel 4. Perbandingan Nilai Aktual dan Nilai Prediksi Untuk Frekuensi Kerja Processor

No.	Tegangan (Volt)	Nilai Aktual Frekuensi (Ghz)	Nilai Prediksi Frekuensi (Ghz)	
			Orde-2	Orde-3
1.	1,175	3,6	3,57	3,62
2.	1,2	3,65	3,62	3,63
3.	1,225	3,7	3,68	3,67
4.	1,25	3,75	3,73	3,73
5.	1,275	3,8	3,79	3,80
6.	1,3	3,85	3,85	3,86
7.	1,325	3,9	3,90	3,91

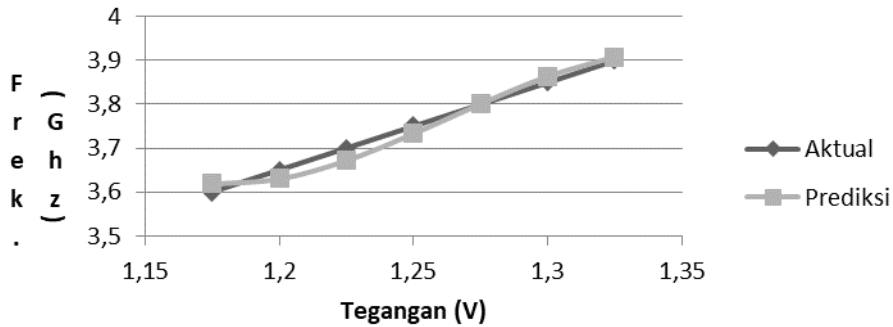
Tabel 5. Perbandingan Nilai Aktual dan Nilai Prediksi Untuk Suhu Processor

No.	Tegangan (Volt)	Nilai Aktual Suhu (°C)	Nilai Prediksi Suhu (°C)	
			Orde-2	Orde-3
1.	1,175	53,1	52,82	54,22
2.	1,2	51,6	52,28	51,43
3.	1,225	51,5	52,45	50,91
4.	1,25	53,8	53,31	52,02
5.	1,275	56,4	54,87	54,12
6.	1,3	56,6	57,13	56,56
7.	1,325	60	60,09	58,69

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat sajian grafik untuk Tabel 4. dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 7



Gambar 7. Frekuensi Aktual Vs Prediksi dengan Regresi Non Linear Polinomial Orde-2



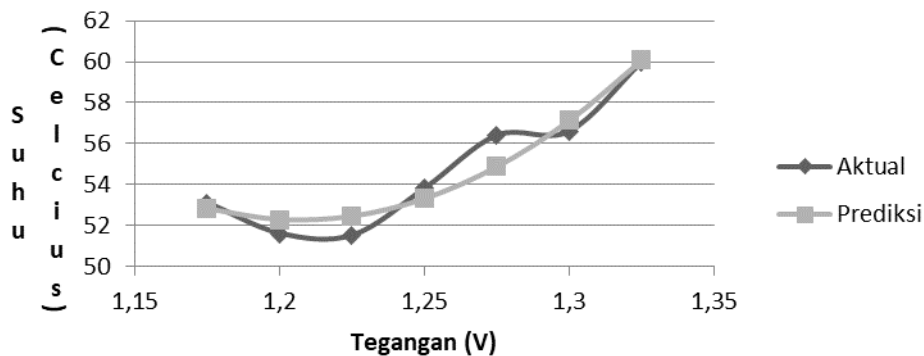
Gambar 8. Frekuensi Aktual Vs Prediksi dengan Regresi Non Linear Polinomial Orde-3

Terlihat pada grafik 8. bahwa prediksi kenaikan frekuensi processor akibat kenaikan tegangan menggunakan regresi non linear polinomial orde-3 menghasilkan nilai yang tersaji digrafik lebih berhimpit. Untuk mengetahui seberapa kuat hubungan antara nilai aktual dan nilai prediksi, maka tabel 6. Akan semakin jelas menggambarannya

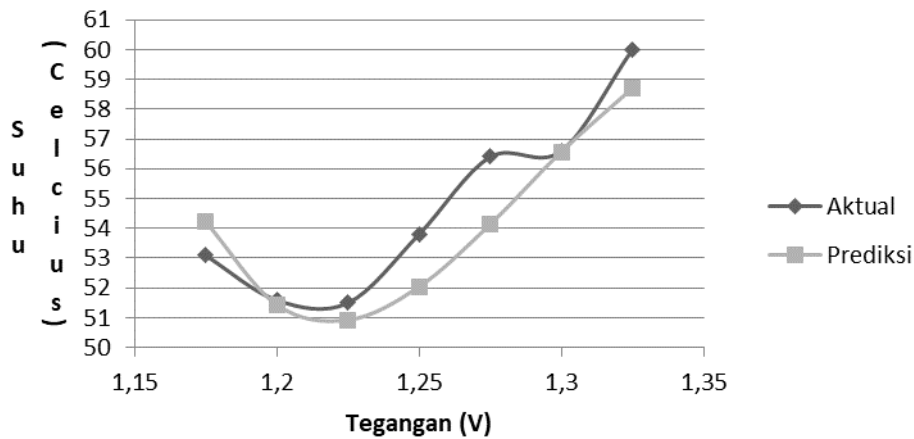
Tabel 6. Nilai Koefisien Determinasi Untuk Prediksi Frekuensi Kerja Processor

No.	R ²		MAE		RSME	
	Orde-2	Orde-3	Orde-2	Orde-3	Orde-2	Orde-3
1.	0,9603	0,9632	0,0154235	0,014586964	0,019186842	0,01697276

Selaras dengan apa yang telah dibahas pada point 2.3.2. pada bagian metodologi penelitian ternyata pada prediksi/peramalan kenaikan frekuensi kerja processor karena kenaikan tegangan adalah sangat cocok bila menggunakan regresi non linear polinomial orde-3. Gambar grafik untuk tabel 5. adalah sebagai berikut



Gambar 9. Suhu Aktual Vs Prediksi dengan Regresi Non Linear Polinomial Orde-2



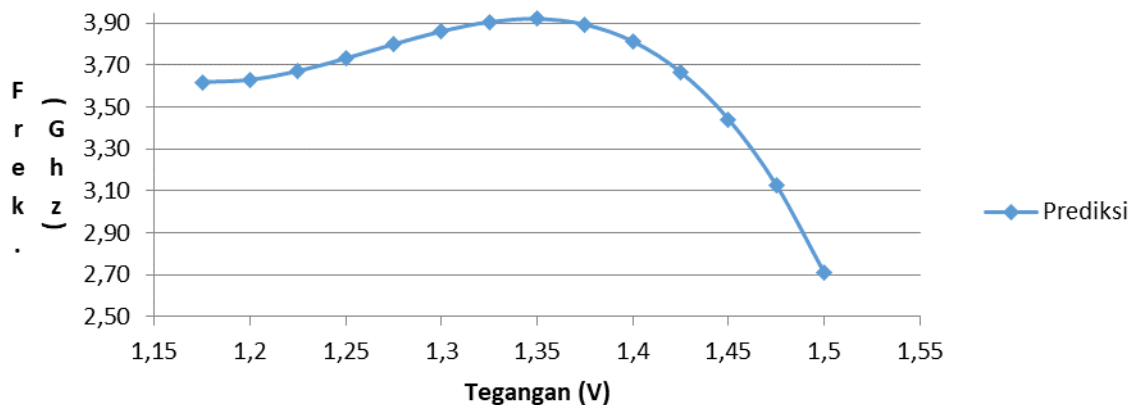
Gambar 10. Suhu Aktual Vs Prediksi dengan Regresi No Linear Polinomial Orde-3

Pada gambar 9. terlihat nilai aktual dan nilai prediksi lebih berimpit dibanding gambar 10., hal ini sedikit memberikan dugaan bahwa prediksi kenaikan suhu processor akibat penaikan tegangan processor lebih cocok bila menggunakan regresi non linear polinomial orde-2. Untuk lebih memperkuat dugaan tersebut maka ada baiknya kita lihat tabel 7. yang akan memuat nilai koefisien determinasi prediksi suhu processor

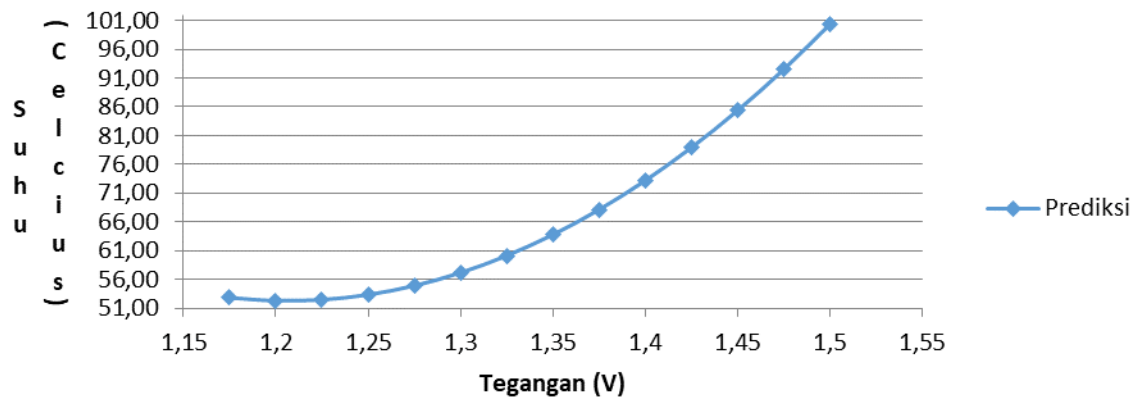
Tabel 7. Nilai Koefisien Determinasi Untuk Prediksi Frekuensi Kerja Processor

No.	R ²		MAE		RSME	
	Orde-2	Orde-3	Orde-2	Orde-3	Orde-2	Orde-3
1.	0,8743	0,8845	0,006435714	0,720535714	0,784432481	1,293658134

Menurut tabel 7. nilai MAE dan RSME pada regresi non linear polinomial orde -2 memiliki nilai yang lebih kecil dibanding regresi non linear polinomial orde-3. Sehingga prediksi kenaikan suhu processor akibat penaikan tegangan processor lebih cocok bila menggunakan regresi non linear polinomial orde-2. Berikut adalah gambar hasil prediksi/peramalan pada frekuensi kerja dan suhu processor bila tegangan dinaikkan diatas 1,325 volt



Gambar 11. Prediksi Frekuensi Kerja Processor Pada Tegangan Diatas 1,325 Volt Dengan Regresi No Linear Polinomial Orde-3



Gambar 12. Prediksi Suhu Processor Pada Tegangan Diatas 1,325 Volt Dengan Regresi No Linear Polinomial Orde-2

Pada gambar 11. dan gambar 12. nampak terlihat sebuah konsekuensi logis ketika menaikkan tegangan kerja processor diatas 1,325 volt. Dimana akan terjadi peningkatan suhu processor yang menyertai penurunan kecepatannya. Diakhir bahasan penelitian ini ada satu hal yang sangat menarik, yaitu ketika mengamati nilai R^2 pada tabel 6. dan tabel 7. yang mendekati 1 dan diatas 0,5, yang mana ini berarti bahwa hubungan antara variabel independen dan dependen adalah sangat kuat [17]. Bila sebuah nilai aktual adalah merupakan nilai dependen yang harus diprediksi/diramalkan dalam suatu komputasi regresi non linear polinomial, maka dapat dikatakan nilai R^2 diatas 0,5 menggambarkan seberapa kuat pengaruh variabel yang diprediksi terhadap variabel aktual. Dan ini mengindikasikan kalau regresi non linear polinomial memiliki kemampuan prediksi/peramalan yang cukup baik.

4. KESIMPULAN

Ada beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini, yaitu :

1. Pola kenaikan frekuensi kerja dan suhu processor berupa pola yang non linear
2. Regresi non linear polinomial lebih pas untuk diterapkan pada prediksi/peramalan kenaikan frekuensi kerja dan suhu processor
3. Prediksi/peramalan kenaikan frekuensi kerja processor karena penaikan tegangan lebih cocok menggunakan regresi non linear polinomial orde-3
4. Prediksi/peramalan kenaikan suhu processor karena penaikan tegangan lebih cocok menggunakan regresi non linear polinomial orde-2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang ditujukan kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian, selain dari author.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lee, S., Lee, J., & Kim, J. (2021). "Thermal Effects of Electron-Electron Friction in InGaAs/GaAs Nanowire Transistors," *IEEE Xplore*, 69(1), 153-158. doi: 10.1109/TED.2021.3132227
- [2] Chen, Y., Chen, H., Liu, X., & Liu, X. (2023). "The Relationship between CPU Temperature and Failure Rate in Laptops," *IEEE Access*, 11(1), 1-10. doi: 10.1109
- [3] Park, S. H., Kinaret, J. M., & Lee, C. P. (2022). "The Impact of Increased Supply Voltage on Processor Performance and Thermal Management," *IEEE Xplore*, 69(1). doi: 10.1109/TED.2021.3132227

- [4] Ma, X. & Zhang, J. (2022). "A Survey of Processor Thermal Management Techniques," *ACM Computing Surveys*, 55(2). doi: 10.1145/3527660
- [5] Hakim, M. A. A., Rahman, M. R. A., & Ikram, M. A. F. (2023). "Analisis Pengaruh Overclocking terhadap Suhu Processor Intel Core i7-12700K," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 12(2)
- [6] Candra, D., & Utami, R. (2023). "Prediksi Data Penjualan Obat Pada Apotik Menggunakan Metode Trend Moment," *Informatics Engineering and Electronic Data (IEED)*. doi:10.59840/ieed.v1i2.218
- [7] Patil, S., & Patil, S.S. (2021). "Linear with polynomial regression: Overview," *International Journal of Applied Research*.
- [8] Azhar & Firdaus, H. (2019). "Analisis Kinerja Prosesor terhadap Proses Overclocking dan Downclocking," *AINET*, 1(1), 7-12
- [9] Rizki, D. U., Didi, J & Nono, H. (2020). "Implementasi Overclocking Pada Processor Intel Core i5-2500k Untuk Meningkatkan Kinerja Komputer," *JUSTINDO*, 5(1). doi: <https://doi.org/10.32528/justindo.v5i1.3381>
- [10] Putro, Miko K., et al. (2021). "Prediksi Ketahanan PC Overclocking dengan Menggunakan Regresi Linier," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 5, pp. 1-6, doi:10.36294/jurti.v5i1.1451.
- [11] Andika, A. S., Andre, H. R. (2020). " Pengaruh Overclocking Processor AMD Ryzen 5 Pada Rendering Video Menggunakan Adobe After Effect. *JURNAL INOVTEK POLBENG - SERI INFORMATIKA*," 5(1)
- [12] Nugraha, B. C. (2019). "Prediction Of Electricity Demand In Karang District Pilang Surabaya Using Regression Method Linear," *UNTAG 1945 Surabaya*
- [13] Laksono, S. A., Pratama, A. R. & Rahmat. (2023). "Perbandingan metode linear regresi dan polynomial regresi untuk memprediksi harga saham studi kasus Bank BCA," *INFOTECH*, 4(1)
- [14] Sutoyo, E., & Almaarif, A. (2020). "Educational Data Mining for Predicting Student Graduation Using the Naïve Bayes Classifier Algorithm," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 4(1), 95-101.
- [15] Evanita Et al. (2022). "Analisa Forecasting Pendaftaran Mahasiswa Baru Universitas Muria Kudus Pusat Studi: Sains Dan Teknologi," *Smart Comp*, 11(2), hal. 162-174
- [16] Harahap, S. R. (2021). "Peramalan Jumlah Penduduk Kota Medan pada Tahun 2021 dan 2022 dengan Metode Double Exponential Smoothing Brown," *Universitas Sumatera Utara*
- [17] Kaontole, T. S., Ivana et all. (2023). "Analisis Karakteristik dan Tingkat Pelayanan Arus Pejalan Kaki (Studi Kasus: Jl. Suprpto - Jl. Lembong)," *Jurnal TEKNO*, 21(84), 627-638