

# Prediksi Perubahan Suhu Rata-Rata Permukaan Global Tahun 2022-2032 Menggunakan Maple

Prediction of Global Surface Average Temperature Change in 2022-2032 Using Maple

Andika Tresnasena\*, Fadly Andika, Respitawulan

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Islam Bandung

\*10060221002@unisba.ac.id, 10060221006@unisba.ac.id, respitawulan@unisba.ac.id

**Abstrak.** Permukaan suhu global atau yang sering disebut sebagai global warming adalah proses meningkatnya suhu rata-rata atmosfer, laut dan daratan bumi. Peningkatan suhu tersebut salah satunya diakibatkan oleh efek rumah kaca karena cahaya matahari terperangkap di bumi sehingga suhu bumi menjadi panas. Pada tahun 2022, efek rumah kaca semakin meningkat dikarenakan majunya industri yang berbanding lurus dengan konsumsi energi, oleh karena itu jika diprediksikan pada tahun-tahun yang akan datang maka perubahan suhu rata-rata permukaan global akan meningkat. Data yang digunakan adalah data perubahan suhu rata-rata pada tahun-tahun sebelumnya sehingga nantinya data tersebut dapat dijadikan sebuah pemodelan persamaan. Sesuai dengan data pada tahun 1900-2021, perubahan suhu rata-rata tersebut meningkat, kemudian jika diprediksi menggunakan program Maple, pada tahun selanjutnya yaitu dari 2022-2032 pun akan mengalami peningkatan yang tinggi, dengan perubahan suhu rata-rata tertingginya 50,6 °C pada tahun 2032. Jika pada tahun 2032 mengalami perubahan suhu rata-rata sebesar itu maka akan sangat berdampak terhadap bumi salah satunya yaitu bumi akan mengalami kekeringan di mana-mana.

*Kata kunci:* global warming, perubahan suhu, maple

**Abstract.** Global surface temperature or what is often referred to as global warming is the process of increasing the average temperature of the atmosphere, sea and land of the earth. One of the causes of the increase in temperature is the greenhouse effect because sunlight is trapped in the earth so that the earth's temperature becomes hot. In 2022, the greenhouse effect will increase due to the advancement of industry which is directly proportional to energy consumption, therefore if it is predicted that in the years to come, global surface average temperature change will increase. The data that used is data on changes in average temperature in previous years so that later the data can be used as an equation modeling. In accordance with data from 1900 to 2021, the change in average temperature increases, then if it is predicted using the Maple program, the following year from 2022 to 2032 will also experience a high increase, with the highest average temperature change being 50.6 in 2032. If in 2032 there is a change in the average temperature of that size, it will greatly affect the earth, one of which is the earth will experience drought everywhere.

*Keywords:* global warming, temperature change, maple

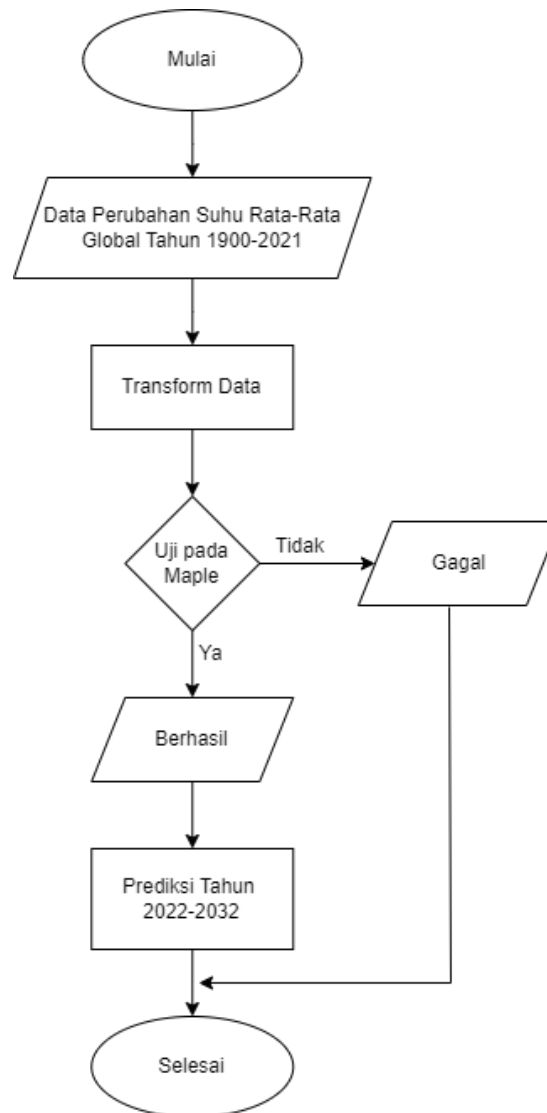
## 1. Pendahuluan

Tanpa disadari seiring dengan berjalannya waktu semakin panas temperatur udara yang dirasakan. Perkembangan sumber daya manusia membuat kita mengonsumsi sumber daya alam lebih banyak dari tahun-tahun sebelumnya. Hal ini membuat teknologi manusia berkembang pesat, namun juga mengurangi tanah, air, maupun udara yang disediakan bumi ini. Sehingga perubahan iklim global terus mengalami kenaikan dari tahun ke tahun.

Iklim adalah rata-rata cuaca di mana cuaca merupakan keadaan atmosfer pada suatu saat di waktu tertentu. Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) tentang Kerangka Kerja Perubahan Iklim (*United Nations Framework Convention on Climate Change/UNFCCC*) mendefinisikan perubahan iklim sebagai perubahan iklim yang disebabkan baik secara langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia sehingga mengubah komposisi dari atmosfer global dan variabilitas iklim alami pada periode waktu yang dapat diperbandingkan.

Komposisi atmosfer global yang dimaksud adalah komposisi material atmosfer bumi berupa Gas Rumah Kaca (GRK) yang diantaranya, terdiri dari Karbon Dioksida, Metana, Nitrogen, dan sebagainya. Artikel ini bertujuan untuk memprediksi perubahan suhu permukaan rata-rata global dari tahun 2022 hingga 2032 sehingga kita dapat mengevaluasi penyebab perubahan iklim global dan memikirkan langkah yang lebih baik untuk bumi.

## 2. Metode



Gambar 1. Diagram Alur Metode Penelitian

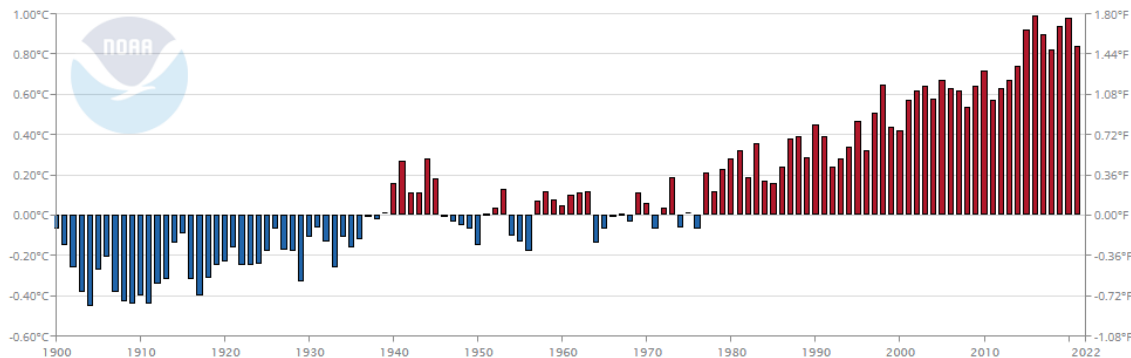
Penyusunan artikel ini disusun sesuai tahapan diagram alur pada Gambar 1. Data yang digunakan adalah data perubahan suhu global pada tahun 1900-2021, data tersebut meliputi perubahan suhu rata-rata setiap tahunnya. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data pada suatu jurnal, kemudian data tersebut akan digunakan untuk mencari pemodelan perubahan suhu rata-rata sehingga dapat diubah menjadi bentuk fungsi  $f(x)$  menggunakan Maple.

Pertama-tama mencari data perubahan suhu rata-rata pada tahun 1900-2021 untuk membuat persamaan pemodelan, kemudian transform data menggunakan aplikasi Maple agar dapat menghasilkan model dari perubahan suhu rata-rata yang nantinya akan digunakan untuk mencari perubahan suhu rata-rata pada tahun 2022-2032.

Jika pada saat pemodelan menggunakan curve fitting tidak berhasil maka akan gagal dikarenakan tidak mendapatkan pemodelan yang akan digunakan untuk memprediksi perubahan suhu rata-rata pada tahun selanjutnya. Jika berhasil maka tahapan tersebut akan berlanjut ke tahapan memasukkan angka pada persamaan pemodelan yang sudah didapatkan, setelah itu hasil dari memasukkan angka pada persamaan pemodelan akan dapat dijadikan prediksi perubahan suhu rata-rata pada tahun 2022-2032. Setelah itu data prediksi akan muncul setelah memasukkan  $x$  sebagai tahun pada persamaan yang sudah dimodelkan untuk permasalahan tersebut. Setelah itu akan terlihat prediksinya dari tahun 2022-2032.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Perubahan Suhu Rata-Rata Permukaan Global pada Tahun 1900-2021



Gambar 2. Perubahan Suhu Rata-Rata Permukaan Global Tahun 1900-2021

Mengingat ukuran dan kapasitas panas dari lautan global yang besar, dibutuhkan sejumlah besar energi panas untuk menaikkan suhu rata-rata tahunan permukaan bumi bahkan untuk menaikannya sekecil mungkin. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, perubahan suhu rata-rata permukaan global terus mengalami kenaikan secara terus-menerus tanpa adanya penurunan pada tahun 1977 dan seterusnya. Hal ini bertepatan dengan revolusi industri 3.0 yang dimulai pada tahun 1970-an. Industri 3.0 ditandai dengan sistem komputasi data. Sejak teknologi ini diperkenalkan, perusahaan dapat melakukan proses produksi tanpa bantuan manusia sehingga mendorong perkembangan industri secara pesat. Hasilnya pembangunan pabrik dan segala macam teknologi meluas dan mengurangi hijaunya bumi sehingga suhu permukaan secara bertahap naik.

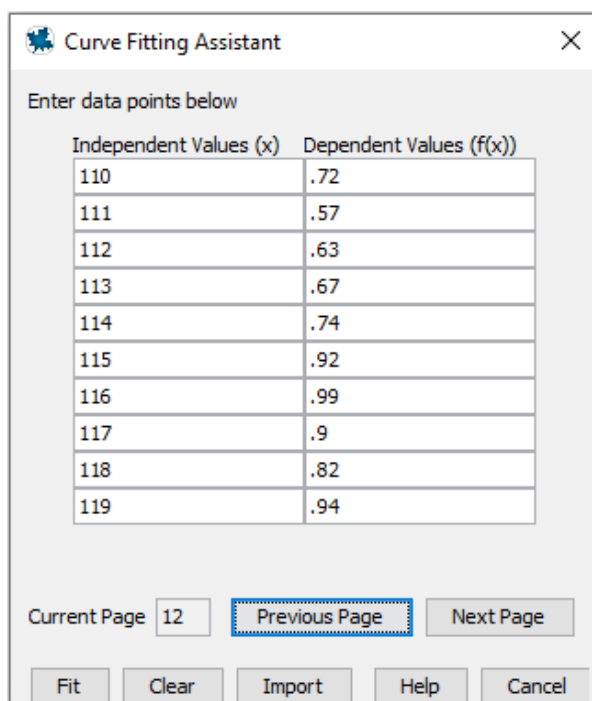
#### 3.2. Transformasi Data ke Maple dan Mencari Persamaan Umum

Tabel 1. Perubahan Suhu Rata-Rata Permukaan Global Tahun 1900-2021

$x$	$f(x)$	$x$	$f(x)$	$x$	$f(x)$	$x$	$f(x)$
0	-0.07	31	-0.06	62	0.11	93	0.28
1	-0.15	32	-0.13	63	0.12	94	0.34
2	-0.26	33	-0.26	64	-0.14	95	0.47
3	-0.38	34	-0.11	65	-0.07	96	0.32
4	-0.45	35	-0.16	66	-0.01	97	0.51
5	-0.27	36	-0.12	67	0	98	0.65
6	-0.21	37	-0.01	68	-0.03	99	0.44
7	-0.38	38	-0.02	69	0.11	100	0.42
8	-0.43	39	0.01	70	0.06	101	0.57
9	-0.44	40	0.16	71	-0.07	102	0.62
10	-0.4	41	0.27	72	0.04	103	0.64
11	-0.44	42	0.11	73	0.19	104	0.58

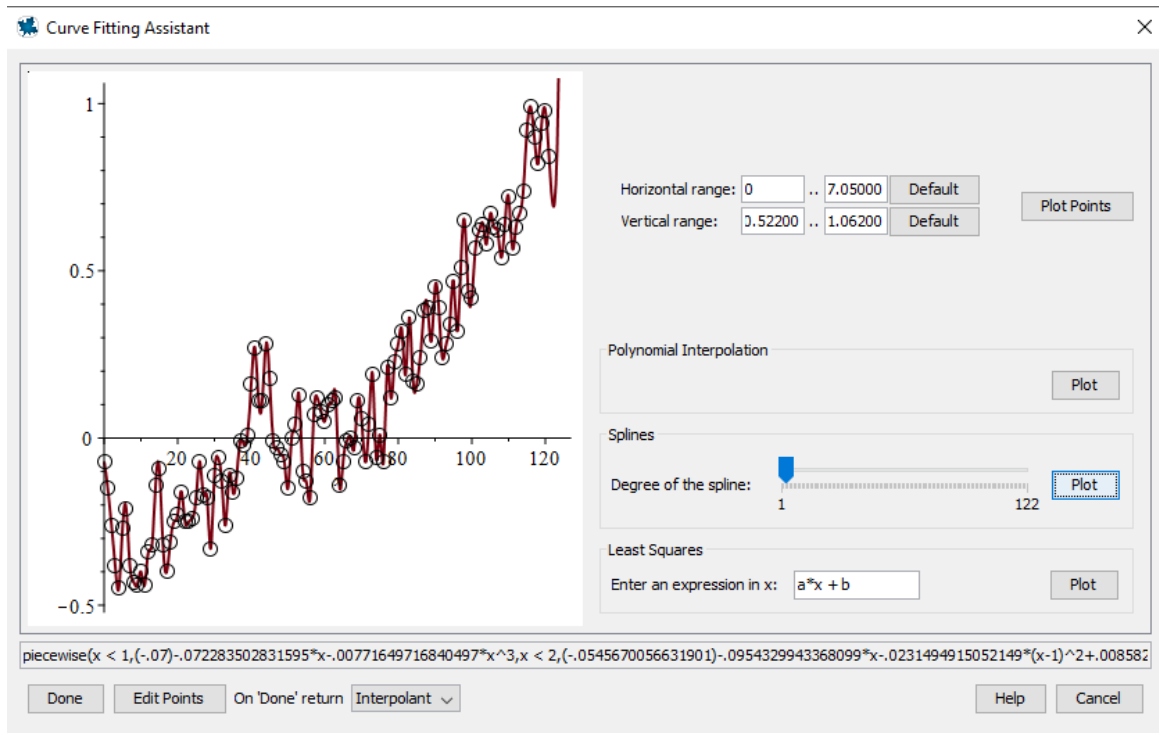
12	-0.34	43	0.11	74	-0.06	105	0.67
13	-0.32	44	0.28	75	0.01	106	0.63
14	-0.14	45	0.18	76	-0.07	107	0.62
15	-0.09	46	-0.01	77	0.21	108	0.54
16	-0.32	47	-0.03	78	0.12	109	0.64
17	-0.4	48	-0.05	79	0.23	110	0.72
18	-0.31	49	-0.07	80	0.28	111	0.57
19	-0.25	50	-0.15	81	0.32	112	0.63
20	-0.23	51	0	82	0.19	113	0.67
21	-0.16	52	0.04	83	0.36	114	0.74
22	-0.25	53	0.13	84	0.17	115	0.92
23	-0.25	54	-0.1	85	0.16	116	0.99
24	-0.24	55	-0.13	86	0.24	117	0.9
25	-0.18	56	-0.18	87	0.38	118	0.82
26	-0.07	57	0.07	88	0.39	119	0.94
27	-0.17	58	0.12	89	0.29	120	0.98
28	-0.18	59	0.08	90	0.45	121	0.84
29	-0.33	60	0.05	91	0.39		
30	-0.11	61	0.1	92	0.24		

dimana  $x$  sebagai tahun dikurangi dengan 1900, misal  $x = 0$  adalah tahun 1900,  $x = 1$  adalah tahun 1901, dan seterusnya.  $f(x)$  sebagai perubahan suhu rata-rata permukaan global dalam satuan Celsius.



Gambar 3. Curve Fitting Assistant Input Data

Untuk menemukan persamaan dari data yang dimiliki, aplikasi Maple digunakan. Buka *Tools > Assistants > Curve Fitting* pada Maple lalu masukkan data pada Tabel 1 ke dalamnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 4. Curve Fitting Assistant

Pada Gambar 4, karena  $x > 0$ , maka *horizontal range* harus 0. Lalu untuk *Degree of the spline* tidak perlu diubah supaya sesuai dengan saran dari Maple itu sendiri dan tekan *Plot*. Setelah itu tekan *Done* dan persamaan akan muncul. Persamaan yang akan didapat akan banyak sesuai dengan syaratnya masing-masing. Namun karena hasil yang diperlukan adalah tahun 2022-2032, maka  $122 \leq x \leq 132$ . Maka persamaan yang diambil adalah

$$8.45314232517747 - 0.0622761860431456x - 0.116585720935282(x - 120)^2 + 0.0388619069784272(x - 120)^3$$

Untuk menyederhanakan bentuknya, dapat menggunakan *normal* pada persamaan di atas menggunakan Maple sehingga didapat persamaan perubahan suhu rata-rata permukaan global:

$$f(x) = 0.0388619069784272x^3 + 14.10687223x^2 + 1706.752679x - 68823.75650$$

### 3.3. Perubahan Suhu Tertinggi dan Terendah dari Tahun 2022-2032

Untuk menentukan suhu tertinggi dan terendah dapat mencari titik maksimum lokal dan titik minimum lokal.

$$f(x) = 0.0388619069784272x^3 + 14.10687223x^2 + 1706.752679x - 68823.75650$$

dimana  $122 \leq x \leq 132$  adalah tahun dikurangi dengan 1900 dan  $f(x)$  adalah perubahan suhu rata-rata permukaan global dalam satuan °C.

Berdasarkan pada turunan pertama  $f(x)$ , diperoleh titik stasioner  $x = 122.2386115$  dan  $x = 119.7613885$ . Namun, karena interval  $122 \leq x \leq 132$ , maka titik stasioner adalah  $x = 122.2386115$ . Uji turunan kedua menunjukkan bahwa titik tersebut adalah titik minimum lokal dengan  $f(122.2386115) = 0.69256 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 0.69 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Dengan demikian, titik minimum dari  $f(x)$  menunjukkan perubahan suhu terendah rata-rata permukaan global dari tahun 2022-2032 adalah  $0.69 \text{ } ^\circ\text{C}$  pada tahun 2022.

Selanjutnya untuk menemukan perubahan suhu tertinggi cukup dengan substitusikan titik kritis ke dalam  $f(x)$ . Titik kritis terdiri atas titik ujung, titik stasioner, dan titik singular. Berdasarkan interval

(122,132), titik ujung dari  $f(x)$  adalah  $a = 122$  dan  $b = 132$ . Titik stasioner berdasarkan perhitungan sebelumnya adalah  $x = 122.2386115$  dan tidak ada titik singular.

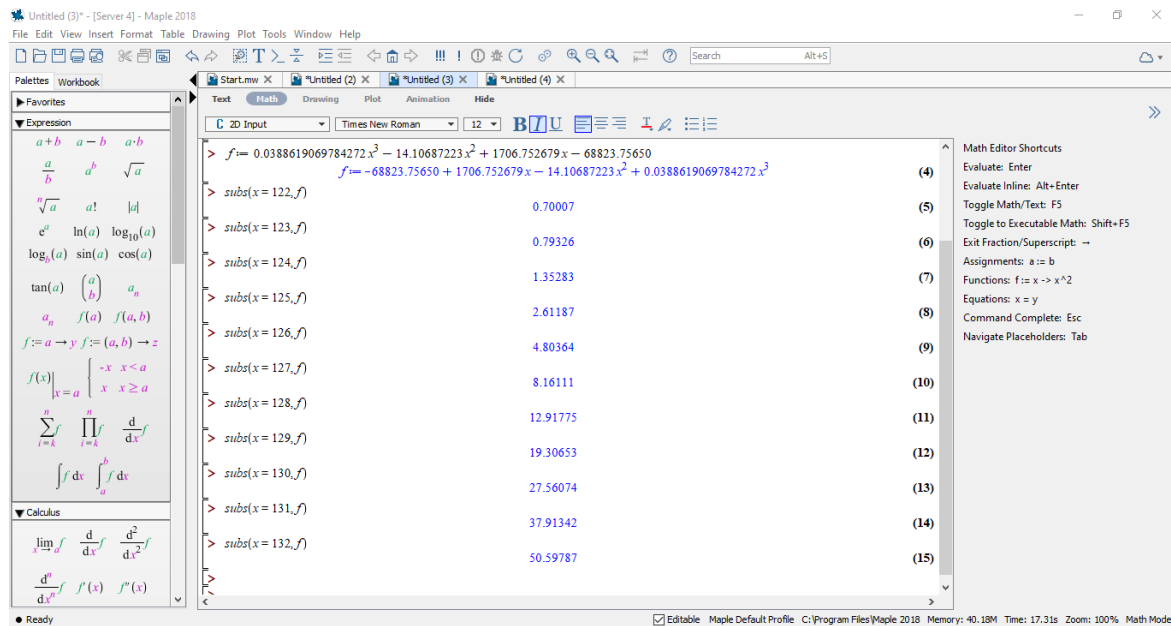
$$f(122) = 0.70007 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 0.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$f(122.2386115) = 0.69256 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 0.69 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$f(132) = 50.59787 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 50.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, titik maksimum dari  $f(x)$  menunjukkan perubahan suhu tertinggi rata-rata permukaan global dari tahun 2022-2032 adalah  $50.6 \text{ } ^\circ\text{C}$  pada tahun 2032.

### 3.4. Prediksi Perubahan Suhu Rata-Rata Permukaan Global Tahun 2022-2032



Gambar 5. Substitusi x pada Maple

Untuk mendapatkan prediksi suhu setiap tahunnya, cukup dengan mensubstitusikan  $x$  ke dalam  $f(x)$  dengan  $x$  adalah tahun dikurangi 1900 dan  $f(x)$  dalam satuan  $^\circ\text{C}$ . Sehingga diperoleh Tabel 2 dengan  $f(x)$  dibulatkan dua angka dibelakang koma sebagai berikut:

Tabel 2. Prediksi Perubahan Suhu Rata-Rata Permukaan Global Tahun 2022-2032

Tahun	Suhu ( $^\circ\text{C}$ )
2022	0.7
2023	0.79
2024	1.35
2025	2.61
2026	4.8
2027	8.16
2028	12.92
2029	19.31
2030	27.56
2031	37.91
2032	50.6

#### 4. Relevansi Nilai Islam

*Ar-Rum ayat 41*

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

*Al-A'raf ayat 130*

“Dan sungguh, Kami telah menghukum Fir'aun dan kaumnya dengan (mendatangkan musim kemarau) bertahun-tahun dan kekurangan buah-buahan, agar mereka mengambil pelajaran.”

*Ar-Ra'd ayat 11*

“Baginya (manusia) ada malaikat-malaikat yang selalu menjaganya bergiliran, dari depan dan belakangnya. Mereka menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya dan tidak ada pelindung bagi mereka selain Dia.”

#### 5. Kesimpulan

Menggunakan data perubahan suhu rata-rata permukaan global yang dikumpulkan dari tahun 1900-2021, diperoleh persamaan:

$$f(x) = 0.0388619069784272x^3 + 14.10687223x^2 + 1706.752679x - 68823.75650$$

dengan bantuan aplikasi Maple menggunakan *Curve Fitting Assistants*.

Lalu dengan menggunakan uji turunan kedua dan mensubstitusikan  $x$  ke dalam  $f(x)$ , diperoleh perubahan suhu terendah rata-rata permukaan global dari tahun 2022-2032 adalah  $0.69\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada tahun 2022 dan perubahan suhu tertinggi rata-rata permukaan global dari tahun 2022-2032 adalah  $50.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada tahun 2032.

Selanjutnya, Maple berhasil memprediksi perubahan suhu tertinggi rata-rata permukaan global per tahun dari 2022-2032. Dilihat dari hasilnya, dapat disimpulkan perubahan suhu terus mengalami kenaikan sehingga kita perlu khawatir akan masa depan bumi ini yang akan semakin panas jika perubahan suhu tidak dapat diturunkan.

#### Referensi

- [1] Aldrian, E., Karmini, M., & Budiman. (2011). Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia. *Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*.
- [2] Anonim. (2021). *Tahapan Revolusi Industri, dari 1.0 sampai 4.0*. Kompas.
- [3] Atap. (2021). *Perubahan Iklim Global: Pengertian, Faktor Penyebab, Dampak dan Upaya Penanggulangannya*. Gramedia.
- [4] Climate.gov. (2015). History of Earth's temperature since 1880. *Science & Information For a Climate-Smart Nation*.
- [5] Climate.gov. (2016). Earth's temperature history as a roller coaster. *Science & Information For a Climate-Smart Nation*.
- [6] Ilahude, A. G., & Nontji, A. (1999). Oseanografi Indonesia dan Perubahan Iklim Global (El Nino dan La Nina). *Puslitbang Oseanologi-LIPI*.
- [7] Keman, S. (2007). Perubahan Iklim Global, Kesehatan Manusia dan Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*.
- [8] Lindsey, R., & Dahlman, L. (2021). *Climate Change: Global Temperature*. Science & Information For a Climate-Smart Nation.
- [9] Scott, M., & Lindsey, R. (2018). *2017 State of the climate: Hot days*. Science & Information For a Climate-Smart Nation.
- [10] Stillman, D., & Green, J. (2014). *What Is Climate Change?* NASA.