Jurnal Pendidikan Matematika : Judika Education
Volume 4, Nomor 2, Juli-Desember 2021
e-ISSN : 2614-6088
p-ISSN : 2620-732X
DOI: https://doi.org/10.31539/judika.v4i2.2576

PENERAPAN *ORBITS MODE DATA FITTING* UNTUK KALIBRASI DIPSTICK

Jovian Dian Pratama[1], A. Nafis Haikal[2], Ratna Herdiana[3], Susilo Hariyanto[4]
Departemen Matematika, Universitas Diponegoro[1,2,3,4]
joviandianpratama@yahoo.com[1]

ABSTRAK

Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk mengkaji bagaimana literasi matematika selama masa Covid-19. Metode yang digunakan adalah menyimpulkan kajian teoritis dengan mengkaji, menganalisis, dan menyimpulkan penelitian sebelumnya dan yang dikembangkan dalam kondisi pandemi Covid-19. Penulis mengkaji permasalahan pembelajaran di era Covid-19 terkait literasi matematika. Hasil penelitian, literasi matematika berkaitan dengan masalah nyata. Macam-macam literasi matematika adalah: literasi spasial, numerasi, dan literasi kuantitatif atau literasi data. Kesimpulannya, adanya hambatan belajar selama pandemi Covid-19 menciptakan solusi dan strategi pembelajaran untuk meningkatkan literasi matemaika.

Kata kunci: Covid-19, Literasi Matematika, Pandemi

ABSTRACT

The purpose of writing this article is to examine how mathematical literacy is during the Covid-19 period. The method used is to conclude theoretical studies by reviewing, analyzing, and concluding previous and developed research in the conditions of the Covid-19 pandemic. The author examines learning problems in the Covid-19 era related to mathematical literacy. The results of the study, mathematical literacy is related to real problems. The kinds of mathematical literacy are: spatial literacy, numeracy, and quantitative literacy or data literacy. In conclusion, the existence of learning barriers during the Covid-19 pandemic created solutions and learning strategies to improve mathematical literacy.

Keywords: *Covid-19, Mathematical Literacy, Pandemic*

PENDAHULUAN

Data fitting dijadikan metode alternatif lain dari interpolasi, interpolasi apabila diterapkan pada data yang memiliki banyak titik, maka akibatnya derajat fungsi aproksimasi akan semakin rumit. Oleh karena itu, *data fitting* lebih sederhana dalam mengaproksimasi fungsi pada data (Burden, Richard L & Faires, J. Douglas, 2010). Data Fitting juga memperluas di luar data yang tersedia, akan tetapi mengikuti kecenderungan data yang ada, berbeda dengan interpolasi yang di mana mencari nilai fungsi dengan data yang wajib memenuhi fungsi aproksimasinya (Solikhin, & Khabibah, Siti, 2014).

Pada penelitian ini, membahas tentang metode usulan peneliti yaitu *Orbits Mode Data Fitting,* metode *Orbits Mode Data Fitting* digunakan untuk mengaproksimasi perubahan data atau sebaran data yang cenderung berbentuk setengah lingkaran atau elips pada kuadran pertama. *Orbits Mode* diambil dari kata *Orbits* karena metode ini menggolongkan titik ke dalam dua persamaan lingkaran atau elips, dan *Mode* artinya pemilihan fungsi aproksimasi berdasarkan modus dari banyaknya anggota himpunan penghimpun titik di antara dua persamaan lingkaran atau elips. Metode *Orbits Mode Data Fitting* terinspirasi dari lintasan orbit tata surya yang berbentuk lingkaran atau elips serta konsep lintasan jalan dan lari lapangan parade. Konsep lapangan parade menginspirasi metode *Orbits Mode Data Fitting* di mana terdapat lintasan pemisah untuk orang yang berlari diberi garis dan tanda untuk mendekat ke lapangan parade agar lintasan yang ditempuh berkurang, dan orang yang jalan diberi garis dan tanda untuk menjauh ke lapangan parade agar lintasan yang ditempuh bertambah, s ehingga kalori yang dibakar tidak jauh berbeda atau mendekati dengan orang yang berlari.

Lalu peneliti pada penerapan kalibrasi dipstick kali ini, menghubungkan juga metode *Orbits Mode* pada konsep pemuaian UT, walaupun UT memiliki asumsi bahwa suhunya stabil di bawah tanah akan tetapi pemuaian akan tetap ada meskipun kecil, ditambah dengan adanya BBM di dalam tangki yang memiliki suhu standar $25°C$ pada setiap pengiriman dari depot atau Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) yang suhunya naik turun juga.

Penelitian ini adalah bentuk tindak lanjut dari hipotesa–hipotesa yang terjadi pada SPBU, antara lain yaitu Berdasarkan data dari *dispenser* BBM, selalu ada selisih antara perhitungan dipstick dengan *dispenser* BBM. Berdasarkan data dari SPBU, total persentase kerugian operasional SPBU akibat dari ketidaktepatan ukur BBM hingga di atas 100 liter. Adanya kesalahan hitung yang signifikan dari hasil interpolasi linier pada buku petunjuk pengukuran UT, dapat dilihat dari Gambar 2.

Oleh karena itu, dipstick menurut buku panduan pengukuran UT perlu dikalibrasi untuk mendeteksi volume sebenarnya di dalam UT.

Penelitian lain yang berjudul Menyesuaikan Model dengan Data: Analisis Residu, Primer, oleh Julia Martin, et al (2017), menjelaskan bahwa residu memainkan peran penting dalam diagnostik regresi; tidak ada analisis yang lengkap tanpa pemeriksaan residu yang menyeluruh. Residu harus menunjukkan tren yang cenderung mengkonfirmasi asumsi yang dibuat dalam melakukan analisis regresi, atau gagal tidak harus menunjukkan kecenderungan yang menyangkalnya. Ketika berhadapan dengan sampel kecil, penggunaan teknik grafis bisa sangat berguna. Beberapa contoh yang diambil dari jurnal ilmiah dan monografi dipilih berkaitan dengan linieritas, kalibrasi, data heteroskedastis, kesalahan model, transformasi data, analisis orde waktu dan kurva kalibrasi non-linier (Martin, et al, 2017),

Sementara penelitian ini bertujuan untuk membahas penerapan *Orbits Mode Data Fitting* untuk kalibrasi dipstick, dipstick merupakan alat ukur ketinggian bahan bakar minyak (BBM) di dalam tangki bawah tanah atau Underground Tank (UT) yang kemudian dikonversi menjadi volume di dalam UT.

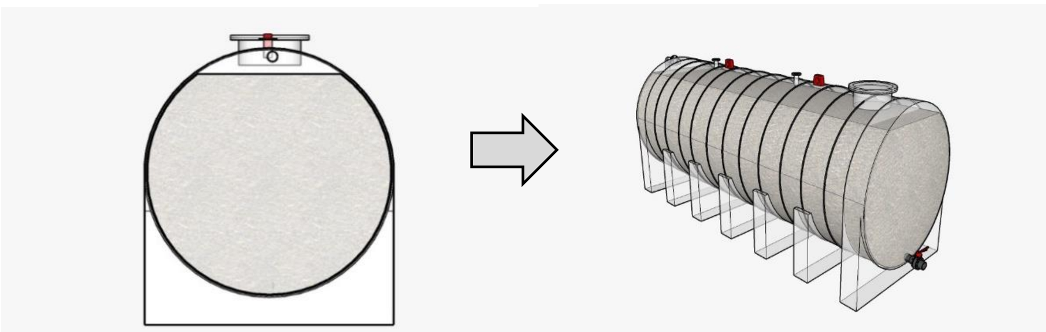
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan menggunakan metode *Orbits Mode Data Fitting*. *Orbits Mode Data Fitting* digunakkan karena terdapat gambaran hasil, asumsi–asumsi, keadaan lapangan, dan kesesuaian kasus dengan metode yang digunakan. *Orbits Mode Data Fitting* diusulkan oleh peneliti hanya untuk sebaran data yang membentuk setengah lingkaran atau elips pada kuadran pertama.

Prosedur penelitian dan sampling ini diperoleh dari data di luar lapangan SPBU Candirejo Tuntang, yaitu buku petunjuk pengukuran UT dari badan metrologi Kabupaten Semarang. Penelitian ini dilakukan di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) 45.507.21 Candirejo Tuntang dengan menggunakan data dari badan metrologi Kabupaten Semarang yang mengesahkan indeks konversi ketinggian menjadi volume BBM di dalam UT.

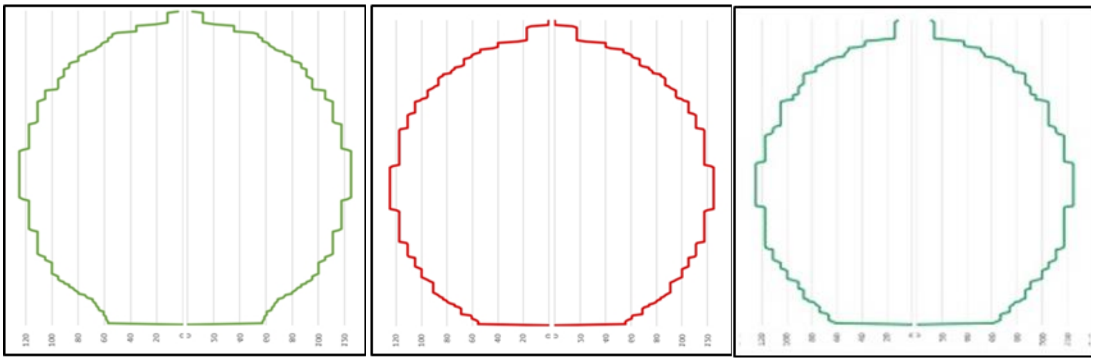
Diasumsikan UT tidak miring alias datar, termasuk truk tangki yang mengantar BBM ke SPBU atau sedang mengisi persediaan di SPBU. UT untuk bagian sebelah kanan dan kiri memiliki bentuk yang sama alias simetris, dikarenakan asumsi kedua.

Fungsi aproksimasi adalah perubahan volume BBM di dalam UT yang hanya bergantung pada variabel ketinggian. Kemudian, mengikuti pola bentuk penampang UT, di mana data yang digunakan adalah perubahan volume BBM di dalam tangki berdasarkan perubahan tinggi BBM di dalam UT dalam satuan (cm), dengan ilustrasi sebagai berikut:



Gambar 1. Gambar sebelah kiri merupakan desain tangki pendam dari samping dan gambar sebelah kanan merupakan tangki pendam tampak depan

Pada Gambar 1. Tangki pendam yang akan diteliti bentuk pengampangnya adalah lingkaran maka, sebaran data perubahan volume seharusnya berbentuk setengah lingkaran. Berdasarkan data dari Badan Metrologi setempat dengan rumus perhitungan awal menggunakan interpolasi linier didapatkan luas penampang sebagai berikut,



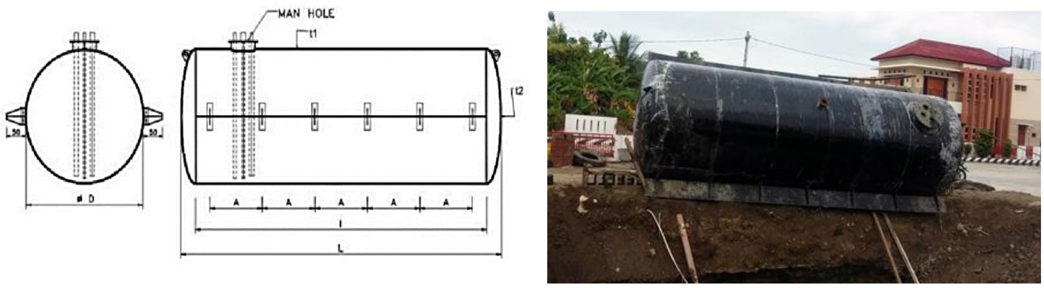
Tangki Pertalite Tangki Pertamax Tangki Dexlite

Gambar 2. Hasil interpolasi linier dari penampang tangki pendam menurut buku petunjuk pengukuran UT dari badan metrologi Kabupaten Semarang [3]

Jelas pada Gambar 2 bahwa luas penampang berdasarkan data dari badan metrologi Kabupaten Semarang, terdapat kesalahan hitung dengan melihat gerigi yang menandakan bentuk tersebut tidak berbentuk lingkaran, di mana seharusnya luas penampang berbentuk lingkaran seperti pada Gambar 4. Oleh karena itu, butuh kalibrasi yang lebih *smooth* untuk pengukuran volume di dalam tangki yang lebih akurat.

Penelitian ini bisa diambil contoh dengan menggunakan rumus, misal $(x_1, f(x_1)), (x_2, f(x_2)), \dots, (x_n, f(x_n))$ dengan jumlah n data maka akan mengaproksimasi suatu fungsi yang mendekati nilai sebenarnya dengan teloransi tertentu, dan untuk kasus pengkalibrasian menggunakan *Dipstick* yaitu mengubah ketinggian minyak menjadi volume bahan bakar minyak. Oleh karena itu titik-titik koordinatnya dinotasikan $(h_1, \Delta V(h_1)), (h_2, \Delta V(h_2)), \dots, (h_n, V(h_n))$ dengan h yaitu ketinggian minyak dan $V(h)$ merupakan fungsi volume bahan bakar minyak yang ada didalam Tangki.

Gambar 3. *Dipstick* atau *Stick Sounding* Bahan Bakar Minyak (Pratama, Jovian Dian, 2021).



Gambar 4. Desain dan Bentuk Fisik *Underground Tank* SPBU Pertamina
(Tambun, et al, 2015

Analisis data pada penelitian ini menggunakan perhitungan *Data Fitting* muncul saat banyaknya data sebagai contoh untuk data yang lebih dari 100 titik, apabila menggunakan Interpolasi Polinomial maka akan terbentuk Fungsi Polinomial berderajat banyaknya data yang diperoleh sehingga terlalu banyak dan rumit. Oleh karena itu, *Data Fitting* berikut merupakan alternatif lain dari Interpolasi Polinomial.

Dapat disimpulkan pada penelitian ini mengusulkan bahwa untuk tidak menggunakan data dari UPTD Metrologi indeks ketinggian *Dipstick* yang kemudian di konversian menjadi volume, untuk jumlah koordinatnya akan sebanyak n koordinat dengan n yaitu juga merupakan tinggi dari tangki pendam masing-masing produk. Oleh karena itu, untuk memperoleh *Data Fitting* yang lebih akurat perhitungannya dengan menghitung tingkat galatnya dan perbandingan jika menggunakan interpolasi linier dan ekstrapolasi lingkaran atau elips.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan Penerapan yang digunakan untuk Kalibrasi, berikut hasil dari perbandingan antara dua metode *Data Fitting*, sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Dua Metode *Data Fitting*

No	Bagian Pengujian	Metode Data Fitting		
		Orbits Mode	***Least Square***	***Cubic Spline***
1	Dapat Menghitung Secara Relasi bukan Fungsi	Ya	Ya	Ya
2	Bisa untuk Parabola atau Elips	Bisa	Parabola	Derajat Tiga
3	Perhitungan Rumit untuk derajat yang lebih tinggi	Cukup dengan algoritma jika maka	Mulai rumit untuk derajat lebih dari 2	Mulai rumit untuk lebih banyak titik

Berdasarkan Tabel 1 perbedaan dari dua metode ada pada Perhitungan Rumit untuk derajat yang lebih tinggi, yang demikian lebih efektif dan sederhana menggunakan *Orbits Mode Data Fitting*.

PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan, membahas tentang formulasi *Orbits Mode Data Fitting* bentuk lingkaran dan elips, serta penerapan menggunakan data buku panduan pengukuran UT milik SPBU Candirejo, dibandingkan dengan Interpolasi *Cubic Spline* dan *Least Square Data Fitting*, serta komentar peneliti pada metode *Orbits Mode Data Fitting* yang diterapkan pada kalibrasi dipstik.

Circle Orbits Mode (COM)

Metode *Orbits Mode Data Fitting* ini menggunakan pertidaksamaan lingkaran dan elips pada umumnya, Pada (Sibarani & Maslen, 2014). dijelaskan persamaan sebagai berikut:

Definisi 1. Persamaan lingkaran dipresentasikan pada persamaan (1) yang di mana (a,b) merupakan titik pusat lingkaran dan r sebagai panjang jari-jarinya.

$$(x-a)^2+(y-b)^2=r^2 \qquad (1)$$

dikonstruksikan persamaan lingkaran (1) dengan pusat lingkaran (a,b) akan digeser ke kuadran 1 sehingga $a=0$ sebagai titik paling bawah dan fungsi lingkaran diambil setengah lingkaran yang akan menghasilkan persamaan (14). Pada (2) disubstitusikan bahwa $y=f(x)$, dimana dalam penelitian ini adalah perubahan volume BBM.

Awal dari pembentukan *Orbits Mode Data Fitting* ini, berdasarkan pertidaksamaan 2 lingkaran (2) akan dicari titik yang terdapat di dalam persamaan 2 lingkaran dengan interval tertentu, dinotasikan sebagai berikut,

$$A_i=\{(x,f(x)) \mid r_{i1}^2 < x_r^2+f(x)^2 < r_{i2}^2\}, \text{ dengan } x_r=(x-r), \quad (2)$$
$$r = \text{jari-jari lingkaran}$$

Didefinisikan $r_{i2}-r_{i1}=t_i$ (*thickness*) ketebalan dari lingkaran tersebut, yaitu partisi interval yang diambil dari nilai maksimum dan minimum dari volume $[V(h)_{min},V(h)_{max}]$ akan dibagi beberapa partisi dimana dicari ketebalan dengan titik terbanyak, maka dengan irisan masing–masing subselimut dari interval volume minimum dan maksimum pada persamaan (3) tidak ada himpunan kosong $\forall\,[r_{i1},r_{i2}]\cap[r_{j1},r_{j2}]=\phi$, untuk $i\neq j$ dan $i,j=1,2,\dots,k$ dengan k merupakan banyaknya selimut yang membagi interval maksimum dan minimum dari volume.

$$[V(h)_{min},V(h)_{max}]=[r_{11},r_{12}]\cup[r_{21},r_{22}]\cup[r_{31},r_{32}]\cup\dots\cup[r_{k1},r_{k2}] \qquad (3)$$

Definisi 2. Berdasarkan konsep potongan-α pada Frans Susilo. SJ. (2006).. Pada potongan$-\alpha$ $(\alpha-cut)$ dari suatu himpunan kabur, yaitu A_α adalah semua elemen x dalam himpunan semesta (dipilih bilangan riil) yang derajat keanggotaannya dalam himpunan kabur tersebut lebih besar atau sama dengan suatu nilai α yang ditentukan, $\alpha\in[0,1]$:

$$A_\alpha=\{x\in\mathbb{R}\mid \mu_A(x)\geq\alpha,\alpha\in[0,1]\} \qquad (4)$$

Apabila (4) derajat keanggotaannya $x\in\mathbb{R}$ dalam himpunan kabur A lebih besar dari nilai α yang ditentukan, yaitu :

$$A'_\alpha=\{x\in\mathbb{R}\mid \mu_A(x)\geq\alpha,\alpha\in[0,1]\} \qquad (5)$$

Maka A'_α merupakan potongan$-\alpha$ kuat (*strong* $\alpha-cut$). Himpunan A_α dan A'_α merupakan himpunan biasa. Oleh karena itu, dari (5) disubstitusikan menjadi potongan lingkaran berdasarkan ketebalan yang jelaskan pada persamaan.

Teorema 1. (*Teorema Representasi*) jika $\{A_\alpha\}$, $\forall\alpha\in[0,1]$ adalah keluarga himpunan pada semesta bilangan riil yang memenuhi sifat tersarang (*nested*), yaitu jika $\alpha \leq \beta$ maka berlaku $K^{\alpha} \supseteq K^{\beta}$, $\forall \alpha, \beta \in [0,1]$, maka terdapat dengan tunggal himpunan kabur $A_{\alpha,\beta}$ dalam semesta bilangan riil sedemikian sehingga $A_{\alpha,b} = A_{\alpha}$, $\forall \alpha \in [0,1]$.

Untuk bukti Teorema 1 lihat (Ruditho, 2008). Pada Teorema 1 dibuat bahwa himpunannya dipilih himpunan titik yang di antara dua lingkaran, sehingga untuk langkah selanjutnya yaitu membagi partisi tersebut untuk dijadikan himpunan titik–titik yang di dalam pertidaksamaan lingkaran, didefinisikan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} A_1 &= \{(x, f(x)) \mid r_{11}^2 < x_r^2 + f(x)^2 < r_{12}^2\} \\ A_2 &= \{(x, f(x)) \mid r_{21}^2 < x_r^2 + f(x)^2 < r_{22}^2\} \\ A_3 &= \{(x, f(x)) \mid r_{31}^2 < x_r^2 + f(x)^2 < r_{32}^2\} \\ &\dots \\ A_k &= \{(x, f(x)) \mid r_{k1}^2 < x_r^2 + f(x)^2 < r_{k2}^2\} \end{aligned} \tag{6}$$

Dari (6) Setelah itu dicari, mana A_i yang didalamnya memiliki titik terbanyak, didefinisikan sebagai berikut

$$Max(n(A_i)) = Max(n(A_1), n(A_2), n(A_3), \dots, n(A_k)) \tag{7}$$

Apabila pada persamaan (7) terdapat kondisi di mana $Max(n(A_i)) = n(A_{k_1}) = n(A_{k_2}) = \dots = n(A_{k_m})$, maka diambil pertidaksamaan lingkaran rata-rata pada $A_{k_1}, A_{k_2}, \dots, A_{k_m}$ sehingga dipilih untuk $Max(n(A_i)) = n(\overline{A_m})$, Oleh karena itu, pertidaksamaan yang lingkarannya pun akan berubah didefinisikan $\overline{A_m}$, sebagai berikut,

$$\overline{A_m} = \left\{(x, f(x)) \mid \left(\frac{r_{k_1 1} + r_{k_2 1} + \dots + r_{k_m 1}}{m}\right)^2 < x_r^2 + f(x)^2 < \left(\frac{r_{k_1 2} + r_{k_2 2} + \dots + r_{k_m 2}}{m}\right)^2\right\} \tag{8}$$

Langkah berikutnya, karena sudah didapatkan A_i atau $\overline{A_m}$, maka didapatkan persamaan lingkaran hasil modus orbit, dibagi dua kasus :

- **Kasus 1** $[Max(n(A_i)) = n(A_m)]$

Berdasarkan (7), maka hasil modus orbitnya dari 2 pertidaksamaan lingkaran, diperoleh

$$r_{m1}^2 < x^2 + f(x)^2 < r_{m2}^2 \Rightarrow x_r^2 + f(x)^2 = \left(\frac{r_{m1} + r_{m2}}{2}\right)^2 \Rightarrow f(x) = \sqrt{\left(\frac{r_{m1} + r_{m2}}{2}\right)^2 - x_r^2} \tag{9}$$

Oleh karena itu, dari (9) didapatkan hasil modus orbit lingkaran yaitu fungsi setengah lingkaran, sebagai berikut

$$f(x) = \sqrt{\left(\frac{r_{m1} + r_{m2}}{2}\right)^2 - x_r^2} \tag{10}$$

Fungsi tersebut diambil setengah lingkaran dikarenakan untuk kalibrasi tangki pendam yang luas penampangnya merupakan lingkaran, yang kemudian titik – titik koordinatnya diambil dari perubahan dalam satuan (cm).

- **Kasus 2** $\left[Max\left(n(A_i)\right) = n\left(A_{k_1}\right) = n\left(A_{k_2}\right) = \cdots = n\left(A_{k_m}\right)\right]$

Berdasarkan (7), maka akan ditinjau dari persamaan (8), yang demikian hasil modus orbitnya dari 2 pertidaksamaan lingkaran, diperoleh

$$\left(\frac{r_{k_1 1} + r_{k_2 1} + \cdots + r_{k_m 1}}{m}\right)^2 < x_r^2 + f(x)^2 < \left(\frac{r_{k_1 2} + r_{k_2 2} + \cdots + r_{k_m 2}}{m}\right)^2 \quad (11)$$

$$\Rightarrow x_r^2 + f(x)^2 = \left(\frac{\left(\frac{r_{k_1 1} + r_{k_2 1} + \cdots + r_{k_m 1}}{m}\right) + \left(\frac{r_{k_1 2} + r_{k_2 2} + \cdots + r_{k_m 2}}{m}\right)}{2}\right)^2 \quad (12)$$

Dengan $r_{m1} = \left(\frac{r_{k_1 1}+r_{k_2 1}+\cdots+r_{k_m 1}}{m}\right)$ dan $r_{m2} = \left(\frac{r_{k_1 2}+r_{k_2 2}+\cdots+r_{k_m 2}}{m}\right)$, maka

$$\Rightarrow f(x) = \sqrt{\left(\frac{r_{m1} + r_{m2}}{2}\right)^2 - x_r^2} \quad (13)$$

Oleh karena itu, dari (11) – (13) didapatkan hasil modus orbit lingkaran yaitu fungsi setengah lingkaran, sebagai berikut

$$f(x) = \sqrt{\left(\frac{r_{m1} + r_{m2}}{2}\right)^2 - x_r^2} \quad (14)$$

Fungsi tersebut diambil setengah lingkaran dikarenakan untuk kalibrasi tangki pendam yang luas penampangnya menyerupai lingkaran, yang kemudian titik–titik koordinatnya diambil dari perubahan dalam satuan (cm).

Ellips Orbits Mode *(EOM)*

Definisi 3. Sibarani, Maslen (2014) Persamaan elips dipresentasikan pada persamaan (15) yang di mana (p, q) merupakan titik pusat elips dengan sumbu mayor dan minor menyesuaikan a dan b,

$$\frac{(x-p)^2}{a^2} + \frac{(y-q)^2}{b^2} = r^2 \quad (15)$$

Berdasarkan pertidaksamaan 2 ellips akan dicari titik yang terdapat di dalam persamaan 2 elips dengan interval tertentu, dinotasikan sebagai berikut,

$$A_i = \left\{\left(x, f(x)\right) \mid d_{i1} < \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 < d_{i2}\right\}, x_{\frac{w}{2}} = \left(x - \frac{w}{2}\right) \quad (16)$$

Dengan $d_{i1} - d_{i2} = t_i$ (*thickness*) ketebalan dari elips tersebut, yaitu partisi interval yang diambil dari nilai maksimum dan minimum dari volume $[V(h)_{min}, V(h)_{max}]$ akan dibagi beberapa partisi dimana dicari ketebalan dengan titik terbanyak, maka

$$[V(h)_{min}, V(h)_{max}] = [d_{11}, d_{12}] \cup [d_{21}, d_{22}] \cup [d_{31}, d_{32}] \cup \ldots \cup [d_{k1}, d_{k2}] \quad (17)$$

Dengan irisan masing–masing subselimut dari interval volume minimum dan maksimum tidak ada tau himpunan kosong $\forall\, [d_{i1}, d_{i2}] \cap [d_{j1}, d_{j2}] = \phi$, untuk $i \neq j$ dan $i, j = 1,2, \dots, k$ dengan k merupakan banyaknya selimut yang membagi interval maksimum dan minimum dari volume.

Langkah selanjutnya yaitu membagi partisi tersebut untuk dijadikan himpunan titik – titik yang di dalam pertidaksamaan elips, didefinisikan sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
A_1 &= \left\{ \left(x, f(x)\right) \mid d_{11} < \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 < d_{12} \right\} \\
A_2 &= \left\{ \left(x, f(x)\right) \mid d_{21} < \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 < d_{22} \right\} \\
A_3 &= \left\{ \left(x, f(x)\right) \mid d_{i1} < \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 < d_{i2} \right\} \\
&\dots \\
A_k &= \left\{ \left(x, f(x)\right) \mid d_{i1} < \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 < d_{i2} \right\}
\end{aligned} \tag{18}$$

Setelah itu dicari, mana A_i yang didalamnya memiliki titik terbanyak didefinisikan sebagai berikut

$$Max\left(n(A_i)\right) = Max\left(n(A_1), n(A_2), n(A_3), \dots, n(A_k)\right) \tag{19}$$

Apabila terdapat kondisi di mana $Max\left(n(A_i)\right) = n\left(A_{k_1}\right) = \cdots = n\left(A_{k_m}\right)$, maka diambil pertidaksamaan elips rata-rata pada $A_{k_1}, A_{k_2}, \dots, A_{k_m}$ sehingga dipilih untuk $Max\left(n(A_i)\right) = n(\overline{A_m})$, Oleh karena itu, pertidaksamaan yang elipsnya pun akan berubah didefinisikan $\overline{A_m}$, sebagai berikut,

$$\overline{A_m} = \left\{ \left(x, f(x)\right) \mid \left(\frac{d_{k_1 1} + \cdots + d_{k_m 1}}{m}\right) < \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 < \left(\frac{d_{k_1 2} + \cdots + d_{k_m 2}}{m}\right) \right\}$$

Langkah berikutnya, karena sudah didapatkan A_i atau $\overline{A_m}$, maka didapatkan persamaan elips hasil ekstrapolasi, dibagi dua kasus :

- **Kasus 1** $\left[\boldsymbol{Max\left(n(A_i)\right) = n(A_m)}\right]$

Berdasarkan jumlah titik maksimum pada pertidaksamaan 2 elips, dipilih $A_m = \left\{(x, f(x)) \mid d_{m1} < \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 < d_{m2}\right\}$, maka hasil ekstrapolasinya dari 2 pertidaksamaan elips, diperoleh

$$d_{m1} < \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 < d_{m2} \Rightarrow \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 = \left(\frac{d_{m1} + d_{m2}}{2}\right) \Rightarrow f(x) = \left(\frac{l}{2}\right)\sqrt{\left(\frac{d_{m1} + d_{m2}}{2}\right) - \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2} \qquad (20)$$

Oleh karena itu, didapatkan hasil ekstrapolasi elips yaitu fungsi setengah elips, sebagai berikut

$$f(x) = \left(\frac{l}{2}\right)\sqrt{\left(\frac{d_{m1} + d_{m2}}{2}\right) - \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2} \qquad (21)$$

Fungsi tersebut diambil setengah elips dikarenakan untuk kalibrasi tangki pendam yang luas penampangnya merupakan elips, yang kemudian titik – titik koordinatnya diambil dari perubahan dalam satuan (cm).

- **Kasus 2** $\left[\boldsymbol{Max}\left(\boldsymbol{n}(\boldsymbol{A_i})\right) = \boldsymbol{n}\left(\boldsymbol{A_{k_1}}\right) = \cdots = \boldsymbol{n}\left(\boldsymbol{A_{k_m}}\right)\right]$

Berdasarkan jumlah titik maksimum pada pertidaksamaan 2 elips, dipilih

$$\overline{A_m} = \left\{(x, f(x)) \mid \left(\frac{d_{k_1 1} + \cdots + d_{k_m 1}}{m}\right) < \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 < \left(\frac{d_{k_1 2} + \cdots + d_{k_m 2}}{m}\right)\right\}$$

maka hasil ekstrapolasinya dari 2 pertidaksamaan elips, diperoleh

$$\left(\frac{d_{k_1 1} + \cdots + d_{k_m 1}}{m}\right) < \left(\frac{x_{\frac{w}{2}}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 < \left(\frac{d_{k_1 2} + \cdots + d_{k_m 2}}{m}\right) \qquad (22)$$

$$\Rightarrow \left(\frac{x\frac{w}{2}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 = \left(\frac{\left(\frac{d_{k_1 1} + \cdots + d_{k_m 1}}{m}\right) + \left(\frac{d_{k_1 2} + \cdots + d_{k_m 2}}{m}\right)}{2}\right)$$

$$\Rightarrow \left(\frac{x\frac{w}{2}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2 + \left(\frac{f(x)}{\left(\frac{l}{2}\right)}\right)^2 = \left(\frac{d_{m1} + d_{m2}}{2}\right)$$

Dengan $d_{m1} = \left(\frac{d_{k_1 1}+\cdots+d_{k_m 1}}{m}\right)$ dan $d_{m2} = \left(\frac{d_{k_1 2}+\cdots+d_{k_m 2}}{m}\right)$, maka

$$\Rightarrow f(x) = \left(\frac{l}{2}\right)\sqrt{\left(\frac{d_{m1} + d_{m2}}{2}\right) - \left(\frac{x\frac{w}{2}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2} \quad (23)$$

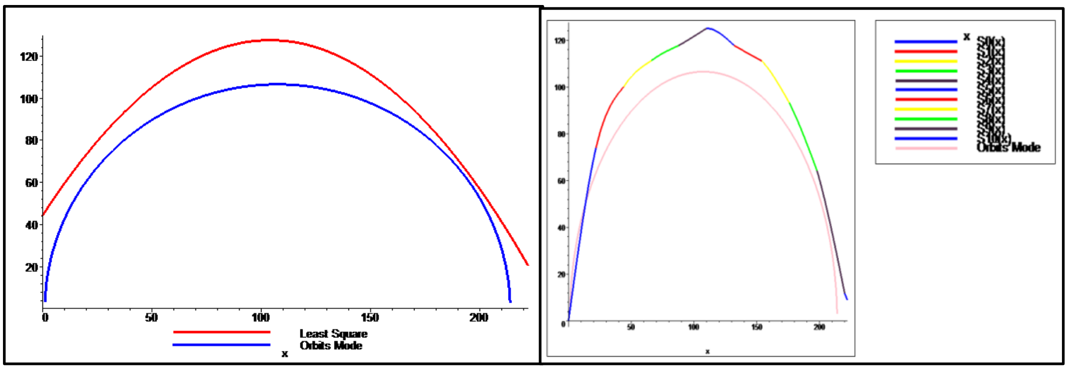
Oleh karena itu, didapatkan hasil ekstrapolasi elips yaitu fungsi setengah elips, sebagai berikut

$$f(x) = \left(\frac{l}{2}\right)\sqrt{\left(\frac{d_{m1} + d_{m2}}{2}\right) - \left(\frac{x\frac{w}{2}}{\left(\frac{w}{2}\right)}\right)^2} \quad (24)$$

Fungsi tersebut diambil setengah elips dikarenakan untuk kalibrasi tangki pendam yang luas penampangnya merupakan elips, yang kemudian titik – titik koordinatnya diambil dari perubahan dalam satuan (cm).

Kalibrasi menggunakan *Orbits Mode Data Fitting*

Dari Pembahasan 3.1 dan 3.2, akan diplotting fungsi tersebut, dengan memadukan dua metode dengan grafik, sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Belahan Tangki Pertalite Hasil dari fungsi parabola *Orbits Mode* dan *Least Square* (Pratama, Jovian Dian, 2021).

SIMPULAN

Hasil dari penelitian ini mengenalkan metode *Orbits Mode Data Fitting,* lalu metode diuji dengan membandingkan dengan metode yang sudah ada. Hasilnya grafik Orbits Mode berada pada tengah–tengah tetapi perlunya, parameter lagi untuk mendekati nilai aslinya. Menurut desain asli UT ada kecembungan pada penampang tangki, yang terdapat beberapa volume BBM di sana sehingga *Orbits Mode Data Fitting* selalu di bawah grafik metode lain. Oleh karena itu, *Orbits Mode Data Fitting* dengan perhitungan yang lebih sederhana dan hemat langkah algoritma disarankan untuk data yang membentuk setengah lingkaran atau elips pada kuadran pertama. Ada tiga pertimbangan dalam memodifikasi *Orbits Mode Data Fitting*. Pertama pengisian truk tangki BBM ke dalam tangki pendam yang diasumsikan tepat jumlah pengirimannya. Kedua penguapan BBM di dalam tangki pendam pada saat siang hari dan pada saat. Ketiga penyaluran dari tangki pendam BBM menuju dispenser BBM, dipastikan ada BBM yang masih ada dipipa penyaluran tersebut, akan tetapi jika SPBU tutup, maka BBM yang berada dipipa tersebut akan kembali ke tangki pendam BBM.

DAFTAR PUSTAKA

Burden, Richard L & Faires, J. Douglas (2010). *Numerical Analysis*. 9th Edition. Boston: Brooks/Cole Cengage Learning.

Solikhin, & Khabibah, Siti. (2014). *Buku Ajar : Metode Numerik*. Edisi Pertama. Semarang: UPT UNDIP Press Semarang.

Pratama, Jovian Dian. (2021). Penerapan *Orbits Mode Data Fitting* untuk kalibrasi *Dipstick* Alat Pengukur Ketinggian Menjadi Volume Bahan Bakar Minyak didalam Tangki Dibandingkan dengan Interpolasi *Cubic Spline*, SNAST –Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi, Akprind – Yogyakarta.

Pratama, Jovian Dian. (2021). Penerarapan Orbits Mode Data Fitting untuk Kalibrasi Dipstick Alat Ukur Volume Minyak, SNMDS – Seminar Nasional Matematika dan Data Sains, Universitas Ahmad Dahlan – Yogyakarta.

Sibarani, Maslen. (2014). *Aljabar Linier*. Edisik Kedua. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada.

Rudhito, M. Andy,. Wahyuni, Sri,. dan Susilo, F. (2008). *Aljabar Max-Plus Himpunan Kabur.* Berkala MIPA, 18(2).

Martin, Julia,. Adana, David Daffos Ruiz de,. dan . Asuero, Agustin G,. (2017), Menyesuaikan Model dengan Data: Analisis Residu, Primer, IntechOpen, DOI: 10.5772/68049.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro yang mempercayai dan membiayai penelitian kami.