Bentuk Polinom Gelombang Transversal Dengan Pembuktian Deret Taylor Dengan Sisa

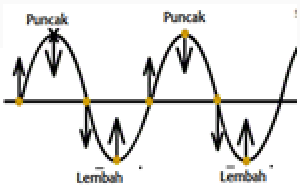
Fahmi Handika[1], Daisyah Alfian Fatahillah[2]
Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mataram[1]
Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mataram[2]
fahmihandika4@gmail.com

Abstrak—Gelombang Transversal adalah suatu gelombang yang arah rambatannya tegak lurus dengan arah getarannya. Adanya suatu gelombang transversal ditentukan dengan persamaan *A sin (wt-kx) = A sin (2πf/v-2π/λ)x* yang memiliki bentuk polinom dan tidak dapat diketahui bentuk polinomnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan pembuktian bentuk polinom gelombang transversal berdasarkan penggunaan persamaan gelombang transversal *A sin (wt-kx) = A sin (2πf/v-2π/λ)x* agar konvergen ke persamaan gelombang transversal tersebut menggunakan deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa. Pembuktian bentuk polinom gelombang transversal dapat ditentukan dengan kekonvergenan suatu deret. Suatu gelombang transversal ditentukan kekonvergenannya yaitu melalui deret Maclaurin dengan deret Taylor dengan sisa.. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa menggunakan deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa yang memiliki persamaan *f(x) = Sin x* dapat diperoleh kekonvergenannya dan bentuk polinom dari gelombang transversal dapat ditentukan yaitu memperoleh deret dalam bentuk polinom yang konvergen ke *A sin (2πf/v-2π/λ)x.* Dengan demikian, penggunaan deret Maclaurin dengan deret Taylor dengan sisa dalam pembuktian bentuk polinom gelombang transversal dapat ditentukan secara jelas.

Kata kunci: Gelombang Transversal, Deret Maclaurin, Deret Taylor Dengan Sisa, Bentuk Polinom

I. PENDAHULUAN

Gerak gelombang dapat dipandang sebagai perpindahan energi dan momentum dari satu titik didalam ruang ke titik lain tanpa perpindahan materi (Tipler, 1998: 471). Sumber gelombang adalah getaran (Giancoli, 2001: 381). Gelombang adalah getaran yang berjalan (Martin Kanginan, 2008: 55). Setiap benda yang berjalan dicirikan mempunyai kecepatan. Kecepatan gelombang bergantung pada sifat medium, dimana ia merambat (Giancoli, 2001: 383). Gelombang transversal pada dasarnya adalah suatu gelombang yang arah rambatannya tegak lurus dengan arah getarannya.Sebuah gerakan gelombang, di mana partikel-partikel medium berosilasi di sekitar posisi rata-rata mereka di sudut kanan ke arah rambat gelombang, disebut gelombang transversal. Dalam gelombang transversal, media memiliki partikel yang bergetar dalam arah tegak lurus terhadap arah perambatan gelombang. Berikutnya akan berlangsung terbentuk puncak dan lembah. Polarisasi gelombang transversal adalah mungkin. Gelombang ini dapat merambat melalui benda padat dan cairan tetapi tidak melalui gas, karena gas tidak memiliki sifat elastis. Contoh gelombang ini adalah: getaran dalam dali, riak di permukaan air dan gelombang elektromagnetik. Dalam gelombang transversal, partikel medium berosilasi dalam arah tegak lurus terhadap arah perambatan seperti yang ditunjukkan pada gambar. Sebagai contoh jika diberikan gelombang tranversal bergerak di arah x maka osilasi akan terjadi pada bidang Y'z.



GAMBAR 1 GELOMBANG TRANSVERSAL

Partikel dari medium berosilasi dalam arah tegak lurus terhadap arah perambatan. Jadi, selama osilasi mereka, partikel dapat bergerak ke atas atau ke bawah dari bidang yang melewati posisi rata-rata mereka. Titik paling atas gelombang, yaitu, posisi perpindahan positif maksimum adalah puncak dan titik terendah, yaitu posisi perpindahan maksimum disebut lembah. Jadi dalam sebuah gelombang transversal puncak dan lembah muncul bergantian. Sebagai contoh: gelombang tali, getaran tali, gelombang permukaan yang dihasilkan pada permukaan padat dan cair. Berikut arah perambatan energi tegak lurus terhadap arah osifikasi. Selalu ada dua arah yang merupakan independen satu sama lain yang dapat digunakan sebagai arah gelombang. Misalnya Anda memegang pita di tangan dan menggerakan ke atas dan ke bawah dapat membuat gelombang transversal. Juga memindahkan sisi samping dapat melakukan pekerjaan.

Penerapan gelombang secara umum dapat diketahui dikehidupan sehari-hari yaitu pada tali yang bergetar. Penerapannya pada tali yang bergetar menggunakan vibrator. Apabila vibrator dihidupkan maka tali akan bergetar sehingga pada tali akan merambat gelombang transversal. Kemudian vibrator digeser menjauhi atau mendekati katrol secara perlahan-lahan sehingga pada tali timbul gelombang stasioner. Setelah terbentuk gelombang stasioner, dapat diukur panjang gelombang yang terjadi (λ) dan jika frekuensi vibrator sama dengan f maka cepat rambat gelombang dapat dicari dengan v = f.λ. Untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi cepat rambat gelombang dapat dilakukan dengan mengubah-ubah panjang tali, massa tali, dan tegangan tali (berat beban yang digantungkan). Persamaan yang dipakai dalam penelitian ini untuk mengetahui antara beban, masa dan panjang tali serta jenis tali (pengaruh masanya) terhadap cepat rambat gelombang dan frekuensi, digunakan rumus sebagai berikut:

$$v\sqrt{\frac{Fl}{m_t}} \qquad (1)$$

Untuk v = λ × f dan F

= m_b × g , sehingga diperoleh

$$\lambda \times f = \sqrt{\frac{m_b \times g \times l}{m_t}} \qquad (2)$$

Dimana ;
v = kecepatan rambat gelombang (m/s2)
F = gaya berat (N)
l = panjang tali (m)
mt = massa tali (kg)
λ = panjang gelombang (m)
f = frekuensi (Hz)
mb = massa beban (kg)
g = gaya gravitasi bumi (10 m/s2) (Sri Jumini, 2015: 153).

Gelombang dibagi menjadi dua yaitu gelombang menurut arah perambatannya dan menurut medium perambatannya. Gelombang menurut arah perambatannya dibagi lagi menjadi dua yaitu gelombang longitudianal dan gelombang transversal. Sedangkan gelombang menurut medium perambatannya juga dibagi menjadi dua yaitu gelombang mekanikdan gelombang elektromagnetik. Gelombang-gelombang tersebut memiliki berbagai persamaan yang pengaplikasiannnya berguna untuk menyelesaikan fenomena-fenomena dalam kehidupan sehari-hari, baik fenomena sederhana maupun fenomena yang dianggap luar biasa. Gelombang mekanik adalah getaran yang merambat, gerak gelombang dapat dipandang sebagai perpindahan momentum dari suatu titik di dalam ruang ke titik lain tanpa perpindahan materi. Contoh gelombang mekanik yaitu gelombang pada tali dan gelombang bunyi. Rumus dasar gelombang mekanik adalah sebagai berikut.

$$v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda \quad \text{dan} \quad \lambda = vT \tag{3}$$

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang energi dan momentumnya dibawa oleh medan listrik (E) dan medan magnet yang dapat menjalar melalui vakum. Gelombang elektromagnetik didasari oleh persamaan *Maxwell*. Persamaan *Maxwell* dalam satuan SI dirumuskan sebagai berikut.

1. $\nabla . E = 0$ (4)
2. $\nabla . B = 0$ (5)
3. $\nabla x E = -\dfrac{\partial B}{\partial t}$ (6)
4. $\nabla x B = \mu_0 \varepsilon_0 \dfrac{\partial E}{\partial t}$ (7)

Gelombang longitudinal adalah gelombang dengan arah gangguan sejajar dengan arah penjalarannya. Contoh gelombang longitudinal adalah gelombang bunyi, gelombang bunyi ini Analog dengan pulsa longitudinal dalam suatu pegas vertikal di bawah tegangan dibuat berosilasi ke atas dan ke bawah disebuah ujung, maka sebuah gelombang Longitudinal berjalan sepanjang pegas tersebut, koil – koil tersebut bergetar bolak – balik di dalam arah di dalam mana gangguan berjalan sepanjang pegas.

Gelombang transversal adalah gelombang dengan gangguan yang tegak lurus arah penjalaran. Misalnya gelombang cahaya dimana gelombang Listrik dan gelombang medan magnetnya tegak lurus kepada arah penjalarannya. Persamaan umum gelombang transversal adalah sebagai berikut.

$$y = A\sin(wt - kx) \tag{8}$$

Penelitian ini dilakukan pengkajian mengenai bagaimana menentukan bentuk polinom pada persamaan umum gelombang transversal. Bentuk polinom pada suatu persamaan merupakan bentuk suku-suku banyak terhingga yang disusun dari peubah/variable dan konstanta. Pada persamaan $y = A\sin(wt - kx)$ merupakan persamaan umum gelombang transversal yeng membentuk suatu bentuk polinom menggunakan metode deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa. Penelitian ini juga menentukan bagaimana deret Maclaurin dapat berperan bagi ilmu fisika yaitu pada gelombang transversal dilengkapi dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa. Kombinasi antara kedua deret tersebut dapat menjadi suatu acuan dalam menentukan bentuk polinom gelombang transversal. Diharapkan melalui penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang mendalam mengenai deret Maclaurin dan deret Taylor dengan sisa.

II. METODE PENELITIAN

A. *Deret Maclaurin*

Salah satu metode yang digunakan untuk membuktikan adanya bentuk polinom gelombang transversal adalah menggunakan deret Maclaurin. Deret Maclaurin atau deret Taylor Baku ini sangat bermanfaat dalam metode numerikuntuk menghitung atau menghampiri nilai-nilai fungsi yang susah dihitung secara manual seperti nilai sin x, cos x, e^x, log x atau ln (x + 1). Tentu kita tidak akan bisa menghitung nilai-nilai fungsi tersebut tanpa menggunakan bantuan kalkulator atau tabel. Representasi deret pangkat dari sebuah fungsi dalam $x - a$ disebut deret Taylor (*Taylor Series).* Diambil dari nama ahli matematika Inggris, Brook Taylor (1685-1731). Jika $a = 0$, maka deret yang bersesuaian disebut dengan deret Maclaurin (*Maclaurin series).* Metode yang berkaitan dengan deret Maclaurin yang aplikasinya untuk ilmu fisika adalah deret Binomial yaitu dapat berbentuk seperti.

$$(1+x)^p = 1 + px + \frac{p(p-1)}{2!}x^2 + \frac{p(p-1)(p-2)}{3!}x^3 + \dots, \tag{9}$$

dengan p sembarang bilangan real. Melalui deret binomial kita bisa melihat, misalnya, bahwa formulasi energi kinetik klasik dan energi kinetik relativistik dapat disatukan dalam bentuk (Arfken,1995:263).

Pembahasan pada penelitian ini berfokus pada deret Maclaurin yang membuktikan adanya bentuk polinom gelombang transversal, sehingga dibutuhkannya suatu metode. Apabila menggunakan deret maclaurin maka perlu diketahui seperti apa bentuk deret maclaurin yang sering dijumpai. Deret-deret tersebut berguna dalam membuktikan penelitian ini. Tetapi yang lebih penting lagi tidak hanya membuktikan bentuk polinom gelombang transversal, tetapi dapat digunakan dalam berbagai aplikasi di bidang matematika dan sains. Deret Maclaurin yang penting yaitu sebagai berikut (Purcell dkk, 2004).

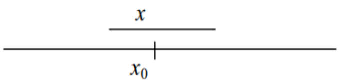
1. $\dfrac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + \dots$ $\quad$ -1 < x < 1 $\quad$ (10)
2. $\ln(1+x) = x - \dfrac{x^2}{2} + \dfrac{x^3}{3} + \dfrac{x^4}{4} + \dfrac{x^5}{5} - \dots$ $\quad$ -1< x ≤ 1 $\quad$ (11)
3. $\tan^{-1} x = x - \dfrac{x^3}{3} + \dfrac{x^5}{5} - \dfrac{x^7}{7} + \dfrac{x^9}{9} + \dots$ $\quad$ -1 ≤ x ≤ 1 $\quad$ (12)
4. $e^x = 1 + x + \dfrac{x^2}{2!} + \dfrac{x^3}{3!} + \dfrac{x^4}{4!} + \dots$ $\quad$ (13)
5. $\sin x = x - \dfrac{x^3}{3!} + \dfrac{x^5}{5!} - \dfrac{x^7}{7!} + \dfrac{x^9}{9!} + \dots$ $\quad$ (14)
6. $\cos x = 1 - \dfrac{x^2}{2!} + \dfrac{x^4}{4!} - \dfrac{x^6}{6!} + \dfrac{x^8}{8!} - \dots$ $\quad$ (15)
7. $\sinh x = x + \dfrac{x^3}{3!} + \dfrac{x^5}{5!} + \dfrac{x^7}{7!} + \dfrac{x^9}{9!} + \dots$ $\quad$ (16)
8. $\cosh x = 1 + \dfrac{x^2}{2!} + \dfrac{x^4}{4!} + \dfrac{x^6}{6!} + \dfrac{x^8}{8!} + \dots$ $\quad$ (17)
9. $(1+x)^p = 1 + \binom{p}{1} x + \binom{p}{2} x^2 + \binom{p}{3} x^3 + \binom{p}{4} x^4 + \dots$ $\quad$ -1 < x <1 $\quad$ (18)

B. Deret Maclaurin menggunakan Deret Taylor dengan sisa

Sebelum mengetahui metode deret Taylor dengan sisa maka harus dikatahui deret umum Taylor. Deret umum Taylor merupakan perkembangan lebih lanjut dari deret Taylor. Suatu fungsi yang dibangun dari deret Taylor harus mempunyai basis fungsi-basis fungsi yang berbentuk $k(\alpha \cdot i + a)$, di mana nilai i dan k adalah bilangan integer positip. Apabila fungsi yang telah berhasil dibangun oleh deret Taylor tersebut kita deretkan secara bertingkat tentu saja akan menghadapi kendala tidak efisien (membutuhkan waktu lama) bila dilakukan secara berurutan. Dengan maksud agar hasil akhir diperoleh dengan cara yang lebih efisien, maka pada paper ini penulis mengembangkan deret umum Taylor atau dapat juga disebut sebagai deret SIG-Taylor. Deret SIG-Taylor ini dibangun dari basis fungsi-basis fungsi yang berbentuk deret bertingkat j berderajat satu $\sum_{j=1}^{t} {}^{u+i-1} j$ di mana nilai i , u dan t adalah bilangan integer positip. Tentu saja bila fungsi tersebut tidak kita deretkan, maka hasil akhirnya akan sama dengan fungsi yang dibangun dengan deret Taylor. Itulah alasan lain dari penulis mengapa memberanikan diri menamai permasalahan deret pada paper ini sebagai deret umum Taylor (Stephanus, 2011).

Andaikan f dan semua turunannya, f', f'', f''', ..., menerus di dalam selang $[a, b]$. Misalkan $x_0 \in [a, b]$, maka untuk nilai-nilai x di sekitar x_0 (Gambar 2.1) dan $x \in [a, b]$, $f(x)$ dapat diperluas (diekspansi) ke dalam deret Taylor:

$$f(x) = f(x_0) + \frac{(x - x_0)}{1!} f'(x_0) + \frac{(x - x_0^2)}{2!} f''(x_0) + \dots + \frac{(x - x_0)^m}{m!} f^m(x_0) + \dots \qquad (19)$$



GAMBAR 2 NILAI-NILAI x DISEKITAR x_0

Persamaan diatas merupakan penjumlahan dari suku-suku (*term*), yang disebut **deret**. Perhatikanlah bahwa deret Taylor ini panjangnya tidak berhingga sehingga untuk memudahkan penulisan suku-suku selanjutnya kita menggunakan tanda elipsis (….). Jika dimisalkan *x* - *x*0 = *h*, maka *f*(*x*) dapat juga ditulis sebagai

$$f(x) = f(x_0) + \frac{h}{1!} f'(x_0) + \frac{h^2}{2!} f''(x_0) + \frac{h^3}{3!} f'''(x_0) + \ldots \frac{h}{m!} f^{(m)}(x_0) + \ldots \qquad (20)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Penyederhanaan Persamaan Gelombang Transversal*

Persaamaan gelombang transversal menggunakan penyederhanaan substitusi persamaan gelombang pada umumnya. Substitusi persamaan umum gelombang terdiri atas 2πf disubstitusikan ke dalam persamaan w dan $\frac{2\pi}{\lambda}$ disubstitusikan ke dalam persaman k. sehingga persamaan gelombang transversal dapat disederhanakan dengan persamaan dibawah ini :

$$y = A\sin(wt - kx) \qquad (21)$$

$$y = A\sin(2\pi ft - \frac{2\pi}{\lambda x}) \qquad (22)$$

$$y = A\sin(\frac{2\pi fx}{v} - \frac{2\pi x}{\lambda}) \qquad (23)$$

$$y = A\sin(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi f}{\lambda})x \qquad (24)$$

B. *Bentuk Polinom Gelombang Transversal menggunakan Deret Maclaurin dengan Pembuktian Deret Taylor dengan Sisa*

Dalam memberikan hasil dan pembuktian adanya bentuk polinom gelombang transversal, maka dapat ditentukan deret-deret penting pada deret taylor dengan sisa. Adanya deret tersebut memberikan asumsi bahwa pembuktian bentuk polinom untuk persamaan umum gelombang transversal. Deret Taylor dengan sisa tersaji pada tabel dibawah ini, dengan pendekatan $f^n(x)$ dan diubah menjadi $f^n(0)$.

TABEL 1. DERET MACLAURIN MENGGUNAKAN TAYLOR DENGAN SISA

n	$f^n(x)$	$f^n(0)$
0	$\sin(\frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{\lambda})x$	0
1	$\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda} \cos(\frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{\lambda})x$	$\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda}$
2	$-(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})^2 \sin(\frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{\lambda})x$	0

3	$-(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^3\cos(\frac{2\pi}{v}f-\frac{2\pi}{v}f-\frac{2\pi}{\lambda})x$	$-(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^3$
4	$(\frac{2\pi}{v}f-\frac{2\pi}{\lambda})^3\sin(\frac{2\pi}{v}f-\frac{2\pi}{\lambda})x$	0
	. . .	. . .

Menggunakan teorema Taylor menyatakan bahwa “misalkan f adalah fungsi dengan turunan semua tingkat dalam interval (a-r, a+r). Deret Taylor adalah sebagai berikut.

$$f(a)+f'(a)(x-a)+\frac{f''(a)}{2!}(x-a)^2+\frac{f'''(a)}{3!}(x-a)^3+\dots \quad (25)$$

Menyatakan fungsi f pada interval (a-r, a+r) jika dan hanya jika

$\lim_{n\to\infty} Rn(x)=0$

Dimana $Rn(x)$ adalah sisa dalam rumus Taylor

$$Rn(x)=\frac{f^{(n+1)}(c)}{(n+1)!}(x-a)^{n+1} \quad (26)$$

Dan c suatu titik didalam $(a-r),(a+r)$"

$$\sin x = x-\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}-\dots+\dots \quad (27)$$

Dengan adanya persamaan tersebut terbukti bahwa deret tersebut konvergen ke $\sin x$.

Bagaimana dengan :

$$\sin(\frac{2\pi}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x=(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x-\frac{(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^3x^3}{3!}+\frac{(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^5x^5}{5!}-\dots+\dots \quad (28)$$

$$A\sin(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x=A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x-A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^3x^3+A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^5x^5-\dots+\dots \quad (29)$$

Dari beberapa penurunan persamaan berdasarkan teorema dan definisi dari deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa maka diperoleh bentuk polinom gelombang transversal adalah sebagai berikut.

$$A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x-A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^3\frac{x^3}{3!}+A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^5\frac{x^5}{5!}-\dots+\dots \quad (30)$$

Bentuk polinom pada persamaan diatas dapat diuji kebenarannya dengan cara membuktikan bahwa pada deret tersebut konvergen ke $A\sin(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})$ menggunakan rumus deret Taylor dengan sisa (R_n) dengan memperhatikan bahwa $\lim_{n->\infty} R_n=0$. Dapat dibuktikan bahwa :

$$\lim_{n->\infty} \frac{f^{n+1}(c)}{(n+1)!} x^{n+1} = 0$$

Dengan demikian, bentuk polinom gelombang transversal dapat dianggap benar yang menghasilkan bentuk seperti :

$$A(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})x - A(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})^3 \frac{x^3}{3!} + A(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})^5 \frac{x^5}{5!} - ... + ... \quad (31)$$

Bentuk polinom gelombang transversal berguna untuk mencari penyelesaian dan alternatif lain ketika menyelesaikan permasalahan dalam bidang ilmu fisika yaitu gelombang transversal. Dalam menghadapi revolusi industri 4.0 berawal dari generasi muda yang intelektual. Dalam mengkonversikan suatu rumus fisika tidak hanya melalui cara yang sudah tertera. Oleh karenanya diperlukan suatu bentuk polinom gelombang transversal berdasarkan penelitian generasi muda yang intelektual.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. *Simpulan*

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh hasil bentuk polinom gelombang transversal menggunakan metode deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa. Persamaan gelombang yang dikonversikan ke dalam bentuk polinom gelombang transversal adalah $y = A\sin(wt - kx)$ melalui penyederhanaan metode substitusi persamaan yakni

$$y = A\sin(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi f}{\lambda})x \quad (32)$$

Bentuk polinom yang dihasilkan berdasarkan penelitian dengan metode deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa adalah sebagai berikut.

$$A(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})x - A(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})^3 \frac{x^3}{3!} + A(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})^5 \frac{x^5}{5!} - ... + ... \quad (33)$$

Bentuk polinom tersebut dapat dibuktikan kebenarannya dengan menguji kekonvergenannya. Dengan adanya bentuk polinom gelombang transversal tersebut dapat lebih membantu para fisikawan dalam menyelesaikan permasalahan khususnya gelombang transversal dengan pemanfaatan bentuk polinom gelombang transversal.

B. *Saran*

Hasil penelitian yang menunjukkan bentuk plinom gelombng transversal dapat dikembangkan untuk persamaan gelombang lainnya, sehingga pada peneitian ini perlu adanya kajian lebih lanjut dan lebih kritis, sehingga penggunaan metode yang digunakan sejalan dengan hasil penelitian yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Paul A. Tipler, “Fisika Untuk Sains dan Teknik Edisi 3 Jilid 1”, Jakarta: Erlangga, 1998

[2] Douglas C. Giancoli, “Physics. Principles with aplications, fifth edition”, Jakarta: Erlangga, 2001 : 381

[3] Douglas C. Giancoli, “Physics. Principles with aplications, fifth edition”, Jakarta: Erlangga, 2001 : 383

[4] G. Arfken, *Mathematical Methods for Physicists* (second edition), New York: Academic Press, 1995

[5] Edwin J. Purcell, Dale Varberg, Steven E. Rigdon, “Kalkulus Edisi Kedelapan”, Jakarta: Erlangga, 2004

[6] Stephanus Ivan Goenawan, “Deret Umum Taylor”, Atmajaya University, Jurnal Math Stat, Vol 11 No. 2, pp : 92-103, Juli 2011