ISBN : 978-979-16353-5-6

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA

"Peningkatan Kontribusi Penelitian dan Pembelajaran Matematika dalam Upaya Pembentukan Karakter Bangsa "

Yogyakarta, 27 November 2010

Penyelenggara :
Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY
Kerjasama dengan
Himpunan Matematika Indonesia (Indo-MS)
wilayah Jateng dan DIY

Jurusan Pendidikan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
2010

PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA

27 November 2010 FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

Artikel-artikel dalam prosiding ini telah dipresentasikan pada
Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika
pada tanggal ***27 November 2010***
di Jurusan Pendidikan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta

Jurusan Pendidikan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
2010

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA 2010

Peningkatan Kontribusi Penelitian dan Pembelajaran Matematika dalam Upaya Pembentukan Karakter Bangsa
27 November 2010

Diselenggarakan oleh:
Jurusan Pendidikan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta

Diterbitkan oleh
Jurusan Pendidikan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Kampus Karangmalang, Sleman, Yogyakarta

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNY, 2008

Cetakan ke – 1
Terbitan Tahun 2010
Katalog dalam Terbitan (KDT)
Seminar Nasional (2010 Novemver 27: Yogyakarta)
Prosiding/ Penyunting: Hartono [et.al] – Yogyakarta: FMIPA
Editor : Nur Hadi [et.al] – Yogyakarta: FMIPA
Universitas Negeri Yogyakarta, 2010

Penyuntingan semua tulisan dalam prosiding ini dilakukan oleh Tim Penyunting Seminar Nasional MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA 2010 dari Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

Kata Pengantar

Alhamdulillah, segala puji syukur kami panjatkan hanya bagi Alloh SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika dengan tema "**Peningkatan Kontribusi Penelitian dan Pembelajaran Matematika dalam Upaya Pembentukan Karakter Bangsa**" dapat terselenggara dengan lancar pada hari Sabtu, 27 November 2010. Seminar ini merupakan salah satu acara dalam rangkaian Pekan Ilmiah Pendidikan Matematika (PIPM) tahun 2010 yang diselenggarakan oleh Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.

Seminar Nasional ini diikuti tidak kurang dari 115 pemakalah yang berasal dari institusi pendidikan tinggi, sekolah menengah, dan lembaga lain. Beberapa institusi asal pemakalah antara lain Universiti Malaysia Terengganu, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, Universitas Negeri Medan, Universitas Riau, Universitas PGRI Palembang, Universitas Negeri Padang, Dinas Pendidikan Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Universitas Negeri Lampung, Universitas Bina Nusantara Jakarta Barat, Universitas Pelita Harapan Tangerang, PPPPTK BMTI Bandung, Pusat Pengembangan Informatika Nuklir –Batan Serpong, UPI Bandung, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Bandung, UPI Kampus Tasikmalaya, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Banten, Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Yasika Majalengka, Universitas Siliwangi Tasikmalaya, Universitas Jenderal Soedirman, Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin, Universitas Borneo Tarakan, Universitas Tadulako, Universitas Hasanuddin, Universitas Negeri Makassar, Universitas Muhammadiyah Purworejo, SMP Negeri 40 Purworejo, Universitas Negeri Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Universitas Diponegoro, Universitas Negeri Semarang, Politeknik Negeri Semarang, IKIP PGRI Semarang, Universitas Veteran Bantara Sukoharjo, Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Purwokerto, Universitas Airlangga, Institut Teknologi Surabaya, Universitas Negeri Surabaya, STIKOM Surabaya, Universitas Negeri Malang, IKIP Budi Utomo Malang, Universitas Katolik Widya Mandala Madiun, dan Universitas Mataram NTB.

Sesuai dengan tema seminar, semua makalah menyajikan berbagai ragam kajian teoritis maupun hasil penelitian matematika dan pembelajaran matematika yang diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pembentukan karakter bangsa.

Sejumlah 125 judul makalah dikelompokkan dalam 4 kategori yaitu Analisis dan Aljabar sebanyak 9 judul (9 pemakalah), Statistika 24 judul (23 pemakalah), Komputer dan Terapan 18 judul (17 pemakalah) serta Pendidikan 74 judul (66 pemakalah). Makalah yang dimuat dalam prosiding ini telah melalui tahap seleksi abstrak, yakni melalui proses review oleh tim yang nama anggotanya tercantum pada halaman lain di prosiding ini. Makalah dalam prosiding ini juga dipresentasikan dalam sidang paralel dalam seminar tanggal 27 November 2010.

Semoga prosiding seminar ini dapat menjadi catatan historis bermacam pemikiran intelektual di negeri ini yang bermanfaat sesuai dengan tema seminar, yaitu memberikan kontribusi dalam pembentukan karakter bangsa. Aamiin.

Yogyakarta, 27 November 2010
Panitia

Model Matematika Pada Vibrasi Kisi Atom Ni, Fe, Dan Nife Dalam Ruang Berdimensi Satu

Oleh :
Umi Mahmudah[1], Sugiyarto[2], Moh. Toifur[3]

[1]Jabatan Matematik, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Terengganu
[2]Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta
[3]Jurusan Fisika, FMIPA,Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta
e-mail :, [1] u_mudah@yahoo.com , [2] sugiyartonf@yahoo.com, [3]mtoifur@yahoo.com

Abstrak

Model merupakan suatu analogi atau bayangan mengenai sebuah fenomena, sehingga dapat memberikan gambaran pendekatan ketika kita tidak bisa melihat apa yang sebenarnya terjadi. Vibrasi kisi atom dalam ruang berdimensi satu terkait dengan gaya pegas dan gerakannya berbentuk gelombang. Makalah ini bertujuan membangun suatu model matematika yang muncul pada vibrasi kisi atom dalam ruang berdimensi satu. Untuk kepentingan simulasi, atom yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah atom nikel (Ni), besi (Fe), dan paduan keduanya (NiFe).
Dalam penelitian ini, model yang diperoleh saat terjadi vibrasi kisi atom mengikuti persamaan gelombang dengan penyelesaiannya berupa satu mode frekuensi atom Ni, yaitu mode akustik. Kemudian model yang telah dibangun akan disimulasikan menggunakan *software* MATLAB.

Kata kunci: model matematika, atom, vibrasi, kisi, monoatomik, diatomic, mode akustik, mode optic, angka gelombang.

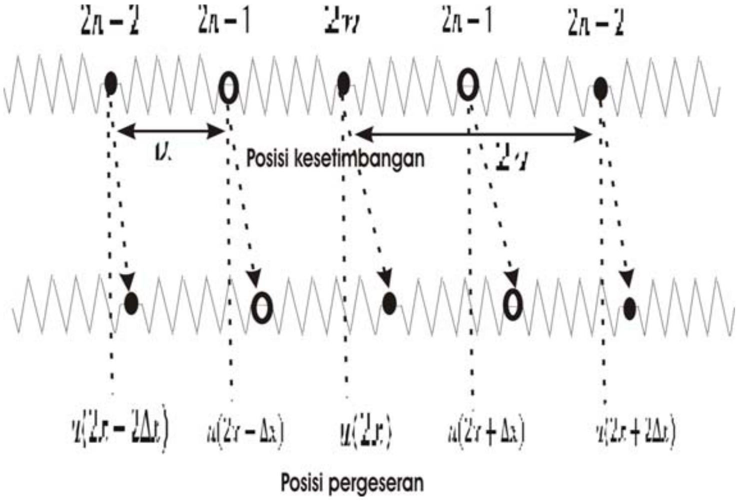
A. PENDAHULUAN

Kristal merupakan suatu padatan yang susunannya teratur dan polanya berulang. Gerakan atom pada kristal tidak seperti udara, dimana molekulnya bebas bergerak, akan tetapi gerakan atom dibatasi sampai gerakan kecil di sekitar ujungnya hingga menempati kisi kristal. Gerakan atom pada kristal dapat dianalisis dalam bentuk vibrasi kisi. Terjadinya vibrasi kisi dapat disebabkan oleh energi internal maupun eksternal. Efek energi internal adalah akan diperoleh informasi mengenai sifat termal bahan, sedangkan efek dari energi eksternal adalah timbulnya getaran tipe akustik maupun optik. Sifat elastis gerakan vibrasi kisi dapat diselidiki dengan mempertimbangkan sebuah kisi atom berdimensi satu. Besi (Fe) merupakan logam yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Gabungan antara harga yang murah dengan kekuatannya menjadikan besi sangat diperlukan. Disebabkan karena ketahanannya pada udara dan pengoksidaan, nikel digunakan dalam *syiling*, selain itu nikel juga digunakan untuk mewarnai kaca menjadi hijau. Paduan keduanya (NiFe) merupakan bahan *soft magnetic* dan memiliki nilai jual yang tinggi, misalkan digunakan untuk *head recording.*

B. MASALAH RIIL

Atom-atom dalam susunan zat padat tidak bebas bergerak sebagai akibat adanya gaya antar atom yang menyusunnya. Keadaan ini dipandang bahwa susunan atom-atom dalam benda padat terkait oleh gaya pegas sehingga atom yang menyusun benda padat selalu bervibrasi terhadap posisi keseimbangannya. Susunan atom dalam kristal berbentuk rapi sehingga dalam bentuk besar merupakan susunan berulang dari kisi-kisi atom dengan periodisitas tertentu. Karena atom bervibrasi terhadap posisi keseimbangannya, maka secara otomatis kisi-kisi kristalpun selalu bervibrasi. Gerakan vibrasi kisi-kisi kristal dapat diselidiki dengan mempertimbangkan kisi-kisi berdimensi satu, misalnya kisi-kisi yang terdiri atas rantai atom yang linier.

Mempertimbangkan kisi-kisi atom yang terdiri atas dua jenis atom bermassa *m* dan M (*m*<*M*) yang berada di sepanjang sumbu *x* dan dihubungkan ke atom lain oleh pegas dengan jarak antar atom *a*. Misalkan tempat kedudukan masing-masing atom adalah $\ldots, (2n-2)a, (2n-1)a, 2na, (2n+1)a, (2n+2+a \ldots$ jika kisi bergetar maka *m* dan *M* akan menyimpang dari posisi keseimbangnya. Misalkan pergeseran atom ditunjukkan oleh $u(2x-2\Delta x), u(2x-\Delta x), u(2x), u(2x+\Delta x)$, $u(2x+2\Delta x)$. Gambar berikut melukiskan vibrasi kisi-kisi diatomik dalam ruang berdimensi satu.



Gambar 1 Kisi-kisi diatomik pada posisi keseimbangan dan pergeseran

Jika *u* menunjukkan pergeseran dan β menunjukkan konstatnta pegas, asumsikan bahwa gaya antar atom pada kisi-kisi sebanding dengan perpindahan relatif dari posisi keseimbangannya. Maka gaya yang digunakan oleh pegas pada atom adalah sebagai berikut:

$$F = \beta u \qquad 2.1$$

C. PEMBENTUKAN MODEL

Berdasar gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa pegas dengan arah ke kiri pada atom 2*n* mengalami perubahan panjang yang diberikan oleh:

$$\Delta x + u(2x) - [\Delta x + u(2x-\Delta x)] = u(2x) - u(2x-\Delta x)$$

Sehingga gaya yang bekerja pada pegas kearah kiri adalah

$$F_{-} = \beta[u(2x) - u(2x-\Delta x)] \qquad 3.1$$

Sedangkan pegas dengan arah ke kanan pada atom 2*n* mengalami perubahan panjang yang diberikan oleh:

$$\Delta x + u(2x+\Delta x) - [\Delta x + u(2x)] = u(2x+\Delta x) - u(2x)$$

Sehingga gaya yang bekerja pada pegas kearah kanan adalah

$$F_{+} = \beta[u(2x+\Delta x) - u(2x)] \qquad 3.2$$

Maka gaya total yang digunakan pegas pada atom ke-2*n* adalah

$$F = F_{+} - F_{-} = \beta[u(2x+\Delta x) + u(2x-\Delta x) - 2u(2x)] \qquad 3.3$$

Kemudian kita tinjau atom ke-(2*n*+1). Berdasar gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa pegas dengan arah ke kiri pada atom (2*n*+1) mengalami perubahan panjang yang diberikan oleh:

$\Delta x + u(2x + \Delta x) - [\Delta x + u(2x)] = u(2x + \Delta x) - u(2x)$

Sehingga gaya yang bekerja pada pegas kearah kiri adalah

$$F_- = \beta[u(2x + \Delta x) - u(2x)] \qquad 3.4$$

Sedangkan pegas dengan arah ke kanan pada atom (2*n*+1) mengalami perubahan panjang yang diberikan oleh:

$\Delta x + u(2x + 2\Delta x) - [\Delta x + u(2x + \Delta x)] = u(2x + 2\Delta x) - u(2x + \Delta x)$

Sehingga gaya yang bekerja pada pegas kearah kanan adalah

$$F_+ = \beta[u(2x + 2\Delta x) - u(2x + \Delta x)] \qquad 3.5$$

Maka gaya total yang digunakan pegas pada atom ke-2*n* adalah

$$F = F_+ - F_- = \beta[u(2x + 2\Delta x) + u(2x) - 2u(2x + \Delta x)] \qquad 3.6$$

Dengan menggunakan hukum II Newton tentang gerak yang disajikan dalam rumus:

$$F = m\frac{dv}{dt} \text{ atau } F = ma$$

Maka persamaan untuk percepatan atom ke-2*n* dan ke-(2*n*+1) bergerak yaitu:

$$a_{2n} = \frac{d^2u(2x)}{dt^2}$$

$$a_{2n+1} = \frac{d^2u(2x + \Delta x)}{dt^2}$$

Maka diperoleh

$$F_{2n} = m\frac{d^2u(2x)}{dt^2}$$

$$F_{2n+1} = m\frac{d^2u(2x + \Delta x)}{dt^2} \qquad 3.7$$

Kemudian dari persamaan (3.3), (3.6) dan (3,7) diperoleh

$$m\frac{d^2u(2x)}{dt^2} = \beta[u(2x + \Delta x) + u(2x - \Delta x) - 2u(2x)]$$

$$m\frac{d^2u(2x + \Delta x)}{dt^2} = \beta[u(2x + 2\Delta x) + u(2x) - 2u(2x + \Delta x)] \qquad 3.5$$

dimana m = massa atom yang lebih kecil, M = massa atom yang lebih besar, β = konstanta pegas, $\frac{d^2u(\square x)}{\square}dt^2$ = percepatan atom ke-2*n*, $\frac{d^2u(2x + \Delta x)}{dt^2}$ = percepatan atom ke-(2*n*+1), $u(2x)$ = pergeseran atom ke-2*n*, $u(2x + \Delta x)$ = pergeseran atom ke-(2*n*+1), dan $u(2x - \Delta x)$ = pergeseran atom ke-(2*n*-1).

Persamaan (3.8) merupakan model matematika pada vibrasi kisi-kisi atom diatomik dalam ruang berdimensi satu.

D. PENYELESAIAN MODEL

Pergeseran *u* merupakan fungsi yang terdiri atas dua variabel independen, *t* dan *x*. sehingga model pada persamaan (3.8) dapat juga ditulis dalam bentuk persamaan diferensial parsial sebagai berikut:

$$m\frac{d^2u(2x,t)}{dt^2} = \beta[u(2x + \Delta x, t) + u(2x - \Delta x, t) - 2u(2x, t)]$$

$$m\frac{d^2u(2x + \Delta x, t)}{dt^2} = \beta[u(2x + 2\Delta x, t) + u(2x, t) - 2u(2x + \Delta x, t)] \qquad 4.1$$

Pertimbangkan atom ke-2*n*, berdasar gambar 1 maka pergeseran $u(x,t)$ dipengaruhi oleh pergeseran $u(2x+\Delta x,t)$ dan $u(2x-\Delta x,t)$. Kemudian mempertimbangkan atom ke-(2n+1), maka berdsar gambar 1 pergeserannya dipengaruhi oleh $u(2x+\Delta x,t)$ dan $u(2x+2\Delta x,t)$, yang mana besarnya $u(2x+\Delta x,t) = u(2x+2\Delta x,t)$.
Dengan menggunakan deret Taylor, maka pergeseran $u(2x+\Delta x,t)$ dan $u(2x-\Delta x,t)$ dapat diperluas sebagai berikut:

$$u(2x+\Delta x,t) \approx u(2x,t) + \frac{\partial u}{\partial(2x)}(2x, \quad)\Delta x + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 u}{\partial(2x)^2}(2x,t)(2\Delta x)^2$$

$$u(2x-\Delta x,t) \approx u(2x,t) - \frac{\partial u}{\partial(2x)}(2x,t)\Delta x + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 u}{\partial(2x)^2}(2x,t)(\Delta x)^2$$

Sehingga persamaan (4.1) menjadi:

$$\frac{\partial^2 u(2x,t)}{\partial t^2} = c_1^2\frac{\partial^2 u(2x,t)}{\partial(2x)^2}$$

$$\frac{\partial^2 u(2x+\Delta x,t)}{\partial t^2} = c_2^2\frac{\partial^2 u(2x,t)}{\partial(2x)^2} \qquad 4.2$$

Persamaan (4.2) menunjukkan persamaan gelombang dengan cepat rambat gelombang $c_1 = \Delta x\sqrt{\frac{\beta}{m}}$ dan $c_2 = \Delta x\sqrt{\frac{\beta}{M}}$. Persamaan tersebut menunjukkan gelombang dengan kuantitas *u* yang menjalar dalam arah *x* dengan kelajuan *c*. dalam hal ini *u* menyatakan pergeseran atom dari sumbu *x*. mempertimbangkan pergeseran awal $u(0) = u_0$ dan sewaktu bergeser tanpa kecepatan awal, maka pergeseran *u* harus memenuhi syarat awal $u(x,0) = u_0$, maka $u'(x,0) = 0$.

Untuk menyelesaikan persamaan (4.2) dengan menggunakan metode separasi variabel, yaitu mengandaikan penyelesaiannya dalam bentuk:

$$u(x,t) = X(x)T(t) \qquad 4.3$$

Misalkan $u_{2n} = u(x,t), u_{2n+1} = u(2x+\Delta x,t)$, dan $u_{2n+} = u(2x+2\Delta x,t)$, maka diperoleh:

$$\frac{1}{c_1^2}\frac{T_1}{T_1''} = \frac{X_1''}{X_1}$$

$$\frac{1}{c_2^2}\frac{T_2}{T_2''} = \frac{X_2''}{X_2} \qquad 4.4$$

Dapat dilihat bahwa ruas kiri hanya tergantung pada *t* dan ruas kanan hanya tergantung pada *x*. Persamaan (4.4) hanya mungkin terjadi jika masing-masing ruas konstan, misalnya sama dengan $-k^2$. Sehingga diperoleh:

$$X_1'' = -k^2X_1 \text{ dan } T_1'' = -k^2c_1^2T_1$$

$$X_2'' = -k^2X_2 \text{ dan } T_2'' = -k^2c_2^2\square_2 \qquad 4.5$$

Maka diperoleh bentuk penyelesaian dari persamaan (4.5) adalah:

$$X_1 = ae^{ikx} + be^{-ikx} \text{ dan } T_1 = ce^{i\omega t} + de^{-i\omega t} \qquad 4.6$$

$$X_2 = pe^{ikx} + qe^{-ikx} \text{ dan } T_2 = re^{i\omega t} + se^{-i\omega t}$$

Dimana $a,b,c,d,p,q,\blacksquare,s$ adalah konstanta sembarang dan $\omega = kc$.

Karena nilai x diskrit, maka gelmbang berkenaan dengan $x=2na$, dimana n bilangan bulat dan a konstanta kisi dan $2na$ menunjukkan posisi keseimbangan atom ke-2n pada sumbu x. Sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} u_{2n} &= Ae^{-i(\omega t-2kna)} \\ u_{2n+1} &= Be^{-i(\omega t-k(2n+1)a)} \\ u_{2n-1} &= Be^{-i(\omega t-k(2n-1)a)} \\ u_{2n+2} &= Ae^{-i(\omega t-k(2n+2)a)} \end{aligned} \qquad 4.7$$

Dimana $u_{2n}, u_{2n+1}, u_{2n-1}, u_{2n+2}$ adalah pergeseran atom, A, B adalah amplitude getar; k adalah bilangan gelombang; ω adalah frekuensi sudut gelombang.

Dengan mensubstitusikan persamaan (4.7) ke persamaan (3) .8maka diperoleh:

$$\begin{aligned} -m\omega^2 A &= \beta B\left(e^{ika}+e^{-ika}\right)-2\beta A \\ -M\omega^2 B &= \beta A\left(e^{ika}+e^{-ika}\right)-2\beta B \end{aligned} \qquad 4.8$$

Jika $\cos ka = \frac{e^{ika}+e^{-ika}}{2}$, maka persamaan (4.8) menjadi

$$\begin{aligned} (2\beta - m\omega^2)A - (2\beta\cos(ka)B) &= 0 \\ (-2\beta\cos(ka)A + (2\beta - M\omega^2)B &= 0 \end{aligned} \qquad 4.9$$

Dari persamaan (4.9) diperoleh:

$$\omega^2 = \beta\left(\frac{1}{m}+\frac{1}{M}\right) \pm \beta\sqrt{\left(\left(\frac{1}{m}+\frac{1}{M}\right)^2 - \frac{4\sin^2 ka}{mM}\right)} \qquad 4.10$$

Dapat dilihat bahwa persamaan (4.10) memiliki dua buah frekuensi, yaitu:

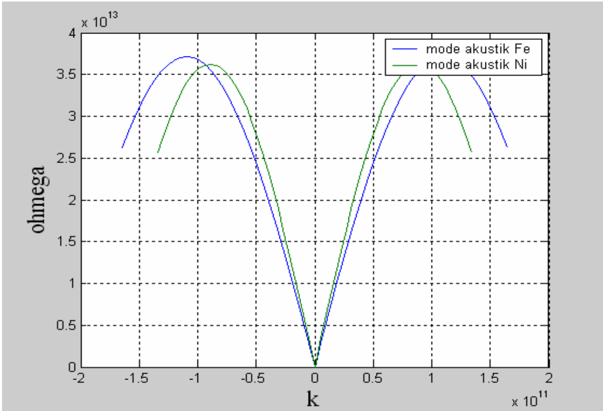
$$\omega_{\pm} = \left(\beta\left(\frac{1}{m}+\frac{1}{M}\right) \pm \beta\sqrt{\left(\left(\frac{1}{m}+\frac{1}{M}\right)^2 - \frac{4\sin^2 ka}{mM}\right)}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad 4.10$$

Persamaan (4.10) menunjukkan kaitan dispersi untuk kasus dua jenis atom ber Beda dalam ruang berdimensi satu.

E. KAITAN DISPERSI NiFe

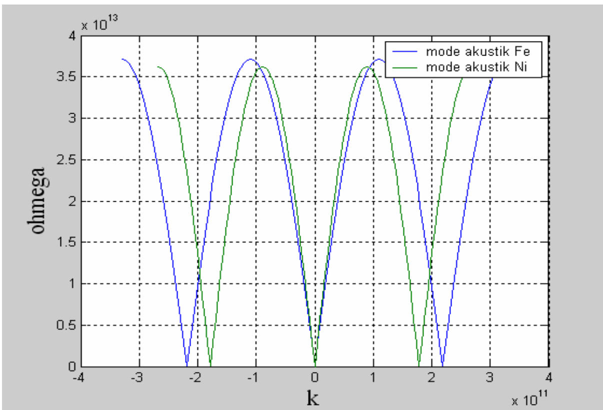
Menurut tabel periodik, atom nikel (Ni) mempunyai nomor atom 28, massa atom 58,69*g*/*mol*, dan jarak antar atom 0,352 *nm*. Sedangkan atom Fe mempunyai nomor atom 26, massa atom 55,847 *g*/*mol*, dan jarak antar atom 0,287 *nm*. Nilai konstanta pegas diperoleh dengan memisalkan untuk pemberian kenaikan tenaga potensial sebesar 1*eV* (=1,6 x 10^{-19} *joule*) menyebabkan simpangan atom dari posisi keseimbangan sebesar $\delta a = 1Å$ sehingga dari kaitan $\Delta V = \frac{1}{2}\beta\delta a^2$, maka diperoleh nilai β sama dengan 32 *nm*.

Gambar di bawah ini melukiskan kaitan dispersi atom Ni dan Fe



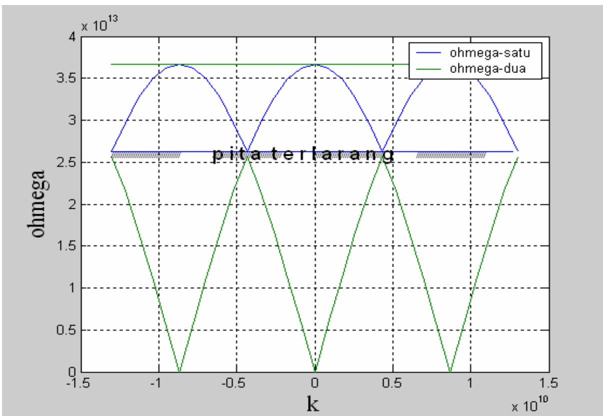
Gambar 2 Kaitan Dispersi atom ni dan Fe

Gambar 3 di bawah melukiskan kaitan dispersi atom Ni dan Fe dengan beberapa nilai k dan pengaruhnya terhadap ω .



Gambar 3 Kaitan dispersi atom Ni dan Fe dengan beberapa nilai k

Gambar 4 di bawah melukiskan kaitan dispersi NiFe



Gambar 4 Kaitan Dispersi NiFe

Pada kaitan dispersi NiFe, nilai maksimum untuk mode optic adalah saat $k \to 0$, sehingga $\omega_{+max} = \sqrt{2\beta\left(\frac{1}{m}+\frac{1}{M}\right)} = 3{,}67x10^{13}$ getaran/s, sedangkan nilai minimum mode optic terjadi saat $k \to \frac{\pi}{2a}$ sehingga $\omega_{+min} = \sqrt{\frac{2\beta}{m}} = 2{,}63x10^{13}$ getaran/s.
Nilai minimum untuk mmode akustik adalah saat $k \to 0$, sehingga $\omega_{-min} = ka\sqrt{\frac{2\beta}{m+M}} = 0,$ sedangkan nilai maksimum mode akustik adalah saat $k \to \frac{\pi}{2a}$, sehingga $\omega_{-max} = \sqrt{\frac{2\beta}{m}} = 2562x10^{13}$ getaran/s. Sehingga diperoleh lebar pita terlarang pada vibrasi kisi paduan NiFe sebesar 6,4418x10^{11} H.

F. KESIMPULAN

Model matematika pada vibrasi kisi atom dalam ruang berdimensi satu mengikuti persamaan gelombang yang penyelesainnya berupa kaitan dispersi. Persamaan gelombang pada vibrasi kisi atom mengikuti gelombang yang berjalan ke arah kanan. Kaitan dispersi pada kisi atom yaitu hubungan antara bilangan gelombang *k* dengan frekuensi ω . Frekuensi maksimum mode akustik atom Fe sebesar 3,7152x10^{13} Hz, sedangkan untuk Ni sebesar 3,6241 x 10^{13} Hz sedangkan frekuensi minimum keduanya adalah nol.
Pada kaitan dispersi NiFe diperoleh dua mode, yaitu mode optic dan akustik. Frekuensi maksimum mode optic sebesar 3,67x10^{13} getaran/s dan frekuensi minimumnya sebesar 2,63x10^{13} getaran/s. sedangkan frekuensi maksimum mode akustik sebesar 2,5626x10^{13} getaran/s dan frekuensi minimumnya adalah nol. Dan diantara kedua mode tersebut terdapat pita terlarang yang lebarnya sebesar 6,4418x10^{11} Hz.

G. REFERENSI

Derrick, William L. dan Grossman, Stanley L. 1976. *Elementary Differential Equations with Applications a Short Course*. Philippines: Addison-Wesley Publishing company, Inc.

Hall, H.E. 1974. *Solid State Physics*. London: Arrowsmith Ltd. England

Halliday dan Resnick. 1985. *Fisika Jilid I*. Erlangga : Bandung

Hirose, Akira dan Lonngren, Karl E. 1985. *Introduction to Wave Phenomenon*. Kanada: John Wiley&Sons, Inc.

Kittel, Charles. 1995. *Introduction to Solid state Physics 5th Edition*. Newyork: Wiley Eastern Ltd.

Ross, Shepley L. 1984. *Differential Equation*. Newyork: John Wiley&Sons, Inc

Toifur, M., Sujatmoko, Ridwan, Ariadi, W. 2007. *Telaah Kaitan Dispersi dan Pita Frekuensi Terlarang Getaran kekisi Diatomik $Ni_{50}Fe_{50}$ dan $Ni_{66}Fe_{33}$*. Jurnal Sains Materi Indonesia, 2207, ISSN, Akreditasi No:89/akred-LIPI/P2MBI/2007,Akreditasi No:39/Dikti/Kep/2004,edisi khusus