

INFORMASI PADA SUMBER SUARA TIGA DIMENSI DIPEROLEH DENGAN METODE OPTIMASI STEEPEST DESCENT

Ratnadewi, Vikky Bernadus

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. Drg. Suria Sumantri 65, Bandung 40164, Indonesia
Telp: 022-2012186, Fax:022-2017622
E-mail : ratnadewi@engineer.com

ABSTRAKSI

Masalah dalam akustik dapat berupa masalah langsung maupun invers. Dikatakan masalah langsung apabila tekanan akustik pada sembarang titik di medan akustik dapat ditentukan dengan mengetahui tekanan atau potensial kecepatan permukaan sumber dan sebaliknya untuk masalah inversi. Informasi tentang kecepatan permukaan, tekanan suara dan daya akustik dari sumber akustik sangat berguna untuk mengidentifikasi sumber akustik tersebut.

Metode Steepest Descent digunakan untuk mencari informasi tentang kecepatan permukaan, tekanan suara dan daya akustik dari sumber akustik, jika diketahui informasi pada medan akustik.

Uji kasus dilakukan pada ruang tiga dimensi dengan mengambil sumber berbentuk bola. Sebagai pembandingan hasil formulasi digunakan nilai acuan yang diperoleh dari perhitungan analitis yang diketahui. Hasil solusi inversi yang diperoleh dengan optimasi steepest descent memberikan nilai kesalahan rata-rata yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil solusi inversi tanpa optimasi.

Kata kunci: masalah inverse akustik, Steepest Descent

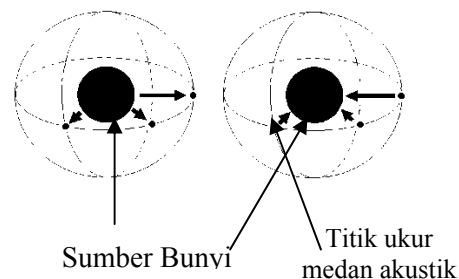
1. PENDAHULUAN

Gelombang suara pada medan akustik disebabkan oleh adanya radiasi suatu sumber bunyi. Informasi akustik berupa tekanan suara pada medan akustik dapat ditentukan dengan analisis akustik berdasarkan persamaan diferensial Helmholtz. Permasalahan langsung dalam akustik adalah keadaan jika informasi akustik di sumber diketahui dan yang ingin diketahui adalah informasi di medan akustik [5]. Kebalikan permasalahan langsung adalah permasalahan inversi, yaitu dalam hal ini dari pengukuran diketahui informasi akustik di medan akustik dan digunakan untuk mencari informasi akustik pada permukaan sumber yang bergetar. [1, 2, 3,4].

Pada makalah ini dicoba pula metoda optimasi Steepest Descent untuk mencari solusi sistem akustik tersebut. Metoda optimasi ini digunakan untuk memecahkan masalah persamaan linier karena kekonvergenan yang cepat menuju solusi [6].

Pada makalah ini dibahas bagaimana menentukan sifat akustik dari sumber tiga dimensi jika informasi medan akustik diketahui. Data yang diketahui adalah tekanan suara pada titik ukur. Metode Steepest Descent digunakan untuk mencari tekanan akustik pada sumber. Gambar 1 memperlihatkan masalah langsung dan masalah inversi pada akustik.

Masalah Langsung Masalah Inversi



Gambar 1. Masalah Langsung dan Masalah Inversi pada Akustik

2. METODE STEEPEST DESCENT

Metode Steepest Descent adalah metode optimasi yang digunakan untuk mencari nilai variabel akustik $\{\phi\}$, yaitu dengan cara melakukan iterasi untuk mendapatkan nilai optimal. Berikut ini merupakan persamaan dari Metode Steepest Descent yang digunakan :

$$r_{(i)} = \{F\} - [G]\{\phi\}_{(i)} \quad (1)$$

$$\alpha_{(i)} = \frac{r_{(i)}^T r_{(i)}}{r_{(i)}^T [G] r_{(i)}} \quad (2)$$

$$\{\phi\}_{(i+1)} = \{\phi\}_{(i)} + \alpha_{(i)} r_{(i)} \quad (3)$$

dengan $r_{(i)}$ merupakan nilai residu yang menandakan seberapa jauh dari nilai $\{F\}$ yang benar dan disebabkan oleh $[G]$, sedangkan $\alpha_{(i)}$ adalah suatu nilai yang dapat memperkecil r .

Persamaan (1) digunakan untuk mencari nilai $r_{(0)}$, sedangkan untuk setiap nilai residu

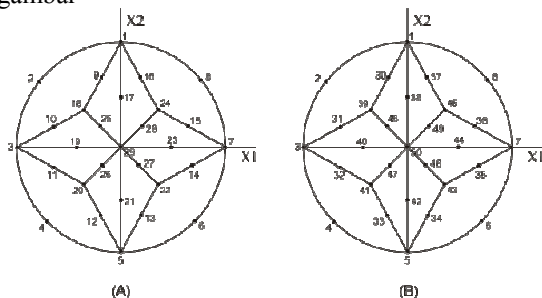
selanjutnya dicari dengan menggunakan persamaan berikut

$$r_{(i+1)} = r_{(i)} - \alpha_{(i)}[G]r_{(i)} \quad (4)$$

Langkah pertama metode *Steepest Descent*, menghitung nilai residu r , kemudian melakukan langkah iterasi dengan mencari nilai konstanta α dan menghitung nilai ϕ . Setelah itu dari hasil iterasi yang diperoleh dari komputasi akan dicari nilai konstanta-konstanta yang memberikan hasil terbaik. Hasil terbaik diartikan sebagai hasil yang memberikan nilai rata-rata error terkecil.

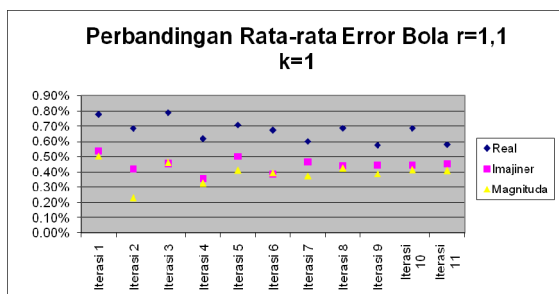
3. UJI KASUS DAN ANALISIS DATA

Pada uji kasus radiasi bola homogen digunakan sumber yang memiliki geometri bola homogen dengan koordinat titik ukur dengan jarak 1,1m dari pusat bola berjari-jari 1m dengan k bernilai 1 dan berada di ruang hampa. Permukaan sumber didiskritisasi dengan menggunakan 50 titik dan 24 elemen, seperti terlihat pada Gambar 2. Letak titik tampak bawah seperti terlihat pada sebelah kiri dan tampak atas pada sebelah kanan gambar



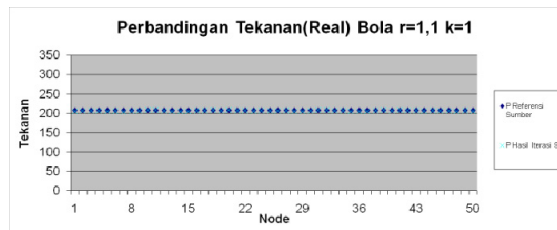
Gambar 2. Koordinat bola homogen 50 titik.
(A). Tampak bawah. (B).Tampak atas

Pada Gambar 3. Ditampilkan grafik perbandingan rata-rata error dari 50 titik pada sumber berbentuk bola dengan jari-jari 1,1 m dan bilangan gelombang satu, uji kasus dilakukan dari iterasi ke satu sampai iterasi ke sebelas, untuk bilangan real, imajiner dan magnituda. Hasil yang memiliki error terkecil terdapat pada iterasi ke sembilan.



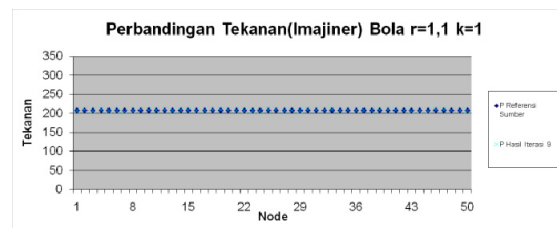
Gambar 3. Grafik perbandingan rata-rata error

Pada Gambar 4. Ditampilkan grafik perbandingan nilai tekanan akustik bagian real dengan nilai tekanan akustik referensi dari 50 titik pada sumber berbentuk bola dengan jari-jari 1,1 m dan bilangan gelombang satu, uji kasus dilakukan pada iterasi ke sembilan.



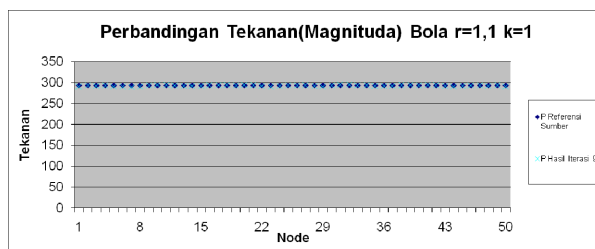
Gambar 4. Grafik perbandingan tekanan(real)

Pada Gambar 5. Ditampilkan grafik perbandingan nilai tekanan akustik bagian imajiner dengan nilai tekanan akustik referensi dari 50 titik pada sumber berbentuk bola dengan jari-jari 1,1 m dan bilangan gelombang satu, uji kasus dilakukan pada iterasi ke sembilan.



Gambar 5. Grafik perbandingan tekanan(imajiner)

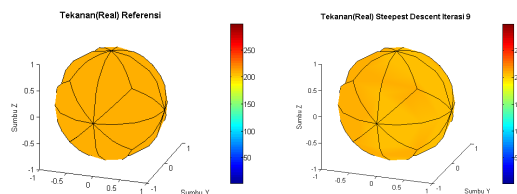
Pada Gambar 6. Ditampilkan grafik perbandingan nilai tekanan akustik bagian magnituda dengan nilai tekanan akustik referensi dari 50 titik pada sumber berbentuk bola dengan jari-jari 1,1 m dan bilangan gelombang satu, uji kasus dilakukan pada iterasi ke sembilan.



Gambar 6. Grafik perbandingan tekanan (magnituda)

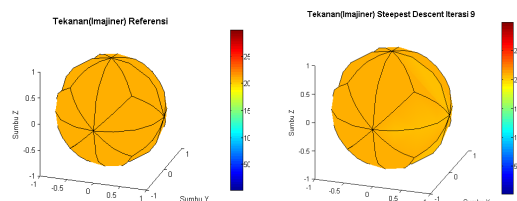
Pada Gambar 7. Pada sebelah kanan ditampilkan hasil rekonstruksi nilai tekanan akustik referensi dan pada sebelah kiri hasil rekonstruksi nilai tekanan akustik bagian real dengan nilai tekanan akustik referensi dari 50 titik pada sumber berbentuk bola dengan jari-jari 1,1 m dan bilangan

gelombang satu, uji kasus dilakukan pada iterasi ke sembilan.



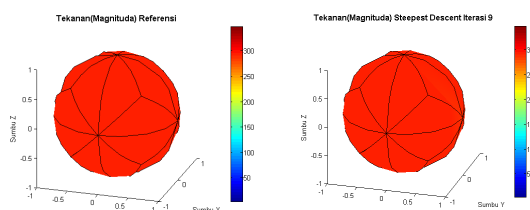
Gambar 7. Perbandingan hasil rekonstruksi tekanan sumber (real)

Pada Gambar 8. Pada sebelah kanan ditampilkan hasil rekonstruksi nilai tekanan akustik referensi dan pada sebelah kiri hasil rekonstruksi nilai tekanan akustik bagian imajiner dengan nilai tekanan akustik referensi dari 50 titik pada sumber berbentuk bola dengan jari-jari 1,1 m dan bilangan gelombang satu, uji kasus dilakukan pada iterasi ke sembilan.



Gambar 8. Perbandingan hasil rekonstruksi tekanan sumber (imajiner)

Pada Gambar 9. Pada sebelah kanan ditampilkan hasil rekonstruksi nilai tekanan akustik referensi dan pada sebelah kiri hasil rekonstruksi nilai tekanan akustik bagian magnituda dengan nilai tekanan akustik referensi dari 50 titik pada sumber berbentuk bola dengan jari-jari 1,1 m dan bilangan gelombang satu, uji kasus dilakukan pada iterasi ke sembilan.



Gambar 9. Perbandingan hasil rekonstruksi tekanan sumber (Magnituda)

4. KESIMPULAN

Untuk uji kasus yang telah dilakukan, metode Steepest Descent dapat digunakan untuk memperoleh informasi akustik pada sumber akustik pada masalah inversi dengan kesalahan yang kecil yaitu dibawah 1%, pada visualisasi diambil iterasi kesembilan karena memberikan rata-rata kesalahan paling kecil yaitu 0,6%.

PUSTAKA

- [1] B. Soenarko and B. Juwono 1997. A Boundary Element Solution for Inverse Problem in Acoustics, *Proceedings Regional Seminar on Computational Methods and Simulation in Engineering*, Bandung, Indonesia, IV.B.3.1 –10.
- [2] Ratnadewi and B. Soenarko 2005. An Inverse Three Dimensional Acoustic Problem Solution for Axisymmetric Source in Full Space Using Boundary Element Method and Generalized Cross-Validation, *Proceedings of International Conference on Applied Mathematics 2005*, Bandung, Indonesia, CP9.
- [3] Ratnadewi, B. Soenarko, D. Kurniadi, W.S. Budhi 2005. Solusi Inversi Akustik untuk Sumber-sumber Simetri Sumbu di Ruang Tak Berhingga dengan menggunakan Metoda Elemen Batas dan Regularisasi Tikhonov, *Prosiding Seminar on Computational Methods and Simulation in Engineering 2005*, Jakarta, Indonesia, 132-137.
- [4] Schuhmaker, Andreas and Jørgen Hald 2003. Sound source reconstruction using inverse boundary element calculations, *Journal Acoustics Society of America* 113 (1), 114-127.
- [5] Seybert, A.F., B. Soenarko, F.J. Rizzo and D.J. Shippy 1986. A special integral equation formulation for acoustic radiation and scattering for axisymmetric bodies and boundary conditions, *Journal Acoustics Society of America* 80 (4), 1241 – 1247.
- [6] Shewchuk, Jonathan Richard. 1994. *An introduction the Conjugate Gradient Method without the argonizing pain*, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, 1-58.

