

Aplikasi Sonifikasi sebagai Alternatif Aksesibilitas Citra Astronomi bagi Tuna Netra

A. Deandra^{1*}, M. Putra¹, M. I. Mandasari², C. Kunjaya¹, D. Herdiwijaya¹, dan Aprilia¹

¹Program Studi Astronomi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Jawa Barat, Indonesia

²Program Studi Fisika Teknik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, Jawa Barat, Indonesia

*E-mail: deandra.aurello@gmail.com

ABSTRAK

Ketergantungan ilmu astronomi akan indra penglihatan membuat ilmu astronomi sulit diakses untuk penyandang tuna netra. Meskipun demikian, terdapat upaya untuk mengomunikasikan astronomi kepada penyandang tuna netra melalui indra pendengaran dan indra peraba. Aplikasi *screen reader* merupakan alat aksesibilitas bagi tuna netra untuk mempersepsi gambar dengan mendeskripsikan apa yang terdapat pada gambar menggunakan kata-kata. Kekurangan dari *screen reader* adalah konsep astronomi yang asing untuk awam sulit untuk dikenali, terutama bagi penyandang tuna netra sejak lahir. Pada penelitian ini dirancang sebuah program sonifikasi citra sebagai alternatif dari aplikasi *screen reader* untuk mengomunikasikan citra astronomi kepada penyandang tuna netra dengan pendekatan bentuk. Program dirancang menggunakan bahasa pemrograman Python 3.8 dan mampu untuk mensionifikasi bentuk secara otomatis serta responsif terhadap perubahan dan perbedaan bentuk. Hasil sonifikasi dari program terancang berupa *file* MIDI yang kemudian dipoles dan diekspor dengan DAW menjadi musik dalam bentuk *file* audio MP3. Setelah dilakukan evaluasi kepada enam penyandang tuna netra, metode sonifikasi ini dinilai berpotensi sebagai alternatif aksesibilitas citra astronomi kepada tuna netra dengan latihan yang cukup.

Kata Kunci: Citra Astronomi – Sonifikasi – Tuna Netra

1 PENDAHULUAN

Astronomi adalah ilmu yang bergantung pada persepsi visual. Observasi langit, baik menggunakan teleskop atau hanya melalui mata telanjang, apresiasi citra astronomi, dan analisis data melalui grafik atau tabel menjadi contoh penggunaan persepsi visual dalam ranah astronomi. Ketergantungan akan persepsi visual dalam astronomi ini menyebabkan astronomi sulit diakses bagi penyandang tuna netra. Akan tetapi, apakah ketidakmampuan seseorang menjadi alasan untuk membatasi ilmu pengetahuan?

Ada beberapa proyek yang bertujuan mengomunikasikan astronomi kepada penyandang tuna netra menggunakan indra lain. Salah satu contohnya adalah proyek *Tactile Universe* dari *University of Portsmouth*¹ yang menggunakan model *3d-printed* dari berbagai benda langit untuk memperkenalkan konsep astronomi kepada penyandang tuna netra menggunakan indra peraba. Astronom tuna netra Diaz-Merced memberikan salah satu aplikasi sonifikasi untuk melakukan sonifikasi data astronomi (Diaz-Merced, *et al.*, 2011).

Sonifikasi dapat didefinisikan sebagai penyajian data menggunakan media suara (Lunn & Hunt, 2011). Kramer (1999) mendefinisikan sonifikasi

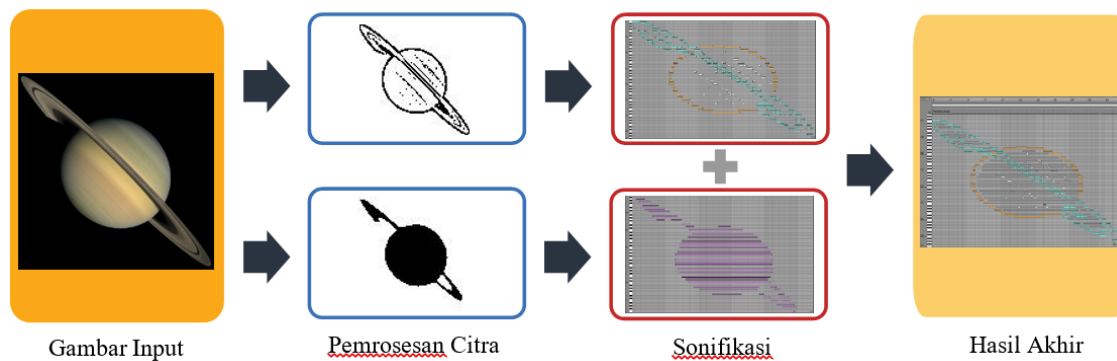
secara lebih spesifik sebagai “penggunaan audio non-wicara untuk menyalurkan informasi.” Definisi dari Kramer inilah yang membedakan sonifikasi dari penggunaan aplikasi *screen reader* yang mendeskripsikan apa saja yang terdapat dalam sebuah citra.

Pada riset ini, potensi sonifikasi untuk mengomunikasikan astronomi kepada penyandang tuna netra diuji. Riset ini menempatkan fokus kepada penyandang tuna netra yang awam terhadap ilmu astronomi sehingga yang akan dilakukan adalah sonifikasi citra astronomi, dan bukan sonifikasi data ilmiah. Dalam pengujian ini, dirancang suatu program sonifikasi citra yang mampu mensionifikasi citra secara semi-manual. Hasil sonifikasi menggunakan metode tersebut kemudian akan dipaparkan kepada penyandang tuna netra.

2 METODE SONIFIKASI

Sonifikasi yang dilakukan memberikan fokus kepada bentuk dan posisi objek yang terdapat pada citra. Sonifikasi menggunakan pendekatan bentuk, yang merepresentasikan bentuk dan posisi objek secara analogis dengan tinggi rendahnya nada atau *pitch*, bukan menggunakan pendekatan warna, yang merepresentasikan warna objek secara analogis dengan *pitch*. Secara garis besar, sonifikasi yang

¹<https://tactileuniverse.org>



Gambar 1. Ilustrasi metode sonifikasi yang dilakukan, dengan memberikan citra Saturnus yang disonifikasi sebagai contoh. Selain gambar input, gambar yang ditunjukkan pada setiap langkah hanya untuk keperluan ilustrasi saja. Gambar yang ditunjukkan pada

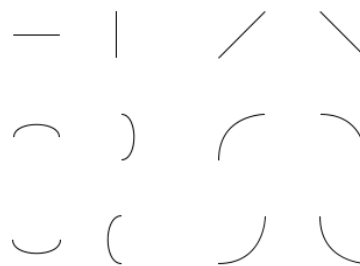
dilakukan dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pemrosesan citra dan tahap sonifikasi. Gambar 1 memberikan ilustrasi, sekaligus contoh, dari sonifikasi yang dilakukan.

Tahap pemrosesan citra mencakup penyesuaian citra masukan sebelum sonifikasi diberlakukan. Dua langkah yang dilakukan pada tahap pemrosesan citra adalah sebagai berikut:

1. Langkah praproses mengubah mode gambar menjadi *grayscale* serta mengubah ukuran citra menjadi $w \times 88 \text{ px}$ dengan 88 piksel adalah tinggi citra setelah diubah dan w adalah lebar citra yang baru sehingga *aspect ratio* citra tetap terjaga.
2. Langkah *image thresholding* dilakukan untuk menentukan objek dan latar belakang pada citra. Dua tipe *thresholding* yang dilakukan adalah *adaptive thresholding* dan *global thresholding*. *Adaptive thresholding* memberikan *outline* dari objek pada citra, sekaligus beberapa aksens detil yang terdapat di dalam objek, sedangkan *global thresholding* memberikan kepenuhan dari objek pada citra.

Tahap sonifikasi yang dilakukan terinspirasi dari MIDI Art, dengan membayangkan hasil dari tahap pemrosesan citra seolah-olah “dijiplak” ke MIDI *Piano Roll*. Terdapat 88 nada yang merepresentasikan tinggi citra. Dasar pemilihan angka 88 adalah asosiasinya dengan instrumen piano, yang pada umumnya memiliki 88 tuts nada dengan rentang A-1 hingga C7². Durasi dari audio yang dihasilkan merepresentasikan lebar citra. Untuk mengurangi disonansi dilakukan penyaringan nada yang didasari oleh tangga nada C pentatonik mayor.

Tahap pemrosesan citra dan tahap sonifikasi yang telah dijelaskan dilakukan secara otomatis menggunakan program yang ditulis dalam bahasa Python 3.8. Tahap sonifikasi dilanjutkan secara manual menggunakan DAW³. Tahap manual ini dilakukan untuk menambahkan instrumen, serta memoles musik yang dihasilkan. Secara spesifik pada citra Saturnus yang terdapat pada Gambar 1, nada sama yang dimainkan berurutan digabung sehingga menghasilkan nada yang dimainkan sekali dengan durasi yang lebih panjang. Selain itu dilakukan pemisahan untuk mendapatkan bagian cincin, tubuh *spheroid*, dan aksens dari hasil sonifikasi *adaptive thresholding*. Hasil pemisahan ini, ditambah dengan hasil *global thresholding* diberikan instrumen yang berbeda, digabungkan menjadi satu dan diekspor menjadi bentuk *file* MP3.



Gambar 2. Garis yang menjadi bahan latihan partisipan.

3 EVALUASI METODE SONIFIKASI

Evaluasi dilakukan di Panti Tuna Netra Titipan Anak Bangsa di Cimahi, Jawa Barat, Indonesia.

²Penamaan register nada (oktaf) mengikuti cara penamaan pada program DAW Ableton. Jika mengikuti penamaan dari ISO, rentang nada adalah A0 hingga C8

³Penjelasan singkat mengenai DAW (*Digital Audio Workstation*) dapat dilihat pada laman berikut: <https://www.masterclass.com/articles/what-is-a-daw>

Evaluasi ini terdiri atas tiga tahap, yaitu tahap latihan, tahap pengujian bentuk, dan tahap pengujian citra. Tahap latihan dilakukan pada 30 Juli 2021 hingga 21 Agustus 2021. Kedua tahap pengujian dilakukan pada tanggal 21 Agustus 2021 dan diikuti oleh enam partisipan dengan rentang usia 16-21.

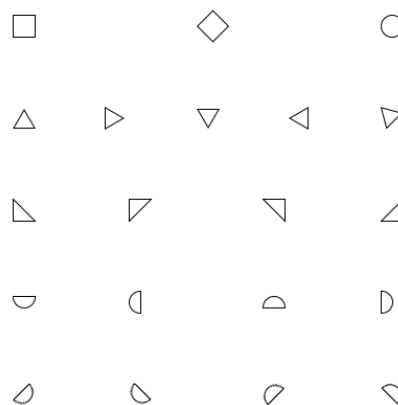
Tahap latihan dilakukan untuk melatih familiaritas partisipan dalam mengenali sonifikasi garis-garis sederhana. Pada tahap ini, partisipan diberikan 12 sonifikasi garis yang dapat dilihat pada Gambar 2. Untuk mengenali garis yang disonifikasikan, partisipan diberikan alat peraga dalam bentuk kertas yang digurat dengan pena tumpul sehingga terbentuk timbunan garis. Pada akhir tahap latihan, dilakukan penilaian kesuksesan tahap latihan. Sebagai penilaian, partisipan diberikan keduabelas sonifikasi garis secara acak, lalu diminta untuk mengidentifikasi garis mana yang tersonifikasi dengan bantuan alat peraga. Banyaknya jawaban yang benar dari setiap partisipan dicatat.

Tahap pengujian bentuk dilakukan untuk menguji apakah partisipan mampu mengenali bentuk yang merupakan gabungan dari garis yang diperkenalkan pada tahap latihan. Partisipan diberikan sonifikasi bentuk bentuk pada Gambar 3 dan diminta untuk mengidentifikasi bentuk yang tersonifikasi dengan bantuan alat peraga yang serupa dengan alat peraga pada tahap latihan. Jawaban partisipan untuk setiap sonifikasi bentuk yang diberikan dicatat, baik jawaban partisipan yang benar maupun jawaban partisipan yang salah.

Tahap pengujian citra dilakukan untuk menguji apakah partisipan mampu mengenali sonifikasi suatu citra sebagai gabungan dari bentuk-bentuk. Pada tahap ini, diberikan sonifikasi Saturnus pada Gambar 1. Partisipan diminta untuk mengenali berapa bentuk yang terdapat pada sonifikasi tersebut dan mendefinisikan salah satu bentuk yang didapat. Banyaknya bentuk yang dapat dipersepsi dan deskripsi dari salah satu bentuk tersebut dicatat.

Dalam tahap pengujian bentuk didapati bahwa kesuksesan persepsi citra menggunakan metode sonifikasi ini bergantung pada keberhasilan pada tahap latihan, yang telah membentuk kesesuaian antara persepsi bentuk dengan suara. Didapati pula bahwa partisipan lebih mudah mempersepsi sonifikasi garis lurus dibandingkan garis lengkung.

Akan tetapi, dalam tahap pengujian citra, didapati bahwa partisipan lebih perseptif terhadap garis lengkung dibanding garis lurus. Selain dari bentuk objek Saturnus yang memiliki bentuk-bentuk melengkung yang dominan, pemilihan instrumen dan penyesuaian volume yang kurang seimbang dapat berperan dalam ketidaksesuaian ini.



Gambar 3. Bentuk yang diujikan ke partisipan pada tahap pengujian bentuk.

Diakui bahwa evaluasi yang dilakukan belum sempurna. Tahap latihan dirasa kurang efektif, dikarenakan latihan yang tidak dilakukan secara intensif dan waktu yang diberikan untuk latihan kurang. Kondisi pengujian yang kurang kondusif serta jumlah partisipan yang terlalu sedikit berpotensi memberikan data yang kurang baik.

4 KESIMPULAN DAN POTENSI

Dalam riset ini, telah dirancang sebuah metode sonifikasi yang mampu untuk mensonifikasi bentuk dan citra secara semi-otomatis. Dengan melatih asosiasi suara dengan bentuk, metode sonifikasi ini dapat menjadi sarana untuk mengomunikasikan astronomi kepada penyandang tuna netra.

Riset ini hanya memberikan salah satu metode sonifikasi yang dapat digunakan untuk mengomunikasikan astronomi kepada penyandang tuna netra. Tidak menutup kemungkinan bahwa metode sonifikasi yang lain lebih baik dalam mengomunikasikan astronomi dibandingkan metode yang diberikan dalam riset ini. Diharapkan adanya inovasi-inovasi baru yang dapat membantu aksesibilitas astronomi kepada masyarakat, bukan hanya penyandang tuna netra, tetapi kepada seluruh masyarakat.

Komunikasi astronomi kepada penyandang tuna netra dapat dilakukan secara *multi-sensory* menggunakan sonifikasi dan indra sentuhan. Salah satu idenya adalah sebuah metode sonifikasi dengan persepsi sentuhan yang menangani persepsi bentuk dan sonifikasi yang menangani persepsi warna. Akan tetapi, kondisi *multi-sensory* dengan indra sentuhan mungkin akan sulit dikembangkan dalam keadaan yang mengharuskan untuk membatasi kontak fisik, sehingga komunikasi harus dilakukan secara jarak jauh.

Ucapan Terima Kasih dan Tautan *File* Audio

Ucapan terima kasih terkhususnya disampaikan kepada penulis pendamping yang berperan sebagai dosen pembimbing dan dosen penguji dalam riset yang menjadi dasar dari dokumen prosiding ini (Deandra, 2021) dan teman-teman partisipan dari Panti Tuna Netra Titipan Anak Bangsa. Hasil MP3 sonifikasi dari citra Saturnus pada Gambar 1 tersedia pada tautan berikut: <https://bit.ly/SaturnSonification>.

5 PUSTAKA

- Deandra, A. (2021). *Aplikasi Sonifikasi sebagai Alternatif Aksesibilitas Citra Astronomi bagi Tuna Netra*. (Tugas Akhir Sarjana). Institut Teknologi Bandung.
- Diaz-Merced, W., et al.. (2011) dalam *Proceedings of the International Astronomic Union*, 7(s285), 133-136. <doi:10.1017/S1743921312000440>
- Kramer, G., et al.. (1999) dalam *International Community for Auditory Display*.
- Lunn, P., & Hunt, A. (2011) dalam *Proceedings of the ADS-VIS 2011: Making visible the invisible: art, design, and science in data visualisation*, 93-99. <<http://eprints.hud.ac.uk/12775/>>