

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Kehilangan fungsi penglihatan berdampak pada pembelajaran yang meliputi, pengembangan konsep, keterampilan komunikasi interpersonal, keterampilan hidup sehari-hari, orientasi dan mobilitas, serta pengembangan akademik (Carney, et.al, 2003). Menurut Lowenfeld (Lowenfeld, 1979); (Willings, 2017), siswa tunanetra memiliki tiga hambatan pokok yaitu hambatan memperoleh aneka ragam pengalaman, sosialisasi dan mobilitas. Ketiga hambatan tersebut harus diatasi dengan penyediaan fasilitas, teknologi bantu yang diperlukan.

Keanekaragaman pengalaman sebagian besar diperoleh melalui indra visual. Siswa tunanetra memperoleh aneka ragam pengalaman melalui indra bukan visual. Keterbatasan keanekaragaman pengalaman siswa tunanetra meliputi berbagai jenis pengalaman maupun kualitas pengalaman. Keterbatasan siswa tunanetra dalam berpindah tempat atau mobilitas akan berpengaruh terhadap khasanah berbagai pengalaman. Semakin besar keleluasaan gerak, semakin memungkinkan untuk memperoleh berbagai macam pengalaman. Keterbatasan berpindah tempat amat berhubungan dengan ragam pengalaman yang mereka peroleh. Siswa tunanetra melakukan komunikasi dengan lingkungan hanya terbatas pada indra bukan visual. Pengalaman harus diperoleh melalui detail atau bagian demi bagian (Baraga, 1986).

Hambatan dalam penguasaan diri dalam interaksi dengan lingkungan adalah keterbatasan dalam kemampuan orientasi dan komunikasi kurang leluasa. Siswa tunanetra terutama anak buta tidak dapat mengetahui ekspresi wajah orang lain di dalam berinteraksi. Kode-kode atau rambu visual tidak akan memiliki arti bagi anak buta. Keterbatasan dalam mengorientasi lingkungan dan mengeksplorasi lingkungan menyebabkan keterlambatan dalam menerima informasi dari lingkungan.

Proses persepsi siswa tunanetra tidak berbeda dengan siswa awas lain, tetapi hanya berbeda pada media modalitasnya. Persepsi dimulai dari adanya stimulus. Proses memahami stimulus (termasuk pendengaran) terdiri dari dua tahap yaitu tahap sensasi dan tahap persepsi (Pinel, 2009). Sensasi dapat dipandang sebagai proses pendeteksian rangsang dengan cara-cara yang sederhana, sedangkan persepsi lebih mengarah pada urutan proses yang lebih tinggi dan kompleks yaitu sudah terjadi pengintegrasian dan penafsiran pola-pola kompleks dari sensasi. Hilangnya fungsi visual menuntut adanya latihan untuk mengembangkan indra-indra lain, terutama indra pendengaran. Indra pendengaran merupakan indra nomor dua setelah indra penglihatan. Pendengaran memberi informasi tentang tempo dan waktu. Pendengaran merupakan indra jarak jauh yang mampu menempuh ruang, Suara dapat memberikan informasi tentang lokasi, penyebab, atau sumber suatu objek (Strickling, 2010).

Keterbatasan siswa tunanetra memperoleh berbagai sumber pengetahuan salah satu dapat diminimalisir dengan mengaudiokan materi yang tidak dapat dilihat oleh siswa tunanetra. Berkaitan dengan hal tersebut perlu diperbanyak buku, referensi,

majalah, atau media cetak lain dimodifikasi menjadi media audio. Melalui pendengaran, siswa mampu memperoleh informasi banyak hal.

Dick & Kubiak (dalam Rosenblum & Smith, 2012) menggambarkan dampak ketunanetraa dapat menyulitkan dalam belajar matematika terutama yang berkaitan dengan arah, kuantitas, bentuk, dan atribut logis adalah jantung dari matematika. Sebagian besar bahasa matematika sangat bergantung pada referensi visual. Deskripsi konsep-konsep matematika yang menarik bagi visualisasi dapat menikmati bagi siswa awas, tetapi bagi siswa tunanetra membutuhkan pemrosesan kognitif yang jauh lebih besar dibanding dengan siswa awas. Gangguan penglihatan menimbulkan tantangan yang paling sulit untuk belajar matematika, meskipun siswa tunanetra dapat mengalami keberhasilan dalam pendidikan matematika, mereka sering menghadapi tantangan yang lebih besar daripada rekan-rekan mereka yang melihat (Beal & Shaw, 2008 dalam Rosenblum; Smith, 2012). Klingenberg, Fosse dan Augestad (2012) menemukan bahwa dalam sampel longitudinal lebih dari 40 tahun, mayoritas (57%) dari pelajar yang buta/kurang lihat belajar matematika di tingkat kelas (tingkat yang sama dengan rekan mereka yang awas). Siswa dengan keunggulan matematika disebabkan oleh kemungkinan mendapat manfaat dari kebutaan mereka dalam hal berurusan semata-mata dengan imajinasi mereka tentang bentuk dan bidang daripada dikotori oleh penggambaran dua dimensi dari mereka sebagai siswa awas (Jackson, 2002). Opini negatif tentang kesulitan belajar matematika bagi siswa tunanetra tidak dapat dipastikan kebenarannya.

Penggunaan simbol matematika Braille yang unik memiliki kesulitan tersendiri bagi siswa tunanetra. Penyediaan buku Braille matematika memerlukan keahlian khusus yaitu keahlian konsep matematika dan kode Braille. Kelangkaan kompetensi inilah sebagai penyebab terbatasnya buku Braille Matematika. Kode Braille matematika tiap negara memiliki perbedaan. Kode ini termasuk kode Matematika Nemeth (Nemeth 1972) digunakan di AS, Kanada, Selandia Baru, Yunani, dan India. Kode Marburg digunakan di Jerman dan Austria kode, Kode Matematika Prancis digunakan di Negera Perancis, ItalBra digunakan sebagai kode matematika Braille di Italia, dan kode Matematika Braille Inggris (Karshmer, Gupta & Pontelli, 2014). Kode Braille Matematika tersebut hanya menampilkan kepentingan negara masing-masing dan berbeda satu dengan yang lain. Indonesia menciptakan kode Braille matematika yang diawali mengkaji kode Braille matematika di berbagai negara tersebut dengan langkah mengadopsi, memodifikasi, dan menyusun kode baru (Kepmendiknas Nomor: 056/U/2000).

Banyak upaya yang telah dilakukan untuk akses ke dalam bahasa matematika. *Screen reader* yang selama ini telah membantu siswa tunanetra untuk akses teknologi, tetapi tidak mampu membaca bahasa matematika dalam berbagai format, misalnya pangkat, akar, integral, dll terutama yang ditulis dalam format *equation*. Upaya yang spektakuler adalah mengkonversi dokumen menjadi file LaTeX yang dapat dibaca oleh *screen reader*. Proyek akses LaTeX dirancang untuk menyediakan terjemahan realtime dari garis LaTeX ke Braille, menggunakan kode Nemeth (USA) atau UEB (Inggris) (Karshmer, Gupta & Pontelli, 2014; Gonzúrová and Hrabák, 2012). Pengembangan tersebut berbasis kode Braille Nemeth-USA dan Unified

English Braille (UEB) dalam bahasa Inggris yang berbeda dengan kode matematika Braille Indonesia.

Membaca dan menulis matematika pada dasarnya berbeda dari membaca dan menulis teks. Kode Braille cukup untuk representasi teks, tetapi tidak mencukupi representasi *equation*, *denomeration* pada simbol-simbol matematika. Teks bersifat linier, sedangkan persamaan matematis dua dimensi (Karshmer & Bledsoe, 2002).

Seseorang akan segera menyadari bahwa persamaan itu mengandung superskrip dan pecahan, keduanya bersifat dua dimensi. Penulisan matematika dua dimensi, misalnya  $x = \sqrt{\frac{3^2+2}{2}}$  dapat dapat disajikan dalam bentuk linier seperti halnya teks menjadi  $x = \text{sqrt}(((3 \text{ superskrip } 2) + 2)/2)$ . Persamaan yang relatif sederhana ini, representasi linier cukup memadai untuk dibaca oleh pengguna tunanetra, tetapi dengan peningkatan kompleksitas menjadi jelas bahwa representasi linear tidak lagi berguna (Karshmer & Bledsoe, 2002)

Kecepatan mengeksplorasi bahan bacaan siswa tunanetra lebih rendah jika dibanding dengan siswa awas. Kecepatan membaca Braille tidak akan mampu menyamai kecepatan minimal membaca huruf cetak yang dilakukan oleh siswa awas. Kecepatan rata-rata membaca dari pembaca Braille yang terampil adalah 90-115 kata per menit, berbanding 250-300 kata per menit untuk mereka yang membaca secara visual (Simon & Huertas, 1998).

Belajar matematika dengan buku Braille bagi siswa tunanetra memerlukan waktu yang lebih lama dibanding dengan siswa awas dengan huruf cetak. Menurut Simon & Huertas (1998), pembaca awas menyerap informasi tertulis melalui fiksasi visual (tatapan mata), dimana bidang persepsi dari masing-masing tatapan mata

meliputi sekurang-kurangnya 15 huruf. Dalam kegiatan membaca Braille, fiksasi taktual (rabaan ujung jari) tidak sebanding dengan fiksasi visual, karena membaca taktual melibatkan koordinasi gerak jari, tangan dan lengan. Fiksasi auditori lebih luas dari fiksasi taktual, sehingga, untuk memperoleh informasi siswa tunanetra menjadi lebih lambat dibanding anak awas. Dalam memperoleh informasi melalui buku, siswa tunanetra yang memiliki kecepatan membaca tidak lebih dari sepertiga jika dibandingkan dengan siswa awas (Jackson, 2012). Salah satu mengatasi permasalahan tersebut adalah memanfaatkan fiksasi audio dalam belajar yaitu dengan buku audio matematika yang dilengkapi dengan fiksasi taktual berupa buku Matematika Braille dan suplemen taktual grafis matematika.

Pemanfaatan indra pendengaran dan indra perabaan secara bersamaan, dapat melengkapi kekurangan masing-masing indra tersebut. Pemanfaatan kedua indra itu secara bersamaan, memberi peluang siswa untuk memperoleh persepsi yang lebih lengkap dibanding dengan hanya memanfaatkan salah satu indra saja. Pada buku matematika dalam format audiotaktual adalah buku matematika yang dikonversi menjadi buku audio dan dilengkapi dengan suplemen taktual digunakan untuk memperoleh asosiasi antara yang didengar dengan tulisan atau sebaliknya. Suplemen taktual grafis dapat, tabel Braille, gambar timbul, ilustrasi taktual lain dari konsep matematika.

Hasil survey yang dilakukan BPMR Yogyakarta tahun 2014 di delapan provinsi yaitu Sumatera utara, Jawa Barat, Jawa Tengah, DIY, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur menemukan bahwa: a) sebanyak 50% guru SMP tunanetra belum menggunakan media audio

pembelajaran dalam proses pembelajarannya; b) sebanyak 69,2% siswa tunanetra jenjang SMP belum menggunakan bahan ajar berbasis audio; c) sebanyak 48,7% siswa tunanetra jenjang SMP menginginkan penyampaian materi pembelajaran melalui cerita atau dongeng yang disajikan dalam bentuk monolog, drama, dialog dan lagu; d) sebanyak 94,4% guru SMP dan 97,4% siswa tunanetra kelas VII SMP berpendapat bahwa media audio pembelajaran dapat memotivasi siswa dalam belajar (BPMR, 2014).

Peningkatan pemanfaatan media audio bagi tunanetra perlu ditingkatkan. Salah satu upaya peningkatan pemanfaatan media audio adalah penyediaan buku audio untuk tunanetra. Berdasarkan pengalaman penulis pembelajaran pada kelas tinggi (kelas IV ke atas) diperlukan media audio agar siswa tunanetra memiliki peluang belajar lebih cepat, menarik dan memberi motivasi, sehingga mereka memiliki kemandirian belajar dan meningkatkan pemahamannya.

BSAT adalah upaya pengembangan desain umum dalam pembelajaran (*universal design for learning/UDL*) berbasis teknologi informasi. UDL dirancang mulai perencanaan pembelajaran dan kerangka penyampaian yang dimaksudkan untuk meningkatkan akses bermakna dan mengurangi hambatan belajar bagi siswa dengan kebutuhan belajar yang beragam (Israel, Ribuffo, & Smith, 2014). Penelitian ini merupakan praksis UDL berupa Buku Matematika Kelas VII yang dapat diakses siswa tunanetra. Berdasarkan konsep ini, maka peneliti memanfaatkan berbagai teknologi untuk dipadukan menjadi ide baru yaitu mengembangkan Buku Siswa Audio Taktual (BAST) Matematika Kelas VII. BSAT dikemas dalam berbagai media dan dapat diakses oleh berbagai perangkat

keras, mulai dari VCD sampai dengan *smartphone*. BSAT disinkronisasi antara audio, huruf Braille standar dan grafik taktil yang dapat digunakan secara terpadu dan atau terpisah. BSAT sub produk audio disinkronisasi secara penuh antara teks lengkap (semua teks yang ada pada Buku Matematika kelas VII yang menjadi sumber), teks Braille penuh (semua teks yang ada pada Buku Matematika kelas VII yang menjadi sumber dan telah dikonversi dalam format Braille), dan audio penuh (narasi dari teks lengkap). BSAT dilengkapi berbagai navigasi antara lain: pengaturan volume, pengaturan kecepatan suara, timbre, pencarian halaman (*go to page*), pencarian judul (*go to title*), *bookmark* (menandai kata-kata penting). Produk BSAT terdiri dari empat jenis *file* yaitu .MP3 untuk audio, *file* html untuk sinkronisasi teks, *file* berekstensi .Brl untuk Braille, dan *file* berekstensi .prn (*Tiger Software Suite /view plus*) dan .BRF (*duxbury*) untuk *file* taktik grafis. Semua produk BSAT dapat disimpan dalam file, sehingga distribusi menjadi lebih mudah, efektif, dan efisien dibanding distribusi buku Braille yang harus didistribusikan secara konvensional. Karakteristik produk dalam penelitian ini adalah Buku Matematika Kelas VII yang ramah untuk semua siswa, khususnya siswa tunanetra yang sekaligus membangkitkan kemandirian, motivasi, *user friendly* dalam belajar, kecepatan menyimak/belajar dan pemahaman.

Berdasarkan permasalahan dan fakta tersebut, maka siswa tunanetra membutuhkan fasilitas berupa ketersediaan BSAT matematika yang memberi kemudahan dalam belajar, memberi motivasi, meningkatkan kemandirian belajar, serta meningkatkan pemahaman siswa dalam belajar matematika yaitu dengan mengembangkan buku matematika audio taktual.

## **B. Identifikasi Masalah**

Semua siswa memiliki hak untuk akses pendidikan yang bermutu. Semua siswa termasuk siswa tunanetra memiliki hak untuk memperoleh fasilitas pendidikan yang sama dengan anak lain tanpa kecuali. Penyediaan bahan ajar/buku pelajaran untuk siswa tunanetra tidak sebanding dengan penyediaan bahan ajar/buku yang disediakan untuk siswa awas. Berdasarkan pengalaman penulis sebagai guru SLB Tunanetra selama 25 tahun lebih memang telah ada upaya untuk penyediaan bahan ajar/buku mata pelajaran untuk siswa tunanetra, tetapi lebih memprioritaskan buku-buku yang dapat diproduksi dengan mudah yaitu buku-buku selain Matematika, Fisika, Kimia. Buku Matematika jika dikonversi dalam huruf Braille tidak serta merta dapat menggunakan aplikasi konversi Braille, tetapi harus dientry secara konvensional, khususnya pada simbol dan ilustrasi matematika.

Penggunaan aplikasi *screen reader* amat membantu siswa tunanetra dalam akses informasi dan pengetahuan, tetapi tidak semua materi yang ada pada bahan ajar/buku matematika dapat diakses oleh aplikasi tersebut. Aplikasi *screen reader* hanya mampu membaca teks saja, dan tidak mampu membaca gambar, *equation*, dan atau teks yang terformat sebagai gambar.

Berdasarkan pengamalaman penulis Buku Matematika dengan jumlah halaman sekitar 20 halaman (harga sekitar Rp.50.000), jika diproduksi dalam huruf Braille akan menjadi sekitar 600 halaman (harga lebih Rp. 500.000). Selain biaya produksi mahal dan sulit, tidak semua isi buku matematika dapat dikonversi dalam huruf Braille.

Belajar dengan buku Braille memerlukan waktu yang amat lama, tidak seperti belajar dengan “mendengarkan” waktunya lebih cepat. Hal ini menuntut ketersediaan bahan ajar/buku matematika audio. Buku Matematika tidak semua isinya dapat dikonversi dalam format audio. Kecepatan menyimak sebanding dengan kecepatan buku audio itu berputar, tetapi belum pasti apa yang didengar memiliki asosiasi yang sama dengan isi teks.

Tidak semua konten buku matematika dapat dikonversi ke dalam media audio. Upaya yang dapat dilakukan adalah melengkapinya dengan suplemen Braille/Taktual. BAST merupakan buku matematika yang terpadu antara media audio dan media taktual yang digunakan secara bersamaan dan atau terpisah antara mendengarkan dan membaca gambar taktual.

### **C. Pembatasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, penulis membatasi pada pengembangan BSAT pada mata pelajaran Matematika SMP/ sederajat kelas VII untuk siswa tunanetra. Pertama pengembangan dibatasi oleh analisis kebutuhan para siswa dan guru terhadap bahan ajar/buku yang digunakan dalam pembelajaran matematika.

Pembatasan kedua adalah lingkup yang diteliti adalah pada: 1) bidang kajian Buku Matematika yang akomodasi menjadi media audio taktual untuk siswa tunanetra; 2) Buku Matematika yang akomodasi untuk audio taktual siswa tunanetra adalah buku SMP/ sederajat kelas VII, semester I; 3) Bentuk akomodasi itu berupa tiga produk yaitu Buku Matematika Braille, Buku Matematika Audio, dan Suplemen taktual.

#### **D. Rumusan Masalah**

Setelah ditemukan masalah utama, maka rumusan masalah dapat disajikan sebagai berikut:

1. Bagaimana para guru memanfaatkan buku sebagai bahan ajar dalam pembelajaran mata pelajaran matematika SMP/SMPLB/MTs/MTs.LB kelas VII untuk siswa tunanetra?
2. Bagaimana menghasilkan buku siswa audiotaktual (BAST) matematika untuk siswa tunanetra SMP/SMPLB/MTs/MTs.LB kelas VII?
3. Seberapa tingkat efektivitas buku matematika audio taktual, dibandingkan dengan buku Matematika Braille dan buku matematika audio kelas VII ditinjau dari aspek kemandirian belajar, motivasi belajar, *user friendly*, kecepatan belajar dan pemahaman.

#### **E. Tujuan Pengembangan**

Adapun tujuan pengembangan buku matematika audio taktual dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi upaya guru dalam memanfaatkan buku sebagai bahan ajar dalam pembelajaran mata pelajaran matematika untuk siswa SMP/sedejat kelas VII siswa tunanetra berdasarkan kondisi saat ini.
2. Menghasilkan produk BSAT matematika untuk siswa tunanetra SMP kelas VII.

3. Mengetahui tingkat efektivitas BSAT ditinjau dari aspek kemandirian belajar, motivasi belajar, *user friendly*, kecepatan belajar dan pemahaman dibandingkan dengan buku Matematika Braille dan buku matematika audio.

## **F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan**

Pengembangan BSAT dalam penelitian ini menggunakan memadukan dua modalitas dalam satu kemasan. Modalitas pertama adalah indra pendengaran untuk buku audio dan indra taktil untuk suplemen taktil/Braille. Buku audio memanfaatkan teknologi DAISY (*digital accesible information system*) dan suplemen taktil/Braille memanfaatkan taktil grafik.

Model DAISY yang dipilih adalah *full audio, full text and full synchronization* yaitu disajikan dalam tayangan kata penuh dan audio penuh serta sinkronisasi penuh. Pengguna dapat mencari, tempat *bookmark*, tepatnya menavigasi baris demi baris, dan mengatur kecepatan berbicara tanpa distorsi. DAISY juga menyediakan akses *aurally*, referensi dan informasi tambahan. Pengguna BSAT ini untuk menavigasi sesuatu yang kompleks sebagai ensiklopedia, atau teks buku, dan lebih nyaman, lebih aksesibel, dibanding dengan buku rekaman audio konvensional.

Grafik taktil diproduksi dengan *Tiger Software Suite* yaitu perangkat lunak dapat menyajikan grafis Braille yang dapat disimpan dalam file dan dicetak dengan EmBraille atau dibuat dengan *software Duxbury* dan dicetak dengan *embosser*. Pilihan ini lebih murah dibanding diproduksi dengan *thermoform*. *Thermoform* selain biaya produksi mahal, distribusi dan penyimpanan tidak praktis.

## **G. Manfaat Pengembangan**

Pengembangan BSAT Matematika SMP dalam penelitian ini diharapkan memiliki manfaat praktis dan teoritis, yaitu sebagai berikut:

### **1. Manfaat praktis:**

- a. Terproduksinya BSAT Matematika SMP yang dapat digunakan oleh siswa tunanetra.
- b. Informasi yang diperoleh dari hasil penerapan media, diharapkan dapat digunakan oleh siswa tunanetra sebagai pengguna.
- c. Implikasi faktor yang mempengaruhi yang dapat digunakan perbaikan dalam produksi BSAT.

### **2. Manfaat teoritis**

- a. Penelitian ini dapat memperkaya teori pembelajaran untuk siswa tunanetra melalui media audio.
- b. Memberikan inspirasi penelitian lain untuk mengembangkan BSAT Matematika SMP lain.
- c. Mengembangkan teori media audio taktual untuk siswa tunanetra.

## **H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan**

### **1. Asumsi Pengembangan**

- a. Kehilangan fungsi penglihatan pada siswa tunanetra mendorong pemanfaatan indra lain semakin optimal.
- b. Indra pendengaran dan atau perabaan tidak akan mampu menggantikan semua fungsi indra penglihatan, siswa mampu mengkompensasikan kehilangan penglihatan ke indra lain, khususnya pendengaran dan

perabaan. Pemanfaatan kedua indra secara bersamaan akan lebih efektif sebagai media belajar dibanding pemanfaatannya secara tunggal (pendengaran saja atau perabaan saja).

## 2. Keterbatasan Pengembangan

Produk BSAT mencakup pemanfaatan teknologi audio dan teknologi taktual, sehingga memiliki keterbatasan yaitu.

- a. Pengembangan yang dilakukan hanya satu jenis buku yaitu Buku Matematika SMP/ sederajat kelas VII semester I untuk siswa tunanetra
- b. Pengembangan produk adalah hasil pemanfaatan berbagai aplikasi untuk menghasilkan Buku Matematika yang aksesibel untuk siswa.