

## **INOVASI ALAT UKUR BESARAN FISIKA BERHURUF BRAILLE UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PSIKOMOTORIK SISWA TUNANETRA MELALUI PRAKTIKUM IPA**

**Delhawati I.R<sup>\*</sup>, Rina Supriyani<sup>\*</sup>, Unik Ika P<sup>\*</sup>, Tolaal Badru<sup>\*</sup>, Janu Arlinwibowo<sup>\*\*</sup>**

*<sup>\*</sup>Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta*

*<sup>\*\*</sup>Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta*

### **Abstrak**

Siswa tunanetra memiliki keterbatasan dalam penglihatan sehingga menghambat dalam kegiatan praktikum terutama pengukuran yang menuntut peran aktif visual. Melihat hal ini maka dibutuhkan suatu inovasi alat ukur besaran fisika untuk siswa tunanetra dengan mengoptimalkan indera-indera yang masih berfungsi. Adapun inovasi alat ukur yang akan dibuat adalah alat ukur untuk besaran panjang, massa, gaya, dan volume dengan menggunakan huruf Braille. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas alat ukur besaran fisika berhuruf Braille untuk siswa tunanetra dalam praktikum IPA dan mengetahui keefektifan penggunaan alat ukur besaran fisika berhuruf Braille terhadap kemampuan psikomotorik siswa tunanetra dalam praktikum IPA.

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian pengembangan. Penelitian pengembangan dilakukan dengan menggunakan model 4-D yang memiliki 4 tahap antara lain: pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penerapan. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, studi pustaka, dokumentasi, wawancara, uji validitas media, dan eksperimen. Metode analisis data yang digunakan adalah deskriptif analitik kualitatif yaitu dengan menginterpretasikan data yang secara kualitatif.

Hasil dari penelitian ini adalah alat ukur besaran fisika berhuruf Braille berupa Mistar Braille untuk mengukur besaran panjang, Neraca Pegas Braille untuk mengukur besaran massa dan gaya, Gelas Ukur Braille untuk mengukur volume benda, serta LKS sebagai penuntun percobaan dalam praktikum. Kualitas dari ketiga alat ukur besaran fisika tersebut tergolong baik. Hal ini ditunjukkan dengan terpenuhinya lima aspek sebagai syarat kelayakan alat ukur, yaitu validitas, reliabel, dapat digunakan secara internasional, mudah diproduksi, dan *safety*. Penggunaan alat ukur besaran fisika berhuruf Braille dapat dikatakan efektif dalam meningkatkan kemampuan psikomotorik siswa tunanetra. Hal ini dapat dilihat dari kemampuan awal siswa tunanetra yang belum pernah melakukan kegiatan pengukuran secara utuh menjadi bisa melakukan pengukuran secara utuh sebagaimana siswa awas. Peningkatan kemampuan psikomotorik siswa tunanetra didasarkan pada tercapainya lima aspek kemampuan psikomotorik dalam praktikum, yaitu kemampuan memahami tugas, mengorganisasikan kerja, penggunaan alat ukur, ketepatan melakukan pengukuran, dan keterampilan menggunakan alat ukur.

**Kata kunci:** tunanetra, alat, fisika, Braille, psikomotorik

### **PENDAHULUAN**

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang saat ini sedang gencar menggalakkan program pembangunan nasional di berbagai bidang dan aspek kehidupan. Dalam Undang-Undang Dasar 1945 pasal 31 ayat 1 dinyatakan bahwa setiap warga negara mempunyai kesempatan yang sama memperoleh pendidikan. Tidak terkecuali siswa tunanetra sebagaimana orang awas lainnya, membutuhkan pendidikan untuk mengembangkan potensi yang dimilikinya secara optimal.

Salah satu prinsip pengajaran untuk anak tunanetra adalah prinsip aktivitas. Prinsip aktivitas mengandung pengertian bahwa dalam kegiatan pembelajaran diharapkan guru dapat mendorong dan menciptakan suasana yang mengaktifkan siswa. Dalam melakukan aktivitas pemahaman konsep anak tunanetra akan menyeluruh dan mendalam (Arviana Lailly, 2010: 17-18)

IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) merupakan pelajaran yang cenderung membutuhkan banyak penalaran dan pemahaman, sehingga diperlukan suatu media untuk mempermudah bagi siswa tunanetra dalam memahami pelajaran yang dimaksud. Sedangkan hambatan yang mereka alami ketika mereka belajar IPA adalah banyaknya materi yang menuntut peran aktif visual dalam menerima materi misalnya ketika mempelajari Fisika. Materi fisika disajikan dalam fakta-fakta gejala alam yang dituangkan dalam matematis, sedangkan salah satu materi praktikum adalah

bagaimana cara melakukan pengukuran besaran fisika misalnya panjang, massa, gaya, volum yang mana merupakan konsep dasar dalam mempelajari Fisika.

Siswa tunanetra memiliki keterbatasan dalam penglihatan sehingga menghambat dalam kegiatan praktikum IPA khususnya Fisika dikarenakan membutuhkan kemampuan untuk menggunakan alat pengukuran yang mana identik dengan pembacaan skala. Dalam kegiatan pengukuran diperlukan alat ukur agar mendapat nilai kuantitatif besaran fisisnya.

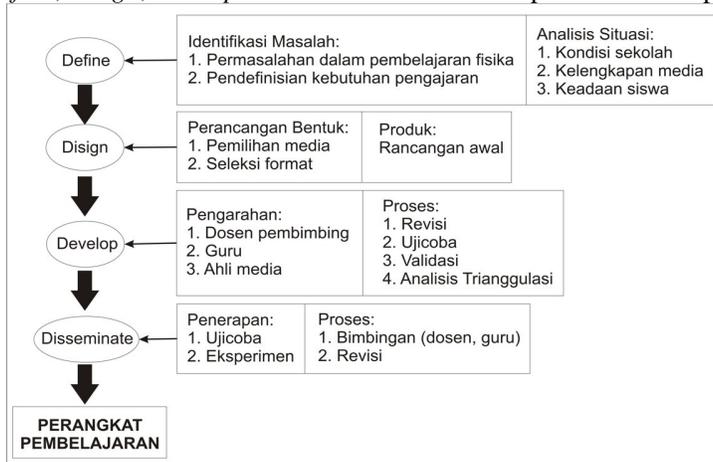
Melihat hal ini maka dibutuhkan suatu inovasi alat ukur besaran fisika yang dapat digunakan dalam praktikum IPA untuk siswa tunanetra. Adapun inovasi alat ukur yang akan dibuat adalah alat ukur panjang, massa, volum, dan gaya dengan menggunakan huruf Braille. Dengan inovasi alat tersebut diharapkan siswa tunanetra dapat mengetahui cara mengukur besaran sebagai bekal pemecahan masalah kehidupan sehari-hari sehingga dapat meningkatkan kemandirian hidup.

Melihat masalah tersebut maka dapat dirumuskan (1) bagaimanakah kualitas alat ukur besaran fisika berhuruf Braille untuk siswa tunanetra dalam praktikum IPA dan (2) bagaimanakah keefektifan penggunaan alat ukur besaran fisika berhuruf Braille terhadap kemampuan psikomotorik siswa tunanetra dalam praktikum IPA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk (1) mengetahui kualitas dari alat ukur besaran Fisika berhuruf Braille untuk siswa tunanetra dalam praktikum IPA dan (2) mengetahui keefektifan penggunaan alat ukur besaran fisika berhuruf Braille terhadap kemampuan psikomotorik siswa tunanetra dalam praktikum IPA.

Manfaat dari penelitian ini secara teoritis diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi mengenai pengembangan media pembelajaran bagi siswa tunanetra dalam pembelajaran sebagai wahana pendidikan siswa tunanetra serta dalam pengembangan kurikulum IPA untuk siswa tunanetra. Sedangkan manfaat praktisnya adalah membantu dan memotivasi siswa tunanetra untuk dapat melakukan pengukuran dalam praktikum IPA sebagaimana siswa awas, alat ini dapat digunakan untuk berbagai jenis percobaan IPA, mengembangkan kemampuan psikomotorik siswa tunanetra, dan memberi motivasi kepada guru SLB untuk dapat mengembangkan media pembelajaran bagi siswa tunanetra.

## METODE PENELITIAN

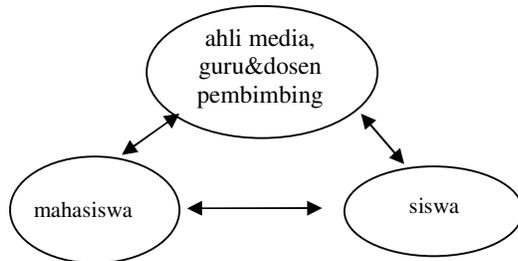
Penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian pengembangan. Berdasarkan Thiagarajan dan Semmel 1975:5 (Rahayu Dwisiwi, 2002), penelitian pengembangan dilakukan dengan desain penelitian menggunakan model 4-D (*Four D Models*) yang memiliki 4 tahap antara lain: *define, design, develop* serta *disseminate*. Desain penelitian ini dipaparkan pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan Desain Penelitian 4-D

Subjek penelitian ini adalah alat ukur besaran fisika berhuruf Braille berupa Mistar Braille, Neraca Pegas Braille, dan Gelas Ukur Braille. Sedangkan objek penelitian adalah 3 orang siswa tunanetra kelas X. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara, dokumentasi, studi pustaka, uji validasi media, dan eksperimen. Instrumen dalam penelitian ini adalah lembar observasi (untuk observasi proses pembelajaran awal, memonitor setiap tahapan pengembangan, dan mengevaluasi setiap tahapan pengembangan dan proses pelaksanaan penelitian), lembar wawancara, LKS, Lembar Observasi Kegiatan Siswa (LOKS), serta angket

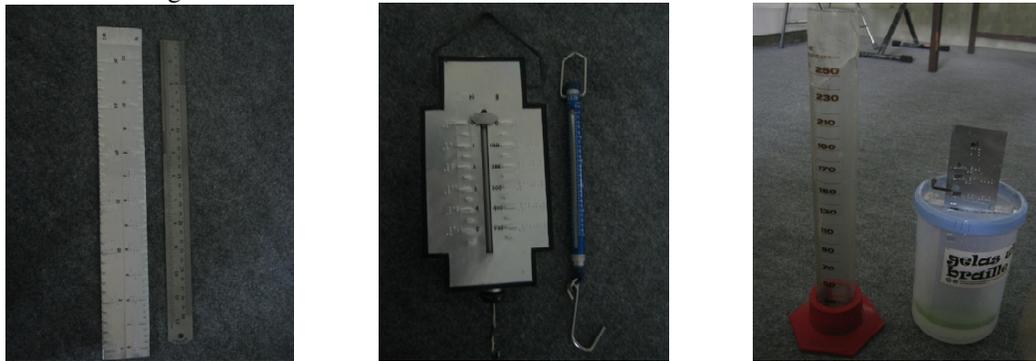
untuk mengetahui respon siswa terhadap inovasi alat ukur besaran Fisika berhuruf Braille. Teknik analisis data adalah deskriptif analitik kualitatif yaitu dengan menginterpretasikan data secara kualitatif.



Gambar 2. Skema analisis keberhasilan pengembangan perangkat pembelajaran

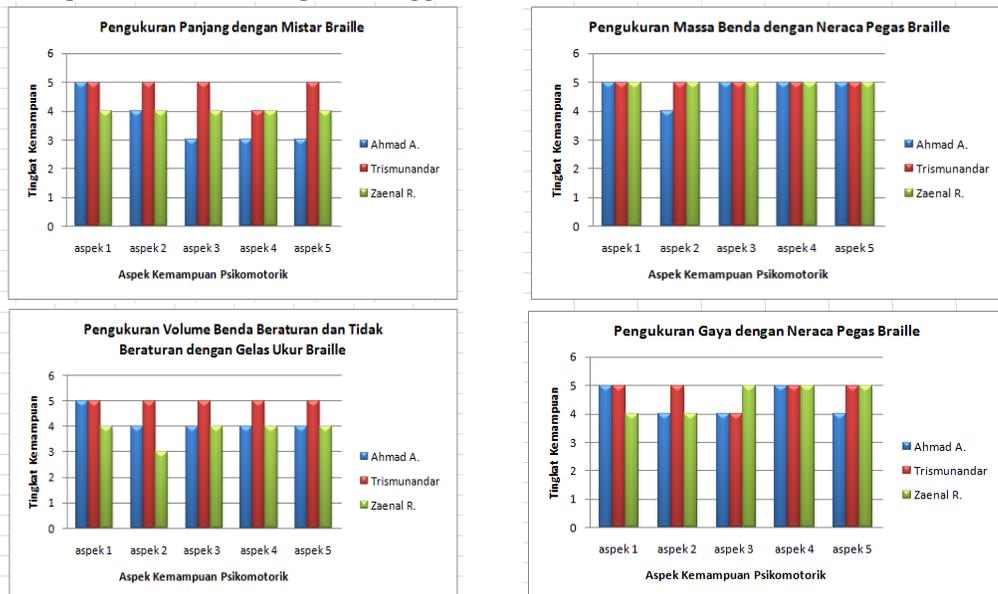
### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah alat ukur besaran fisika berhuruf Braille berupa Mistar Braille untuk mengukur panjang, Neraca Pegas Braille untuk mengukur massa dan gaya, serta Gelas Ukur Braille untuk mengukur volume benda.



Gambar 2. Perbandingan alat ukur besaran fisika orang awas dan berhuruf Braille

Kemampuan psikomotorik siswa tunanetra dalam menggunakan alat ukur berhuruf Braille tersebut berdasarkan lima aspek kemampuan psikomotorik dalam praktikum, yaitu aspek 1 adalah kemampuan memahami tugas, aspek 2 adalah kemampuan mengorganisasikan kerja, aspek 3 adalah kemampuan penggunaan alat ukur, aspek 4 adalah kemampuan ketepatan melakukan pengukuran, dan aspek 5 adalah keterampilan menggunakan alat ukur.



Gambar 3. Kemampuan Psikomotorik siswa tunanetra terhadap penggunaan alat ukur besaran fisika berhuruf Braille

#### A. Kualitas Alat Ukur Besaran Fisika Berhuruf Braille

Dalam proses penilaian kualitas digunakan penilaian melalui beberapa aspek yang menjadi syarat alat ukur. Adapun empat aspek yang menjadi acuan adalah validitas (dapat dipercaya), *reliable* (dapat digunakan berkali-kali dan hasilnya yang terukur nilainya sama), dapat digunakan secara internasional, dan mudah diproduksi. Selain dari keempat aspek tersebut terdapat satu aspek lain, yaitu keamanan. Aspek keamanan menjadi salah satu aspek terpenting dalam keberhasilan proses pembelajaran. Adapun analisis mengenai kualitas dengan mengacu kelima aspek yang telah terpapar diatas adalah sebagai berikut:

##### 1. Mistar Braille

Mistar Braille dikalibrasi dengan acuan mistar buatan pabrik. Mistar Braille memiliki ketelitian hanya sampai dengan 0.5 cm. Alasan utama dari hal tersebut adalah simbol penunjuk yang harus timbul sehingga jika Mistar Braille dibuat dengan tingkat ketelitian lebih tinggi akan menimbulkan kebingungan siswa dalam membacanya.

Dalam proses uji coba, alat ini digunakan untuk mengukur suatu benda. Pada proses uji coba ini, guru, ahli media, dan siswa tunanetra dikondisikan untuk mengukur benda yang sama dan menunjukkan hasil yang sama pula. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa mistar Braille memenuhi syarat reliabel karena menghasilkan hasil pengukuran yang sama oleh semua kalangan.

Mistar Braille memiliki beberapa komponen penting, yaitu skala, simbol angka, dan satuan. Skala ditentukan berdasarkan kalibrasi dengan mistar biasa. Untuk menandai besar skala digunakan angka Braille. Proses penulisan berdasarkan kaidah penulisan huruf Braille yang berlaku secara internasional. Mistar Braille dilengkapi dengan dua satuan panjang yaitu inci dan centimeter. Pemilihan kedua satuan tersebut didasarkan pada kebutuhan mayoritas masyarakat secara internasional.

Proses pembuatan mistar Braille notabene sangat sederhana. Mistar Braille hanya terdiri dari dua bahan, yaitu penampang, lem dan lempeng aluminium dengan tebal 0,01 mm. Untuk proses pembuatannya hanya membutuhkan reglet dan penggaris biasa.

##### 2. Neraca Pegas Braille

Neraca Pegas Braille dibuat dengan mengkalibrasi dengan acuan neraca pegas buatan pabrik yang telah memenuhi standar internasional. Neraca Pegas Braille dibuat menggunakan pegas dengan konstanta pegas 50 N/m dengan berat maksimal yang dapat diukur 550 gram dan maksimal gaya yang dapat diukur 5,5 N. Neraca pegas Braille memiliki tingkat ketelitian pengukuran massa 50 gram dan tingkat ketelitian pengukuran gaya 0,5 N.

Dalam proses uji coba, alat ini digunakan untuk mengukur massa dan gaya suatu benda. Pada proses uji coba ini, guru, ahli media, dan siswa tunanetra dikondisikan untuk mengukur massa benda yang sama dan menunjukkan hasil yang sama pula. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa Neraca Pegas Braille memenuhi syarat reliabel karena menghasilkan hasil pengukuran yang sama oleh semua kalangan.

Neraca Pegas Braille memiliki beberapa komponen penting, yaitu skala, simbol angka, dan satuan. Neraca Pegas Braille dilengkapi dengan dua satuan yaitu satuan massa adalah gram dan satuan gaya adalah newton. Pemilihan kedua satuan tersebut didasarkan pada standar neraca pegas yang digunakan secara internasional. Skala massa ditentukan berdasarkan kalibrasi dengan menggunakan berbagai beban yang diukur dengan neraca digital, sedangkan skala gaya dengan perhitungan  $w = m.g$  dengan percepatan gravitasi  $g$  bernilai  $10 \text{ m/s}^2$ . Untuk menandai besar skala digunakan angka Braille.

Proses penulisan berdasarkan kaidah penulisan huruf Braille yang berlaku secara internasional. Proses pembuatan Neraca Pegas Braille notabene sederhana. Neraca Pegas Braille hanya terdiri dari pegas, penampang aluminium dengan tebal 0,7 mm, lem dan lempeng aluminium dengan tebal 0,01 mm. Untuk proses pembuatannya skala dengan bantuan reglet.

##### 3. Gelas Ukur Braille

Gelas Ukur Braille dibuat dengan mengkalibrasi dengan gelas ukur buatan pabrik yang telah memenuhi standar internasional. Selain komparasi dengan gelas ukur pabrikan, proses

kalibrasi juga dilakukan dengan komparasi hasil perhitungan volume benda yang beraturan dengan hasil pengukuran dengan Gelas Ukur Braille. Gelas Ukur Braille yang dibuat terdiri atas dua varian, ukuran 800 ml dan 400 ml. adapun tujuannya adalah untuk memberikan variasi pengalaman siswa tunanetra dalam proses pengukuran volume, karena perbedaan ukuran Gelas Ukur Braille akan diikuti dengan perbedaan tingkat ketelitian skala. Untuk Gelas Ukur Braille dengan ukuran 800 ml memiliki tingkat ketelitian pengukuran 50 ml dan 400 ml memiliki tingkat ketelitian pengukuran 25 ml. Alasan pembuatan dua varian juga merujuk pada kebutuhan dalam pengukuran volume benda.

Dalam proses uji coba, alat ini digunakan untuk mengukur volume suatu benda baik beraturan maupun tak beraturan. Pada proses uji coba ini, guru, ahli media, dan siswa tunanetra dikondisikan untuk mengukur benda yang sama dan menunjukkan hasil pengukuran yang sama pula. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa Gelas Ukur Braille memenuhi syarat reliabel karena menghasilkan hasil pengukuran yang sama oleh semua kalangan.

Gelas Ukur Braille memiliki beberapa komponen penting, yaitu skala, simbol angka, dan satuan. Skala ditentukan berdasarkan kalibrasi dengan gelas ukur. Untuk menandai besar skala digunakan angka Braille. Proses penulisan berdasarkan kaidah penulisan huruf Braille yang berlaku secara internasional.

Proses pembuatan Gelas Ukur Braille notabene sangat sederhana. Neraca Pegas Braille hanya terdiri dari enam bahan, yaitu pelampung, toples, akrilik, paku, lem dan lempeng aluminium dengan ketebalan 0,01 mm. Untuk proses pembuatannya hanya membutuhkan reglet dan gelas ukur.

Melalui proses ujicoba dilakukan kepada tiga siswa tunanetra kelas X, ketiga alat tersebut terbukti aman untuk digunakan karena pada proses pengukuran tidak terluka. Pada akhir proses ujicoba tidak ditemukan keluhan siswa mengenai keluhan alat. Siswa memperlihatkan ekspresi kesenangan dalam pengukuran.

#### **B. Efektivitas Penggunaan Alat Ukur Besaran Fisika Berhuruf Braille**

Dalam uji efektivitas alat ukur besaran fisika berhuruf braille dilakukan melalui tiga tahapan, tahapan pertama adalah observasi mengenai pengetahuan dan kemampuan awal siswa tunanetra, tahapan kedua adalah pengamatan proses praktikum pengukuran panjang, massa, gaya, volume, dan massa jenis dengan Mistar Braille, Neraca Pegas Braille, dan Gelas Ukur Braille dan tahapan ketiga adalah refleksi setelah selesai praktikum.

Siswa tunanetra memiliki keterbatasan dalam memperoleh informasi jika dibandingkan dengan siswa awas. Dalam perolehan informasi pada pelajaran fisika, terjadi kesenjangan antara siswa awas dan tunanetra dimana pelajaran ini menuntut siswa melakukan praktik untuk memperdalam pemahaman ilmu. Dalam materi pengukuran siswa tunanetra mengetahui konsep dengan tambahan sedikit pengalaman. Siswa tunanetra mengetahui apa yang dimaksud dengan besaran dan satuan dari besaran tersebut. Siswa dapat menyebutkan secara lancar satuan-satuan panjang dan mampu mengkonversikan dari satuan ke satuan lain. Pengetahuan tersebut tidak didampingi dengan pengalaman yang memadai karena skala, penunjuk hasil, dan keterangan alat yang digunakan sebagai alat ukur menggunakan huruf awas sehingga tidak dapat dibaca oleh siswa tunanetra. Pengenalan alat ukur panjang hanya sebatas pengenalan bentuk saja tanpa disertai dengan pengalaman penggunaan. Pengalaman mengukur panjang diperoleh dengan melakukan pengukuran sederhana tanpa menggunakan alat ukur baku seperti, jengkal, langkah kaki, dan perkiraan.

Untuk informasi mengenai besaran massa, kondisinya sama dengan dengan besaran panjang. Siswa tunanetra mengetahui konsep dan lihai dalam mengkonversikan besar massa dari satuan ke satuan lain. Siswa mengidentikkan alat ukur besaran massa dengan timbangan karena proses penimbangan badan merupakan satu-satunya pengalaman yang mereka miliki. Pada proses penimbangan badan pun siswa tunanetra tidak dapat menimbang secara mandiri sehingga butuh bantuan orang awas untuk membacakan hasil pengukuran.

Pembelajaran volum adalah pembelajaran dengan pengalaman aplikasi yang paling minimal jika dibandingkan dengan panjang dan massa. Siswa tunanetra hanya sebatas memahami konsep dan mengetahui satuan-satuannya. Guna pemahaman lebih lanjut siswa hanya mampu untuk membayangkan saja walaupun sering sekali mendapati orang awas

menggunakan acuan volum sebagai proses jual beli. Dari sampel yang diamati, Trismunandar yang memiliki wawasan penggunaan besaran volum paling banyak. Trismunandar melakukan uji coba mengukur volum air saat olimpiade matematika nasional. Itupun hanya sebatas menuangkan air pada gelas yang sudah ditentukan volumenya.

Pada kegiatan praktikum, saat melakukan percobaan pengukuran panjang, siswa tunanetra tidak kesulitan menentukan panjang beberapa benda. Adapun benda yang diukur adalah papan, balok, dan buku. Trismunandar mampu mengoperasikan alat secara baik, hanya saja pada saat penempatan penggaris seringkali bergeser sehingga dibutuhkan beberapa kali untuk menentukan panjang secara tepat. Untuk Abdullah membutuhkan pengarahannya yang lebih lanjut mengenai penentuan skala nol.

Pada kegiatan praktikum pengukuran massa, siswa tunanetra tidak mengalami kesulitan menentukan massa suatu benda. Namun untuk Abdullah, masih memerlukan sedikit bantuan dalam mengitu instruksi yang ada pada LKS. Adapun benda yang diukur adalah beberapa benda dengan bentuk yang sama namun massanya berbeda-beda sehingga siswa mampu memahami bahwa benda yang memiliki bentuk yang sama belum tentu memiliki massa yang sama.

Saat kegiatan praktikum pengukuran gaya sama halnya saat melakukan pengukuran massa, siswa tidak menemui kesulitan yang berarti. Alat ukur yang digunakan sama dengan alat ukur untuk menentukan massa yaitu Neraca Pegas Braille. Pada praktikum ini, siswa melakukan percobaan dengan melakukan gaya tarik kemudian diukur besarnya gaya tarik tersebut.

Selanjutnya pada kegiatan praktikum pengukuran volum, siswa mengukur volum benda beraturan dan tidak beraturan. Untuk benda beraturan, siswa juga mengukur volum balok secara terhitung dan terukur kemudiannya membandingkan hasilnya. Pada praktikum ini, para siswa mampu memahami instruksi yang ada pada LKS. Hanya saja Zaenal masih memerlukan sedikit bantuan dalam memahami instruksi maupun menggunakan alat.

Kegiatan praktikum yang terakhir yaitu pengukuran massa jenis suatu benda. Massa jenis dapat mereka ketahui dengan mengukur massa benda dan volumenya. Pada proses pengukuran massa jenis benda, siswa dituntut untuk memahami dua konsep sekaligus, yaitu massa dan volum benda. Sehingga praktikum ini dapat dikatakan lebih sulit dibandingkan dengan praktikum-praktikum sebelumnya. Trismunandar lebih menguasai kegiatan pengukuran massa jenis jika dibandingkan dengan Zaenal dan Abdullah yang membutuhkan sedikit bantuan dalam melakukan praktikum ini.

Penggunaan alat ukur besaran fisika berhuruf Braille efektif dalam meningkatkan kemampuan psikomotorik siswa tunanetra dalam praktikum IPA. Hal ini dapat dilihat dari kemampuan awal siswa tunanetra yang belum pernah melakukan kegiatan pengukuran secara utuh menjadi bisa melakukan pengukuran secara utuh sebagaimana siswa awas.

## **SIMPULAN**

Simpulan dari penelitian ini adalah (1) kualitas dari alat ukur besaran fisika berupa Mistar Braille, Neraca Pegas Braille, dan Gelas Ukur Braille tergolong baik dan layak digunakan sebagai media ajar untuk siswa tunanetra. (2) Penggunaan alat ukur besaran fisika berhuruf Braille berupa Mistar Braille, Neraca Pegas Braille, dan Gelas Ukur Braille efektif dalam meningkatkan kemampuan psikomotorik siswa tunanetra.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Astono, Juli, dkk. 2010. *Pengembangan Model Praktikum Sains Untuk Siswa Tunanetra Melalui Pendekatan Konstruktivis Serta Aplikasinya Pada Pendidikan Inklusif*. Cakrawala Pendidikan, Februari 2010, Th. XXIX, No. 1
- Lailly, Arviana. 2010. *Penerapan metode survey, Queation, Read, Reate, review (SQ3R) untuk meningkatkan kemampuan membaca pemahaman siswa unanetra*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta
- Rahayu Dwisiwi. 2002. *Pengembangan media pembelajaran (modul research and development approach)*. Yogyakarta: Jurdik Fisika UNY.