

**RANCANG BANGUN TEKNOLOGI MULTIFUNCTION EQUIPMENT  
UNTUK PEMERATAAN AKSES PENDIDIKAN  
BAGI PENYANDANG TUNA NETRA DAN TUNA RUNGU  
DALAM PRAKTIKUM SAINS REALISTIK<sup>\*)</sup>**

Oleh:  
Pujianto dkk.

pujianto@uny.ac.id

Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

**Abstrak**

Pada dasarnya penelitian ini bertujuan untuk: 1) menghasilkan kit praktikum menggunakan teknologi *multifunction equipment* untuk eksperimen sains realistik (demonstrasi dan eksperimen) yang dapat digunakan siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu; 2) mengembangkan modul eksperimen dan LKS dengan bahasa *Braille* yang dapat mengakomodasi kebutuhan belajar siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu; 3) mengembangkan model eksperimen sains dengan pendekatan konstruktivis bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu; 4) mengembangkan model evaluasi proses dan produk pembelajaran sains untuk siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu; 5) mendesain strategi belajar mengajar yang dapat mengoptimalkan aktivitas langsung (pengalaman belajar) bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.

Metode penelitian yang digunakan menggunakan desain penelitian pengembangan R & D menurut Cennamo dan Kalk (2005:6). Dalam model spiral ini dikenal 5 (lima) fase pengembangan yakni: (1) definisi (*define*), (2) desain (*design*), (3) peragaan (*demonstrate*), (4) pengembangan (*develop*), dan (5) penyajian (*deliver*). Sebagai populasi adalah seluruh siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu serta sebagai sampel adalah siswa SLB penyandang tuna netra dan tuna rungu di DIY yang diambil menurut *stratified random sampling*.

Hasil yang telah dicapai pada tahun pertama ini adalah: 1) telah berhasil dikembangkan kit praktikum menggunakan teknologi *multifunction equipment* untuk eksperimen sains realistik (demonstrasi dan eksperimen) yang dapat digunakan siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu; 2) pengembangan modul eksperimen dan LKS dengan bahasa *Braille* yang dapat mengakomodasi kebutuhan belajar siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu telah berhasil dikembangkan 75%. Finalisasi berupa implementasi di kelas akan dilakukan pada tahun kedua; 3) telah berhasil dikembangkan rancangan model eksperimen sains dengan pendekatan konstruktivis bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu; 4) telah dihasilkan alat evaluasi proses dan produk pembelajaran sains untuk siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu; 5) telah dihasilkan desain strategi belajar mengajar yang dapat mengoptimalkan aktivitas langsung (pengalaman belajar) bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.

**Kata Kunci:** *multifunction equipment*, praktikum sains, siswa tuna netra dan tuna rungu

<sup>\*)</sup> Penelitian Hibah Bersaing

## **Latar Belakang Masalah**

Pendidikan bagi peserta didik yang memiliki tingkat kesulitan dalam mengikuti proses pembelajaran karena kelainan fisik, emosional, mental, sosial, dan/atau memiliki potensi kecerdasan dan bakat istimewa, telah diatur dalam Undang Undang Dasar 1945 pasal 31 ayat 1 yang menyatakan bahwa setiap warga negara mempunyai kesempatan yang sama untuk memperoleh pendidikan. Demikian pula dalam Undang Undang Sistem Pendidikan Nasional Nomor 20 Tahun 2003 bagian ke-11 Pasal 32. Hal ini menunjukkan bahwa anak berkelainan berhak pula memperoleh kesempatan yang sama dengan anak lainnya (anak normal) dalam pendidikan. Namun kesiapan sistem pembelajaran yang dapat diakomodasi oleh penyandang cacat ternyata belum memadai. Hal ini terutama ketika siswa penyandang cacat akan mengikuti pengalaman belajar yang bersifat realistik, misalnya eksperimen sains. Belum ada model eksperimen sains yang dirancang khusus untuk melayani kebutuhan belajar anak penyandang tuna netra dan tuna rungu.

Sains sebagai suatu proses merupakan rangkaian kegiatan ilmiah atau hasil-hasil observasi terhadap fenomena alam untuk menghasilkan pengetahuan ilmiah (*scientific knowledge*) yang lazim disebut produk sains. Produk-produk sains meliputi fakta, konsep, prinsip, generalisasi, teori dan hukum-hukum, serta model yang dapat dinyatakan dalam beberapa cara (NRC, 1996:23). Pengalaman belajar yang realistik (seperti eksperimen yang melibatkan kegiatan eksperimen dan demonstrasi) sangat diperlukan dalam pembelajaran sains. Padahal keterbatasan fisik karena tuna netra dan tuna rungu sangat mengganggu bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu baik disekolah umum (pendidikan inklusif) maupun di sekolah khusus penyandang cacat. Berdasarkan kenyataan itulah maka tujuan umum dari penelitian ini adalah mengembangkan *Voice and Visual Equipmen (VVE)* untuk digunakan dalam eksperimen sains untuk anak penyandang tuna netra dan tuna rungu. Berdasarkan kenyataan itulah maka penelitian ini berupaya memberikan kesempatan untuk pemerataan akses pendidikan untuk penyandang tuna netra dan tuna rungu dalam praktikum sains realistik melalui aplikasi teknologi *multifunction equipment*. Hasil yang diharapkan adalah terciptanya kit praktikum sains realistik (*multifunction equipment*) untuk siswa tuna netra dan tuna rungu, modul dan model pembelajaran untuk untuk siswa tuna netra dan tuna rungu. *multifunction equipment* yang dihasilkan

dapat diaplikasikan untuk berbagai kegiatan pengukuran variabel fisis seperti; suhu, massa benda, jarak dan lain-lain.

### **Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas maka tujuan umum dari penelitian ini adalah memberikan kesempatan untuk pemerataan akses pendidikan untuk penyandang tuna netra dan tuna rungu dalam praktikum sains realistik melalui aplikasi teknologi *multifunction equipment*. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan kit praktikum menggunakan teknologi *multifunction equipment* untuk eksperimen sains realistik (demonstrasi dan eksperimen) yang dapat digunakan siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.
2. Mengembangkan modul eksperimen dan LKS dengan bahasa *Braille* yang dapat mengakomodasi kebutuhan belajar siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.
3. Mengembangkan model eksperimen sains dengan pendekatan konstruktivis bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.
4. Mengembangkan model evaluasi proses dan produk pembelajaran sains untuk siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.
5. Mendesain strategi belajar mengajar yang dapat mengoptimalkan aktivitas langsung (pengalaman belajar) bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.

### **Pendidikan Luar Biasa (PLB)**

Perkembangan PLB di Indonesia akhir-akhir ini cenderung mengalami perkembangan yang mengarah pada perubahan sistem yang telah ada. Para ilmuwan PLB menghendaki agar pembelajaran PLB tidak dilakukan secara terpisah (*segregated*), melainkan secara terpadu (*integrated*) dengan pendidikan umum. Pelaksanaan Wajib Belajar Pendidikan Dasar 9 tahun memberi peluang kepada semua anak usia sekolah, tanpa kecuali penyandang cacat, untuk memperoleh pendidikan minimal SLTP. Dengan demikian, anak penyandang cacat/tuna netra dan tuna rungu dapat belajar secara bersama-sama atau terpadu dengan anak normal lainnya pada jenjang pendidikan dasar maupun menengah.

Pelaksanaan pembelajaran terpadu khususnya bagi peserta didik penyandang tunanetra telah mulai dilaksanakan di beberapa sekolah dasar reguler

pada tahun 1987 (Sunardi, 1997). Hal tersebut telah ditetapkan pula dengan SK Mendikbud No. 0222/0/1979 tentang Penyelenggaraan Perintisan dan Pengembangan Pendidikan Terpadu bagi Anak Luar Biasa pada sekolah dasar. Secara historis, sebagian besar penyelenggara PLB di negara-negara maju pada pertengahan tahun 70-an dilaksanakan secara terpisah, dimana sekolah tersebut memberikan pelayanan khusus bagi sekelompok anak yang memiliki tuna netra dan tuna rungu tertentu yang sejenis (Foremen Phil, 1996). Tuna netra dan tuna rungu yang dimaksud misalnya tuna penglihatan (tunanetra), tuna pendengaran (tunarungu), tuna bicara (tunawicara), tuna intelektual (tunagrahita), tuna fisik (tunadaksa) dan sebagainya. Adakalanya, terutama dalam memberikan pelayanan maupun pendekatan PBM, masing-masing tuna netra dan tuna rungu tersebut didasarkan atas hipotesis bahwa kemungkinan besar anak yang memiliki tuna netra dan tuna rungu akan belajar di tempat atau lingkungan yang terpisah. Secara teori, untuk menyelenggarakan PLB yang terpisah, minimal perlu disediakan kelas kecil dan pengajaran serta peralatan yang sesuai dengan tuna netra dan tunarungunya.

Namun, setelah tahun 70-an terjadi perubahan yang kuat ke arah pendidikan anak dengan kebutuhan khusus di sekolah/kelas reguler. Beberapa istilah yang dipergunakan dalam hubungannya dengan proses perubahan tersebut adalah integrasi (*integration*), inklusi (*inclusion*), mainstreaming, dan normalisasi (*normalization*). Masing-masing istilah tersebut memiliki makna yang berbeda, namun kesemuanya secara tidak langsung menyatakan bahwa peserta didik yang memiliki tuna netra dan tuna rungu akan menggunakan sarana-sarana pendidikan yang sama dengan yang digunakan oleh anak normal lainnya (Foremen Phil, 1996).

### **Perkembangan PLB di Indonesia**

Tahun 1984 memiliki arti penting bagi perkembangan PLB di Indonesia. Hal ini disebabkan karena adanya kemauan politik pemerintah (*political will*) untuk menyelenggarakan Program Wajib Belajar 6 Tahun. Ini berarti bahwa semua anak usia sekolah harus menyelesaikan pendidikannya minimal sampai dengan pendidikan sekolah dasar (SD). Program tersebut ditindaklanjuti dengan perintisan Program Wajib Belajar Pendidikan Dasar 9 tahun yang perintisannya dimulai tahun 1989 dan diimplementasikan pada tahun 1994. Dengan demikian, semua anak usia sekolah tanpa kecuali diharapkan memperoleh kesempatan mengikuti pendidikan sampai dengan SLTP. Gerakan wajib belajar tersebut secara langsung mempunyai dampak

positif, sebab anak penyandang tuna netra dan tuna rungu tertentu tidak semuanya dapat tertampung di SLB yang ada, sehingga harus disalurkan/ditampung di sekolah umum atau kelompok belajar. Oleh karena jumlah SLB yang ada sangat terbatas dan letak sebagian besar SLB berada di perkotaan, serta sebagian besar SLB dikelola oleh swasta, maka kondisi tersebut mendorong pemerintah (Depdikbud) untuk mencari upaya pemecahannya dengan beberapa alternatif, yaitu:

Pengenalan bentuk pelayanan PLB yang baru melalui SDLB, dilakukan melalui dana proyek Inpres tahun 1984 dan telah didirikan 208 buah SLB di 200 kabupaten/ kotamadya yang sama sekali belum memiliki SLB. Ujicoba di beberapa SD umum/biasa untuk menerima anak yang memiliki tuna netra dan tuna rungu tertentu (tunanetra) dengan syarat anak yang bersangkutan memiliki kemampuan akademik yang normal. Sekolah yang demikian selanjutnya disebut sekolah dasar (SD) Terpadu.

Pendirian SLB Pembina di berbagai daerah di Indonesia sekaligus mempunyai tujuan untuk penelitian, pelatihan, dan pendidikan dalam bidang PLB. Menurut Direktorat Pendidikan Guru dan Tenaga Teknis (Ditgutenis) (1991) yang dikutip Sunardi (1997), sampai dengan tahun 1990, jumlah SLB di Indonesia mencapai 525 dengan rincian 502 SLB dikelola oleh Yayasan Swasta dan 23 SLB negeri dikelola oleh Depdikbud. Jumlah tersebut telah mencakup penyelenggara PLB di tingkat SLTP dan SM.

Lebih lanjut pada tahun 1994 diberlakukan kebijakan Depdikbud tentang penggunaan kurikulum 1994, khusus untuk PLB. Kebijakan tersebut telah memilah-milah jenjang PLB yaitu: SDLB, SLTPLB, dan SMLB. Dengan berlakunya kebijakan itu, ada kecenderungan anak penyandang tuna netra dan tuna rungu yang memiliki kemampuan akademik yang normal didorong untuk berintegrasi dengan SD, SLTP, dan SMU. Tingkat SLP dan SMU memberi peluang lebih pada anak yang memiliki tuna netra dan tuna rungu untuk berkembang lebih baik, mengingat kurikulum jenjang tersebut memberikan banyak program keterampilan. Di samping itu, jenjang pendidikan calon guru PLB yang dianggap layak dari 2 tahun setelah SM diubah menjadi program sarjana di IKIP/FKIP Universitas. Dampak dari kebijakan tersebut adalah dialihfungsikannya beberapa SGPLB ke SLTP dan SM, sedangkan lainnya dialihkan ke jurusan PLB pada IKIP/FKIP universitas terdekat. Selanjutnya, kurikulum program sarjana PLB disempurnakan dan tingkatkan untuk menghasilkan calon guru PLB yang sesuai dengan tuntutan kemajuan iptek.

Nampaknya perubahan PLB di Indonesia tidak begitu pesat seperti di negara maju lainnya dan bentuk layanannya masih cenderung terpisah. Walaupun telah dikembangkan layanan baru dengan cara mengintegrasikan ke sekolah umum/biasa, tetapi hasilnya masih belum menggembirakan. Untuk mengetahui lebih lanjut tentang berbagai permasalahan dalam layanan PLB di sekolah terpadu dan upaya pemecahannya, seluruh aspek/komponen yang mempengaruhi pendidikan terpadu PLB perlu diteliti/dikaji secara hati-hati dan cermat. Sistem layanan PLB yang terbaik hingga kini masih diperdebatkan. Sebagai contoh, di kalangan pendukung konsep *inclusion* menghindari pemakaian istilah luar biasa, sementara kelompok yang lain tetap menginginkan pemakaian istilah tersebut. Apa pun yang masih menjadi polemik di kalangan para ahli PLB, nampaknya semuanya mengarah pada perbaikan dan atau pengembangan PLB sesuai dengan situasi dan kondisi yang ditunjang oleh berbagai aturan/kebijakan dan kebutuhan masa kini dan mendatang.

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini pada tahap pengembangan produk dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar dan Laboratorium Elektronika FMIPA UNY serta di *Resource Centre* SLB Negeri 3 Yogyakarta. Sedangkan tahapan diseminasi terbatas dilakukan dengan cara mengujicobakan perangkat yang dikembangkan kepada beberapa siswa SLB di SLB mitra penelitian dalam rangka memperoleh masukan untuk pengembangan dan penyempurnaan produk.

Waktu pelaksanaan penelitian selama delapan bulan, mulai bulan Februari sampai dengan Oktober 2010, dengan rincian sebagai berikut: bulan pertama dilaksanakan analisis kebutuhan melalui kegiatan observasi dan wawancara pada para siswa berkebutuhan khusus, tahun pertama ini difokuskan pada siswa tuna rungu, dan guru yang mengajar di kelas inklusif. Bulan kedua, diskusi terbatas peneliti bidang sains dan ahli bidang pendidikan luar biasa di kampus Universitas Negeri Yogyakarta. Bulan ketiga dilakukan FGD (*Focus Group Discussion*) dengan melibatkan peneliti bidang sains, peneliti bidang SLB, pakar dan praktisi pendidikan luar biasa, dosen ahli bidang elektronika dan dosen ahli bidang instrumentasi. Bulan ketiga sampai dengan keenam dilakukan pengembangan prototipe alat praktikum untuk siswa penyandang tuna rungu dan instrumen penelitian. Bulan ketujuh dan kedelapan secara berturut-turut merupakan pengembangan dan penyempurnaan produk yang dikembangkan dengan melibatkan bantuan ahli bidang SLB dari Resource Centre SLB Negeri 3

Yogyakarta. Pada akhir bulan kedelapan dilakukan pengujian keterbacaan alat dan validasi perangkat dengan melibatkan pakar/ahli elektronika dan instrumentasi.

### **Populasi Penelitian dan Sampling**

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu baik yang ada di SLB maupun sekolah penyelenggara pendidikan inklusi dan selanjutnya disesuaikan secara situasional melihat sekolah mana yang memerlukan pelayanan praktikum realistik bagi penyandang tuna netra dan tuna rungu.

Di dalam penelitian ini sampel diambil secara *stratified random sampling*. Metode pemilihan sampel ini digunakan karena populasi terdiri dari beberapa subpopulasi yang terdiri dari stratum sekolah 1 (Sekolah Luar Biasa), stratum sekolah 2 (Sekolah umum penyelenggara pendidikan inklusi) yang telah diketahui jumlahnya. Untuk menghitung banyak sampel diperlukan besarnya varians dari masing-masing stratum. Besarnya varians ditentukan dengan menggunakan hasil uji coba instrumen. Apabila jumlah sampel pada setiap stratum sudah diperoleh, maka masing-masing ruang kelas diambil sampel secara acak sederhana dengan jumlah yang sama. Setiap bagian ruang kelas diambil sejumlah siswa sebagai sampel. Jumlah siswa yang diambil sebagai sampel tersebut adalah jumlah sampel pada setiap stratum dibagi jumlah kelas dalam stratum. Pembulatan ke atas dilakukan apabila hasil bagi yang diperoleh merupakan bilangan pecah.

### **Rancangan Penelitian**

Terkait dengan penelitian mengenai perangkat praktikum untuk anak berkebutuhan khusus tunarungu maka salah satu alternatif metodologi yang sangat tepat digunakan adalah *research and development* (R&D). Menurut Gay (1990), pendekatan *research and development* (R&D) digunakan dalam situasi yang dapat dijelaskan sebagai berikut yakni tujuan utamanya tidak untuk menguji teori, tetapi untuk mengembangkan dan memvalidasi perangkat-perangkat yang digunakan di sekolah agar bekerja dengan efektif dan siap pakai.

Produk-produk tersebut dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan dan berdasarkan spesifikasi yang ditentukan. R&D menghasilkan produk-produk yang telah diuji dilapangan dan telah direvisi pada tingkat keefektifan tertentu. Walaupun

dalam siklus pelaksanaan R&D memerlukan biaya yang mahal, tetapi menghasilkan kualitas produk yang sesuai dengan kebutuhan pendidikan yang dirancang.

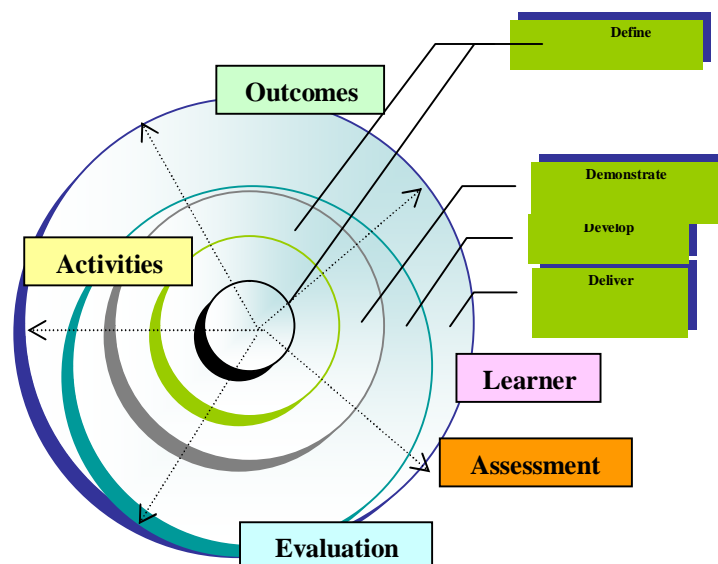
Berbagai tipe model pengembangan produk pengajaran pada umumnya berpendekatan linier (Atwi Suparman, 2001:34), proses pengembangan berlangsung tahap demi tahap secara kausal. Dalam kenyataannya proses pengembangan sesuatu produk akan selalu memperhatikan berbagai elemen pendukung maupun unsur-unsurnya sehingga akan terjadi proses yang rekursif. Beranjak dari pertimbangan pendekatan sistem bahwa pengembangan asesmen tidak akan terlepas dari konteks pengelolaan maupun pengorganisasian belajar, maka dipilih model spiral sebagaimana yang direferensikan oleh Cennamo dan Kalk (2005:6). Dalam model spiral ini dikenal 5 (lima) fase pengembangan yakni: (1) definisi (*define*), (2) desain (*design*), (3) peragaan (*demonstrate*), (4) pengembangan (*develop*), dan (5) penyajian (*deliver*).

Pengembang akan memulai kegiatan pengembangannya bergerak dari fase definisi (yang merupakan titik awal kegiatan), menuju keluar kearah fase-fase desain, peragaan, pengembangan, dan penyajian yang dalam prosesnya berlangsung secara spiral dan melibatkan pihak-pihak calon pengguna, ahli dari bidang yang dikembangkan (*subject matter experts*), anggota tim dan instruktur, dan pebelajar. Fase-fase kegiatan itu dapat disimak pada gambar yang dikutip pada halaman berikut ini.

Pada setiap fase pengembangan pengembang akan selalu memperhatikan unsur-unsur pembelajaran yakni *outcomes*, aktivitas, pebelajar, asesmen dan evaluasi. Proses pengembangan akan berlangsung mengikuti gerak secara siklus iteratif (*iterative cycles*) dari visi definisi yang samar menuju kearah produk yang konkrit yang teruji efektivitasnya, sebagaimana yang direferensikan oleh Dorsey, Goodrum, & Schwen, 1997 (Cennamo & Kalk, 2005:7) yang dikenal dengan "*the rapid prototyping process*".

Pengembang dalam setiap fase pengembangan akan selalu bolak-balik berhadapan ulang dengan elemen-elemen penting rancangan pengajaran yaitu tujuan akhir, kegiatan belajar, pebelajar, asesmen dan evaluasi. Proses iteratifnya dapat digambarkan pada gambar berikut.





Gambar 1. Lima Fase Perancangan Pengajaran Model Spiral diadaptasi dari 'Five phases of instructional design' dari Cennamo dan Kalk, (2005:6)

Keterangan :

- > Menunjukkan fase-fase pengembangan
- .....> Menunjukkan arah proses pengembangan

### Hasil Penelitian

Sebagaimana telah diuraikan pada metode penelitian, penelitian ini menggunakan rancangan penelitian R & D yang melibatkan metode deskriptif, evaluatif dan eksperimen. Metode penelitian deskriptif digunakan dalam tahap awal penelitian untuk menghimpun data mengenai kondisi yang ada. Metode penelitian evaluatif, digunakan untuk mengevaluasi proses pengembangan produk, dan metode eksperimen digunakan untuk menguji keampuhan dari produk yang dihasilkan. Adapun tahap pengujian dalam skala yang lebih luas akan dilakukan pada tahun kedua dengan strategi collaboration action research yang melibatkan langsung guru-guru penyelenggara pendidikan luar biasa dan siswa-siswa SLB.

Berdasarkan pertimbangan pendekatan sistem bahwa pengembangan perangkat praktikum untuk anak SLB (penyandang tuna netra dan tuna rungu) tidak akan lepas dari konteks pengelolaan maupun pengorganisasian belajar, maka dipilih model spiral sebagaimana yang direferensikan oleh Cennamo dan Kalk (2005:6). Model spiral ini menggunakan 5 fase pengembangan yakni: 1) definisi (*define*); 2) perancangan (*design*); 3) peragaan (*demonstrate*); 4) pengembangan (*develop*); dan 5) penyajian (*deliver*). Tahapan yang telah berhasil dilakukan pada tahun pertama ini adalah:

## 1. Tahap Definisi (*Define*)

Sesuai dengan tahapan dalam rancangan penelitian maka kegiatan penelitian ini dimulai dari fase definisi (yang merupakan titik awal kegiatan). Tahapan ini menjadi jembatan menuju fase-fase desain, peragaan, pengembangan dan penyajian yang dalam prosesnya berlangsung secara spiral dan melibatkan pihak-pihak calon pengguna dan ahli dari bidang yang dikembangkan (*subject matter experts*).

Pada setiap fase pengembangan, pengembang selalu memperhatikan unsur-unsur pembelajaran yakni outcomes, aktivitas, pembelajar, asesmen dan evaluasi. Pada tahapan pendefinisian ini telah dilakukan beberapa kegiatan yang melibatkan peneliti dari bidang sains, peneliti bidang pendidikan luar biasa dan mitra dari resource centre SLBN 3 Yogyakarta sebagai konsultan. Tahapan yang telah dilakukan pada tahap pendefinisian ini adalah sebagai berikut:

- a. Konfirmasi teoretik yang dilakukan melalui pengkajian terhadap beberapa sumber referensi yang terkait dengan teori pembelajaran sains, materi sains, praktikum sains, karakteristik pembelajaran inklusif, dan karakteristik siswa SLB khususnya tuna netra dan tuna rungu.
- b. Konsultasi teoretik dan teknis dilakukan melalui Focus Group Discussion (FGD) yang melibatkan konsultan Pendidikan Luar Biasa tingkat nasional, yaitu Bapak Drs. Setya Adi Nugraha, M.Pd. yang juga sebagai penanggung jawab Resource centre SLBN 3 Yogyakarta. Melalui konsultasi ini dapat diidentifikasi jenis kebutuhan alat apa saja yang diperlukan bagi siswa tuna netra dan tuna rungu di kelas inklusif, karakteristik alat yang diperlukan, dan kesesuaian dengan silabi mata pelajaran sains yang ada di sekolah penyelenggara pendidikan inklusif.

## 2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk merancang atau merencanakan perangkat pembelajaran untuk praktikum sains bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu. Termasuk pada tahap ini adalah menjabarkan indikator pencapaian hasil belajar yang didasarkan pada kompetensi dasar yang ingin dicapai. Melalui indikator ini akan dibuat kisi-kisi evaluasi

kemampuan menggunakan alat ukur. Pada tahapan ini juga dilakukan perencanaan termasuk di dalamnya jenis keterampilan yang akan dilatihkan, tujuan pembelajaran, urutan penyajian materi dan evaluasi skala kecil yang dapat diterapkan.

3. Tahap Peragaan (*Demonstrate*)

Tahap ini berupa kegiatan mencoba/memperagakan produk yang telah dirancang dalam skala laboratorium untuk diketahui keberhasilan dari rancangan yang telah disusun. Tahap peragaan juga melibatkan dosen ahli bidang elektronika dan instrumentasi untuk menganalisis hasil peragaan dari rancangan yang telah disusun pada tahap sebelumnya.

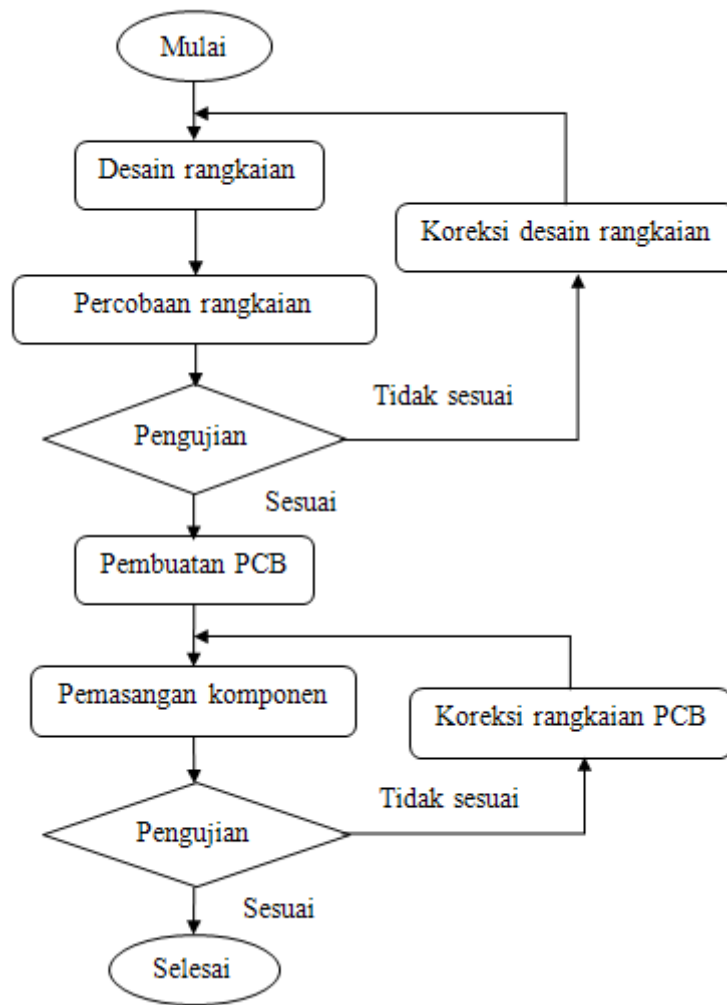
4. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap ini, contoh perangkat pembelajaran yang akan digunakan setelah diperagakan kemudian dikembangkan dalam rangka penyempurnaan hasil. Adapun tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mengembangkan bentuk produk awal, diantaranya dengan melakukan persiapan bahan-bahan pengajaran, buku acuan dan alat-alat evaluasi.
- b. Uji lapangan awal (secara terbatas), misalnya melaksanakan uji coba dengan menggunakan 3 orang siswa SLB. Melaksanakan interview dan observasi untuk mengumpulkan data dan selanjutnya menganalisisnya.
- c. Revisi produk utama, merevisi produk sesuai dengan yang disarankan oleh hasil analisis.
- d. Uji lapangan utama

Akhir dari tahapan ini adalah uji produk jadi yang dilanjutkan dengan tahap penyajian (*deliver*). Adapun tahap penyajian ini akan diimplementasikan pada tahun kedua dari penelitian ini.

Pembuatan rangkaian dilakukan melalui tahapan persiapan, pelaksanaan dan penyelesaian. Secara diagram alir, proses pembuatan rangkaian dapat digambarkan seperti berikut :



**Gambar 2 Diagram Alir Proses Pembuatan rangkaian**

Setiap tahapan pada langkah menurut bagan di atas selalu melibatkan dosen ahli elektronika dan instrumentasi sehingga dapat diidentifikasi kekurangan dan dapat ditentukan solusi penanganannya. Tahapan di atas dilaksanakan seluruhnya di Laboratorium Elektronika FMIPA UNY. Adapun pengujian alat ukur dan rangkaian yang dikembangkan melalui beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut yaitu persiapan komponen aktif maupun pasif, pembuatan PCB, pengujian rangkaian dengan menggunakan masukan berupa tegangan 5 volt dan kalibrasi menggunakan potensiometer atau melalui program.

Pengujian masing-masing sensor dilakukan dengan memberikan tegangan 5 volt dan mengubah besaran fisis yang diterima. Khusus sensor tegangan tidak menggunakan rangkaian sensor tetapi hanya menghubungkan kabel ke *port ADC* mikrokontroler. Untuk mengetahui apakah rangkaian secara keseluruhan berjalan dengan baik atau tidak maka harus melakukan pengecekan pada setiap bagian seperti

yang terlihat pada Gambar 2. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Dari data tersebut kemudian dapat diketahui berapa besar kesalahan pengukuran dan selanjutnya dapat dipergunakan untuk melakukan kalibrasi dengan memberikan faktor pengali pada program yang dibuat. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa BASCOM (*Basic Compiler*).

## **Kesimpulan**

Berdasarkan data hasil pengembangan dan analisis produk dari setiap tahapan pengembangan dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah berhasil dikembangkan kit praktikum menggunakan teknologi *multifunction equipment* untuk eksperimen sains realistik (demonstrasi dan eksperimen) yang dapat digunakan siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.
2. Pengembangan modul eksperimen dan LKS dengan bahasa *Braille* yang dapat mengakomodasi kebutuhan belajar siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu telah berhasil dikembangkan 75%. Finalisasi berupa implementasi di kelas akan dilakukan pada tahun kedua.
3. Telah berhasil dikembangkan rancangan model eksperimen sains dengan pendekatan konstruktivis bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.
4. Telah dihasilkan alat evaluasi proses dan produk pembelajaran sains untuk siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.
5. Telah dihasilkan desain strategi belajar mengajar yang dapat mengoptimalkan aktivitas langsung (pengalaman belajar) bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu.

Namun demikian masih diperlukan waktu cukup lama untuk semakin mematangkan pencapaian tujuan-tujuan tersebut. Hal ini dikarenakan masih banyak konsep sains lainnya yang baru dapat dicapai melalui pengembangan yang kontinyu dan diperbaiki dari tahun ke tahun.

## **Daftar Pustaka**

- Borg,WR, Gall,M.D. & Gall,J.P. (1983). *Educational Research*. Boston:Pearson education, Inc.
- Cennamo, K. and Kalk, D. (2005). *Real World Instructional. Design*. From Thompson Learning. Available at UT-Coop and. [www.Amazon.com](http://www.Amazon.com)
- Dillon, William R, Matthew Goldstein (1984), *Multivariate Analysis*, John Wiley and Sons, Canada
- Foremen Phil (1996). *Educating Children with Special Needs*. New York: Prentice Hall.
- Hair J.F, Anderson R.E, Tatham R.L, William C.B, (1998). *Multivativariate Data Analysis*. Internasional, Inc.
- NRC. 1996. *Standar for Professional Development for Teacher Sains*.p.23.
- Sunardi. (1997). *Kerangka Konseptual Mutu Pendidikan dan Pembinaan Kemampuan Profesional Guru SLB*. Jakarta: Cardimas Metropole.