

BAB IV

HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan

Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini Research and Development yang mengacu pada metode pengembangan dari Alessi dan Trollip, yang terdiri dari tiga tahap pengembangan yaitu, Planning, Design, dan Development. Hasil dari masing-masing tahap pengembangan dijabarkan dalam deskripsi berikut ini :

1. Planning

Tahap *planning* bertujuan untuk merencanakan dan menganalisis semua kebutuhan yang akan digunakan pada tahap selanjutnya. Pada tahap ini meliputi beberapa langkah yaitu, menentukan ruang lingkup penelitian, mengidentifikasi masalah, mengumpulkan data awal, dan melakukan analisis kebutuhan melalui *brainstorming*.

a) Ruang Lingkup Penelitian

Pada tahap pertama ini adalah menentukan ruang lingkup penelitian. Ruang lingkup pada penelitian ini adalah mata kuliah Praktikum Pengolahan Sinyal Digital. Mata kuliah ini dipilih karena terdapat beberapa permasalahan dalam pembelajaran. Informasi tersebut didapatkan dari dosen pengampu mata kuliah serta mahasiswa.

b) Identifikasi Masalah

Pada tahap identifikasi masalah, peneliti menemukan beberapa permasalahan pada pembelajaran praktikum pengolahan sinyal digital berdasarkan hasil informasi yang diperoleh dari dosen pengampu dan mahasiswa. Permasalahan

utama yang dihadapi adalah pembelajaran yang belum maksimal karena masih bersifat simulasi, sehingga mahasiswa tidak memiliki pengalaman secara nyata terhadap implementasi dari materi-materi yang diajarkan pada mata kuliah pengolahan sinyal digital. Hal ini dikarenakan belum adanya media pembelajaran yang dapat mengimplementasikan secara nyata. Dari identifikasi permasalahan tersebut, peneliti kemudian mengumpulkan data awal guna menentukan media yang akan dikembangkan.

c) Data Awal

Berdasarkan observasi yang dilakukan diperoleh data awal yang diperoleh dari hasil wawancara serta dokumentasi terkait permasalahan pembelajaran serta kebutuhan media pembelajaran. Dari hasil wawancara yang dilakukan dengan teknik wawancara yang tidak terstruktur, bahwa pembelajaran praktikum pengolahan sinyal digital dilaksanakan pada tingkat semester 3 pada prodi Teknik Elektronika di Universitas Negeri Yogyakarta. Pembelajaran praktikum dilakukan secara simulasi menggunakan *software Matlab Simulink* versi 2017 keatas dengan panduan *jobsheet* yang telah ada. Selain itu beberapa mahasiswa memparkan bahwa mereka kurang memahami materi dan tidak memiliki bayangan tentang implementasi nyata dari pembelajaran yang dilakukan. Sehingga mahasiswa kurang memahami orientasi pembelajaran yang dilakukan.

Selain dari hasil wawancara diperoleh juga beberapa data dari hasil dokumentasi diantaranya adalah kurikulum dan silabus serta media pembelajaran yang digunakan serta *jobsheet* pendukung.

d) Analisis Kebutuhan

Setelah diperoleh data awal, maka tahap selanjutnya adalah melakukan analisis kebutuhan untuk menentukan konsep media yang dikembangkan. Analisis kebutuhan dilakukan dengan cara *brainstorming* dengan dosen pengampu meliputi beberapa aspek kajian, yaitu kajian kurikulum, kajian pembelajaran serta kajian kebutuhan media.

1) Kajian Kurikulum

Kajian kurikulum dilakukan untuk menyesuaikan dengan media yang akan dikembangkan. Kajian kurikulum tersebut juga dijadikan sebagai data awal. Setelah itu dilakukan kajian turunan yaitu kajian silabus dan bahan ajar serta media yang digunakan sebelumnya untuk mengetahui secara spesifik kebutuhan materi pembelajaran.

Dari kajian silabus pengolahan sinyal digital pada jurusan elektronika Universitas negeri Yogyakarta, pengolahan sinyal digital mencakup pokok bahasan konsep dasar sinyal dan sistem, konversi sinyal analog ke sinyal digital dan sebaliknya, sinyal dan sistem waktu diskrit, Transformasi Fourier, dan aplikasinya pada analisis spectrum sinyal, Transformasi-z dan Invers-nya, serta perancangan filter digital jenis IIR dan FIR.

Dari penjabaran kurikulum tersebut, materi yang diambil sebagai acuan dalam pengembangan media pembelajaran adalah materi tentang perancangan filter digital dan aplikasinya. Sehingga diharapkan *trainer kit* teknik digital yang dikembangkan benar-benar mampu untuk mencakup materi yang diajarkan pada prodi teknik elektronika tingkat Diploma 3 di Universitas Negeri Yogyakarta.

2) Kajian Kebutuhan Media

Setelah menentukan materi yang akan dijadikan sebagai dasar pengembangan media, maka tahap selanjutnya adalah melakukan kajian terhadap kebutuhan media yang sesuai dengan materi yang akan diajarkan. Kajian kebutuhan media ini dilakukan berdasarkan data observasi yang dilakukan peneliti di Prodi Teknik elektronika Universitas Negeri Yogyakarta. Dari hasil obeservasi, ditemukan bahwa media pembelajaran banyak yang bersifat simulasi menggunakan *software Matlab Simullink*. Berdasarkan pendapat dari beberapa mahasiswa, mereka membutuhkan media pembelajaran yang dapat mengimplementasikan secara nyata dari apa yang dipelajari. Sehingga dari kajian tersebut, media yang dibutuhkan adalah sebuah media pembelajaran yang dapat mengimplementasikan secara nyata dari materi-materi pembelajaran pada praktikum teknik digital.

1) Kajian Kegiatan Pembelajaran

Pada saat melakukan observai di lapangan, peneliti juga mengamati proses kegiatan belajar praktikum teknik digital yang diselenggarakan pada prodi teknik elektronika tingkat diploma 3 di Universitas Negeri Yogyakarta. Berdasarkan observasi tersebut peneliti melihat langsung proses belajar praktkum yang terjadi.

Kegiatan praktikum diawali penjelasan singkat pada *jobsheet* yang akan diparktikan, kemudian mahasiswa akan mempraktikan materi pada *jobsheet* secara simulasi menggunakan *software matlab simullink*. Setelah selesai melakukan praktikum, mahasiswa menganalisis hasil simulasi dan membuat laporan praktikum.

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, maka dapat dihasilkan konsep dari pengembangan media yang akan dikembangkan yaitu sebuah media pembelajaran

yang berupa trainer kit yang dapat mengimplementasikan secara nyata dari materi pembelajaran yang telah dipilih dari simulasi yang telah dilakukan dan juga dapat dengan mudah diakses.. Konsep ini merupakan hasil kombinasi dari kebutuhan materi, kebutuhan media dan kebutuhan teknis dalam pembelajaran praktikum. Adapun konsep pengembangan media yang sesuai untuk digunakan pada prodi teknik elektronika tingkat Diploma 3 di Universitas Negeri Yogyakarta hasil kajian peneliti, antara lain :

- 1) Media mampu mencakup materi yang akan diajarkan
- 2) Media dapat digunakan secara individu maupun kelompok
- 3) Media yang dapat mengimplementasikan secara nyata dari hasil simulasi yang telah dilakukan
- 4) Media yang dapat diakses secara mudah dan dapat memberikan kesempatan akses yang lebih banyak.

Dari tahap *planning* yang telah dilakukan maka peneliti menentukan konsep media yang akan dikembangkan. Setelah melihat kajian yang dilakukan, konsep media yang dipilih adalah media pembelajaran praktikum pengolahan sinyal digital menggunakan *DSK TMS320C6713* berbasis *Remote Laboratory*. *DSK TMS320C6713* dipilih dengan alasan *trainer kit* tersebut sudah tersedia dan dapat mengimpelmentasikan hasil simulasi yang telah dirancang pada *Matlab*, sehingga dapat menyesuaikan dengan pembealajaran yang telah berjalan sebelumnya. Media penmebalajaran ini akan dipadukan dengan konsep *Remote Laboratory* dengan tujuan agar dapat memberikan akses yang lebih banyak dan *fleksible* sehingga dapat mengatasi masalah keterbatasan jumlah media pembelajaran.

2. Design

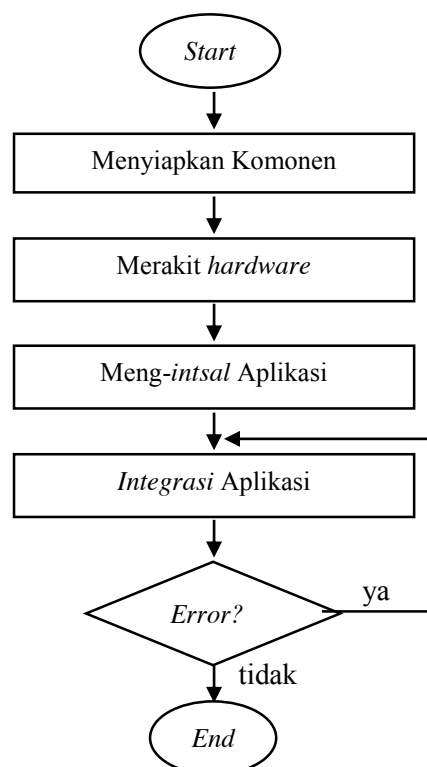
Pada tahap *design* dibagi menjadi dua bagian yaitu, membuat *flowchart* dan menyusun *story board*. Langkah-langkah tersebut secara terperinci adalah sebagai berikut :

a) *Flowchart*

Flowchart disusun untuk mempermudah dalam mengembangkan produk sehingga langkah-langkahnya akan lebih jelas dan mudah. *flowchart* yang dibuat terbagi menjadi tiga, yaitu *flowchart* perancangan *trainer kit*, *flowchart* penyusunan *manual book trainer kit*, dan *flowchart* penyusunan *jobsheet*.

1) *Flowchart* perancangan *trainer kit*

Pada tahap ini peneliti membuat konsep perancangan produk media pembelajaran praktikum pengolahan sinyal digital dengan membuat *flowchart* tentang perancangan *trainer kit* seperti pada gambar berikut.

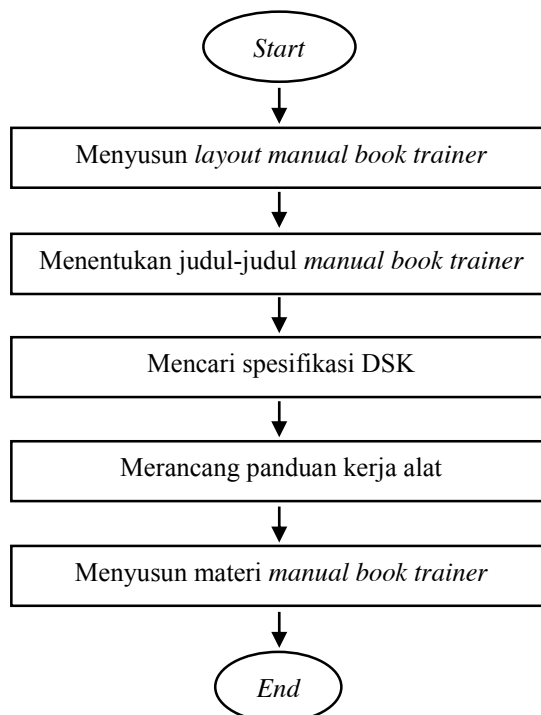


Gambar 12. *Flowchart Perancangan trainer kit*

Langkah pertama pada perancangan *trainer kit* adalah menentukan semua komponen pendukung untuk merangkai *trainer kit* dan juga semua *peripheral* yang mendukung konsep *remote laboratory*. Langkah selanjutnya adalah meng-*instal* semua aplikasi yang dibutuhkan untuk media serta *platform* untuk *remote laboratory*. Langkah selanjutnya adalah mengintegrasikan semua aplikasi dan juga *peripheral* yang digunakan serta mengecek konektivitasnya terhadap media dan juga jaringan internetnya. Apabila semua sudah terkoneksi dan tidak ada *error* maka perancangan selesai dan dilanjutkan ke tahap pembuatan produk.

2) *Flowchart penyusunan manual book trainer kit*

Setelah merancang *trainer kit* maka perlu juga dirancang *manual book* sebagai panduan dalam menggunakan *trainer kit* tersebut. *Flowchart* penyusunan *manual book trainer* dapat dilihat pada gambar berikut :

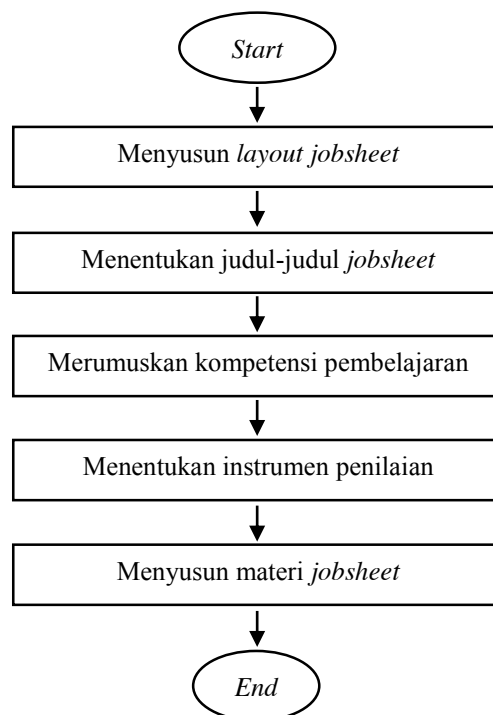


Gambar 13. *Flowchart* Pnyusunan *Manual Book Trainer kit*

Langkah pertama yang dilakukan dalam menyusun *manual book* adalah menentukan *lay out manual book*. Dalam menentukan *lay out manual book* berdasarkan literasi yang telah ada dan standar *manual book* sesuai literasi. Langkah selanjutnya adalah mentukan judul dari *manual book*. Setelah itu masuk pada langkah mencari spesifikasi dari alat yang digunakan. Kemudian lagkah selnjutnya adalah merancang cara kerja alat dan juga ssitem kerja secara keseluruhan dan yang terakhir adalah menyusun *manual book*.

3) *Flowchart* penyusunan *jobsheet*

Setelah merancang *trainer kit* dan juga *manual book*, maka juga perlu untuk merancang *jobsheet* guna menunjang dalam proses pembelajaran. *Flowchart* penyusunan *jobsheet* tersaji pada gambar sebagai berikut :



Gambar 14. *Flowchart* penyusunan *Jobsheet*

Langkah pertama yang dilakukan peneliti dalam menyusun *jobsheet* yaitu menyusun *layout jobsheet* mulai dari *cover* sampai dengan lampiran. Kemudian langkah selanjutnya yaitu menentukan judul-judul *jobsheet* untuk setiap pertemuan. Setelah itu merumuskan kompetensi pembelajaran yang akan dicapai mahasiswa sesuai dengan standar kompetensi. Langkah selanjutnya yaitu menentukan instrumen penilaian sebagai bahan evaluasi pembelajaran dan langkah yang terakhir yaitu menyusun materi *jobsheet*.

b) Storyboard

Storyboard dibuat dengan tujuan untuk mempermudah dalam tahap mengembangkan produk. Dalam *storyboard* dibagi menjadi tiga yaitu, *storyboard trainer kit*, *storyboard manual book*, dan *storyboard jobsheet*.

1) Storyboard Trainer Kit

Storyboard trainer kit dibuat dalam bentuk diagram blok sebagai berikut :



Gambar 15. Diagram blok *trainer kit* menggunakan *DSK TMS320C6713* berbasis

Remote Laboratory

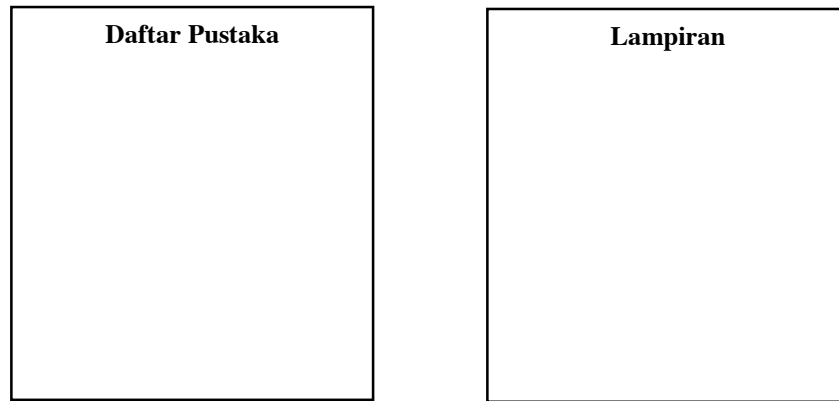
Secara garis besar sistem kerja pada media yang dikembangkan tersaji pada diagram tersebut. Langkah pertama adalah membuat model simulasi pada aplikasi *matlab* yang kemudian dapat degenerate programnya dan terkoneksi dengan *software* aplikasi *Code composer studio* sebagai antar muka pada *DSK*

TMS320C6713. Setelah itu program dapat dijalankan dan diamati hasil outputnya.

2) *Storyboard manual book*

Untuk melengkapi *trainer kit*, juga dibuat *storyboard* tampilan *manual book* seperti yang nampak pada gambar berikut :



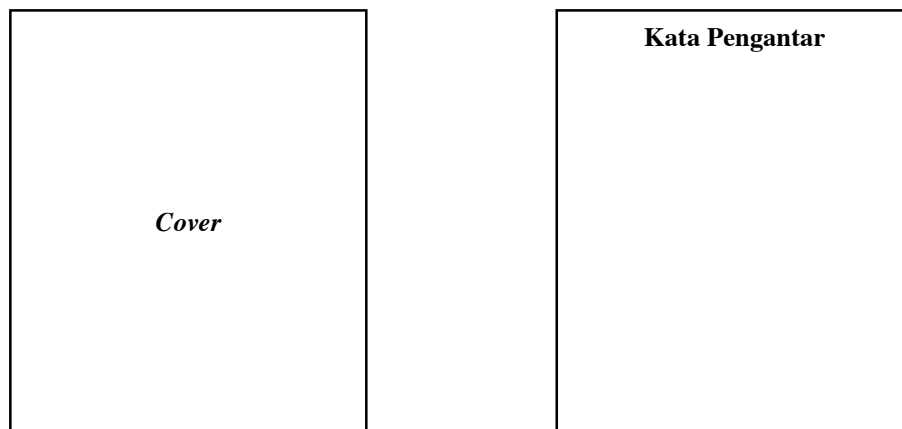


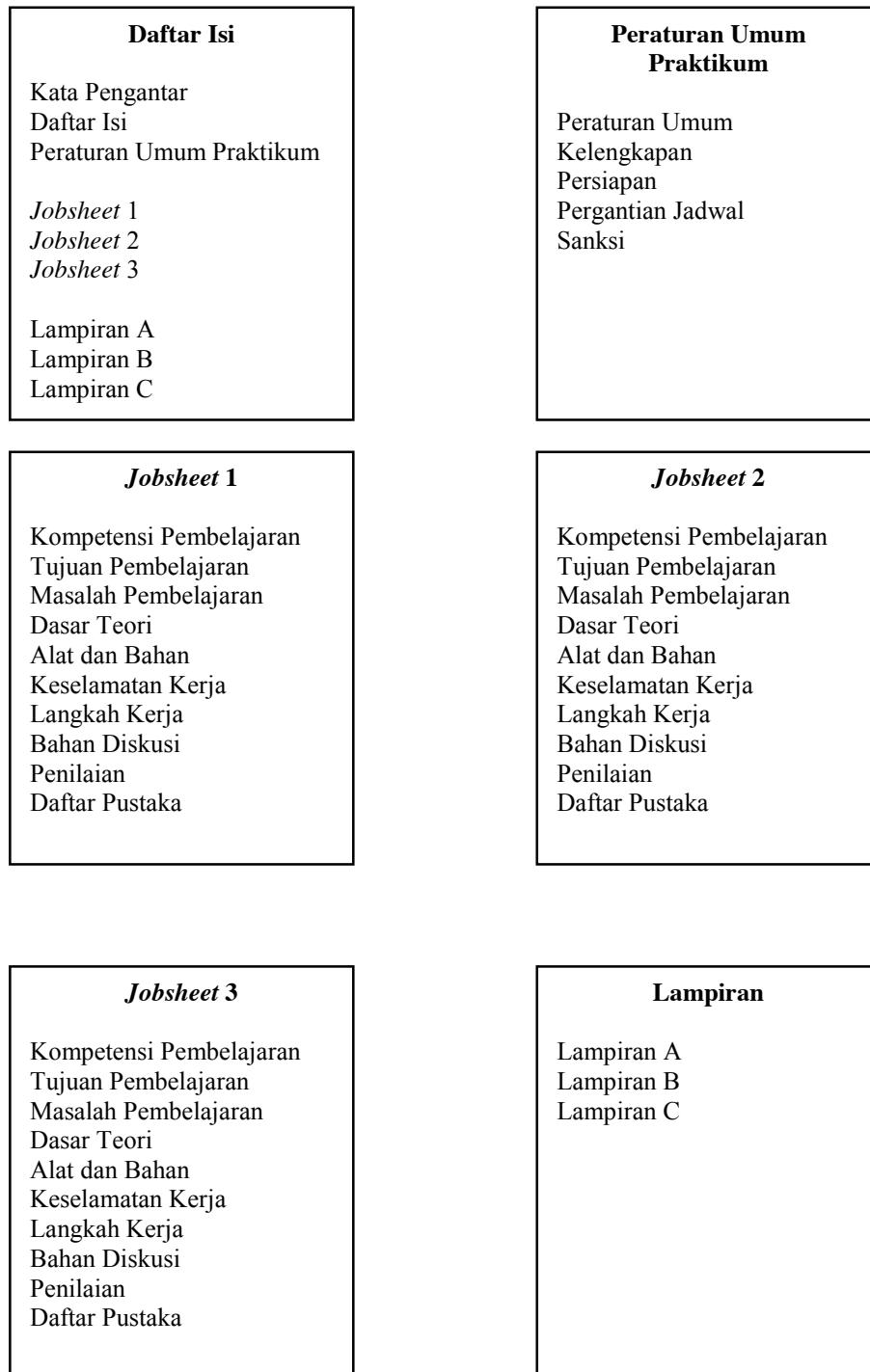
Gambar 16. *Storyboard* Tampilan *Manual Book Trainer Kit*

Tampilan *manual book* yang akan dibuat terdiri dari delapan bagian utama yang dimulai dari *cover* atau jilid *manual book*, kata pengantar, daftar isi, Spesifikasi trainer kit, Cara Kerja sistem, Panduan Penggunaan, daftar pustaka, dan lampiran.

3) *Storyboard jobsheet*

Selain membuat *storyboard* diagram blok *trainer kit* dan *storyboard* tampilan *manual book*, peneliti juga membuat *storyboard* tampilan *jobsheet* seperti yang nampak pada gambar berikut :





Gambar 17. Storyboard Tampilan *Jobsheet*

Tampilan *jobsheet* yang akan dibuat terdiri dari delapan bagian utama yang dimulai dari *cover* atau jilid *jobsheet*, kata pengantar, daftar isi, peraturan umum praktikum, *jobsheet* 1 untuk pertemuan pertama, *jobsheet* 2 untuk pertemuan kedua, *jobsheet* 3 untuk pertemuan ketiga, dan lampiran.

3. Development

Tahap ketiga adalah mengembangkan produk. Dalam tahap ini peneliti mulai menuangkan konsep media yang akan dikembangkan serta konsep Pembelajaran yang dapat mewakili dari hasil kajian pembelajaran yang ada pada prodi teknik elektronika tingkat diploma 3 Universitas Negeri Yogyakarta. Sehingga produk yang dikembangkan adalah media pembelajaran yang sesuai dengan konsep *Remote Laboratory* sebagai aktualisasi nyata atau *Real Plant*.

Produk yang dikembangkan adalah sebuah *trainer kit* pengolahan sinyal digital menggunakan *DSK TMS320C6713* berbasis *Remote Laboratory*. Dalam tahap ini dibagi menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah spesifikasi sistem, cara kerja sistem, perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Oleh karena itu peneliti mendeskripsikan hasil produk yang dibuat sebagai berikut:

a. Spesifikasi Sistem

Sistem yang dibuat dalam pengembangan media pembelajaran memiliki spesifikasi yang dirancang sebagai berikut :

- 1) Satu sistem hanya dapat digunakan oleh satu pengguna pada satu waktu.
- 2) Simulasi sistem meliputi materi pada filter digital dimana *ouput* yang dihasilkan berupa suara melalui *speaker*.

- 3) Menggunakan *DSK TMS320C6713* sebagai basis *real plant* pada sistem *remote laboratory*.
- 4) Komputer *server* dilengkapi dengan software *Code composer Studio V3.3* dan *Matlab Simulink* Versi 2008 ke atas.
- 5) Komputer *server* dan komputer *client* dilengkapi dengan *software Teamviewer 12*.

b. Cara Kerja Sistem

Cara kerja sistem yang akan dikembangkan tersaji pada diagram blok berikut ini



Gambar 18. Blok diagram alur kerja pada *Remote Laboratory*

Pada sistem ini, secara garis besar terbagi atas tiga bagian utama, yaitu bagian *komputer client*, bagian *komputer server*, dan bagian *real plant*. Pada bagian komputer *client* dilengkapi dengan *Software teamviewes 12* dan juga terkoneksi dengan internet untuk dapat mengakses komputer *server*. Sehingga *client* harus

membuka *software teamviewer* dan memasukan *ID Teamviewer* dari komputer *server* serta *passwordnya*.

Pada bagian komputer *server* harus terdapat semua *software* pendukung pada sistem ini. *Software* tersebut yaitu, *software teamviewer* sebagai sarana akses dengan komputer *client*, *software Code Composer Studio* sebagai *software* bawaan dari *DSK TMS320C6713*, dan *Matlab simullink* sebagai *simulator* pada pembelajaran. Sedangkan pada bagian Real plant terdapat *DSK TMS320C6713* yang dilengkapi dengan *peripheral* pendukung pada inpiut yaitu *jack audio 3.5mm* yang terhubung ke komputer *server* dan *peripheral* ouput berupa *speaker active*. Sebagai *feedback* pada sistem ini, pada bagian *real plant* juga dilengkapi dengan *Web Cam* sebagai media *visual*.

Pemilihan *DSK TMS320C6713* sebagai real plant pada sistem ini di dasarkan pada beberapa pertimbangan antara lain :

- *DSK TMS320C6713* memang dikhususkan sebagai kit pengolahan sinyal digital dan banyak digunakan sebagai medie pembelajaran
- Dapat terkoneksiya *DSK TMS320C6713* melalaui *software Code Composer studio* yang dapat men-*generate* hasil simulasi pada *Matlab Simullink*. Dimana pada pembelajaran yang telah berjalan pada prodi pendidikan teknik elektronika tingak diploma 3 di Universitas Negeri Yogyakarta banyak menggunakan simulasi pada *Matlab Simullink*.

Secara keseluruhan, sistem kerja pada media pembelajaran yang dikembangkan dimulai dengan pengguna mengkases komputer *server* melalui *software teamviewer* pada komputer, kemudian membuka *software Code*

Composer Studio dan *Matlab Simulink*, setelah itu mahasiswa membuat rancangan *filter digital* pada *matlab simulink* dan kemudian membangun program tersebut dan secara otomatis *Software Code composer studio* akan membaca hasil *generating code* pada simulasi yang telah dibangun dan menjalankan pada *DSK TMS320C6713*. Mahasiswa akan mencobakan hasil perancangan dengan memberikan input berupa sinyal *audio* dan mengamati hasilnya melalui tampilan *web cam* yang ada.

c. Hardware

Pada bagian *hardware* terdapat dua bagian utama yaitu bagian *trainer kit DSK320C6713* yang dilengkapi dengan semua *peripheral* pendukung dan bagian *Web Cam* sebagai *visual feed back* pada sistem *Remote Laboratory*. *Trainer kit DSK TMS320C6713* terhubung ke perangkat *ouput* yaitu *speaker aktif* melalui *jack audio 3.5mm*, terhubung ke komputer *sever* melalui *USB* dan *peripheral input* yang juga terhubung ke komputer *server* melalui kabel *jack audio 3.5mm*.

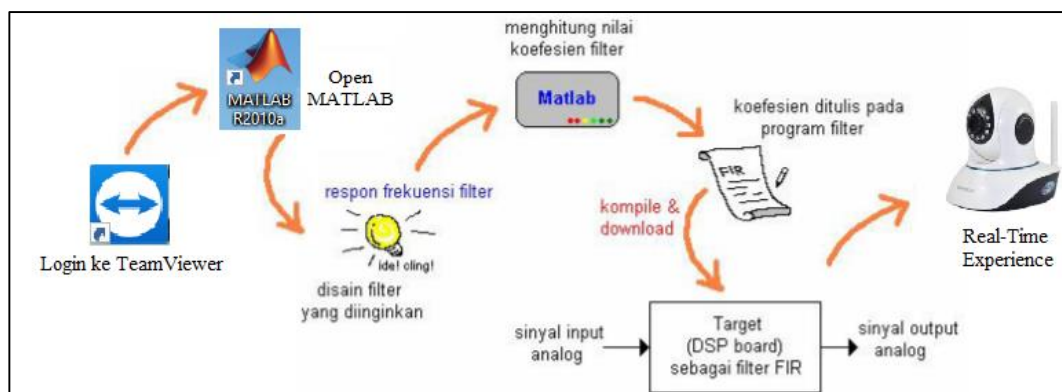
Pada bagian kedua adalah sebuah *Web Cam* yang terhubung pada komputer *server* melalui *USB* dan diletakan pada posisi yang dapat memberikan *visualisasi* pada *DSK TMS320C6713* dan perangkat *ouput* nya yaitu *speaker*. Secara keseluruhan *hardware* tersebut dikemas dalam sebuah *box* koper sehingga memudahkan untuk menyimpan dan juga memindahkannya.

d. Software

Pada *software* menghasilkan aplikasi yang sudah ter-*instal* dan berfungsi dengan baik sebagai pendukung sistem yaitu *software Code Composer Studio V3.3*, *Software Matlab Simulink versi 2008*, dan *Software Temaviewer 12*.

Software Code composer Studio V3.3 sebagai aplikasi bawaan dari *DSK TMS320C6713*, *Software Matlab Simulink* sebagai *simulator* dan perancangan filter pada pembelajaran teknik digital dan *software Teamviewer 12* sebagai sarana akses dari komputer pengguna dengan komputer *server*. Semua program tersebut berjalan pada *sistem operasi windows 2007* keatas. Akan tetapi khusus untuk komputer *server* harus menggunakan sistem operasi *Windows 32 bit* versi 2007 keatas. Hal ini dikarenakan fitur-fitur pada matlab yang berkaitan dengan *DSK TMS320C6713* dan konektivitas atau link dengan aplikasi *Code Composer studio* hanya terdapat pada *sistem 32bit*.

Sedangkan pada komputer pengguna hanya membutuhkan *software teamviewer 12* yang dapat berjalan dalam semua *sistem operasi windows* baik *32 bit* ataupun *64 bit*. Secara keseluruhan perancangan pada program aplikasi disajikan dalam gambar berikut :



Gambar 19. Alur Proses Kerja Sistem *Remote Laboratory*

e. Skenario Praktikum

Untuk memberikan gambaran pelaksanaan praktikum menggunakan trainer

kit tersebut maka dibuat sebuah scenario praktikum yang dapat dilakukan ketika berada di dalam laboratorium maupun di luar laboratorium atau luar area kampus dengan menggunakan jaringan internet. Praktikum dilaksanakan secara terbimbing dengan bimbingan dari dosen pengampu mata kuliah. Skenario praktikum melibatkan dosen pengampu mata kuliah praktikum pengolahan sinyal digital sebagai *administrator* dan mahasiswa sebagai pengguna atau *user*. Sedangkan komponen yang dibutuhkan adalah komputer *server* yang sudah terhubung dengan *trainer kit*, *web cam* yang terhubung dengan *server*, *input/output* pada *DSK*, dan komputer *client* atau *user*. Scenario praktikum dapat digambarkan seperti berikut :

Administrator/ Dosen

Sebagai *administrator* atau pengatur pada *server* dan *trainer kit* dalam scenario praktikum ini adalah dosen pengampu mata kuliah pengolahan sinyal digital. Kewenangan dosen sebagai *administrator* adalah sebagai berikut :

- 1) Memastikan semua komponen pada komputer *server* pada kondisi siap digunakan.
- 2) Menentukan waktu yang dapat digunakan untuk mengakses *trainer kit* ketika diluar jam mata pelajaran ataupun ketika jam mata pelajaran berlangsung di laboratorium.
- 3) Memberikan ijin kepada mahasiswa untuk mengakses komputer *server* dan *trainer kit* dengan memberikan *username* dan *password Teamviewer* pada komputer *server*
- 4) Menentukan urutan mahasiswa yang melakukan praktikum secara *remote laboratory*, karena *trainer kit* hanya dapat diakses oleh satu pengguna dalam

satu waktu.

- 5) Mengamati mahasiswa saat melakukan praktikum dan merekam kegiatan praktikum pada komputer *server* sebagai *data base* dosen.

User/ Mahasiswa

Mahasiswa dalam hal ini adalah sebagai pengguna dalam scenario praktikum tersebut. Mahasiswa dapat melakukan praktikum ketika berada diluar laboratorium ataupun di luar jam kuliah agar dapat menyelesaikan materi yang ada dan juga mencobakan hasil rancangan model yang telah dibuat sehingga dapat diamati hasilnya secara nyata. Kewenangan mahasiswa sebagai pengguna adalah sebagai berikut :

- 1) Mengakses komputer *server* melalui jaringan internet dengan bantuan *software Teamviewer* sesuai dengan waktu yang telah diberikan oleh dosen.
- 2) Membuat rancangan model pada komputer *server*.
- 3) Mencobakan hasil rancangan model pada trainer kit dengan ketentuan *input/ouput* yang sudah ditentukan pada *jobsheet*.
- 4) Mengamati hasil percobaan melalui *web cam* pada komputer *server*.
- 5) Menyimpan hasil praktikum pada komputer *server* untuk dijadikan *data base* oleh dosen dan bahan penilaian oleh dosen.

f. Content pada Manual Book Trainer Kit

Secara umum *manual book trainer kit* diberi judul Panduan Penggunaan trainer berbasis *remote labs*. Di dalam *manual book trainer* ini terdapat beberapa *content* seperti yang nampak pada Tabel 7.

Tabel 7. *Content* pada *Manual Book Trainer kit*

No	Content	Deskripsi
1	Spesifikasi <i>Trainer Kit</i>	Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai <i>trainer kit</i> yang berbasis <i>DSK TMS329C6713</i> beserta spesifikasi lengkap.
2	Sistem Kerja <i>Remote Laboratory</i>	Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai sistem kerja media pembelajaran yang berbasis <i>Remote Laboratory</i> serta semua aplikasi-aplikasi pendukung dan cara menginstalasinya.
3	Panduan Penggunaan	Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai urutan dan panduan dalam menggunakan media tersebut secara <i>remote laboratory</i> menggunakan jaringan internet.

g. *Layout Jobsheet*

Setelah media selesai dibuat dan juga manual book dibuat, maka langkah selanjutnya adalah membuat jobsshet sebagai penduan praktikum pada pembelajaran pengolahan sinyal digital. Jobsheet yang dibuat berdasarkan rancangan yang telah dibuat berdasarkan storyboard yang telah disusun. Selain itu jobsheet dibuat untuk agar menyesuaikan dengan pemebelajran yang ada dan juga kebutuhan materi yang dirasa perlu, sehingga jobsheet yang dibuat hanya mencakup beberapa kompetensi dasar saja.

h. *Content pada Jobsheet*

Content dari *jobsheet* yang dikembangkan adalah praktikum PSD menggunakan *DSK TMS320C6713* berbasis *Remoote Laboratory*. Di dalam

jobsheet ini terdapat beberapa *jobsheet* untuk setiap kegiatan praktikumnya seperti yang nampak pada Tabel 8.

Tabel 8. *Content Jobsheet* Praktikum PSD menggunakan DSK TMS320C6713 berbasis *Remote Laboratory*

No	<i>Job sheet</i>	Deskripsi
1	Pengenalan <i>DSK TMS320C6713</i>	Pada praktikum ini mahasiswa akan dikenalkan dengan <i>DSK TMS320C6713</i> dan juga penjelasan terkait cara penggunaan dan juga spesifikasinya.
2	Pengenalan dan <i>Instalasi Code Composr studio</i>	Pada praktikum ini mahasiswa melakukan instalasi <i>software code composer studio</i> serta mempelajari menu-menu yang ada pada <i>CCS</i> .
3	<i>Simple IO</i> pada <i>DSK</i>	Pada praktikum ini mahasiswa melakukan percobaan sederhana dengan memberikan input dan ouput pada <i>DSK</i> .
4	<i>Integrasi Matlab</i> dengan <i>DSK</i>	Pada praktikum ini mahasiswa mempraktikkan hasil rancangan pada <i>matlab</i> dan mengintegrasikan dengan <i>DSK</i> .
5	<i>Implementasi FIR</i> pada <i>DSK</i> secara <i>Remote Lab</i>	Pada praktikum ini mahasiswa melakukan praktikum secara <i>remote laboraotory</i> untuk materi pembelejaran Filter Digital tipe <i>FIR</i>
6	<i>Implemetasi IIR</i> pada <i>DSK</i> secara <i>Remote Lab</i>	Pada praktikum ini mahasiswa melakukan praktikum <i>secara remote laboraotory</i> untuk materi pembelejaran Filter Digital tipe <i>IIR</i>

i. Kompetensi Pembelajaran

Kompetensi pembelajaran yang disajikan dalam *jobsheet* yaitu kompetensi aplikasi Filter Digital pada pengolahan sinyal. Pada kompetensi ini meliputi implementasi filter digital jenis *FIR* dan filter digital jenis *IIR*. Hasil akhir dari kompetensi pembelajaran yang ingin dicapai adalah mahasiswa diharapkan dapat

mengetahui implementasi dari filter digital pada kehidupan nyata dan juga implementasinya pada dunia kerja.

j. Instrument Penilaian

Instrument penilaian pada pembelajaran praktikum pengolahan sinyal digital digunakan sebagai alat ukur untuk menilai proses dan hasil belajar mahasiswa dalam kegiatan praktikum. Terdapat dua jenis instrumen yang digunakan dalam pembelajaran Praktikum Pengolahan Sinyal Digital, yaitu instrumen tes dan instrumen non tes. Instrumen tes akan mengevaluasi aspek *kognitif* mahasiswa, sedangkan instrumen non tes akan mengevaluasi aspek *afektif* dan *psikomotor* mahasiswa. Aspek *kognitif* akan menilai pengetahuan mahasiswa menggunakan beberapa soal dalam bentuk tabel pengamatan, tabel pengukuran, dan pertanyaan uraian (*essay*) yang terdapat pada *jobsheet*. Aspek *afektif* akan menilai sikap mahasiswa dan aspek *psikomotorik* akan menilai keterampilan mahasiswa menggunakan lembar observasi. Evaluasi pembelajaran ini dilakukan pada setiap kegiatan praktikum yang bertujuan untuk mengetahui sudah sampai sejauh mana mahasiswa mencapai kompetensinya.

1) Indikator dan Kriteria Penilaian Praktikum Pengolahan Sinyal Digital

a) Penilaian untuk Aspek *Kognitif*

Terdapat empat indikator penilaian untuk menilai aspek *kognitif* mahasiswa pada pembelajaran Praktikum Pengolahan Sinyal Digital. Keempat indikator penilaian tersebut yaitu: (1) laporan praktikum dari hasil pengamatan; (2) laporan praktikum dari hasil pengukuran; (3) laporan praktikum dari hasil diskusi; dan (4) presentasi kelompok. Laporan praktikum dari hasil pengamatan berisi jawaban

mahasiswa dari bagian masalah pembelajaran yang terdapat pada *jobsheet*. Laporan praktikum dari hasil pengukuran berisi jawaban mahasiswa dari bagian langkah kerja yang terdapat pada *jobsheet*. Laporan praktikum dari hasil diskusi berisi jawaban mahasiswa dari bagian bahan diskusi yang terdapat pada *jobsheet*. Presentasi kelompok berisi pemaparan mahasiswa terhadap hasil praktikum secara keseluruhan. Setiap indikator penilaian memiliki empat kriteria penilaian dengan rentang nilai 1 sampai dengan 4 seperti yang nampak pada Tabel 9.

Tabel 9. Indikator dan Kriteria Penilaian Mahasiswa untuk Aspek *Kognitif*

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Nilai 1	Nilai 2	Nilai 3	Nilai 4
1	Laporan praktikum dari hasil pengamatan	Mahasiswa melaporkan hasil pengamatan dengan sangat salah	Mahasiswa melaporkan hasil pengamatan dengan salah	Mahasiswa melaporkan hasil pengamatan dengan benar	Mahasiswa melaporkan hasil pengamatan dengan sangat benar
2	Laporan praktikum dari hasil pengukuran	Mahasiswa melaporkan hasil pengukuran dengan sangat salah	Mahasiswa melaporkan hasil pengukuran dengan salah	Mahasiswa melaporkan hasil pengukuran dengan benar	Mahasiswa melaporkan hasil pengukuran dengan sangat benar
3	Laporan praktikum dari hasil diskusi	Mahasiswa menjawab satu bahan diskusi dengan benar	Mahasiswa menjawab dua bahan diskusi dengan benar	Mahasiswa menjawab tiga bahan diskusi dengan benar	Mahasiswa menjawab empat bahan diskusi dengan benar
4	Presentasi kelompok	Mahasiswa mempresentasikan hasil praktikum dengan sangat tidak jelas	Mahasiswa mempresentasikan hasil praktikum dengan tidak jelas	Mahasiswa mempresentasikan hasil praktikum dengan jelas	Mahasiswa mempresentasikan hasil praktikum dengan sangat jelas

b) Penilaian untuk Aspek *Psikomotor*

Terdapat empat indikator penilaian untuk menilai aspek *psikomotor* mahasiswa pada pembelajaran Praktikum Pengolahan Sinyal Digital. Keempat indikator penilaian tersebut yaitu: (1) menyiapkan alat dan bahan praktikum; (2)

membuat rancangan desain filter apda matlab; (3) mengimplementasikan hasil rancangan pada *DSK*; dan (4) melakukan pengukuran dan pengamatan. Menyiapkan alat dan bahan praktikum berarti mahasiswa menyiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan untuk kegiatan praktikum. Membuat rancangan desain filter pada *matlab* berarti mahasiswa membuat model dari materi yang akan dipraktikan secara simulasi. Mengimplementasikan hasil rancanagan model pada *DSK* berarti mahasiswa mancobakan hasil rancangan pada *DSK* secara nyata dan meihat hasilnya. Melakukan pengamatan dan pengukuran berarti mahasiwa meberikan *input* pada *DSK* dan melihat hasil *ouput*-nya apaah sesuai dengan hasil rancangan yang telah dibuat atau tidak. Setiap indikator penilaian memiliki empat kriteria penilaian dengan rentang nilai 1 sampai dengan 4 seperti yang nampak pada Tabel 10.

Tabel 10. Indikator dan Kriteria Penilaian Mahasiswa untuk Aspek *Psikomotor*

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Nilai 1	Nilai 2	Nilai 3	Nilai 4
1	Menyiapkan alat dan bahan praktikum	Mahasiswa menyiapkan alat dan bahan praktikum dengan sangat tidak lengkap	Mahasiswa menyiapkan alat dan bahan praktikum dengan tidak lengkap	Mahasiswa menyiapkan alat dan bahan praktikum dengan lengkap	Mahasiswa menyiapkan alat dan bahan praktikum dengan sangat lengkap
2	Membuat rancangan pada Matab	Mahasiswa merancang dengan salah	Mahasiswa merancang dengan kurang lengkap	Mahasiswa membuat rancangan dengan benar	Mahasiswa membuat rancangan dengan sangat benar
3	Mengimple mentasikan pada DSK	Mahasiswa tidak dapat mengiplementa sikan pada DSK	Mahasiswa dapat mengimplement asikan tetapi tidak berjalan	Mahasiswa dapat mengimplentasi kan dan dapat berkerja	Mahasiswa dapat mengiplmentasi kan dengan sangat benar
4	Melakukan pengukuran dan pengematan	Mahasiswa tidak dapat melakukan pengamatan dan pengukurna	Mahasiswa dapat melakukam pengamatan tetapi tidak dapat melakukan pengukuran	Mahasiswa dapat melakukan pengamatan dan pengukuran	Mahasiswa dapat melakukan pengamatan dan pengrkuran

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Nilai 1	Nilai 2	Nilai 3	Nilai 4
					dengan sangat benar

c) Penilaian untuk Aspek Afektif

Terdapat empat indikator penilaian untuk menilai aspek *afektif* mahasiswa pada pembelajaran Praktikum Pengolahan Sinyal Digital. Keempat indikator penilaian tersebut yaitu: (1) disiplin terhadap peraturan umum praktikum; (2) aktif selama proses pembelajaran praktikum; (3) tanggung jawab terhadap pemakaian alat dan bahan praktikum; dan (4) jujur dalam menulis hasil laporan praktikum. Disiplin terhadap peraturan umum praktikum berarti mahasiswa menaati setiap peraturan yang telah ditentukan selama melaksanakan kegiatan praktikum. Aktif selama proses pembelajaran praktikum berarti mahasiswa bersikap responsif terhadap permasalahan pembelajaran yang diberikan pada kegiatan praktikum. Tanggung jawab terhadap pemakaian alat dan bahan praktikum berarti mahasiswa berani menanggung konsekuensi terhadap apa yang telah mereka lakukan selama proses pelaksanaan kegiatan praktikum. Jujur dalam menulis hasil laporan praktikum berarti mahasiswa melaporkan hasil praktikum apa adanya sesuai dengan apa yang telah mereka kerjakan. Setiap indikator penilaian memiliki empat kriteria penilaian dengan rentang nilai 1 sampai dengan 4 seperti yang nampak pada Tabel 11.

Tabel 11. Indikator dan Kriteria Penilaian Mahasiswa untuk Aspek *Afektif*

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Nilai 1	Nilai 2	Nilai 3	Nilai 4
1	Disiplin terhadap peraturan umum praktikum	Mahasiswa sangat tidak disiplin terhadap peraturan umum praktikum	Mahasiswa tidak disiplin terhadap peraturan umum praktikum	Mahasiswa disiplin terhadap peraturan umum praktikum	Mahasiswa sangat disiplin terhadap peraturan umum praktikum
2	Aktif selama proses pembelajaran praktikum	Mahasiswa sangat tidak aktif selama proses pembelajaran praktikum	Mahasiswa tidak aktif selama proses pembelajaran praktikum	Mahasiswa aktif selama proses pembelajaran praktikum	Mahasiswa sangat aktif selama proses pembelajaran praktikum
3	Tanggung jawab terhadap pemakaian alat dan bahan praktikum	Mahasiswa sangat tidak bertanggung jawab terhadap pemakaian alat dan bahan praktikum	Mahasiswa tidak bertanggung jawab terhadap pemakaian alat dan bahan praktikum	Mahasiswa bertanggung jawab terhadap pemakaian alat dan bahan praktikum	Mahasiswa sangat bertanggung jawab terhadap pemakaian alat dan bahan praktikum
4	Jujur dalam menulis hasil laporan praktikum	Mahasiswa sangat tidak jujur dalam menulis hasil laporan praktikum	Mahasiswa tidak jujur dalam menulis hasil laporan praktikum	Mahasiswa jujur dalam menulis hasil laporan praktikum	Mahasiswa sangat jujur dalam menulis hasil laporan praktikum

2) *Instrument* Penilaian Praktikum Pengolahan Sinyal Diigital

a) *Instrument* Penilaian Kognitif

Instrument penilaian *kognitif* digunakan sebagai alat untuk menilai pengetahuan mahasiswa pada pembelajaran Praktikum Pengolahan Sinyal Digital.

Instrument penilaian mahasiswa untuk aspek *kognitif* nampak pada Tabel 12.

Tabel 12. Instrumen Penilaian Mahasiswa untuk Aspek *Kognitif*

No	Nama Mahasiswa	Nilai Mahasiswa				Jumlah Nilai
		Indikator Penilaian 1	Indikator Penilaian 2	Indikator Penilaian 3	Indikator Penilaian 4	
1						
2						
3						
4						

Keterangan:

- Indikator penilaian 1 tentang laporan praktikum dari hasil pengamatan
- Indikator penilaian 2 tentang laporan praktikum dari hasil pengukuran
- Indikator penilaian 3 tentang laporan praktikum dari hasil diskusi
- Indikator penilaian 4 tentang presentasi kelompok

Rumus Penilaian:

$$\text{Nilai kognitif} = \frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{Nilai Maksimum}} \times 100$$

$$\text{Nilai akhir kognitif} = \text{Nilai kognitif} \times 30\%$$

b) *Instrument Penilaian Psikomotor*

Instrument penilaian *psikomotor* digunakan sebagai alat untuk menilai keterampilan mahasiswa pada pembelajaran Praktikum Pengolahan Sinyal Digital.

Instrument penilaian mahasiswa untuk aspek *psikomotor* nampak pada Tabel 14.

Tabel 13. *Instrument* Penilaian Mahasiswa untuk Aspek *Psikomotor*

No	Nama Mahasiswa	Nilai Mahasiswa				Jumlah Nilai
		Indikator Penilaian 1	Indikator Penilaian 2	Indikator Penilaian 3	Indikator Penilaian 4	
1						
2						
3						
4						

Keterangan:

- Indikator penilaian 1 tentang menyiapkan alat dan bahan praktikum
- Indikator penilaian 2 tentang merangkai alat dan bahan praktikum
- Indikator penilaian 3 tentang mengukur sinyal listrik jantung
- Indikator penilaian 4 tentang mengklasifikasikan hasil pengukuran sinyal listrik jantung

Rumus Penilaian:

$$\text{Nilai psikomotor} = \frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{Nilai Maksimum}} \times 100$$

$$\text{Nilai akhir psikomotor} = \text{Nilai psikomotor} \times 60$$

c) *Instrument Penilaian Afektif*

Instrument penilaian *afektif* digunakan sebagai alat untuk menilai sikap mahasiswa pada pembelajaran Praktikum Pengolahan Sinyal Digital. *Instrument* penilaian mahasiswa untuk aspek *afektif* nampak pada Tabel 15.

Tabel 14. *Instrument* Penilaian Mahasiswa untuk Aspek *Afektif*

No	Nama Mahasiswa	Nilai Mahasiswa				Jumlah Nilai
		Indikator Penilaian 1	Indikator Penilaian 2	Indikator Penilaian 3	Indikator Penilaian 4	
1						
2						
3						
4						

Keterangan:

- Indikator penilaian 1 tentang disiplin terhadap peraturan umum praktikum
- Indikator penilaian 2 tentang aktif selama proses pembelajaran praktikum
- Indikator penilaian 3 tentang tanggung jawab terhadap pemakaian alat dan bahan praktikum
- Indikator penilaian 4 tentang jujur dalam menulis hasil laporan praktikum

Rumus Penilaian:

$$\text{Nilai afektif} = \frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{Nilai Maksimum}} \times 100$$

$$\text{Nilai akhir afektif} = \text{Nilai afektif} \times 10\%$$

Bobot penilaian untuk setiap aspek berbeda-beda. Bobot penilaian untuk aspek *kognitif* sebesar 30%, bobot penilaian untuk aspek *psikomotor* sebesar 60%, dan bobot penilaian untuk aspek *afektif* sebesar 10%. Nilai akhir yang diperoleh mahasiswa dari ketiga aspek tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai akhir} = \text{Nilai akhir } kognitif + \text{Nilai akhir } psikomotor + \text{Nilai akhir } afektif$$

Nilai akhir yang diperoleh mahasiswa tersebut kemudian dilakukan konversi. Aturan konversi nilai mahasiswa nampak pada Tabel 16.

Tabel 15. Aturan Konversi Nilai Mahasiswa

Nilai Akhir	Konversi Nilai
86 – 100	A
81 – 85	A-
76 – 80	B+
71 – 75	B
66 – 70	B-
61 – 65	C+
56 – 60	C
41 – 55	D
0 – 40	E

k. Materi *Jobsheet*

Materi yang terdapat pada *jobsheet* yaitu tentang pengolahan sinyal digital khususnya yang berkaitan dengan materi filter digital baik yang menggunakan tipe *FIR* dan *IIR* diambil dari beberapa sumber referensi seperti yang nampak pada Tabel 16.

Tabel 16. Sumber Referensi yang Digunakan untuk Menyusun *Jobsheet*

Sumber Referensi	Judul	Penulis
Buku	<i>Digital Signal Processing and Application with the TMS320C6713 and TMS320C6416 Second Edition</i>	Chassing Rulp & Reay Donald
	<i>The Scientist and engineer's guide to Digital Signal Processing second edition</i>	Steven W. Smith
	<i>Digital Signal Processing. Principle, Algorithm and Application</i>	John G. Proakis & Dimitris G. Monalis
	Manual Book DSK 320C6713	Texas Instrument.inc
Artikel Jurnal	<i>Hands-on DSP Education through Experiments</i>	Rivat Benveniste & Cem Onsalan
	Enhancing the TMS320C713 DSK for DSP Education	Michael G. Morrow Thad B. Welch Cameron H. G. Wright

Setelah produk dikembangkan yang berupa trainer kit pengolahan sinyal digital telah dihasilkan, maka dilakukan pengujian dalam dua tahap yaitu *Alpha Testing* dan *Beta Testing*.

Alpha Testing dilakukan dengan mengujian produk kepada ahli yang terdiri dari ahli materi dan ahli media atau disebut dengan validasi ahli (Expert Judgement) untuk mendapatkan penilaian awal produk sebagai bahan revisi produk.

Ahli materi dan ahli media adalah orang-orang yang berkompten dibidang pengolahan sinyal digital, yang dalam penelitian ini mengambil dari Dosen Pascasarjana UNY. Validator tersebut dimaksudkan untuk meberikan informasi, masukan dan saran serta penilaian terhadap media yang dikembangkan berdasarkan kriteri penilaian yang telah ditentukan.

Sedangkan beta testing dilakukan dengan mencobakan secara terbatas kepada calon pengguna, dalam hal ini adalah mahasiswa Prodi Teknik elektronika (D3) di Universitas Negeri Yogyakarta. Beta testing dilakukan dengan tujuan yang sama seperti pada validasi ahli serta mengetahui respon dari pengguna yang nantinya dijadikan dasar sebagai revisi produk akhir, sebelum nantinya produk dapat diujikan secara luas.

Mahasiswa diberi kesempatan untuk menggunakan media yang dikembangkan, setelah itu mahasiswa diminta untuk menilai dan memberikan saran terhadap media tersebut dengan cara mengisi angket yang telah disediakan. Dari data angket yang diisi mahasiswa maka setelah dilakukan analisis akan diketahui penilaian dan saran terhadap penggunaan media yang dikembangkan, sehingga terlihat seberapa layak media yang dikembangkan tersebut untuk digunakan sebagai media pembelajaran praktikum.

B. Hasil Uji Coba Produk

1. Alpha Testing

Hasil *alpha testing* menunjukkan bahwa menurut kedua ahli media dan kedua ahli materi terdapat beberapa hal yang harus diperbaiki terkait dengan *trainer* dan *jobsheet* yang dikembangkan. Beberapa hal tersebut yaitu:

- a. Perlu adanya penambahan informasi terkait target yang dari pengguna media
- b. Perlu adanya perbaikan dalam penulisan *jobsheet* pendukung dan penulisan simbol-simbol yang lebih jelas
- c. Peningkatan kualitas *web cam* sebagai *feed back* pada sistem.
- d. Perlu ditambahkan mengenai teori dasar yang lebih lengkap pada masing-

masing *jobsheet*.

- e. Tata urutan pada *jobsheet* secara keseluruhan harus lebih runtut
- f. Penambahan *konektor jack audio 3,5mm* untuk mempermudah saat melakukan pengukuran hasil praktikum.

2. Beta Testing

Hasil *beta testing* menunjukkan bahwa respon dari keempat mahasiswa memberikan beberapa masukan terkait dengan *trainer kit* dan *jobsheet* yang telah mereka gunakan. Beberapa masukan tersebut yaitu:

- a. Penggunaan *matlab* versi lama menyebabkan aplikasi sedikit lambat.
- b. Adanya *delay* pada saat pengamatan *output* melalui *web cam*.
- c. Dasar teori pada *jobsheet* kurang lengkap, sehingga pengguna harus mencari referensi teori dari sumber lain.

i. Revisi Produk

1. Revisi Awal

Revisi awal produk dilakukan berdasarkan hasil dari *alpha testing*. Revisi awal yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Menambah informasi target pengguna pada bagian awal *jobsheet* dan pendahuluan pada *jobsheet*.
- b. Memperbaiki tata penulisan pada *jobsheet* dan simbol-simbol yang terdapat pada *jobsheet*.
- c. Meningkatkan kualitas *web cam* dengan mengganti dengan *web cam* yang dapat menampilkan gambar dengan kualitas yang lebih tinggi.
- d. Menambahkan materi pada dasar teori dengan menggunakan referensi buku

yang lebih banyak.

- e. Memperbaiki tata urutan penyajian materi pada *jobsheet*.
- f. Menambahkan *konektor ekspansi 3,5mm* pada masing-masing *input* dan *ouput* pada *DSK TMS320C6713*.

2. Revisi Akhir

Berdasarkan hasil dari *beta testing*, revisi akhir yang dilakukan yaitu:

- a. Menggunakan *matlab* versi terbaru yang masih *compatible* dengan *software Code Composer Studio* yaitu *Matlab Versi 2008* hingga *2011*.
- b. Mengganti *web cam* dengan kualitas gambar yang lebih tinggi sehingga meminimalisasi *delay* yang terjadi.
- c. Menambah materi pada dasar teori dengan memperkaya referensi buku yang digunakan.

ii. Kajian Produk Akhir

1. Trainer kit Pengolahan Sinyal Digital menggunakan DSK TMS320C6713 berbasis Remote Laboratory

Setelah dilakukan *alpha testing* dan *beta testing* maka diperoleh hasil akhir produk yang telah dikembnagkan. Secara garis besar produk yang dihasilkan berupa *trainer kit* dibagi menjadi dua bagian yaitu *hardware* dan *software*.

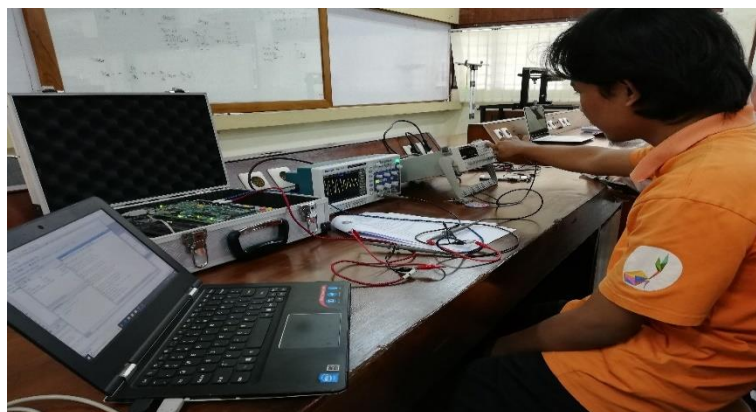
a. Hardware

Pada bagian *hardware* terdiri dari beberapa komponen utama yaitu *DSK TMS320C6713* yang dikamas dalam sebuah kotak koper yang sudah disertai *konektor ekspansi 3,5mm* berserta kabel-kabel penghubung, sebuah komputer *server* yang dilengkapi dengan aplikasi-aplikasi yang diperlukan, dan yang terakhir adalah

sebuah *Web cam* sebagai *feed back* pada sistem *Remote Laboratory*.



Gambar 20. Pengemasan *DSK TMS320C6713*

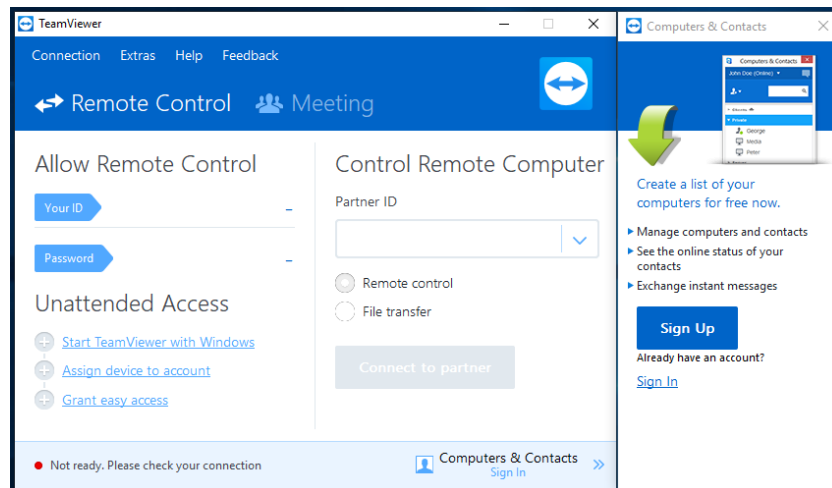


Gambar 21. *Trainer kit* dengan rangkaian lengkap

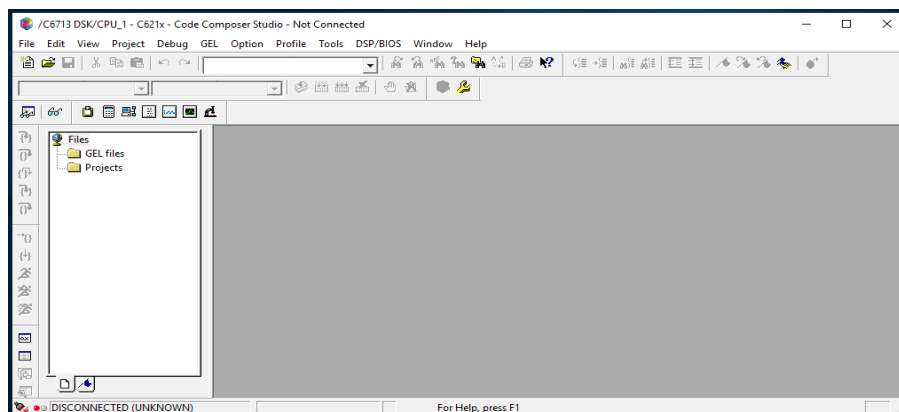
b. Software

Pada bagian *software* terdiri dari beberapa *software* pendukung yang digunakan yaitu, *Matlab Simulink Versi 2008*, *Code composer Studio Versi 3.3*, dan *Teamviewer 12*. Pada bagian *software* juga masih terbagi lagi menjadi *software* pada komputer *server* dan *software* pada komputer pengguna. Pada komputer *server* semua aplikasi tersebut harus ter-*instal* dengan baik. Sedangkan pada komputer pengguna hanya menggunakan *software Teamviewer 12* saja.

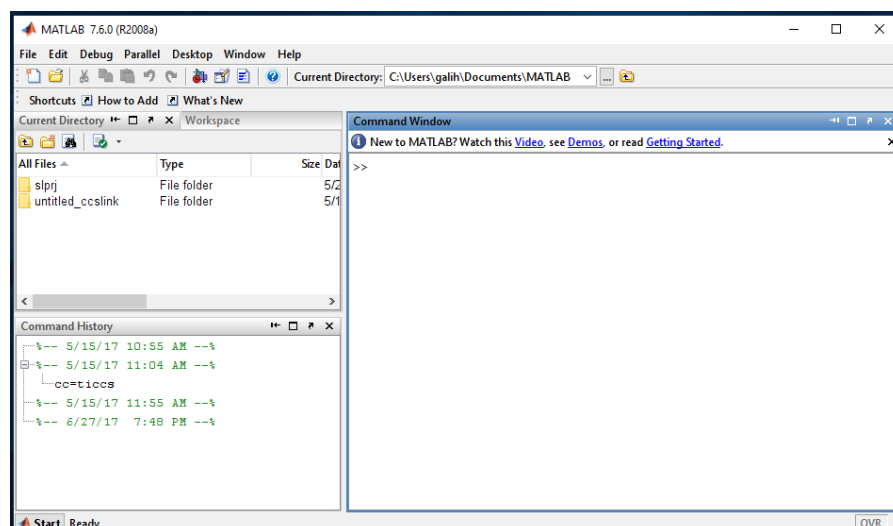
Berikut ini beberapa tampilan antar muka pada masing-masing aplikasi yang digunakan.



Gambar 22. Tampilan halaman utama *Software Teamviewer 12*



Gambar 23. Tampilan halaman utama *Code Composer Studio V3.3*



Gambar 24. Tampilan halaman utama *Matlab 2008a*

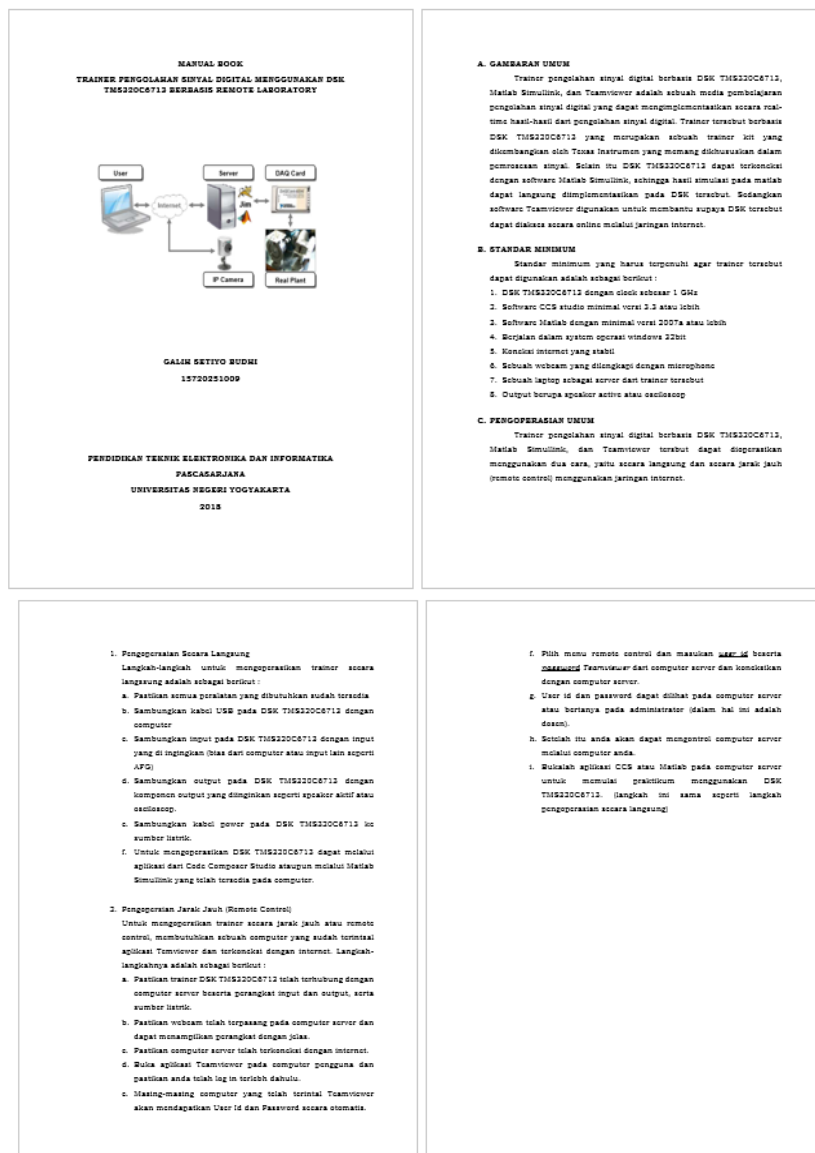
2. *Manual Book Trainer Kit*

Sebagai panduan penggunaan maka dihasilkan pula sebuah manual book sebagai acuan penggunaan *trainer kit* pengolahan sinyal digital menggunakan *DSK TMS320C6713* berbasis *Remote Laboratory*. *Manual book trainer* dibuat dengan menggunakan kertas HVS 80 gram ukuran A4 dengan orientasi *portrait*. Jenis huruf yang digunakan yaitu *Times New Roman* dengan spasi 1,5 pada setiap barisnya agar lebih mudah dibaca oleh mahasiswa. Ukuran huruf digunakan secara bervariasi sesuai dengan kebutuhan. Ukuran 12 *point* digunakan untuk judul dan ukuran 10 *point* digunakan untuk teks bacaan.

Manual book trainer kit dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian depan, bagian isi, dan bagian belakang. Bagian depan *manual book trainer* terdiri dari *cover*, kata pengantar, dan daftar isi. Bagian isi *manual book trainer* terdiri dari tiga materi *trainer*, yaitu *Spesifikasi DSK TMS320C6713*, *Sistem Kerja Remote Laboratory* dan *Panduan Penggunaan*. Bagian belakang *manual book trainer kit* terdiri dari daftar pustaka dan lampiran.

Pada bagian depan *manual book trainer kit* terdapat *cover* yang terbuat dari kertas tebal yang didesain sedemikian rupa untuk menggambarkan isi *manual book trainer kit*. Pada bagian ini terdapat kata pengantar yang berisikan gambaran singkat secara umum tentang penulisan *manual book trainer kit*. Daftar isi pada bagian ini berguna untuk memudahkan mahasiswa dalam mencari materi *trainer kit*.

Pada bagian isi *manual book trainer kit* terdiri dari tiga materi *trainer kit*, di mana pada setiap materinya terdiri dari tampilan *trainer kit* dan komponen pendukung *trainer kit*. Pada bagian Sistem kerja *Remote Laboratory* menunjukan alur kerja dari sistem *remote laboratory* yang disajikan dalam bentuk diagram alur. Pada bagian penggunaan berisi panduan secara keseluruhan dalam menggunakan *trainer* secara *online* menggunakan jaringan internet dengan metode *Remote Laboratory*.



Gambar 25. Hasil Produk *Manual Book Trainer Kit*

3. *Jobsheet*

Sebagai panduan utama dalam praktikum menggunakan media *trainer kit*, maka *jobsheet* mutlak dibutuhkan. Sehingga pada pengembangan ini dihasilkan pula sebuah *jobsheet* sebagai penunjang praktikum pengolahan sinyal digital. *Jobsheet* praktikum pengolahan sinyal digital dibuat dengan menggunakan kertas HVS 80 gram ukuran A4 dengan orientasi *portrait*. Jenis huruf yang digunakan yaitu *Times New Roman* dengan spasi 1,5 pada setiap barisnya agar lebih mudah dibaca oleh mahasiswa. Ukuran huruf digunakan secara bervariasi sesuai dengan kebutuhan. Ukuran 20 *point* sampai dengan 16 *point* digunakan untuk judul dan ukuran 12 *point* digunakan untuk teks bacaan.

Jobsheet praktikum pengolahan sinyal digital dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian depan, bagian isi, dan bagian belakang. Bagian depan *jobsheet* terdiri dari *cover*, kata pengantar, daftar isi, dan peraturan umum praktikum. Bagian isi *jobsheet* terdiri dari delapan materi yang diawali materi pengenalan *trainer* dan dengan materi utama yaitu implementasi filter digital. Bagian belakang *jobsheet* terdapat lampiran.

Pada bagian depan *jobsheet* terdapat *cover* yang terbuat dari kertas tebal yang didesain sedemikian rupa untuk menggambarkan isi *jobsheet* dengan tujuan untuk menarik minat mahasiswa dalam mempelajari *jobsheet*. Pada bagian ini terdapat kata pengantar yang berisikan gambaran singkat secara umum tentang

penulisan *jobsheet*. Daftar isi pada bagian ini berguna untuk memudahkan mahasiswa dalam mencari materi praktikum yang akan dipelajari. Adanya peraturan umum praktikum pada bagian ini berfungsi sebagai rambu-rambu bagi mahasiswa dalam melakukan kegiatan praktikum.

Pada bagian isi *jobsheet* terdiri dari tiga materi praktikum, di mana pada setiap materinya terdiri dari kompetensi pembelajaran, tujuan pembelajaran, masalah pembelajaran, dasar teori, alat dan bahan, keselamatan kerja, langkah kerja, bahan diskusi, penilaian, dan daftar pustaka. Kompetensi pembelajaran pada *jobsheet* merupakan kemampuan yang akan dipelajari oleh mahasiswa pada setiap materinya. Tujuan pembelajaran pada *jobsheet* merupakan aspek yang akan dicapai oleh mahasiswa setelah mempelajari *jobsheet* pada setiap materinya. Dasar teori pada *jobsheet* berisi materi singkat yang bersifat mendasar dari teori-teori yang telah dipelajari mahasiswa sebagai bekal dalam melakukan kegiatan praktikum. Alat dan bahan pada *jobsheet* merupakan daftar perlengkapan yang dibutuhkan untuk melakukan pembelajaran praktikum. Keselamatan kerja pada *jobsheet* berisi rambu-rambu yang harus dipatuhi mahasiswa selama proses pembelajaran praktikum. Langkah kerja pada *job sheet* berisi prosedur dalam melakukan kegiatan praktikum. Bahan diskusi pada *job sheet* berisi pertanyaan yang harus dijawab oleh setiap kelompoknya sebagai bahan evaluasi pembelajaran praktikum untuk mengetahui pemahaman mahasiswa. Penilaian pada *job sheet* merupakan aturan yang digunakan untuk menilai proses dan hasil pembelajaran praktikum. Daftar pustaka pada *job sheet* merupakan daftar sumber-sumber rujukan yang digunakan

dalam penyusunan *job sheet*. Secara keseluruhan produk akhir dari jobsheet yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 18.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan rahmat Allah SWT, saya kembali dan HidayahNya, Buku Petunjuk Praktikum Pengolahan Sinyal Digital dapat terselesaikan.

Buku ini, disusun untuk menunjang pendidikan pengolahan sinyal digital pada jenjang D3 untuk prodi Pendidikan Teknik Elektronika, Universitas Negeri Yogyakarta. Dengan adanya buku ini dan konsep Remote Laboratory berbasis on-board simulator DSK TMS320C6713, diharapkan mampu meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam bidang Pengolahan Sinyal Digital khususnya pada materi Filter Digital. Dikarenakan Buku diunggah coba-coba yang mengarah ke aplikasi secara nyata dengan memanfaatkan perangkat lunak Matlab Simulink dan sebuah on-board simulator DSK TMS320C6713.

Kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam penyusunan buku ini.

Yogyakarta 1 Januari 2019

Penciri

Praktikum Pengolahan Sinyal Digital menggunakan DSK TMS320C6713 berbasis Remote Laboratory

GALIH SETIYO BUDHI
PROGRAM PASCASARJANA | FISIKA | TEKNIK ELEKTRONIKA DAN
KOMUNIKASI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

Daftar Isi

PENDAHULUAN

Lab Sheet 1: Pengantar DSK TMS320C6713

Lab Sheet 2: Pengantar Code Composer Studio (CCS) Untuk DSK TMS320C6713

Lab Sheet 3: Simulasi IO untuk DSK TMS320C6713

Lab Sheet 4: Implementasi FIR pada DSK Hasil Perancangan pada Matlab

Lab Sheet 5: Implementasi FIR pada DSK Hasil Perancangan pada Matlab

Lab Sheet 6: Integrasi Matlab Simulink dengan DSK TMS320C6713

Lab Sheet 7: Instalasi TeamViewer dan Uji Coba Remote Laboratory

Lab Sheet 8: Perancangan Filter Digital dengan TDA Tool dan Implementasi pada DSK secara Online

PENDAHULUAN

Model ini dibuat dengan tujuan untuk memberikan gambaran yang lebih nyata terkait dengan pembelajaran praktikum pengolahan sinyal digital, khususnya materi pembelajaran tentang filter digital. Model ini di-sure app sesuai dengan media pembelajaran praktikum pengolahan sinyal digital berbasis DSK TMS320C6713 dan Matlab Simulink yang juga mendukung konsep Remote Laboratory. Dengan konsep remote laboratory tersebut, media pembelajaran dapat diakses secara online melalui jaringan internet dengan bantuan software Teamviewer. Sehingga diharapkan dengan adanya media pembelajaran tersebut dapat memberikan kenyamanan yang lebih untuk mengakses media tersebut.

Gambar 1. Remote Laboratory berbasis DSK TMS320C6713, Matlab dan TeamViewer.

Dari gambar tersebut tersebut, bagian pertama adalah DSK dengan perangkat pendukung untuk input dan output. Kedua adalah komputer server yang terhubung dengan DSK TMS320C6713 dan sebuah Web Cam. Pada komputer server juga harus terdapat software-software pendukung yaitu, software Teamviewer, Matlab 2007 dan Code Composer Studio (CCS). Apabila ingin menjalankan media tersebut secara online maka komputer server harus terkoneksi ke jaringan internet dan DSK TMS320C6713 dengan input dan output telah terpasang dan dalam kondisi ON. Ketika adalah komputer user atau pengguna yang telah terdapat software Teamviewer. Untuk dapat mengakses secara online, user harus terkoneksi dengan internet dan mengakses komputer server dengan software Teamviewer.

Akan tetapi, untuk menjalankan media tersebut secara online, masih terdapat dalam hal input dan output pada DSK, yaitu harus dapat memberikan input berupa sinyal audio dari komputer dan output berupa speaker. Oleh karena itu, dalam model ini harus materi yang diunggah adalah tentang Filter Digital yang dengan simulasi, bahwa nantinya hasil pembelajaran praktikum pengolahan sinyal digital dengan materi Filter Digital dapat diaplikasikan dengan input berupa sinyal audio dengan output pada speaker.

Gambar 2. Ilustrasi proses downloading dan filter ke DSP Board

Pada proses pembelajaran langkah selanjutnya adalah, pertama user login ke teamviewer dan mengakses komputer server dengan cara memasukkan id teamviewer server dan passwordnya. Kedua, user membuka aplikasi matlab dan Code Composer Studio pada komputer server. Ketiga, user membuat desain filter pada Matlab dengan dan model simulasi pada DSK, kemudian menyalakan program tersebut dan secara otomatis matlab akan menjalankan DSK tersebut. Kemudian, berikut input berupa sinyal audio dari komputer server, dan melalui Web Cam pada komputer server akan terakuisisi hasilnya.

Selain dengan cara tersebut, DSK juga dapat diakses menggunakan software Code Composer Studio secara langsung tanpa melalui matlab. User dapat langsung menjalankan listing program pada CCS dan menyalakan program tersebut pada CCS.

Acara materi yang digunakan dalam model ini adalah sebagai salah pada Diploma III, Prodi Pendidikan Teknik Elektronika, Universitas Negeri Yogyakarta. Akan tetapi, materi yang diunggah pada model ini adalah materi tentang Filter Digital yang mencakup Filter jenis Finite Impulse Response (FIR) dan Filter jenis Infinite Impulse Response (IIR). Penulisan materi ini bertujuan untuk untuk meningkatkan dengan media pembelajaran pengolahan sinyal

digital yang dikembangkan dengan konsep Remote Laboratory. Adapun penyajian materi dari masing-masing Lab sheet terdapat dalam tabel berikut :

Tabel 1. Sajian Materi pada masing-masing Lab Sheet

NO	JOB SHEET	MATERI
1	LAB SHEET 1	Pengantar DSK (Matlab, Simulink, Arsitektur, Konfigurasi)
2	LAB SHEET 2	DSK dan PC (Jenis, Spesifikasi, Instalasi CCS, Pengaturan CCS, Self Test DSK)
3	LAB SHEET 3	Simulasi IO untuk DSK TMS320C6713
4	LAB SHEET 4	Implementasi FIR pada DSK Hasil perancangan pada Matlab
5	LAB SHEET 5	Implementasi IIR pada DSK hasil perancangan pada Matlab
6	LAB SHEET 6	Integrasi Matlab dengan DSK
7	LAB SHEET 7	Instalasi Software TeamViewer dan Memeriksa Remote Laboratory
8	LAB SHEET 8	Perancangan Filter Digital dengan TDA Tool dan Implementasi pada DSK secara Online

Dengan adanya buku ini, diharapkan dapat sebagai bahan ajar dan panduan praktikum pada pembelajaran praktikum pengolahan sinyal digital. Sehingga, mahasiswa dapat lebih memiliki gambaran terkait implementasi pengolahan sinyal digital, khususnya pada materi perancangan Filter Digital.

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA			
LAB SHEET II PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL			
Konversi	Pragmatika MENDU, TMS320C711 DSP	180 menit	
No. Lab. EKA/1001	Revisi: 0	01	Revisi: 0

I. TUJUAN INSTRUKSIONAL

- Mahasiswa dapat memahami bentuk fisik TMS320C711 dengan baik
- Mahasiswa dapat mengoperasikan modul TMS320C711 dengan benar

II. TEORI DASAR

A. Pengantar

DSP TMS320C711 adalah sebuah modul high-performance digital signal processor (DSP) yang dikembangkan oleh Texas Instruments. TMS320C711 masuk dalam keluarga C6000 DSP platform pada tipe floating-point DSPs. TMS320C711 dibekali dengan clock rate sebesar 1 Gigahertz dan dapat menyimpan informasi pada rate 1,25 gigasample-per-second (GSPS). Produk ini diperkenalkan pada agustus 1997. C6000 DSP platform didasarkan pada arsitektur T₁ VLIWTM, yang merupakan pengembangan dari very-long-instruction-word (VLIW) architecture untuk DSPs.

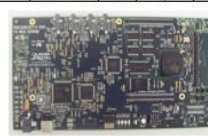
Pada kesempatan kali ini, kami mengajak anda untuk mengenal lebih dalam modul TMS320C711. Kita akan mulai dengan pengenalan secara fisik tentang komponen penyusun modul ini, mempelajari spesifikasi, mengetahui cara kerja dan hubungan antar bagian, serta memahami bagaimana board ini berhubungan dengan perangkat pendukung lainnya. Dengan bantuan modul ini, nantinya kita akan dapat mengimplementasikan secara nyata dan langsung dari pembelajaran pengolahan sinyal digital.

B. Pengenalan Fisik TMS320C711

C7111 DSP merupakan *real-time Low-cost stand alone development platform* yang memiliki kemampuan keputra *real-time control dan monitoring aplikasi audio* berbasis keluarga DSP C6000. DSP juga sebagai hardware referensi design untuk TMS320C711 DSP. Secara fisik C7111 DSP dapat dilihat seperti gambar berikut :

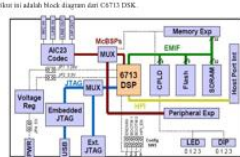
Diketahui:	Ditanyakan:	Dijawab oleh:
Grafik: 1000/1000/1000	Ditanyakan: 1000/1000/1000	Dijawab oleh: 1000/1000/1000

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA			
LAB SHEET II PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL			
Konversi	Pragmatika MENDU, TMS320C711 DSP	180 menit	
No. Lab. EKA/1001	Revisi: 0	01	Revisi: 0



Gambar 1. DSP Starter Kit TMS320C711

DSP merupakan salah satu modul yang juga telah disediakan komponen-komponen pendukung, sehingga sangat memudahkan pengguna dalam pengolahan sinyal digital berikut ini adalah block diagram dari C7111 DSP.



Gambar 2. Block diagram C7111 DSP

Fitur-fitur yang terdapat pada TMS320C711 antara lain, sebagai berikut:

- Processor TMS320C711 dan Texas Instruments yang beroperasi pada 1 Gigahertz

Diketahui:	Ditanyakan:	Dijawab oleh:
Grafik: 1000/1000/1000	Ditanyakan: 1000/1000/1000	Dijawab oleh: 1000/1000/1000

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA			
LAB SHEET II PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL			
Konversi	Pragmatika MENDU, TMS320C711 DSP	180 menit	
No. Lab. EKA/1001	Revisi: 0	01	Revisi: 0

E. LED dan DIP Switch

Pada DSP ini modul terintegrasi dengan LED dan DIP switch yang masing-masing berjumlah 4 buah. Keduanya dapat di akses melalui register CPLD USER_REG.

#	nama	bit	fungsi
1	USER_REG0	0	User DIP Switch bit 0 - OK 0 - On
2	USER_REG0	1	User DIP Switch bit 1 - OK 1 - On
3	USER_REG0	2	User DIP Switch bit 2 - OK 2 - On
4	USER_REG0	3	User DIP Switch bit 3 - OK 3 - On
5	USER_REG0	4	User DIP Switch bit 4 - OK 4 - On
6	USER_REG0	5	User DIP Switch bit 5 - OK 5 - On
7	USER_REG0	6	User DIP Switch bit 6 - OK 6 - On
8	USER_REG0	7	User DIP Switch bit 7 - OK 7 - On
9	USER_REG0	8	User DIP Switch bit 8 - OK 8 - On
10	USER_REG0	9	User DIP Switch bit 9 - OK 9 - On
11	USER_REG0	10	User DIP Switch bit 10 - OK 10 - On
12	USER_REG0	11	User DIP Switch bit 11 - OK 11 - On
13	USER_REG0	12	User DIP Switch bit 12 - OK 12 - On
14	USER_REG0	13	User DIP Switch bit 13 - OK 13 - On
15	USER_REG0	14	User DIP Switch bit 14 - OK 14 - On
16	USER_REG0	15	User DIP Switch bit 15 - OK 15 - On

Gambar 1. CPLD USER_REG Register

III. KESELAMATAN KERJA

Untuk keamanan dan keselamatan kerja, perhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Sebelum memulai praktikum, pelajari Lab Sheet dengan baik dan teliti.
- Perhatikan setiap tindakan dari Dosen Pengampu.
- Amati dan gunakan alat sesuai dengan yang diberikan dalam praktikum.
- Kembalikan alat dan bahan praktikum sesuai dengan tempat semula.

IV. ALAT DAN BAHAN

- Modul DSP TMS320C711
- Manual book DSP TMS320C711

V. LANGKAH KERJA

- Siapkan modul DSP TMS320C711
- Lihat apa saja yang terdapat pada modul tersebut
- Amati bentuk fisik dan TMS320C711

Diketahui:	Ditanyakan:	Dijawab oleh:
Grafik: 1000/1000/1000	Ditanyakan: 1000/1000/1000	Dijawab oleh: 1000/1000/1000

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA			
LAB SHEET II PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL			
Konversi	Pragmatika MENDU, TMS320C711 DSP	180 menit	
No. Lab. EKA/1001	Revisi: 0	01	Revisi: 0

- Ukurl spesifikasi yang dimiliki oleh TMS320C711, dengan panduan manual book.
- Perhatikan tabel berikut ini, dan tuliskan fungsi dari masing-masing bagian dengan melihat pada manual book DSP TMS320C711.

NO	BAGIAN	FUNGSI
1	6713 DSP	
2	AIC23 Codec	
3	SDRAM	
4	LED 0123	

Diketahui:	Ditanyakan:	Dijawab oleh:
Grafik: 1000/1000/1000	Ditanyakan: 1000/1000/1000	Dijawab oleh: 1000/1000/1000

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA			
LAB SHEET II PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL			
Konversi	Pragmatika MENDU, TMS320C711 DSP	180 menit	
No. Lab. EKA/1001	Revisi: 0	01	Revisi: 0

1	DIP 0123	
2	McBSPs	
3	LED	
4	Ext. JTAG	

6. Tambahkan gambar lain dan fungsinya jika masih diperlukan.

7. Selain, kembalikan semua alat terintegrasi sesuai dengan tempat.

VI. TUGAS

- Catat semua hal yang penting mengenai DSP TMS320C711
- Catat spesifikasi umum yang dimiliki DSP TMS 320C711
- Buatlah laporan dari kegiatan praktikum

Diketahui:	Ditanyakan:	Dijawab oleh:
Grafik: 1000/1000/1000	Ditanyakan: 1000/1000/1000	Dijawab oleh: 1000/1000/1000

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA			
LAB SHEET II PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL			
Konversi	Pragmatika MENDU, TMS320C711 DSP	180 menit	
No. Lab. EKA/1001	Revisi: 0	01	Revisi: 0

VII. SISTEM PENILAIAN

Bentuk Penilaian = 60%, Kinerja saat praktikum = 40%, Laporan praktikum

VIII. DAFTAR PUSTAKA

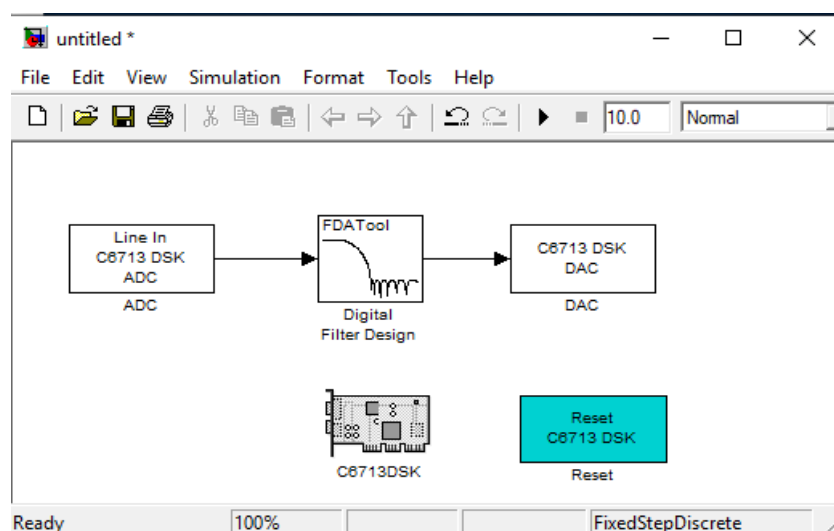
..... (2004). TMS320C711 DSP Technical Reference. Spectrum Digital, Inc.

Diketahui:	Ditanyakan:	Dijawab oleh:
Grafik: 1000/1000/1000	Ditanyakan: 1000/1000/1000	Dijawab oleh: 1000/1000/1000

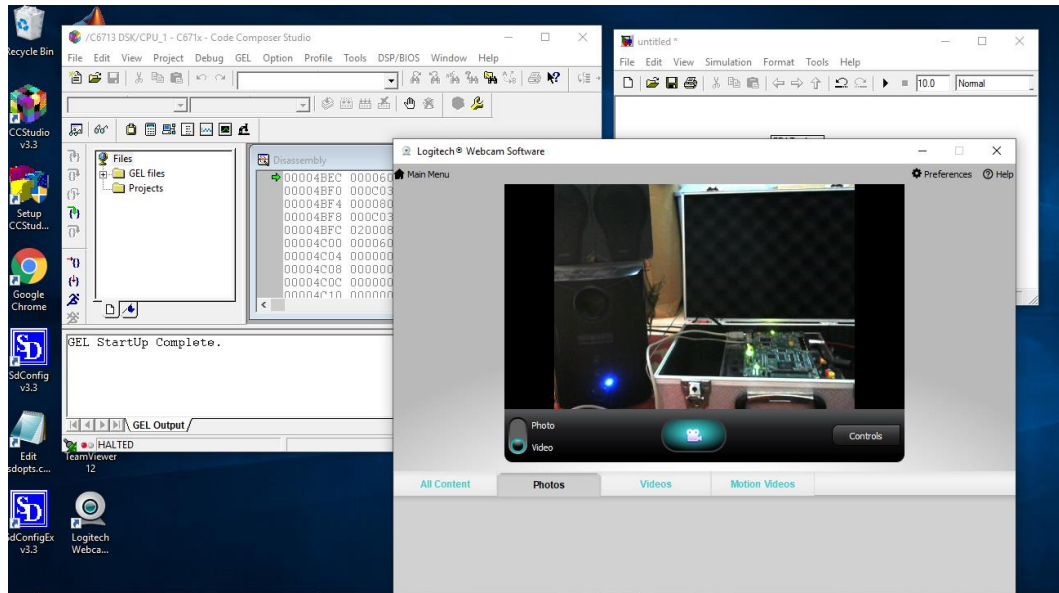
Gambar 26. Produk akhir *Jobsheet* Praktikum Pengolahan Sinyal Digital

4. Unjuk Kerja *Trainer Kit*

Untuk mengetahui unjuk kerja dari media yang telah dibuat, maka dilakukanlah pengujian pada *trainer kit*. Pengujian dilakukan dengan beberapa proses, yaitu dengan pengujian *hardware*, pengujian *software*, dan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan sebanyak dua kali untuk materi filter digital, yaitu *FIR low pass* dan *IIR high pass*, sesuai dengan *jobsheet*. Pengujian dilakukan menggunakan jaringan internet yang tersedia di kampus, dengan kondisi jaringan internet yang cukup stabil. Dari hasil pengujian, sistem berjalan dengan baik dan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.



Gambar 27. Tampilan model rancangan pada *Matlab*



Gambar 28. Tampilan sistem *Remote Laboratory* secara keseluruhan

Gambar 27 dan 28 adalah tampilan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan. Pada gambar 28, bagian kiri ditampilkan visualisasi dari model rancangan sistem *PSD* yang telah dibuat serta tampilan hasil sinyal *output* dalam bentuk penampil *osciloscop*. Sedangkan pada bagian kanan ditampilkan hasil pemantauan dengan *web cam* pada *trainer kit* yang ada pada laboratorium dengan tujuan pengguna dapat mengamati hasil perancangan pada *output*.

Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dirumuskan, jaringan internet yang digunakan memiliki perananan penting agar pengguna dapat mengakses media pembelajaran *PSD* berbasis *remote laboratory* yang telah dibuat untuk mempelajari materi tentang filter digital. Pengujian dilakukan untuk melihat apakah

secara keseluruhan sistem telah terintegrasi dengan baik dan juga performa visualisasi sitem pada kondisi jaringan internet yang tersedia.

Dalam satu kali pengujian dilakukan percobaan sebanyak empat kali untuk memastikan bahwa sistem dan juga trainer kit bekerja dengan baik, serta menampilkan *visual feedback* dengan jelas.

Tabel 17. Hasil pengujian pada materi *low pass filter* tipe *FIR*

No	Percobaan	<i>Connect Server Status</i>	<i>Running Program</i>	<i>Delay pada Visual Feedback (detik)</i>
1	Percobaan 1	<i>Succes</i>	<i>Running</i>	0,34
2	Percobaan 2	<i>Succes</i>	<i>Running</i>	0,28
3	Percobaan 3	<i>Succes</i>	<i>Running</i>	0,14
4	Percobaan 4	<i>Succes</i>	<i>Running</i>	0,54

Dari hasil pengujian pertama pada materi *low pass filter*, semua *software* sudah teintegrasi dengan baik, *hardware* dapat bekerja dengan baik, dan *visual feedback* dapat menampilkan hasil percobaan dengan baik meskipun terdapat *delay* waktu. *Delay* waktu atau keterlambatan penampil pada *feedback* dihitung berdasarkan jeda waktu yang terjadi ketika menjalankan program hasil rancangan dengan aktualisasi nyata pada *DSK TMS 320C6713* yang ditampilkan pada *Web Cam* sebagai *visual feedback*. Akan tetapi besarnya visual feedback masih tergolong kecil yang dari hasil percobaan menunjukan *delay* yang terjadi kurang dari 1 detik.

Pengujian kedua dilakukan dengan percaobaan pada materi *high pass filter* tipe *IIR*, akan tetapi dengan kondisi komputer *server* menggunakan jaringan

internet kampus dan komputer *client* menggunakan jaringan internet seluler. Perbedaan jaringan internet yang digunakan dimaksudkan untuk melihat pengaruh jaringan internet terhadap sistem secara keseluruhan, dan juga untuk mensimulasikan apabila *trainer kit* tersebut diakses dari luar area kampus.

Tabel 18. Hasil pengujian pada materi *high pass filter* tipe *IIR*

No	Percobaan	<i>Connect Server Status</i>	<i>Running Program</i>	<i>Delay pada Visual Feedback (detik)</i>
1	Percobaan 1	<i>Succes</i>	<i>Running</i>	0,89
2	Percobaan 2	<i>Succes</i>	<i>Running</i>	0,97
3	Percobaan 3	<i>Succes</i>	<i>Running</i>	1,01
4	Percobaan 4	<i>Succes</i>	<i>Running</i>	1,05

Dari hasil pengujian kedua, konsep *remote laboratory* yang diterapkan dapat berjalan dengan baik, akan tetapi masih terjadi *delay* yang lebih besar dengan kondisi jaringan ineternet yang berbeda. Besarnya *delay* yang terjadi masih tergolong rendah dengan besar keterlambatan terbesar adalah 1,05 detik. Secara keseluruhan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, *trainer kit* yang telah dibuat dengan berbasis *remote laboratory* menunjukkan kinerja yang cukup baik, meskipun terdapat *delay* yang terjadi pada penampil *visual feedback*. Hal tersebut dipengaruhi oleh jaringan internet yang digunakan. Oleh kerna itu dibutuhkan jaringan internet yang lancar dan stabil agar sistem dapat berjalan dengan maksimal.

Media pembelajaran dalam penelitian ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Kelebihan yang pertama adalah dalam satu media pembelajaran tersebut pengguna dapat mempelajari beberapa aplikasi sistem PSD secara langsung dan nyata. Kelebihan yang kedua adalah dengan sistem *remote laboratory* tersebut, pengguna dapat melakukan percobaan tanpa terbatas ruang dan waktu.

iii. Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari produk yang telah dihasilkan berdasarkan penilaian dari ahli media, ahli materi dan juga dari pengguna. Data diperoleh dari angket yang telah diisi oleh masing-masing ahli dan pengguna. Hasil analisis data tersebut yang nantinya digunakan sebagai kesimpulan akhir dari penelitian yang dilakukan.

1. Deskripsi Data

1. Data Validasi Ahli Materi

Data validasi ahli materi pada penelitian ini diperoleh dari penilaian ahli materi terhadap media pembelajaran *trainer kit* teknik digital berbasis *Remote laboratory* yang dikembangkan dengan cara mengisi angket. Pada penelitian ini data validasi ahli materi diperoleh dari dua orang ahli materi yang kompeten di bidang teknik elektronika digital.

Sesuai dengan instrumen yang disusun mengacu pada kajian menurut Depdiknas, maka penilaian media pembelajaran menurut ahli materi mencakup dua aspek, yaitu yang pertama aspek kelayakan isi materi, di dalamnya berisi indikator yang berkaitan dengan kesesuaian materi terhadap silabus yang digunakan. Kedua aspek penyajian, di dalamnya berisi indikator yang berkaitan dengan kemampuan media dalam menyajikan materi pembelajaran.

Pada prosesnya, ahli materi yang terdiri dari dua orang memberikan penilaian dengan mengisi angket dan kemudian memberikan masukan berupa kritik dan saran perbaikan untuk lebih meningkatkan kualitas produk. Data yang diperoleh dari dua ahli tersebut menunjukkan bahwa media trainer teknik digital yang dikembangkan dapat digunakan untuk penelitian tanpa perlu adanya perbaikan.

Sedangkan hasil penilaian media trainer teknik digital yang diperoleh dari angket yang telah diisi oleh dua orang ahli materi ditinjau dari aspek kelayakan isi materi dan aspek penyajian setelah ditabulasikan menggunakan *software Microsoft Office Excel 2016* untuk mengetahui jumlah dan rerata skor dapat dilihat pada tabel 19 dan tabel 20.

Tabel 19. Data Skor Penilaian Ahli Materi dari Aspek Kelayakan Isi Materi

Aspek Kelayakan Isi						
No	Skor Min	Skor Mak	Skor Ahli Materi		Jumlah Skor	Rerata Skor
			Ahli Materi 1	Ahli Materi 2		
1	1	4	4	4	8	4
2	1	4	4	3	7	3.5
3	1	4	3	4	7	3.5

4	1	4	3	3	6	3
5	1	4	4	3	7	3.5
6	1	4	3	4	7	3.5
7	1	4	3	3	6	3
8	1	4	3	4	7	3.5
9	1	4	4	3	7	3.5
10	1	4	3	3	6	3
11	1	4	4	4	8	4
12	1	4	4	4	8	4
Jumlah					84	
Rerata Hasil						3.5

Berdasarkan tabel 19 dapat dilihat bahwa pada aspek kelayakan isi terdiri dari dua belas (12) butir pertanyaan, kemudian skor yang diperoleh dijumlahkan yaitu sebesar 84. Selanjutnya jumlah skor tersebut dihitung nilai rata-ratanya dan menghasilkan nilai 3,5.

Tabel 20. Data Skor Penilaian Ahli Materi dari Aspek Penyajian.

Aspek Penyajian						
No	Skor Min	Skor Mak	Skor Ahli Materi		Jumlah Skor	Rerata Skor
			Ahli Materi 1	Ahli Materi 2		
1	1	4	4	4	8	4
2	1	4	4	3	7	3.5
3	1	4	3	4	7	3.5
4	1	4	4	3	7	3.5
5	1	4	4	3	7	3.5

6	1	4	3	4	7	3.5
7	1	4	3	3	6	3
8	1	4	3	4	7	3.5
9	1	4	4	3	7	3.5
10	1	4	3	4	7	3.5
11	1	4	4	4	8	4
Jumlah					78	
Rerata Hasil						3.55

Berdasarkan tabel 20 dapat dilihat bahwa pada aspek kelayakan isi terdiri dari sebelas (11) butir pertanyaan, kemudian skor yang diperoleh dijumlahkan yaitu sebesar 78. Selanjutnya jumlah skor tersebut dihitung nilai rata-ratanya dan menghasilkan nilai 3,55.

Perhitungan jumlah skor dan rerata skor pada tabulasi data tersebut nantinya akan digunakan untuk dianalisis pada bahasan analisis data guna mengetahui tingkat kelayakan serta untuk mengetahui dari aspek manakah kelebihan dan kekurangan dari *trainer kit* teknik digital yang dikembangkan menurut ahli materi.

2. Data Validasi Ahli Materi

Data validasi ahli materi pada penelitian ini diperoleh dari penilaian ahli media terhadap media pembelajaran *trainer kit* teknik digital berbasis *Remote Laboratory* menggunakan jaringan internet yang dikembangkan dengan cara mengisi angket. Pada penelitian ini data validasi ahli media diperoleh dari dua orang ahli media yang kompeten di bidang media pembelajaran.

Sesuai dengan instrumen yang disusun mengacu pada kajian dari Haryanto, maka penilaian media pembelajaran mencakup empat aspek, yaitu yang pertama aspek kriteria umum, didalamnya berisi indikator yang berkaitan dengan pengoperasian dan penggunaan. Kedua aspek kriteria khusus, di dalamnya berisi

indikator yang berkaitan dengan spesifikasi teknis dari media trainer teknik digital yang dikembangkan. Ketiga aspek kebahasaan, didalamnya berisi indikator yang berkaitan dengan bahasa yang digunakan dalam *jobsheet* sebagai media pendukung. Keempat aspek kegrafikan, yang didalamnya berisi indikator yang berkaitan dengan penyusunan *jobsheet* sebagai media pendukung.

Pada prosesnya, ahli media yang terdiri dari dua orang memberikan penilaian dengan mengisi angket dan kemudian memberikan masukan berupa kritik dan saran perbaikan untuk lebih meningkatkan kualitas produk. Data yang diperoleh dari tiga ahli tersebut berupa saran dan komentar yang diperoleh pada tahap validasi media di antaranya:

Sedangkan hasil penilaian *trainer kit* teknik digital yang diperoleh dari angket yang telah diisi oleh dua orang ahli media ditinjau dari aspek kriteria umum dan kriteria khusus setelah ditabulasikan menggunakan *software Microsoft Office Excel 2013* untuk mengetahui jumlah dan rerata skor dapat dilihat pada tabel 21, tabel 22, table 23 dan table 24.

Tabel 21. Data Skor Hasil Penilaian Ahli Media Aspek Kriteria Umum.

Aspek Kriteria Umum						
No	Skor Min	Skor Mak	Skor Ahli Materi		Jumlah Skor	Rerata Skor
			Ahli Materi 1	Ahli Materi 2		
1	1	4	3	4	7	3.5
2	1	4	4	4	8	4
3	1	4	3	4	7	3.5
4	1	4	3	3	6	3
5	1	4	3	3	6	3

6	1	4	3	4	7	3.5
7	1	4	3	4	7	3.5
8	1	4	3	4	7	3.5
9	1	4	3	3	6	3
10	1	4	3	4	7	3.5
Jumlah					68	
Rerata Hasil						3.4

Berdasarkan tabel 20 dapat dilihat bahwa pada aspek kriteria umum terdiri dari sepuluh (10) butir pertanyaan, kemudian skor yang diperoleh dijumlahkan yaitu sebesar 68. Selanjutnya jumlah skor tersebut dihitung nilai rata-ratanya dan menghasilkan nilai 3,40.

Tabel 22. Data Skor Hasil Penilaian Ahli Media Aspek Kriteria Khusus.

Aspek Kriteria Khusus						
No	Skor Min	Skor Mak	Skor Ahli Materi		Jumlah Skor	Rerata Skor
			Ahli Materi 1	Ahli Materi 2		
1	1	4	3	4	7	3.5
2	1	4	3	3	6	3
3	1	4	3	4	7	3.5
4	1	4	3	4	7	3.5
5	1	4	3	4	7	3.5
6	1	4	3	4	7	3.5
Jumlah					41	
Rerata Hasil						3.42

Berdasarkan tabel 10 dapat dilihat bahwa pada aspek kriteria khusus terdiri dari enam (6) butir pertanyaan, kemudian skor yang diperoleh dijumlahkan yaitu sebesar 41. Selanjutnya jumlah skor tersebut dihitung nilai rata-ratanya dan menghasilkan nilai 3,42.

Tabel 23. Data Skor Hasil Penilaian Ahli Media Aspek Kebahasaan.

Aspek Kebahasaan

No	Skor Min	Skor Mak	Skor Ahli Materi		Jumlah Skor	Rerata Skor
			Ahli Materi 1	Ahli Materi 2		
1	1	4	3	3	6	3
2	1	4	3	4	7	3.5
3	1	4	3	4	7	3.5
4	1	4	3	3	6	3
5	1	4	3	4	7	3.5
6	1	4	3	4	7	3.5
7	1	4	3	3	6	3
8	1	4	3	4	7	3.5
Jumlah					53	
Rerata Hasil						3.31

Berdasarkan tabel 22 dapat dilihat bahwa pada aspek kriteria khusus terdiri dari delapan (8) butir pertanyaan, kemudian skor yang diperoleh dijumlahkan yaitu sebesar 53. Selanjutnya jumlah skor tersebut dihitung nilai rata-ratanya dan menghasilkan nilai 3,31.

Tabel 24. Data Skor Hasil Penilaian Ahli Media Aspek Kriteria Kegrafikan.

Aspek Kegrafikan						
No	Skor Min	Skor Mak	Skor Ahli Materi		Jumlah Skor	Rerata Skor
			Ahli Materi 1	Ahli Materi 2		
1	1	4	3	4	7	3.5
2	1	4	3	4	7	3.5
3	1	4	3	4	7	3.5

4	1	4	3	4	7	3.5
5	1	4	3	4	7	3.5
6	1	4	3	4	7	3.5
7	1	4	3	4	7	3.5
8	1	4	3	3	6	3
Jumlah					55	
Rerata Hasil						3.44

Berdasarkan tabel 24 dapat dilihat bahwa pada aspek kriteria khusus terdiri dari delapan (8) butir pertanyaan, kemudian skor yang diperoleh dijumlahkan yaitu sebesar 55. Selanjutnya jumlah skor tersebut dihitung nilai rata-ratanya dan menghasilkan nilai 3,44.

Perhitungan jumlah skor dan rerata skor pada tabulasi data tersebut nantinya akan digunakan untuk dianalisis pada bahasan analisis data guna mengetahui tingkat kelayakan serta untuk mengetahui dari aspek manakah kelebihan dan kekurangan dari *trainer kit* teknik digital berbasis *remote laboratory* yang dikembangkan menurut ahli media.

3. Data Pengguna

Sebagaimana pengambilan data yang dilakukan dilakukan pada ahli, pengambilan data dilakukan oleh pengguna untuk mengetahui kelayakan dari media pembelajaran praktikum teknik digital yang telah dikembangkan. Pokok bahasan materi yang terdapat dalam media pembelajaran *trainer* teknik digital yang dikembangkan mencakup Implementasi Filter Digital, yaitu filter jenis *FIR* dan Filter jenis *IIR*.

Data uji produk dari pengguna pada penelitian ini diperoleh dari penilaian responden terhadap media pembelajaran *trainer kit* teknik digital yang

dikembangkan dengan cara mengisi angket. Responden tersebut adalah mahasiswa tingkat Diploma 3 prodi Teknik Elektronika pada Universitas Negeri Yogyakarta yang berjumlah 10 responden.

Sesuai dengan instrumen yang disusun mengacu pada kajian dari Walker dan Hess, maka penilaian media pembelajaran oleh pengguna mencakup tiga aspek, yaitu yang pertama aspek kualitas isi, di dalamnya berisi indikator yang berkaitan ketepatan isi materi dari trainer terhadap materi pembelajaran. Kedua aspek kualitas pembelajaran, di dalamnya berisi indikator yang berkaitan dengan kemampuan dari *trainer kit* teknik digital yang dikembangkan. Dan yang ketiga kualitas teknis, di dalamnya berisi indikator yang berkaitan dengan kemampuan teknis dari *trainer kit* teknik digital yang dikembangkan.

Mahasiswa diminta untuk mengisi angket penilaian yang mencakup tiga aspek, yaitu aspek kualitas isi materi, aspek kualitas pembelajaran, aspek kualitas teknis. Data berupa hasil penilaian media pembelajaran oleh siswa kemudian ditabulasikan dalam tabel berikut .

Aspek Kualitas Isi														
No	Skor Min	Skor Mak	Skor Pengguna										Jumlah Skor	Rerata Skor
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	1	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	33	3.3
2	1	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	35	3.5
3	1	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	36	3.6
4	1	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	33	3.3

5	1	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	34	3.4
6	1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	31	3.1
7	1	4	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4	31	3.1
8	1	4	4	4	3	3	3	2	3	4	3	3	32	3.2
9	1	4	4	3	2	4	3	4	4	3	4	4	35	3.5
10	1	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	34	3.4
11	1	4	3	2	2	4	3	3	3	3	3	3	29	2.9
12	1	4	3	3	2	4	4	3	4	3	4	3	33	3.3
Jumlah													396	
Rerata Hasil														3.3

Tabel 25. Data Skor Hasil Penilaian Pengguna Aspek Kualitas Isi.

Berdasarkan tabel 25 dapat dilihat bahwa pada aspek kualitas isi terdiri dari dua belas (12) butir pertanyaan, kemudian skor yang diperoleh dijumlahkan yaitu sebesar 396. Selanjutnya jumlah skor tersebut dihitung nilai rata-ratanya dan menghasilkan nilai 16,5.

Tabel 26. Data Skor Hasil Penilaian Pengguna Aspek Kualitas Pembelajaran.

Aspek Kualitas Pembelajaran														
No	Skor Min	Skor Mak	Skor Pengguna										Jumlah Skor	Rerata Skor
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	1	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	35	3.5

2	1	4	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	34	3.4
3	1	4	2	2	3	4	3	3	3	4	4	3	31	3.1
4	1	4	4	3	2	4	4	4	4	3	3	3	34	3.4
5	1	4	4	3	3	3	3	2	3	4	3	3	31	3.1
6	1	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	32	3.2
7	1	4	2	2	3	4	3	4	2	3	4	4	31	3.1
8	1	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	33	3.3
9	1	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	35	3.5
Jumlah													296	
Rerata Hasil														3.3

Berdasarkan table 26, pada aspek kualitas pembelajaran terdiri dari 9 butir pertanyaan, hasil penjumlahan skor adalah sebesar 296 dan menghasilkan rerata sebesar 3,3.

Tabel 27. Data Skor Hasil Penilaian Pengguna Aspek Kualitas Teknis.

Aspek Kualitas Teknis														
No	Skor Min	Skor Mak	Skor Pengguna										Jumlah Skor	Rerata Skor
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	1	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	33	3.3
2	1	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	35	3.5
3	1	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	36	3.6
4	1	4	3	2	3	4	4	4	3	3	3	3	32	3.2
5	1	4	2	2	3	4	4	3	3	4	3	4	32	3.2
6	1	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	33	3.3
7	1	4	3	2	3	4	2	4	3	3	3	4	31	3.1
8	1	4	2	2	3	2	4	4	3	3	3	3	29	2.9
9	1	4	2	2	4	3	4	3	3	3	3	4	31	3.1
Jumlah													292	
Rerata Hasil														3.2

Berdasarkan table 27, dari aspek kualitas teknis yang terdiri dari sembilan (9) butir pertanyaan, menghasilkan jumlah skor 292 dan rerata hasil sebesar 3,2. Perhitungan jumlah skor dan rerata skor pada tabulasi data tersebut nantinya akan digunakan untuk dianalisis pada bahasan analisis data guna mengetahui tingkat

kelayakan serta untuk mengetahui dari aspek manakah kelebihan dan kekurangan dari *trainer kit* teknik digital yang dikembangkan menurut pengguna.

b. Analisis Data

1. Analisis Data Hasil Penilaian oleh Ahli Materi

Data yang diperoleh pada saat melakukan validasi ahli materi yang berupa saran digunakan untuk perbaikan *trainer kit* teknik digital berbasis *remote laboratory* yang dikembangkan. Sedangkan data angket dari ahli akan dihitung guna mengetahui hasil persentase kelayakan *trainer kit* teknik digital yang dikembangkan ditinjau dari aspek kelayakan isi materi dan penyajian.

Perhitungan persentase data tersebut dihitung sesuai rumus yang diadaptasi dari Suharsimi Arikunto (2006 : 264). Data pada tabel 7 dan tabel 8 yang telah ditabulasikan dan telah diketahui jumlah skor serta rerata skornya digunakan untuk menghitung persentase kelayakannya. Hasil analisis data penilaian oleh ahli materi dapat dilihat pada tabel 28.

Tabel 28. Hasil Analisis Data Penilaian Oleh Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Jumlah Butir	Jumlah Responden	Frekuensi				Jumlah Skor	Jumlah Skor Mak	Rerata Hasil	Rerata Pembatas	Keterangan	%	Kategori Kelayakan
				1	2	3	4							
1	Kelayakan Isi	12	2			15	9	81	96	3.38	3.17	Tinggi	84%	Sangat Layak
2	Penyajian	11	2			17	5	71	88	2.96	2.96	Rendah	81%	Sangat Layak
Jumlah						32	14	152	184	Hasil			83%	Sangat Layak

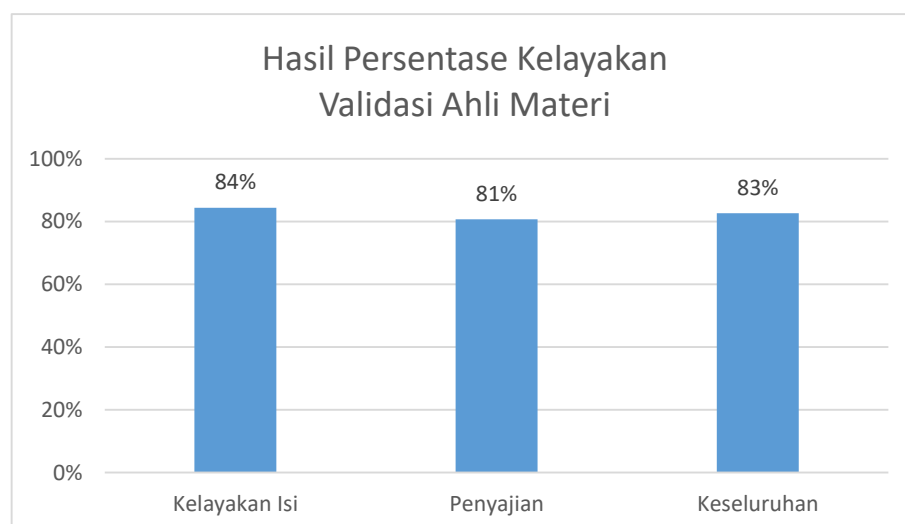
Berdasarkan hasil analisis data penilaian media pembelajaran pada tabel 28 yang diperoleh dari 2 ahli materi pada tahap validasi materi untuk aspek kelayakan isi diperoleh rerata hasil sebesar 3,38. Kemudian dari aspek penyajian diperoleh

rerata hasil sebesar 2,96. Dari kedua hasil rerata tersebut maka dibuat rerata pembatas guna mengetahui aspek mana yang lebih menonjol dalam penilaian ini. Nilai rerata pembatas tersebut diperoleh sebesar 3,17. Setelah nilai rerata pembatas diketahui maka nilai rerata hasil dibandingkan dengan nilai rerata pembatas. Apabila nilai rerata hasil lebih tinggi daripada nilai rerata pembatas, maka aspek tersebut dinyatakan dalam kategori tinggi dan sebaliknya jika nilai rerata hasil lebih rendah dari nilai rerata pembatas maka masuk dalam kategori rendah.

Hasil persentase kelayakan pada aspek kelayakan isi setelah dikonversikan didapatkan nilai sebesar 84% masuk dalam kategori sangat layak. Sedangkan untuk aspek penyajian diperoleh persentase kelayakan sebesar 81% masuk dalam kategori sangat layak. Secara keseluruhan persentase kelayakan media menurut ahli materi didapat sebesar 83% termasuk dalam kategori sangat layak.

Berdasarkan penjabaran diatas, maka hasil validasi oleh ahli materi diperoleh persentase kelayakan *trainer kit* teknik digital berbasis *remote laboratory* sebesar 83% dan diketahui bahwa keunggulan dari *trainer kit* teknik digital ini terletak pada aspek kelayakan isi yang ditunjukkan dengan pencapaian nilai rerata hasil sebesar 3,38 lebih besar dari nilai rerata pembatas yang bernilai 3,17.

Penjabaran hasil keseluruhan dapat digambarkan dalam bentuk histogram yang dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 29. Histogram Hasil penilaian Media Pembelajaran oleh Ahli Materi

2. Analisa Data Hasil Penilaian oleh Ahli Media

Data penilaian ahli media diperoleh setelah ahli memberikan saran yang digunakan untuk perbaikan media *trainer kit* teknik digital yang dikembangkan. Setelah itu ahli media diberikan angket untuk memberikan penilaian terhadap hasil akhir produk. Data dari hasil angket akan dihitung guna mengetahui hasil persentase kelayakan media trainer teknik digital yang dikembangkan ditinjau dari aspek kriteria umum dan kriteria khusus.

Perhitungan persentase data tersebut dihitung sesuai rumus yang diadaptasi dari Suharsimi Arikunto (2006 : 264). Data pada tabel 9 dan tabel 10 yang telah ditabulasikan dan telah diketahui rerata skornya digunakan untuk menghitung persentase kelayakannya. Hasil analisis data validasi oleh ahli media dapat dilihat pada tabel 28.

Tabel 29. Hasil Analisis Data Penilaian Oleh Ahli Media

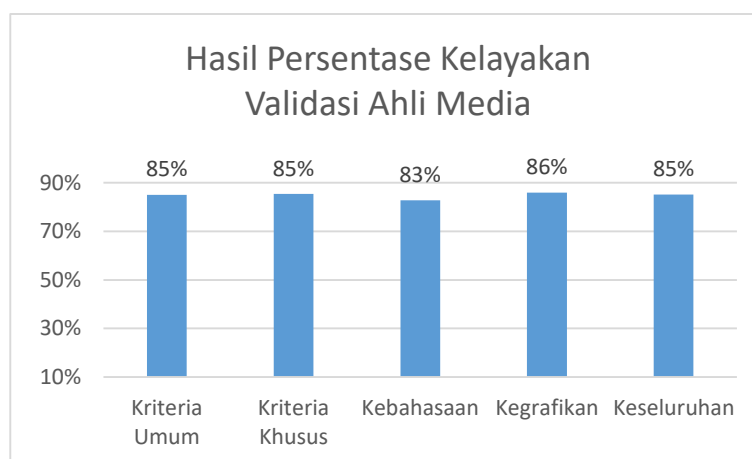
No	Aspek Penilaian	Jumlah Butir	Jumlah Respon den	Frekuensi				Jumlah Skor	Jumlah Skor Mak	Rerata Hasil	Rerata Pembas tas	Keteran gan	%	Kategori Kelayakan
				1	2	3	4							
1	Kriteria Umum	10	2			12	8	68	80	3.40	3.41	Tinggi	85%	Sangat layak
2	Kriteria Khusus	6	2			7	5	41	48	3.42	3.41	Tinggi	85%	Sangat layak
3	Kebahasaan	8	2			11	5	53	64	3.31	3.41	Rendah	83%	Sangat layak
4	Kegrafikan	8	2			9	7	55	64	3.44	3.41	Tinggi	86%	Sangat layak
Jumlah						19	13	109	128	Hasil			85%	Sangat layak

Berdasarkan hasil analisis data penilaian media pembelajaran pada tabel 29 yang diperoleh dari dua ahli media pada tahap validasi media untuk aspek kriteria umum diperoleh rerata hasil sebesar 3,40. Kemudian dari aspek kriteria khusus diperoleh rerata hasil sebesar 3,41. Dari aspek kebahasaan diperoleh rerata hasil sebesar 3,31. Dan pada aspek kegrafikan diperoleh rerata hasil sebesar 3,44. Dari keempat hasil rerata tersebut maka dibuat rerata pembatas guna mengetahui aspek mana yang lebih menonjol dalam penilaian ini. Nilai rerata pembatas tersebut diperoleh sebesar 3,41. Setelah nilai rerata pembatas diketahui maka nilai rerata hasil dibandingkan dengan nilai rerata pembatas. Apabila nilai rerata hasil lebih tinggi daripada nilai rerata pembatas, maka aspek tersebut dinyatakan dalam kategori tinggi dan sebaliknya jika nilai rerata hasil lebih rendah dari nilai rerata pembatas maka masuk dalam kategori rendah.

Hasil persentase kelayakan pada aspek kriteria umum setelah dikonversikan didapatkan nilai sebesar 85% masuk dalam kategori sangat layak. Sedangkan untuk aspek kriteria khusus diperoleh persentase kelayakan sebesar 85% masuk dalam kategori sangat layak. Pada aspek kebahasaan didapatkan nilai persentase sebesar 83%. Sedangkan pada aspek kegrafikan diperoleh hasil sebesar 86%. Secara keseluruhan persentase kelayakan media menurut ahli materi didapat sebesar 85% termasuk dalam kategori sangat layak.

Berdasarkan penjabaran diatas, maka hasil validasi oleh ahli media diperoleh persentase kelayakan *trainer kit* teknik digital berbasis *remote laboratory* sebesar 85% dan diketahui bahwa keunggulan dari trainer teknik digital ini terletak pada aspek kriteria umum, kriteria khusus, dan kegrafikan yang ditunjukkan dengan pencapaian nilai rerata hasil lebih besar dari nilai rerata pembatas.

Penjabaran hasil keseluruhan dapat digambarkan dalam bentuk histogram yang dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 30. Histogram Hasil Penilaian Media Pembelajaran oleh Ahli Media.

d) Analisis Data penialian oleh Pengguna

Data pengguna diperoleh dari mahasiswa diambil saat peneliti melakukan penelitian pada prodi teknik elektronika tingkat diploma 3 di Universitas Negeri Yogyakarta. Pada tahap tersebut mahasiswa diminta untuk menggunakan Trainer teknik digital yang dikembangkan. Kemudian mahasiswa diminta untuk mengisi angket yang telah disediakan.

Data angket dari mahasiswa akan dihitung guna mengetahui hasil persentase kelayakan *trainer kit* teknik digital yang dikembangkan ditinjau dari aspek kualitas

isi, kualitas pembelajaran dan kualitas teknis. Perhitungan persentase data tersebut dihitung sesuai rumus yang diadaptasi dari Suharsimi Arikunto (2006 : 264). Sebelum data dianalisis, maka data tersebut ditabulasikan terlebih dahulu. Data mahasiswa yang telah ditabulasi dapat dilihat pada lampiran. Setelah ditabulasikan dan telah diketahui rerata skornya, langkah berikutnya adalah menghitung persentase kelayakannya. Hasil analisis data siswa dapat dilihat pada tabel 30.

Tabel 30. Hasil Analisis penilaian oleh Pengguna

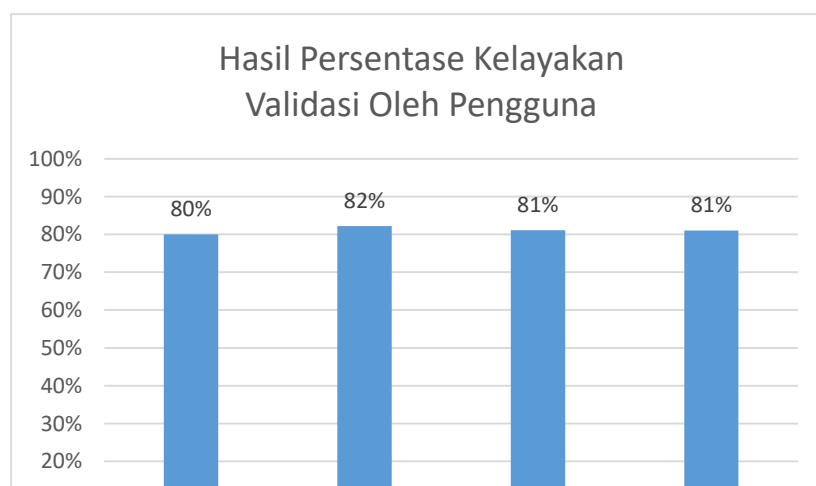
No	Aspek Penilaian	Jumlah Butir	Jumlah Responden	Frekuensi				Jumlah Skor	Jumlah Skor Mak	Rerata Hasil	Rerata pembatas	Keterangan	%	Kategori Kelayakan
				1	2	3	4							
1	Kualitas Isi	12	10			72	42	384	480	3,20	2,46	Tinggi	80%	Layak
2	Kualitas Pembelajaran	9	10		7	50	33	296	360	2,47	2,46	Tinggi	82%	Sangat Layak
3	Kualitas Teknis	9	10		10	48	32	292	360	2,43	2,46	Rendah	81%	Sangat Layak
Jumlah					17	170	107	972	1200	Hasil			81%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil analisis data penilaian media pembelajaran pada tabel 30 yang diperoleh dari 10 responden, pada aspek kualitas isi diperoleh rerata hasil sebesar 3,20. Kemudian dari aspek kualitas pembelajaran diperoleh rerata hasil sebesar 2,47. Selanjutnya dari aspek kualitas teknis diperoleh rerata hasil sebesar 2,43. Dari ketiga hasil rerata tersebut maka dibuat rerata pembatas guna mengetahui aspek mana yang lebih menonjol dalam penilaian ini. Nilai rerata pembatas tersebut diperoleh sebesar 2,46. Setelah nilai rerata pembatas diketahui maka nilai rerata hasil dibandingkan dengan nilai rerata pembatas. Apabila nilai rerata hasil lebih tinggi daripada nilai rerata pembatas, maka aspek tersebut dinyatakan dalam kategori tinggi dan sebaliknya jika nilai rerata hasil lebih rendah dari nilai rerata pembatas maka masuk dalam kategori rendah.

Hasil persentase kelayakan pada aspek kualitas isi setelah dikonversikan didapatkan nilai sebesar 80% masuk dalam kategori layak. Kemudian untuk aspek kualitas pembelajaran diperoleh persentase kelayakan sebesar 82% masuk dalam kategori layak. Sedangkan untuk aspek kualitas teknis diperoleh persentase kelayakan sebesar 81% Secara keseluruhan persentase kelayakan media menurut pengguna didapat sebesar 81% termasuk dalam kategori layak.

Berdasarkan penjabaran diatas, maka hasil penilaian mahasiswa diperoleh persentase kelayakan *trainer kit* teknik digital sebesar 81% dan diketahui bahwa keunggulan dari trainer teknik digital ini terletak pada aspek kualitas isi dan kualitas pembelajaran yang ditunjukkan dengan pencapaian nilai rerata hasil lebih besar dari nilai rerata pembatas.

Hasil analisis data penilaian media pembelajaran yang dilakukan siswa seperti pada tabel 29 apabila digambarkan dalam bentuk histogram secara logis dan sistematis dapat dilihat pada gambar 31.



Gambar 31. Histogram Hasil Analisis Penialian oleh Pengguna

c. Pembahasan

Pengembangan *Trainer kit* pengolahan sinyal digital menggunakan *DSK TMS320C6713* berbasis *remote laboratory* menggunakan jaringan internet sebagai media pembelajaran praktikum pada Diploma 3 Prodi Teknik Elektronika di Universitas Negeri Yogyakarta diangkat dari permasalahan yang ada. Permasalahan tersebut tentunya terdapat dalam rumusan masalah. Kemudian rumusan masalah tersebut dijadikan acuan dalam pengembangan produk.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Research and Development* (R & D) dengan mengadopsi model pengembangan dari Allesi dan Trollip. Tahapan model pengembangan tersebut melalui 3 tahapan. Adapun tahapan tersebut adalah *Planning*, *Design*, dan *Development*.

Tahap *planning* dilakukan dengan studi pendahuluan dilakukan dengan kajian literatur yang ada dan dilakukan observasi pada prodi teknik elektronika di Universitas Negeri Yogyakarta. Observasi dilakukan guna mencari informasi yang berkaitan dengan pengembangan produk. Informasi tersebut berupa data-data permasalahan yang muncul dalam pelaksanaan pembelajaran praktikum pada Prodi Teknik elektronika tingkat diploma 3 di Universitas Negeri Yogyakarta yang

selanjutnya data-data tersebut digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan media.

Tahap kedua yaitu *design* dimana dalam tahap ini peneliti mulai mendisain dan merealisasikan desain menjadi sebuah produk. produk yang dimaksud adalah media pengembangan berupa *trainer kit* teknik digital dengan menggunakan *DSK TMS320C6713* berbasis *remote laboratory*.

Tahap ketiga adalah melakukan validasi atau uji produk, yaitu merupakan kegiatan untuk mengetahui tingkat kelayakan media yang dikembangkan. Pertama dilakukan *Alpha Testing* yaitu melakukan validasi oleh ahli untuk mengetahui tingkat kelayakan media yang dikembangkan. Apabila masih ada kekurangan pada media yang dikembangkan maka dilakukan revisi terhadap media tersebut.

Selanjutnya adalah *Beta Testing* yang melibatkan mahasiswa prodi teknik elektronika tingkat diploma 3 di Universitas Negeri Yogyakarta dengan jumlah 10 responden. Produk Akhir dari pengembangan media ini adalah sebuah *trainer kit* pengolahan sinyal digital *DSK TMS320C6713* berbasis *remote laboratory* menggunakan jaringan internet.

Penentuan tingkat kelayakan dari media trainer teknik digital diperoleh dari data yang didapat dari hasil uji validasi ahli dan pengguna.

1. Ahli Materi

Data berupa penilaian dari Ahli materi terhadap media trainer teknik digital yang dikembangkan didapat dari hasil angket yang diberikan kepada ahli. Penilaian tersebut dilihat dari aspek kelayakan isi dan penyajian.

Berdasarkan hasil analisis data penilaian media pembelajaran yang diperoleh dari 2 ahli materi pada tahap validasi materi untuk aspek kelayakan isi diperoleh rerata hasil sebesar 3,38. Kemudian dari aspek penyajian diperoleh rerata hasil sebesar 2,96. Dari kedua hasil rerata tersebut maka dibuat rerata pembatas guna mengetahui aspek mana yang lebih menonjol dalam penilaian ini. Nilai rerata pembatas tersebut diperoleh sebesar 3,17. Sehingga dapat diketahui keunggulan trainer teknik digital ini menurut ahli materi terletak pada aspek kelayakan isi.

Hasil persentase kelayakan pada aspek kelayakan isi setelah dikonversikan didapatkan nilai sebesar 84% masuk dalam kategori sangat layak. Sedangkan untuk aspek penyajian diperoleh persentase kelayakan sebesar 81% masuk dalam kategori sangat layak. Secara keseluruhan persentase kelayakan media menurut ahli materi didapat sebesar 83% termasuk dalam kategori sangat layak.

Berdasarkan penjabaran diatas, maka hasil validasi oleh ahli materi diperoleh persentase kelayakan *trainer kit* pengolahan sinyal digital sebesar 83% dan diketahui bahwa keunggulan dari *trainer kit* pengolahan sinyal digital ini terletak pada aspek kelayakan isi yang ditunjukkan dengan pencapaian nilai rerata hasil sebesar 3,38 lebih besar dari nilai rerata pembatas yang bernilai 3,17.

2. Ahli Media

Data berupa penilaian dari Ahli media terhadap media *trainer kit* pengolahan sinyal digital yang dikembangkan juga didapat dari hasil angket yang diberikan kepada ahli. Penilaian tersebut dilihat dari aspek kriteria umum dan kriteria khusus.

Berdasarkan hasil analisis data penilaian media pembelajaran yang diperoleh dari dua ahli media pada tahap validasi media untuk aspek kriteria umum diperoleh rerata hasil sebesar 3,42. Kemudian dari aspek kriteria khusus diperoleh rerata hasil sebesar 3,41. Dari aspek kriteria kebahasaan diperoleh rerata hasil sebesar 3,31. Kemudian dari aspek kegrafikan diperoleh rerata hasil sebesar 3,44. Dari keempat hasil rerata tersebut maka dibuat rerata pembatas guna mengetahui aspek mana yang lebih menonjol dalam penilaian ini. Nilai rerata pembatas tersebut diperoleh sebesar 3,41. Sehingga dapat diketahui keunggulan trainer teknik digital ini menurut ahli media terletak pada aspek kriteria umum, khusus dan kegrafikan.

Hasil persentase kelayakan pada aspek kriteria umum setelah dikonversikan didapatkan nilai sebesar 85% masuk dalam kategori sangat layak. Sedangkan untuk aspek kriteria khusus diperoleh persentase kelayakan sebesar 85% masuk dalam kategori sangat layak. Sedangkan pada aspek kebahasaan diperoleh persentase sebesar 83% dan dari aspek kegrafikan diperoleh persentase sebesar 86%. Secara keseluruhan persentase kelayakan media menurut ahli materi didapat sebesar 85% termasuk dalam kategori sangat layak.

Berdasarkan penjabaran diatas, maka hasil validasi oleh ahli media diperoleh persentase kelayakan *trainer kit* pengolahan sinyal digital sebesar 85% dan diketahui bahwa keunggulan dari trainer teknik digital ini terletak pada aspek

kriteria umum, khusus dan kegrafikan yang ditunjukkan dengan pencapaian nilai rerata hasil lebih besar dari nilai rerata pembatas.

3. Pengguna

Penilaian yang melibatkan mahasiswa sebagai pengguna dilihat dari aspek kualitas isi, kualitas pembelajaran dan kualitas teknis. Penilaian tersebut merupakan data penelitian yang kemudian dianalisis. Berdasarkan hasil analisis data penilaian media pembelajaran yang diperoleh dari 10 responden, pada aspek kualitas isi diperoleh rerata hasil sebesar 3,20. Kemudian dari aspek kualitas pembelajaran diperoleh rerata hasil sebesar 2,47. Selanjutnya dari aspek kualitas teknis diperoleh rerata hasil sebesar 2,43. Dari ketiga hasil rerata tersebut maka dibuat rerata pembatas guna mengetahui aspek mana yang lebih menonjol dalam penilaian ini. Nilai rerata pembatas tersebut diperoleh sebesar 2,46. Sehingga dapat diketahui keunggulan trainer teknik digital ini menurut pengguna terletak pada aspek kualitas isi dan kualitas pembelajaran.

Hasil persentase kelayakan pada aspek kualitas isi setelah dikonversikan didapatkan nilai sebesar 80% masuk dalam kategori layak. Kemudian untuk aspek kualitas pembelajaran diperoleh persentase kelayakan sebesar 82% masuk dalam kategori sangat layak. Sedangkan untuk aspek kualitas teknis diperoleh persentase kelayakan sebesar 81% masuk dalam kategori sangat layak. Secara keseluruhan persentase kelayakan media menurut siswa didapat sebesar 81% termasuk dalam kategori sangat layak.

Berdasarkan penjabaran diatas, maka hasil penilaian siswa diperoleh persentase kelayakan *trainer kit* pengolahan sinyal digital sebesar 81% masuk

dalam kategori sangat layak dan diketahui bahwa keunggulan dari *trainer kit* pengolahan sinyal digital ini terletak pada aspek kualitas isi dan kualitas pembelajaran yang ditunjukkan dengan pencapaian nilai rerata hasil lebih besar dari nilai rerata pembatas.

g. Keterbatasan Penelitian

Secara umum keterbatasan penelitian dalam pengembangan *trainer kit* dan *jobsheet* praktikum pengolahan sinyal digital sebagai media pembelajaran yaitu biaya dan waktu. Semakin banyak *trainer* dan *jobsheet* yang dikembangkan, maka akan semakin banyak pula biaya yang dikeluarkan dan waktu yang dibutuhkan. Dengan keterbatasan tersebut, maka media pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini terbatas hanya pada pembelajaran praktikum pengolahan sinyal digital pada materi filter digital.

Selain itu juga terdapat keterbatasan pada produk yang dikembangkan yaitu penggunaan sistem operasi *windows* yang terbatas pada sistem operasi *windows 32bit*. Hal ini dikarenakan *DSK TMS320C6713* dan *software Code Composer Studio* hanya *compatible* pada sistem operasi *windows 32bit*.

Selain keterbatasan pada alat, konsep *remote laboratory* yang dikembangkan juga masih terbatas hanya pada fungsi *basic* dan belum menyentuh pada sisi *managemen administrator remote laboratory* dan juga pada sistem *security*-nya. Hal ini dikarenakan waktu yang cukup lama dan juga ruang lingkup penelitian yang akan terlalu luas apabila aspek tersebut ikut dikembangkan. Sehingga pada pengembangan ini hanya berfokus pada aspek fisik dari konsep *remote laboratory*.