PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN "KAJIAN FISIS PERISTIWA ANGIN PUTING BELIUNG" UNTUK SISWA SMA

Skripsi

Disusun untuk melengkapi syarat-syarat guna memperoleh gelar sarjana pendidikan

Noviana Fadilah

3215122034

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2016

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL SIDANG SKRIPSI

Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan "Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung" untuk Siswa SMA

Nama : Noviana Fadilah

No. Registrasi : 3215122034

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: Prof. Dr. Suyono, M.Si. NIP. 19671218 199303 1 005		05-08-2016
Wakil Penanggung Jawab			
Pembantu Dekan I	: Dr. Muktiningsih, M.Si. NIP. 19640511 198903 2 001		08-08-2016
Ketua	: Drs. A. Handjoko Permana, M.Si. NIP. 19621124 199403 1 001		02-08-2016
Sekretaris	: Dwi Susanti, M.Pd. NIP. 19810621 200501 2 004		02-08-2016
Pembimbing I	: Dr. Desnita, M.Si. NIP. 19591208 198403 2 001		02-08-2016
Pembimbing II	: Dr. Esmar Budi, M.T. NIP. 19720728 199903 1 002		01-08-2016
Penguji	: Prof. Dr. I Made Astra, M. Si. NIP. 19581212 198403 1 004		01-08-2016

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal 27 Juli 2016

ABSTRAK

Noviana Fadilah. Pengembangan Buku Pengayaan "Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung" untuk Siswa SMA. Skripsi, Jakarta: Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Juli 2016

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan buku pengayaan pengetahuan bertemakan angin puting beliung sebagai bahan ajar fisika. Borg dan Gall. Buku pengayaan pengetahuan "Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung" membahas aplikasi konsep fluida dinamis, aliran vorteks, hukum kekekalan momentum sudut, gerak melingkar khususnya gaya Coriolis, pengaruh dan perpindahan kalor dalam peristiwa angin puting beliung. Sesuai dengan metode pengembangan yang digunakan, dilakukan uji kelayakan, dan uji coba penggunaan produk. Uji kelayakan dilakukan kepada ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran dan ahli grafika. Berdasarkan hasil uji kelayakan, diperoleh rata-rata persentase hasil ahli materi 78,33%, ahli media 85,33%, ahli pembelajaran 86,75%, dan ahli grafika 80%. Uji coba penggunaan produk dilakukan kepada 27 orang siswa memperoleh rata-rata persentase hasil komponen materi 88,40%, penyajian 86,07%, bahasa 81,23%, dan grafika 86,42%. Uji efektivitas menggunakan uji gain ternormalisasi memperoleh rata-raya skor sebesar 0,56, yang menyatakan terjadi peningkatan pengetahuan dengan interpretasi sedang. Berdasarkan uji kelayakan dan uji coba produk yang telah dilakukan, buku pengayaan pengetahuan "Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung" dinyatakan layak sebagai buku pengayaan pengetahuan dan dapat meningkatkan pengetahuan siswa.

Kata Kunci: *buku pengayaan pengetahuan, angin puting beliung, fluida dinamis*

ABSTRACT

Noviana Fadilah. Pengembangan Buku Pengayaan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” untuk Siswa SMA. Skripsi, Jakarta: Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Juli 2016

*This research is aimed to develop knowledge enrichment books about tornado as teaching materials physics. The method applied of in this research is the development research referring to the opinion of Borg and Gall. Knowledge enrichment book "Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung" discusses the aplication concept of fluid dynamic, vortex, the law of conservation of angular momentum, circular motion especially Coriolis force, effect and heat transfer in the tornado. Appropriate to the development method, product is tested for feasibility test and product trials. Feasibility test carried out matter experts, media experts, learning experts and graphic expert. Based on the results of feasibility test, obtained an average percentage of material experts 78,33%, 85,33% of media experts, 86,75% of learning experts, and 80% of graphics experts. Product trials is conducted to 27 students earned an average percentage of 88,40% of material component, 86,07% of presenting component, 81,23% of language component, and 86,42% of graphic component. The effectiveness test use gain test dan get average score 0,56, which state the knowledge is increased with moderate interpretation. Based on the feasibility test and product trials, the knowledge enrichment book "*Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung*" is declared that eligible as knowledge enrichment book and can increase the knowledge of students.*

Kata Kunci: ***:*** *knowledge enrichment book, tornado, fluid dynamic*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” untuk Siswa SMA”.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan, Program Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, di Universitas Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Desnita, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan saran-saran terbaik hingga skripsi ini selesai.
2. Dr. Esmar Budi, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan saran-saran terbaik hingga skripsi ini selesai.
3. Dra. Raihanati, M.Pd., sebagai Pembimbing Akademik yang telah mengarahkan dan memperhatikan perkembangan prestasi akademik setiap semester.
4. Dr. Esmar Budi, M.T., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika.
5. Dr. Iwan Sugihartono, M.Si. dan Riser Fahdiran, M. Si. sebagai ahli materi fisika yang telah banyak memberikan saran kepada penulis dalam penulisan buku pengayaan pengetahuan.
6. Prof. Dr. I Made Astra, M.Si. dan A. Handjoko Permana, M.Si. sebagai ahli media yang telah banyak memberikan saran kepada penulis dalam penulisan buku pengayaan pengetahuan.
7. Hadi Nasbey, S. Pd., M.Si. dan Fauzi Bakri, S.Pd., M.Si. sebagai ahli pembelajaran yang telah banyak memberikan saran kepada penulis dalam penulisan buku pengayaan pengetahuan.

8. MC Wara Candrasari, S.Sn., M.Ds. sebagai ahli grafika yang telah banyak memberikan saran kepada penulis dalam penulisan buku pengayaan pengetahuan
9. Seluruh Dosen dan staf administrasi Fisika Universitas Negeri Jakarta atas ilmu pengetahuan dan bantuan yang telah diberikan selama penulis melakukan studi.
10. Teman-teman di Pendidikan Fisika Reguler 2012, serta segenap pihak yang telah membantu selama penelitian dan penulisan skripsi, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan oleh karena keterbatasan kemampuan Penulis sehingga masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan dimasa yang akan datang.

Jakarta, Juli 2016

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

"Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?"
(QS: Ar-Rahman: 13)

Alhamdulillah. Pada akhirnya, dengan pertolongan, kekuatan dan Ridho dari Allah SWT, tugas akhir ini dapat diselesaikan. Ku persembahkan karya ini untuk mereka yang tak henti menguntai doa dan memberi kekuatan.

Untuk Ayah, Alm. Abdul Manan, terimakasih atas segala perhatian dan pengorbanan semasa hidupmu yang kau lakukan untuk mendukungku menyelesaikan studi ini.

Untuk Ibu, Maylina, terimakasih atas kesabaran, pengertian, dan segala kalimat yang menenangkan.

Untuk kakak-kakakku, Desy Marliana, Novi Rakhmat Maulana, Dedy Kuswana, Anita Sari, terimakasih atas bantuan dan dukungan kalian.

Ketiga keponakanku, Yasmin, Syahlaa dan Rayhan serta keluarga besar atas kehadiran kalian yang telah memberi warna dan semangat dalam mengerjakan skripsi ini.

Untuk para sahabat Fairus (Denis), Ayu, Nur, Ulfa, Manda, Erlita, Alfi, Citra, Amel, Arista, Asti, Surwi, Rizal, Angga, Malik, dan Nofita serta teman-teman semua yang telah menemani, menyemangati dan membuat perjalanan studi ini lebih ringan. Terimakasih atas bantuannya selama ini.

Untuk Mas Ardi, Mas Zaky, Mas Zidan, Mas Yaya, terimakasih atas canda tawa dan bantuannya dalam proses merealisasi buku dan skripsi ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN i

ABSTRAK ii

ABSTRACT iii

KATA PENGANTAR iv

LEMBAR PERSEMBAHAN vi

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR TABEL x

DAFTAR LAMPIRAN xi

BAB 1 PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Identifikasi Masalah 3

C. Pembatasan Masalah 3

D. Perumusan Masalah 4

E. Tujuan Penelitian 4

F. Manfaat Penelitian 4

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR 5

A. Kajian Pustaka 5

1. Penelitian Pengembangan 5

2. Buku Pengayaan 6

3. Angin Puting Beliung 14

B. Penelitian yang Relevan 22

C. Kerangka Berpikir 23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 24

A. Tujuan Penelitian 24

B. Tempat dan Waktu Penelitian 24

C. Metode Penelitian 24

D. Alur Penelitian 24

E. Prosedur Penelitian 25

F. Instrumen Penelitian 26

G. Teknik Pengumpulan Data 28

H. Teknik Analisis Data 28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 31
A. Hasil 31
1. Produk Buku Pegayaan Pengetahuan 31
2. Uji Kelayakan 40
3. Uji Coba Penggunaan Produk 43
D. Pembahasan 47
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN 51
A. Kesimpulan 51
B. Implikasi 51
C. Saran 51
DAFTAR PUSTAKA 52
LAMPIRAN 54
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI 96
RIWAYAT HIDUP 97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arus Udara Naik dengan Kuat Membentuk Awan KonvektIf 16
Gambar 2.2 Kerangka Acuan (a) Inersia dan (b) Rotasi 18
Gambar 2.3 Aliran Vorteks Bebas 21
Gambar 3.1 Alur Penelitian 24
Gambar 3.2 Prosedur Penelitian Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan "Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung" 25
Gambar 4.1 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi 40
Gambar 4.2 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Media 41
Gambar 4.3 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Pembelajaran 42
Gambar 4.4 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Grafika 43
Gambar 4.5 Diagram Batang Hasil Persentase Komponen Uji Coba Penggunaan Produk 44
Gambar 4.6 Diagram Batang Hasil Persentase Uji Coba Penggunaan Produk Butir Komponen Materi 44
Gambar 4.7 Diagram Batang Hasil Persentase Uji Coba Penggunaan Produk Butir Komponen Penyajian 45
Gambar 4.8 Diagram Batang Hasil Persentase Uji Coba Penggunaan Produk Butir Komponen Bahasa 45
Gambar 4.9 Diagram Batang Hasil Persentase Uji Coba Penggunaan Produk Butir Komponen Grafika 46
Gambar 4.10 Diagram Batang Rata-rata Nilai *Pretest* dan *Posttest* 46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Buku Pengayaan dan Buku Bacaan 8
Tabel 2.2 Skala Beaufort 14
Tabel 3.1 Kisi-Kisi Instrumen Uji Kelayakan Ahli Materi 26
Tabel 3.2 Kisi-Kisi Instrumen Uji Kelayakan Ahli Media 26
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen Uji Kelayakan Ahli Pembelajaran 27
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Instrumen Uji Kelayakan Ahli Grafika 27
Tabel 3.5 Kisi-Kisi Instrumen Uji Coba Penggunaan Produk 28
Tabel 3.6 Skor Skala Likert 29
Tabel 3.7 Interpretasi Skor Gain Ternormalisasi 30
Tabel 4.1 Tahapan dan Hasil Penelitian Pengembangan Produk 31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Buku Pengayaan Pengetahuan Hasil Observasi 54
Lampiran 2. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Materi 56
Lampiran 3. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Media 64
Lampiran 4. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Pembelajaran 72
Lampiran 5. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Grafika 78
Lampiran 6. Instrumen Uji Coba Penggunaan Produk 82
Lampiran 7. Instrumen Soal *Pretest* dan *Posttest* 84
Lampiran 8. Kunci Jawaban 88
Lampiran 9. Pengolahan Uji Kelayakan 89
Lampiran 10. Pengolahan Uji Coba Penggunaan Produk 90
Lampiran 11. Uji Normalitas Nilai *Pretest* 91
Lampiran 12. Uji Normalitas Nilai *Posttest* 92
Lampiran 13. Uji Gain Ternormalisasi 93
Lampiran 14. Surat Penelitian 94
Lampiran 15. Dokumentasi 95

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Suatu kegiatan belajar mengajar merupakan sistem yang memiliki komponen di dalamnya. Setiap komponen saling mendukung satu dengan yang lainnya. Djamarah (2006: 41) menyatakan salah satu komponen utama dalam proses belajar mengajar adalah sumber belajar. Menurut Saripudin dan Winataputra dalam Djamarah (2006: 49), macam-macam sumber belajar sekurang-kurangnya ada lima yaitu manusia, buku, media massa, alam lingkungan dan media pendidikan. Hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa sumber belajar dapat berupa media cetak dan elektronik, nara sumber, serta lingkungan fisik, alam, sosial dan budaya (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 81A Tahun 2013). Guru sebagai narasumber di sekolah merupakan sumber belajar premier. Selain guru, sumber belajar premier lainnya yaitu buku (Santyasa, 2007: 2).

Buku yang dapat dijadikan sumber belajar untuk siswa beragam. Selain buku teks pelajaran yang menjadi acuan wajib, adapula buku pengayaan yang berfungsi sebagai bacaan siswa, pendidik, pengelola pendidikan, dan masyarakat lainnya sehingga dapat memperkaya dan meningkatkan penguasaan ipteks (Puskurbuk, 2014). Menurut Sitepu (2012: 16) buku pengayaan membahas suatu pokok bahasan tertentu guna melengkapi informasi dari buku pelajaran pokok yang umumnya digunakan selama proses pembelajaran.

Pengayaan sendiri merupakan bagian dari proses belajar yang diberikan kepada siswa yang telah memenuhi ketuntasan (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No 81A Tahun 2013). Berdasarkan survei, di lapangan guru lebih sering menerapkan program remedi untuk siswa yang pencapaian kompetensinya belum mencapai ketuntasan. Sedangkan untuk yang sudah tuntas, cenderung tidak mendapat perlakuan. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar seperti buku pengayaan yang dapat diterapkan dalam program pengayaan.

Berdasarkan analisis kebutuhan di beberapa perpustakaan sekolah yang ada di Jakarta, 50% sekolah memiliki buku pengayaan dan 50%-nya tidak memiliki buku pengayaan. Dari 50% sekolah yang memiliki buku

pengayaan, 12,5%-nya terdata sangat jarang bahkan tidak pernah buku pengayaan yang ada dipinjam oleh siswa.

Berdasarkan pemberitahuan sayembara penulisan naskah buku pengayaan tahun 2013, untuk jenis naskah buku pengayaan pengetahuan alam dan matematika dapat bertemakan perubahan iklim dan pengurangan resiko bencana. Perubahan cuaca seperti pada musim pancaroba dapat menyebabkan bencana alam, salah satunya yaitu angin puting beliung (Mas'at). Bencana ini sering terjadi di Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat terjadi 81 kejadian bencana angin puting beliung dari 174 bencana alam yang terjadi pada bulan januari 2016. Seringnya terjadi bencana ini di Indonesia, menjadikan alasan yang kuat untuk diperlukannya informasi lebih mengenai bencana ini. Peristiwa angin puting beliung sendiri tidak lepas kaitannya dengan konsep fisika, sehingga dapat dijadikan bahan pengayaan untuk materi fisika.

Berdasarkan daftar judul buku pengayaan pengetahuan sebagai buku nonteks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan sebagai sumber belajar pada jenjang pendidikan dasar dan menengah yang dikeluarkan oleh Puskurbuk tanggal 18 Juni 2012, tidak ada buku pengayaan pengetahuan yang bertemakan angin puting beliung. Akan tetapi, berdasarkan informasi yang diperoleh dari mesin pencarian ada dua buah buku yang bertemakan angin puting beliung, yaitu "Buku Seri Penanggulangan Bencana: Angin Puting Beliung" terbitan Andi Publisher dan "Angin Puting Beliung" terbitan ErlanggaKids. Berdasarkan survei yang telah Penulis lakukan di beberapa toko buku besar di Jakarta, kedua judul buku tersebut sulit untuk ditemukan. Di toko buku kini, lebih banyak buku pengayaan pengetahuan dengan desain komik yang membahas cuaca atau iklim, dimana di dalamnya ada subbab yang membahas mengenai bencana seperti angin topan atau tornado seperti pada buku "*Why? Weather*" terbitan elex media komputindo yang sudah di alihbahasakan dari terbitan Why Nalssi Korea dan "*Up Science*: Cuaca" terbitan Bhuana Ilmu Populer. Selain itu, ada pula buku "Atlas Bencana" dimana Angin Puting Beliung menjadi salah satu bencana yang dibahas dalam buku tersebut.

Buku pengayaan pengetahuan yang bertemakan atau di dalamnya terdapat subbab materi mengenai angin puting beliung lebih banyak diperuntukan untuk siswa pendidikan dasar. Isi buku cenderung lebih fokus

membahas cara menanggulangi bencana sehingga kurang membahas proses terjadinya puting beliung secara mendalam terutama dari konsep fisika. Oleh karena itu, Penulis berencana mengembangkan buku pengayaan pengetahuan yang lebih ilmiah mengenai peristiwa terjadi angin puting beliung yang diharapkan dapat mengembangkan pengetahuan siswa SMA. Buku pengayaan yang dikembangkan berpedoman kepada kriteria buku pengayaan yang baik menurut Pusat Kurikulum dan Perbukuan (2014), diantaranya data yang digunakan untuk materi akurat dan mutakhir, disajikan dengan bahasa yang komunikatif dan runtut, serta dilengkapi ilustrasi yang mempermudah dalam memahami materi.

Berdasarkan alasan yang disampaikan di atas, perlu dikembangkan buku pengayaan pengetahuan yang layak digunakan sebagai buku pengayaan khususnya mengenai peristiwa angin puting beliung yang pembahasannya terdiri dari konsep fluida dinamis, aliran vorteks, hukum kekekalan momentum sudut, gerak melingkar khususnya gaya Coriolis, pengaruh dan perpindahan kalor.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah pelaksanaan program pengayaan untuk materi fluida dinamis, hukum kekekalan momentum sudut, gerak melingkar, dan kalor sudah menggunakan bahan ajar yang layak?
2. Bagaimana cara mengembangkan buku pengayaan pengetahuan yang layak digunakan?
3. Apakah yang menjadi indikator kelayakan sebuah buku pengayaan?
4. Bagaimana sajian buku pengayaan pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” yang layak dijadikan bahan ajar pada program pengayaan siswa SMA?

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan keterbatasan peneliti, penelitian ini dibatasi hanya untuk mengembangkan buku pengayaan pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” yang layak digunakan sebagai bahan ajar.

D. Perumusan Masalah

Mengacu kepada pembatasan masalah, maka masalah yang dirumuskan pada penelitian ini adalah “Apakah buku pengayaan pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” layak dijadikan sebagai bahan ajar untuk materi fluida dinamis, hukum kekekalan momentum, gerak melingkar dan kalor?”

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan sebuah buku pengayaan pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” yang layak dijadikan bahan ajar pada program pengayaan untuk materi fluida dinamis, hukum kekekalan momentum, gerak melingkar dan kalor.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian tentang pengembangan buku pengayaan pengetahuan ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi guru, hasil produk penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu bahan ajar untuk mendukung proses pembelajaran fisika di kelas.
2. Bagi siswa, dengan buku pengayaan pengetahuan ini diharapkan akan memotivasi dalam belajar dan mengembangkan pengetahuan siswa tentang aplikasi konsep fisika dalam peristiwa angin puting beliung.
3. Bagi Penulis, diharapkan dapat memperluas wawasan dalam bidang pengembangan bahan ajar, serta sebagai prasyarat menyelesaikan studi pada program studi pendidikan fisika.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR

A. Kajian Pustaka

1. Penelitian Pengembangan

Pengembangan dapat diartikan sebagai proses menerjemahkan desain ke dalam bentuk nyata (Seels & Richey dalam Richey). Menurut Sugiyono (2012: 407), metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tertentu. Menurut Borg and Gall (1989: 782), penelitian pengembangan adalah proses untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Penelitian pengembangan merupakan proses merealisasikan desain menjadi bentuk fisik nyata yang lebih baik dengan tahap menganalisis kebutuhan, mendesain, mengembangkan, mengevaluasi atau memberi penguatan setelah diterapkan dalam proses belajar (Richey).

Dari beberapa pengertian di atas, dapat disintesiskan jika penelitian pengembangan merupakan proses bertahap untuk menghasilkan produk yang lebih baik dan memvalidasi untuk mengetahui keefektifan produk tersebut dalam memecahkan masalah.

Menurut Borg and Gall (1989: 784), ada sepuluh langkah dalam penelitian pengembangan, yaitu:

a) Penelitian dan pengumpulan data

   Pada tahap ini dilakukan studi literatur untuk memperoleh informasi mengenai produk yang akan dikembangkan, observasi kelas dan persiapan laporan awal.

b) Perencanaan

   Pada tahap ini mulai merumuskan tujuan penelitian, memperkirakan waktu yang dibutuhkan serta merumuskan kualifikasi peneliti dalam mengembangkan produk.

c) Pengembangan produk awal

   Pada tahap ini, mengembangkan produk awal atau draft produk dimana mencakup mempersiapkan bahan-bahan pelajaran, buku pegangan dan perangkat penelitian.

d) Uji produk awal

Pada tahap ini melakukan uji kelayakan atau validasi untuk mendapatkan penilaian terkait produk yang dikembangkan. Penilaian diperoleht dengan teknik wawancara, observasi, pengumpulan dan analisis data angket dari 4-8 orang ahli.

e) Revisi produk utama

Pada tahap ini, melakukan revisi produk atas dasar validasi yang sudah dilakukan pada tahap sebelumnya.

f) Uji lapangan produk utama

Uji lapangan produk utama yaitu uji coba penggunaan produk yang dilakukan dilakukan kepadapada grup kecil dimana teknik pengumpulan datanya dapat melalui teknik wawancara, observasi, dan angket.

g) Revisi produk operasional

Tahap ini, melakukan revisi produk berdasarkan hasil uji lapangan produk utama tersebut.

h) Uji lapangan operasional

Pada tahap ini dilakukan uji coba penggunaan produk pada skala yang lebih luas lagi dengan menggunakan teknik wawancara, observasi, dan angket lalu dilakukan analisis. Uji lapangan operasional bertujuan untuk memperoleh informasi apakah produk yang dikembangkan telah siap digunakan sepenuhnya dalam proses pembelajaran tanpa bantuan pengembang atau staf sekolah.

i) Revisi produk akhir

Revisi produk akhir dilakukan berdasarkan hasil analisis data pada pengujian lapangan akhir.

j) Desiminasi dan implementasi produk akhir

Tahap terakhir yaitu, melaporkan produk akhir hasil penilitian dan pengembangan.

2. Buku Pengayaan Pengetahuan

a) Pengertian Buku Pengayaan Pengetahuan

Sumber belajar adalah bahan/materi yang digunakan untuk menambah ilmu pengetahuan yang mengandung hal-hal baru dan nilai-nilai yang ingin disampaikan kepada siswa (Djamarah, 2006:

48). Menurut Winaputra dan Ardiwinata dalam Djamarah (2006: 49) bahwa terdapat minimal lima macam sumber belajar, yaitu (1) manusia, (2) buku/pepustakaan, (3) media massa, (4) alam lingkungan dan (5) media pendidikan. Pernyataan di atas sejalan dengan pendapat Roestiyah dalam Djamarah (2006: 48), yakni hal-hal yang termasuk dalam sumber belajar adalah (1) manusia bisa dalam keluarga, sekolah dan masyarakat, (2) buku/perpustakaan, (3) media masa seperti majalah, surat kabar, radio, televisi, dll, (4) alat pengajaran dapat berbentuk peta, gambar, papan tulis, spidol, dll, dan (5) museum.

Secara sederhana, buku yang merupakan salah satu sumber belajar memiliki pengertian sebagai kumpulan kertas yang dijilid. Menurut UNESCO, buku adalah publikasi tercetak, dan tidak bersifat berkala yang sedikitnya terdiri dari 48 halaman. Pada dasarnya, buku berisi informasi yang ditampilkan dalam wujud cetakan dengan media kertas dan lembaran-lembaran kertas itu dijilid dalam bentuk satu kesatuan. Tapi seiring kemajuan teknologi ada buku elektronik atau *e-book* sehingga buku tidak hanya identik dengan dicetak dan dijilid (Sitepu, 2012).

Dari penjelasan di atas dapat disintesis, bahwa buku sebagai salah satu sumber belajar merupakan benda yang digunakan oleh siswa untuk memperoleh ilmu pengetahuan, baik dalam bentuk cetak maupun elektronik dengan ketentuan umum minimal terdiri dari 48 halaman.

Kategorisasi buku yang dipergunakan di sekolah terakhir berkembang dan diubah pada tahun 2008 melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) Nomor 2 tahun 2008. Buku yang digunakan di sekolah digolongkan ke dalam:

(1) Buku teks pelajaran sebagai buku acuan wajib
(2) Buku panduan pendidik
(3) Buku pengayaan
(4) Buku referensi

Buku panduan pendidik, buku pengayaan dan buku referensi dikategorikan sebagai buku nonteks pelajaran. Buku pengayaan diartikan sebagai buku yang memuat materi yang dapat memperkaya

dan meningkatkan penguasaan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni (ipteks) serta keterampilan dalam membentuk kepribadian siswa, pendidik, pengelola pendidikan, dan masyarakat lainnya (Puskurbuk, 2014). Menurut Sitepu (2012: 16-18) buku pengayaan merupakan buku yang memuat materi yang dapat memperkaya buku teks pendidikan dasar, menengah dan perguruan tinggi. Buku pengayaan dapat disebut juga sebagai buku pelengkap karena berisi informasi yang melengkapi buku pelajaran pokok. Buku pengayaan berisi bahasan tertentu yang ada dalam kurikulum secara lebih luas dan/atau lebih dalam. Buku ini tidak disusun sepenuhnya berdasarkan kurikulum baik dari tujuan, materi pokok, dan metode penyajian. Buku ini tidak wajib dipakai oleh siswa tetapi berguna bagi siswa yang mengalami kesulitan memahami pokok bahasan tertentu dalam buku teks pelajaran pokok.

Buku pengayaan di masyarakat sering dikenal dengan istilah buku bacaan atau buku perpustakaan. Tapi pada dasarnya buku pengayaan berbeda dengan buku bacaan. Menurut Sitepu (2012: 16-18), berikut perbedaan antara buku pengayaan dan buku bacaan:

Tabel 2.1 Perbedaan Buku Pengayaan dan Buku Bacaan

No.	Buku Pengayaan	Buku Bacaan
(1)	Isi buku menguraikan pokok bahasan tertentu dalam kurikulum atau buku pelajaran pokok.	Isi buku tidak menguraikan pokok bahasan tertentu dalam kurikulum atau buku pelajaran pokok.
(2)	Disajikan dalam sistematika yang baku.	Disajikan dalam sistematika yang tidak baku.
(3)	Bahasa yang baku.	Bahasa yang mudah dipahami.

Menurut Pedoman Penilaian Buku Nonteks Pelajaran tahun 2014 yang dikeluarkan oleh Puskurbuk, buku pengayaan dikelompokkan menjadi:

(1) Buku pengayaan pengetahuan
(2) Buku pengayaan keterampilan
(3) Buku pengayaan kepribadian

Buku pengayaan pengetahuan merupakan buku-buku yang dapat mengembangkan pengetahuan (*knowledge development*) siswa, menambahkan ilmu pengetahuan yang tidak diperoleh dari buku teks pelajaran dikarenakan informasi pengetahuan pada buku pengayaan pengetahuan lebih luas atau mendalam. Sehingga setelah membaca buku pengetahuan pengayaan, diharapkan dapat bermanfaat memperkaya wawasan, pemahaman dan penalaran pembaca sasaran (Puskurbuk, 2014).

Dari penjabaran di atas, dapat disintesis bahwa buku pengayaan pengetahuan merupakan buku pelengkap yang berisi materi untuk memperoleh informasi dan memperkaya wawasan pembaca dimana bahasan atau materinyanya terdapat dalam kurikulum dan disajikan dengan lebih lengkap atau lebih dalam.

b) Komponen Struktur Buku Pengayaan

Buku pengayaan sebagai buku nonteks pelajaran memiliki komponen struktur yang terdiri dari bagian awal, bagian materi atau isi dan bagian akhir (Puskurbuk, 2014). Berikut penjabaran masing-masing komponen:

(1) Bagian Awal

Pada bagian ini terdapat struktur dasar buku yang harus dipenuhi, yaitu judul buku yang menggunakan bahasa Indonesia dengan baik dan benar (kecuali seluruh isi buku tersebut merupakan buku nonteks pelajaran bahasa asing/daerah), halaman Hak Cipta (*copyrights*), pengantar atau prakata, dan daftar isi buku.

(2) Bagian Materi atau Isi

Pada bagian ini terdapat uraian materi atau isi buku yang memenuhi ketentuan dasar jumlah halaman yaitu 48 halaman.

(3) Bagian Akhir

Pada bagian akhir ini, daftar pustaka wajib ada, Selain itu, pada bagian akhir dilengkapi pula dengan glosarium dan lampiran sesuai dengan keperluan.

c) Karakteristik Buku Pengayaan Pengetahuan

Menurut Pedoman Penilaian Buku Nonteks Pelajaran tahun 2014 yang dikeluarkan oleh Puskurbuk, buku pengayaan merupakan buku nonteks pelajaran. Buku nonteks pelajaran berbeda dengan buku teks pelajaran. Berikut ciri-ciri buku nonteks pelajaran, yaitu:

(1) Buku nonteks pelajaran bukan merupakan buku pegangan pokok bagi peserta didik atau pendidik dalam mengikuti/menyampaikan mata pelajaran tertentu.

(2) Bagian isi buku tidak dilengkapi dengan instrumen evaluasi dalam bentuk pertanyaan, tes, ulangan, LKS, atau lainnya.

(3) Buku tidak disajikan secara serial berdasarkan tingkat kelas dan/atau semester.

(4) Isi buku terkait dengan sebagian lingkup materi dan tingkat kompetensi standar isi, baik secara langsung maupun tidak.

(5) Khusus untuk panduan pendidik materi/isi buku harus terkait dengan Standar Kompetensi Pendidik.

(6) Isi buku cocok untuk dijadikan sebagai bahan pengayaan, atau referensi (rujukan), atau panduan pendidik, atau spesifikasi lain.

Buku pengayaan pengetahuan juga memiliki karakteristik tersendiri yang berbeda dengan buku pengayaan lainnya. Berikut karakteristik buku pengayaan pengetahuan, yaitu:

(1) Menyajikan materi yang bersifat kenyataan

(2) Mengembangkan materi bacaan yang bertumpu pada ilmu

(3) Mengembangkan berbagai pengetahuan seperti pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan metakognitif.

Berdasarkan pada ciri-ciri di atas, buku pengayaan pengetahuan merupakan buku nonteks pelajaran yang menjadi buku pendukung, pelengkap dan penunjang buku teks pelajaran yang menyajikan bacaan atau materi yang bersifat faktual, konseptual, prosedural serta metakognitif dimana buku ini bersifat lintas jenjang, tingkatan kelas atau pembaca umum.

d) Kriteria Buku Pengayaan yang Baik

Buku pengayaan digunakan untuk meningkatkan kemampuan kognitif pembaca sasaran. Untuk itu, materi yang diangkat menjadi komponen penting dalam sebuah buku. Akan tetapi tidak hanya materi, ada komponen lain yan perlu diperhatikan dalam mengembangkan buku pengayaan, yaitu penyajian materi, bahasa dan grafika (Pusat Kurikulum dan Perbukuan, 2014).

(1) Komponen Materi

Sebagai komponen terpenting, materi memiliki kriteria minimal untuk semua jenis buku, seperti sebagai berikut:

(a) Buku nonteks pelajaran harus dapat memosisikan dan memiliki peran untuk mencapai tujuan pendidikan nasional ini.

(b) Buku nonteks pelajaran harus tidak boleh bertentangan dengan peraturan atau perundang-undangan yang berlaku di Indonesia, termasuk dengan ideologi dan kebijakan politik negara.

(c) Materi yang disajikan harus orisinal (asli atau bukan karya plagiat) agar dipertanggungjawabkan sebagai karya tulis. Selain itu, materi buku nonteks pelajaran tidak menimbulkan permasalahan Suku, Agama, Ras, Antargolongan, dan Pornografi, tidak menimbulkan diskriminasi gender atau mendiskreditkan jenis kelamin tertentu. Materi buku nonteks pelajaran juga tidak boleh melanggar HAM (Hak Asasi Manusia) yang akan menimbulkan dampak yang lebih luas.

Selain kriteria minimal untuk semua jenis buku, ada pula kriteria kelayakan materi untuk buku Pengayaan Pengetahuan, yaitu:

(a) Materi buku memiliki kebenaran keilmuan, sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sahih, dan akurat.

(b) Materi buku memaksimalkan penggunaan sumber-sumber yang sesuai dengan kondisi Indonesia dan erat dengan konteks ke-Indonesia-an.

(2) Komponen Penyajian

Komponen penyajian tidak kalah penting dengan komponen materi. Bagaimana materi itu disajikan, akan mempengaruhi tingkat kemudahan pembaca dalam memahami isi bacaan. Penyajian buku pengayaan pengetahuan memiliki empat kriteria sebagai berikut:

(a) Penyajian materi dilakukan secara runtut, bersistem, lugas, dan mudah dipahami.
(b) Penyajian materi dilakukan dengan mengembangkan sikap spiritual dan sosial.
(c) Penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh dan inovatif.
(d) Penyajian materi mengembangkan keterampilan, dan memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.

(3) Komponen Bahasa

Bahasa merupakan salah satu komponen yang harus diperhatikan dalam penulisan buku pengayaan pengetahuan. Maksud dari komponen bahasa disini yaitu, unsur-unsur kebahasaan seperti tanda baca dan pemilihan kata. Jika materi yang disajikan bagus, tapi tidak didukung dengan pemilihan kata dan ketentuan-ketentuan tanda baca maka akan mengganggu pembaca sasaran dalam memahami isi bacaan dalam buku. Kriteria penggunaan bahasa untuk penulisan buku pengayaan yaitu:

(a) Istilah yang digunakan baku.
(b) Bahasa (ejaan, kata, kalimat, paragraf) yang digunakan tepat, lugas, dan jelas.

(4) Komponen Grafika

Grafika adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan dunia cetak-mencetak, dalam jumlah yang banyak dengan kualitas yang baik. Buku merupakan salah satu produk grafika. Kualitas buku tidak hanya ditentukan oleh materi, penyajian materi dan

bahasa yang digunakan, tapi juga bagaimana hasil cetakan buku. Bentuk fisik yang bagus tidak lepas dari bentuk visual buku itu sendiri.

Visual buku berkaitan dengan estetika meliputi tata letak yang terdiri atas pemilihan unsur-unsur grafis. Tata letak dalam grafika adalah pengolahan unsur-unsur grafis (tipografi, ilustrasi/foto, dan warna) yang baik, harmonis, dan menarik sehingga membuat pembaca nyaman ketika membaca. Tidak hanya membicarakan tata letak isi secara keseluruhan, tapi tata letak sampul atau kulit buku juga harus diperhatikan kekonsistenannya antara bagian depan, punggung dan bagian belakang buku.

Selain tata letak, pemilihan jenis huruf atau tipografi juga penting. Pemilihan jenis huruf harus menyesuaikan pada karakter materi dan usia pembaca. Jenis huruf yang dipilih harus membuat nyaman pembaca sehingga variasi huruf juga sebaiknya tidak berlebihan. Untuk kulit buku, jenis huruf pada judul buku harus lebih dominan dibandingkan dengan subjudul, nama pengarang, maupun nama penerbit.

Ilustrasi atau foto dalam buku nonteks pelajaran harus sesuai dengan tuntutan materi, indah, akurat, dan proporsional. Ilustrasi atau foto yang disajikan harus mempunyai garis foto yang tajam dan memiliki detail foto yang jelas. Selain itu, harus diharmonisasikan kombinasi warna antara foto dengan layout untuk materi.

Kualitas penggunaan komponen grafika untuk buku nonteks pelajaran ditentukan dengan kriteria sebagai berikut:

(a) Kulit buku: ilustrasi mewakili isi, jenis huruf memiliki keterbacaan tinggi, menarik, komposisi seimbang dan harmonis antara kulit depan, punggung dan belakang.
(b) Tata letak konsisten dan sesuai antara kulit buku (*cover)* dengan isi buku.
(c) Jenis, ukuran huruf, dan penomoran pada seluruh isi buku konsisten.

(d) Ilustrasi sesuai dengan pembaca sasaran dan memperjelas isi.

Ada empat komponen dalam penilaian buku pengayaan pengetahuan, yaitu: materi, penyajian, bahasa dan grafika. Materi yang disajikan harus benar benar keilmuannya. Penyajian materi dilakukan secara sistematis sehingga dapat mempermudah dalam memahami dan memotivasi pembaca sasaran. Bahasa yang digunakan baku sesuai ejaan yang baik. Grafika pada buku menarik dan sesuai dengan materi serta tata letak dan kombinasi warna membuat pembaca nyaman.

3. Angin Puting Beliung

a) Pengertian Angin Puting Beliung

Angin merupakan udara yang bergerak dari daerah bertekanan tinggi menuju daerah bertekanan rendah, atau dari daerah bersuhu rendah menuju daerah bersuhu tinggi (Supriyono, 2015:3). Perbedaan temperatur antar daerah atau gradien temperatur memicu timbulnya gradien tekanan.

Untuk menentukan kecepatan angin sering menggunakan skala angin Beaufort. Beaufort membagi angin menjadi 13 macam berdasarkan kecepatannya dan setiap macam diberi kode dari 0 sampai 12 (Tannehill, 1990).

Tabel 2.2 Skala Beaufort

Nomor Skala	Kecepatan Angin (km/jam)	Indikasi di Darat
0	0-1,5	Asap naik lurus
1	1,6-5	Asap mengapung
2	6-11	Daun-daun bergoyang
3	12-19	Daun dan ranting kecil bergerak
4	20-29	Cabang-cabang kecil bergerak, debu dan kertas berterbangan
5	30-39	Air beriyak, pohon-pohon kecil bergoyang
6	40-50	Cabang-cabang besar bergerak
7	51-61	Batang pohon condong, orang sulit berjalan
8	62-74	Ranting-ranting patah

Nomor Skala	Kecepatan Angin (km/jam)	Indikasi di Darat
9	75-87	Cerobong-cerobong asap dan atap rumah terlepas
10	88-101	Pohon-pohon tumbang
11	102-120	Kerusakan dimana-mana
12	>120	Terjadi kehancuran total

Menurut Supriyono (2015: 31) puting adalah bagian runcing pada pangkal pisau yang ditancapkan pada bagian tangkai hulu, sedangkan beliung adalah perkakas tukang kayu yang berbentuk menyerupai kapak dengan mata melintang tidak searah dengan tangkainya. Dari pengertian di atas, puting beliung dapat diartikan sebagai bagian pangkal beliung yang runcing dan ditancapkan pada bagian tangkainya. Pengertian di atas merupakan analogi dari puting beliung yang sebenarnya. Angin puting beliung memiliki bentuk yang runcing pada bagian bawahnya mirip dengan pangkal pisau yang tajam.

Menurut Supriyono (2015: 10) angin puting beliung adalah angin kencang dengan kecepatan lebih dari 63 km/jam yang datang secara tiba-tiba, mempunyai pusat atau pangkal, serta berputar-putar melingkar seperti spiral hingga menyentuh permukaan bumi. Angin puting beliung sering terjadi di darat dengan radius sekitar 5-10 km, dan akan punah dalam waktu 3-5 menit (Supriyono, 2015: 31). Angin puting beliung sering disebut juga sebagai angin ribut, lesus, atau angin puyuh (Supriyono, 2015: 10).

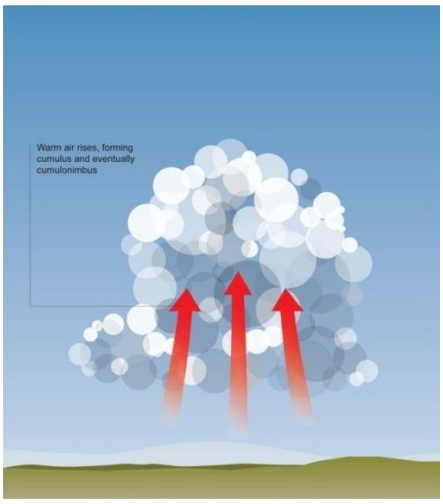
Menurut Supriyono (2015: 10), angin puting beliung mirip dengan angin tornado. Sifatnya hampir sama, hanya berbeda pada luas wilayah dan lama kejadian. Angin tornado merupakan pergerakan angin dengan kecepatan lebih dari 120 km/jam dengan radius hingga mencapai seribu kilometer. Angin puting beliung merupakan sebutan lokal untuk tornado skala kecil yang terjadi di Indonesia.

Dari penjabaran di atas, angin puting beliung merupakan angin yang berputar seperti spiral dengan bagian bawah yang runcing dan memiliki kecepatan lebih dari 63 km/jam.

b) Kajian Fisis Angin Puting Beliung

(1) Konveksi

Sebelum terjadinya angin puting beliung pada suatu daerah, umumnya ditandai dengan udara yang terasa panas (Sudibyakto dan Daryono, 2008). Udara yang terasa panas ini menandakan temperatur pada daerah tersebut tinggi. Dimana semakin tingi suhu suatu tempat, akan semakin mendorong terjadinya peristiwa konveksi (Nurjani, 2013: 197). Istilah konveksi digunakan untuk menunjukkan transfer panas melalui pergerakan-pergerakan udara vertikal (Trewartha, 1995: 16).



Gambar 2.1 Arus Udara Naik dengan Kuat Membentuk Awan Konvektif

Pergerakan udara naik dipengaruhi oleh gradien temperatur vertikal. Gradien temperatur vertikal memberitahu kita seberapa banyak penurunan suhu yang terjadi ketika semakin bertambah ketinggian suatu tempat. Pada saat gradien temperatur bernilai (-0,6)℃/100 meter merupakan nilai gradien temperatur yang ideal. Uap air dari permukaan naik dengan perlahan atau membutuhkan waktu yang lama (www.bergbahnen-werfenweng.com). Namun Ketika suatu daerah memiliki gradien temperatur vertikal yang besar atau di atas (-0,8)℃/100 meter, membuat udara di sekitar terasa panas, sehingga akan menghisap banyak uap air, dan munculah arus udara naik yang kuat (www.bergbahnen-werfenweng.com). Menurut Fadholi (2014: 24), terjadinya angin

puting beliung disebabkan oleh terbentuknya awan konvektif *(Cumulunimbus)* dari peristiwa konveksi yang kuat dan terus menerus.

(2) Gradien Tekanan, Kecepatan Angin dan Gaya Coriolis

Angin puting beliung terjadi pada musim pancaroba (Mas,at). Pada musim pancaroba, sering kali terjadi suatu daerah bertemperatur lebih tinggi dibandingkan daerah yang berdekatan disekelilingnya (Mas'at). Hal ini menandakan gradien temperatur horizontal bernilai besar. Besar gradien temperatur horizontal akan mempengaruhi besar gradien tekanan horizontal (Trewartha, 1995: 199-200). Semakin besar gardien temperatur, maka akan semakin besar pula gradien tekanan. Besar gradien tekanan mempengaruhi kecepatan angin. Menurut Menurut Prawirowardoyo (1996: 50), persamaan umum untuk fluida yang bergerak karena perbedaan tekanan, yaitu

$$a_x = -\frac{1}{\rho} \quad \frac{\Delta P}{\Delta x} \tag{2.1}$$

Dari Persamaan 2.1, diperoleh bahwa gradien tekanan $\left(\frac{\Delta P}{\Delta x}\right)$ dalam N/m^3 berbanding lurus dengan percepatan pergerakan fluida (a_x) dalam m/s^2. Semakin besar gradien tekanan, maka akan semakin besar pula percepatan aliran udara. Untuk waktu yang tetap, percepatan sebanding dengan kecepatan. Pernyataan ini secara tidak langsung menunjukkan jika semakin besar gradien tekanan, maka akan semakin besar kecepatan aliran udara untuk waktu yang konstan. Akibat dari gradien tekanan yang besar dengan daerah sekeliling yang berdekatan, angin dari daerah sekeliling yang bertekanan lebih tinggi akan berhembus dengan cepat menuju daerah bertekanan rendah. Kecepatan angin yang bernilai besar ini akan berakibat kepada semakin besar nilai momentum linier dan energi kinetik angin puting beliung. Besarnya momentum linier dapat menggambarkan kerusakan yang terjadi ketika angin puting beliung bertumbukan dengan bangunan atau pohon.

Angin puting beliung berbentuk spiral dipengaruhi adanya gaya Coriolis. Gaya Coriolis timbul karena efek rotasi bumi. Dikarenakan rotasi bumi, arus udara atau angin ini membentuk lengkungan (Gomduri, 2015: 38). Gaya Coriolis adalah gaya yang tegak lurus dengan kecepatan partikel (relatif terhadap kerangka yang berputar) dan menyebabkan pembelokan ke samping (Tipler, 1998: 142). Penjumlahan vektor angin yang dipengaruhi oleh gradien tekanan yang besar dan gaya Coriolis ini yang akan mengakibatkan pusaran udara.

Menurut Giancoli (2009: 301-302) jika sebuah bola dilempar oleh orang pada posisi A ke orang di posisi B dengan kecepatan v ketika alas bidang diputar, maka

$$r_B - r_A = vt \tag{2.2}$$

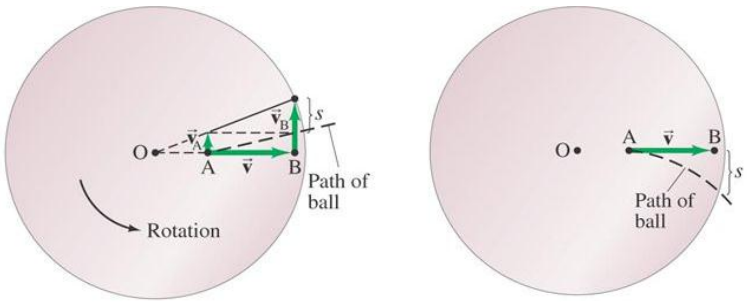
Selama waktu tersebut, bola bergerak ke sisi berjarak s_A

$$s_A = v_A t \tag{2.3}$$

Orang pada posisi B dalam waktu t bergerak dengan jarak

$$s_B = v_B t \tag{2.4}$$

Bola sampai pada jarak s dari orang pada posisi B seperti pada Gambar 2.2 (b).



(a) (b)

Gambar 2.2 (a) Kerangka Acuan Inersia (b) Kerangka Acuan Rotasi

$$s = s_B - s_A = (v_B - v_A)t \tag{2.5}$$

$$s = s_B - s_A = (\omega r_B - \omega r_A)t \tag{2.6}$$

$$s = s_B - s_A = (r_B - r_A)\omega t \quad (2.7)$$

Jika persamaan (2.2) disuntitusikan ke persamaan (2.7), maka

$$s = \omega v t^2 \quad (2.8)$$

Karena percepatan konstan, $s = \frac{1}{2} a_{Cor} t^2$ sehingga percepatan Coriolis

$$a_{Cor} = 2\omega v \quad (2.9)$$

Jika diaplikasikan pada kasus angin yang berhembus dipermukaan bumi, percepatan Coriolis (a_{Cor}) dalam m/s^2 akan sebanding dengan kecepatan angin (v) dalam m/s dan kecepatan sudut rotasi bumi (ω) dalam rad/s. Efek Coriolis menyebutkan adanya pembelokan arah gerak angin akibat rotasi bumi. Sehingga, angin cenderung condong ke kanan jika berasal dari belahan bumi utara dan condong ke kiri jika berasal dari belahan bumi selatan (Tipler, 1998: 142).

Efek Coriolis juga mempengaruhi arah putaran atau pilinan angin siklon seperti angin puting beliung. Pada belahan bumi utara, angin puting beliung akan berputar berlawanan dengan arah jarum jam, sedangkan pada belahan bumi selatan, arah putaran angin puting beliung akan searah dengan arah jarum jam (Tipler, 1998: 143).

(3) Persamaan Bernoulli

Persamaan Bernoulli merupakan sebuah bentuk kekekalan energi (Halliday & Resnick, 2011: 375). Persamaan ini menyatakan bahwa jumlah dari tekanan (P), energi kinetik per satuan volume $\left(\frac{1}{2}\rho v^2\right)$, dan energi potensial per satuan volume $(\rho g h)$ memiliki nilai yang sama pada setiap titik garis arus (Halliday & Resnick, 2011: 374).

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 + \rho g h_2 \quad (2.10)$$

Dari prsamaan Bernoulli dapat diketahui bahwa ketika kecepatan fluida tinggi, tekanan rendah dan ketika kecepatan fluida rendah, tekanan tinggi (Yaz, 2007: 242). Aliran udara di dalam puting beliung bergerak dengan kecepatan tinggi sehingga memiliki tekanan yang rendah. Sedangkan aliran udara di luar atau sekitar terjadinya angin puting beliung cenderung diam sehingga memiliki tekanan tinggi. Hal ini yang menyebabkan atap rumah dapat berterbangan saat terjadi angin puting beliung.

Menurut Biezen (2013), atap akan berterbangan karena adanya gaya angkat yang dapat diketahui dari persamaan (2.10). Besar massa jenis udara bernilai kecil dan perbedaan ketinggian antara keadaan di dalam rumah dan di luar rumah tidak terlalu besar. Dengan memisalkan keadaan 1 di dalam rumah dan keadaan 2 di luar rumah saat terjadi angin puting beliung, sehingga dapat diasumsikan $\rho g h_1 = \rho g h_2$ dan kecepatan udara $v_1 = 0$, maka persamaan (2.10) menjadi

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 \tag{2.11}$$

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 \tag{2.12}$$

Gaya angkat atap (F) merupakan perkalian antara perbedaan tekanan (ΔP) dan luas atap (A), sehingga persamaan 2.12 menjadi

$$F = \Delta P A \tag{2.13}$$

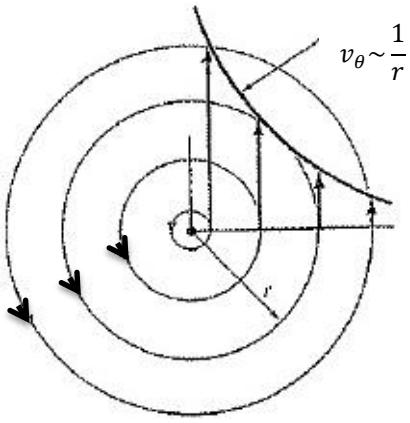
$$F = \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 A \tag{2.14}$$

Dengan F merupakan gaya angkat dalam Newton, ΔP merupakan perbedaan tekanan (N/m^2), ρ merupakan massa jenis udara (1,2 kg/m^3), v_2 merupakan kecepatan angin puting beliung (m/s), dan A adalah luas atap rumah (m^2). Dikarenakan udara mengalir dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah, dan P_1 bernilai lebih besar dibandingkan dengan P_2, maka akan muncul gaya angkat yang berasal dari dalam menuju luar seolah mendorong atap.

(4) Aliran Vorteks

Vorteks merupakan pusaran fluida (Munson, 2006: 302). Aliran vorteks ada dua jenis yaitu vorteks paksa dan vorteks bebas (Munson, 2006: 302-303). Angin puting beliung merupakan contoh dari aliran vorteks bebas. Vorteks bebas terjadi secara alami tanpa ada gaya luar yang mempengaruhi aliran fluida. Sebuah vorteks bebas memiliki pola aliran seperti pada Gambar 2.3. Dimana kecepatan tangensial (v_θ) dalam m/s berbanding terbalik dengan jarak (r) dalam m. Semakin kecil jarak atau dekat dengan pusat aliran, maka akan semakin besar kecepatan tangensialnya.

$$v_\theta \sim \frac{1}{r} \tag{2.15}$$



Gambar 2.3 Aliran Vorteks Bebas.

(5) Hukum Kekekalan Momentum Sudut

Angin puting beliung memiliki jari-jari yang kecil pada bagian bawah dan bertambah jari-jarinya seiring bertambahnya ketinggian sehingga berbentuk kerucut terbalik atau seperti corong. Hal ini terjadi karena mempertahankan kekekalan momentum sudut (L) (Allaby, 2004). Momentum sudut dinyatakan dalam

$$L = r\ x\ m\ x\ v_\theta \tag{2.16}$$

Dengan L merupakan momentum sudut dalam (kg m^2/s), r merupakan jari-jari angin puting beliung (m), m massa udara

(kg), dan v_θ adalah kecepatan tangesial angin puting beliung (m/s). Sepanjang ketinggian angin puting beliung massa udaranya tidak berubah. Agar besar momentum sudut pada bagian bawah dan atas angin puting beliung sama, jari-jari pada bagian bawah berkurang karena kecepatan tangensial bagian bawah bernilai lebih besar dan jari-jari bertambah seiring bertambah ketinggian karena kecepatan tangensialnya bernilai lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan tangensial bagian bawah.

a) Proses Terjadinya Angin Puting Beliung

Berdasarkan penjabaran kajian fisis angin puting beliung pada subbab kajian fisis angin puting beliung, dapat disintesis angin puting beliung diawali dengan temperatur yang tinggi suatu wilayah sehinga memicu terjadi peristiwa konveksi. Arus udara akan naik dengan kuat dan terus-menerus dikarenakan besar gradien temperatur vertikal yang di atas normal. Kemudian karena ada gradien tekanan horizontal yang besar, angin dari sekeliling daerah bertemperatur tinggi datang dengan kecepatan tinggi dan bertemu seolah membentuk spiral yang dikarenakan gaya Coriolis. Kemudian naik ke atas sehingga terjadi pusaran udaran (vorteks) dengan ujung yang lebih kecil pada bagian bawah karena mempertahankan kekekalan momentum sudut.

B. Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian dari Firda Hanum (2015) yang berjudul “Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika dengan Pendekatan Sains, Teknologi, dan Masyarakat pada Materi Suhu dan Kalor” dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa buku pengayaan yang dikembangkan dinyatakan layak dan mampu meningkatkan pengetahuan siswa pada materi suhu dan kalor.

Hasil penelitian dari Aan Rofiah (2015) yang berjudul “Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Berbasis Kontekstual pada Materi Optik” dengan hasil penelitian menunjukkan hasil uji kelayakan oleh ahli materi diperoleh kelayakan produk dengan interpretasi sangat baik, hasil uji kelayakan oleh ahli media diperoleh kelayakan produk dengan predikat

sangat baik, hasil uji kelayakan produk oleh editor dengan predikat baik, hasil uji kelayakan kepada guru fisika dengan interpretasi baik, dan hasil uji efektivitas produk kepada siswa melalui *pretest* dan *postest* menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan dapat menambah pengetahuan siswa.

Hasil penelitian dari Asri Maharrani (2014) yang berjudul “Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan *Live with Protists* sebagai Alternatif Sumber Belajar Biologi untuk Peserta Didik SMA/MA” dengan hasil penelitian menunjukkan buku pengembangan yang dikembangkan layak dan dapat digunakan sebagai alternatif sumber belajar biologi untuk siswa SMA/MA.

C. Kerangka Berpikir

Salah satu komponen penting dalam proses pembelajaran adalah sumber belajar. Sumber belajar dapat berupa berbagai hal, seperti buku. Tidak hanya buku teks pelajaran tapi adapula buku yang diperuntukan untuk memperkaya pengetahuan siswa yaitu buku pengayaan. Dalam proses pembelajaran diperlukan buku pengayaan sebagai bahan ajar pada program pengayaan bagi siswa yang telah tuntas mencapai kompetensi. Akan tetapi, keberadaan buku pengayaan pengetahuan belum banyak terdapat di sekolah.

Buku pengayaan pengetahuan memiliki tema yang beragam. Salah satu tema yang dapat diangkat untuk ilmu pengetahuan alam dan matematika yaitu iklim dan cuaca serta bencana alam. Angin puting beliung merupakan bencana alam yang tidak lepas kaitannya dengan kondisi cuaca. Beberapa konsep fisika dapat menjelaskan terjadinya peristiwa angin puting beliung. Ketentuan buku pengayaan yaitu, isi buku pengayaan membahas bahasan tertentu yang ada dalam kurikulum. Dengan demikian, angin puting beliung dapat dijadikan sebagai tema buku pengayaan pengetahuan fisika.

Buku pengayaan pengetahuan memliki fungsi mengembangkan pengetahuan dengan menyajikan informasi secara lebih dalam atau lebih luas dibandingkan dengan buku pelajaran pokok. Beberapa konsep fisika yang terkait dengan peristiwa angin puting beliung tidak dibahas pada buku pelajaran pokok yang digunakan siswa SMA. Dengan penjabaran di atas, buku bertemakan angin puting beliung dapat dijadikan buku pengayaan pengetahuan dan dapat mengembangkan pengetahuan siswa.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilikan buku pengayaan pengetahuan yang layak dijadikan bahan ajar pada program pengayaan dengan judul “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung”.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

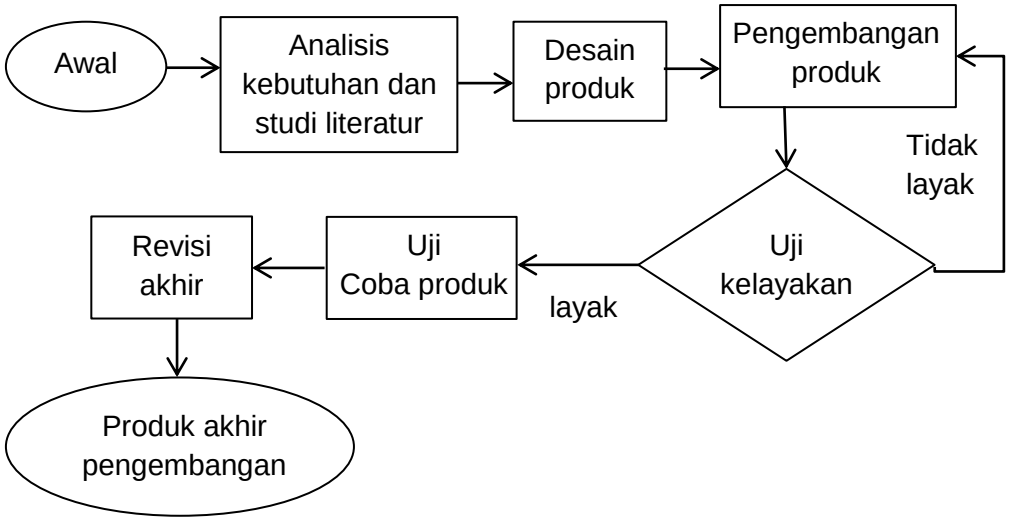
Penelitian dilaksanakan di kampus A UNJ dan produk pengembangan buku pengayaan pengetahuan diujicobakan di SMAN 103 Jakarta. Waktu uji coba penggunaan produk pengembangan dilakukan pada bulan Juni 2016.

C. Motode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang mengacu pada metode Borg and Gall. Menurut Borg and Gall (1989: 782), penelitian pengembangan adalah proses untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Produk yang dikembangkan adalah buku pengayaan pengetahuan dengan judul “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung”.

D. Alur Penelitian

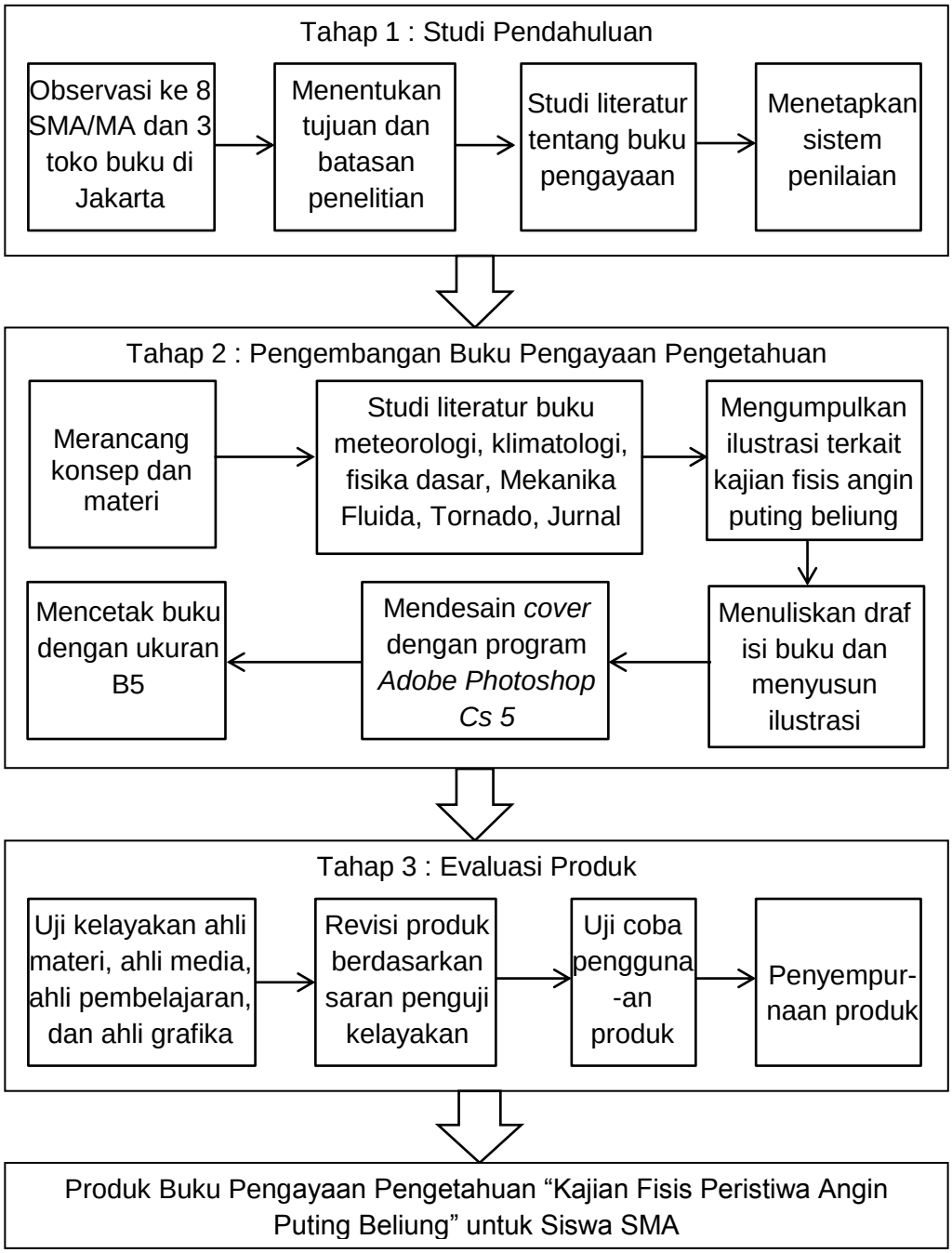
Alur penelitian ini menggunakan alur penelitian Borg dan Gall (1989).



Gambar 3.1. Alur Penelitian

E. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dalam mengembangkan buku pengayaan pengetahuan ini yang mengacu kepada pendapat Borg dan Gall (1989) yaitu:



Gambar 3.2. Prosedur Penelitian Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung”

F. Instrumen Penelitian

Instrument yang digunakan pada penelitian ini berupa angket uji kelayakan. Dibuat untuk mengetahui kemampuan buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan dalam mendukung kegiatan pembelajaran. Angket uji kelayakan terdiri dari angket untuk ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran, ahli grafika dan uji coba kepada siswa. Angket untuk para ahli berpedoman langsung kepada instrumen penilaian buku pengayaan pengetahuan dari Kementrian Pendidikan Nasional Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Kurikulum dan Perbukuan. Instrumen yang digunakan memiliki indikator berupa materi/isi, penyajian, bahasa dan grafika.

Tabel 3.1 Kisi-Kisi Instrumen Uji Kelayakan Ahli Materi

Komponen	Kriteria Butir	Nomor Butir
Materi	Materi mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional.	1,2,3,4
	Materi memiliki kebenaran keilmuan, sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sahih, dan akurat.	5,6,7,8, 9,10
	Materi memaksimalkan penggunaan sumber-sumber yang sesuai dengan kondisi Indonesia dan erat dengan konteks ke-Indonesia-an.	11,12
Bahasa	Bahasa yang digunakan etis, estetis, komunikatif, dan fungsional, sesuai dengan pembaca sasaran.	13,14
	Bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, dan paragraf) sesuai dengan kaidah dan istilah yang digunakan baku.	15,16
Jumlah Butir		16

Tabel 3.2 Kisi-Kisi Instrumen Uji Kelayakan Ahli Media

Komponen	Kriteria Butir	Nomor Butir
Penyajian	Penyajian materi runtut, bersistem, lugas, dan mudah dipahami.	1,2,3,4, 5
	Penyajian materi mengembangkan sikap spiritual dan sosial.	6
	Penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh dan mencari sumber bacaan lain mengenai peristiwa angin puting beliung.	7,8,9, 10
	Penyajian materi mengembangkan keterampilan, dan memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.	11,12
Bahasa	Bahasa yang digunakan etis, estetis, komunikatif,	13,14

	dan fungsional, sesuai dengan pembaca sasaran.	
	Bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, dan paragraf) sesuai dengan kaidah dan istilah yang digunakan baku.	15,16
Jumlah Butir		16

Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen Uji Kelayakan Ahli Pembelajaran

Komponen	**Kriteria Butir**	**Nomor Butir**
Penyajian	Penyajian materi runtut, bersistem, lugas, dan mudah dipahami.	1,2,3
	Penyajian materi mengembangkan sikap spiritual dan sosial.	4,5
	Penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh dan mencari sumber bacaan lain mengenai peristiwa angin puting beliung.	6,7,8,9, 10
	Penyajian materi mengembangkan keterampilan, dan memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.	11,12
Jumlah Butir		12

Tabel 3.4 Kisi-Kisi Instrumen Uji Kelayakan Ahli Grafika

Komponen	**Kriteria Butir**	**Nomor Butir**
Grafika	Kulit buku: ilustrasi mewakili isi, jenis huruf memiliki keterbacaan tinggi, menarik, komposisi seimbang dan harmonis antara kulit depan, punggung dan belakang.	1,2,3,4,5, 6
	Tata letak konsisten dan sesuai antara kulit buku (*cover)* dengan isi buku.	7,8,9, 10,11,12
	Jenis dan ukuran huruf, dan penomoran pada seluruh isi buku konsisten.	13,14,15, 16,17
	Ilustrasi sesuai dengan pembaca sasaran dan memperjelas isi bacaan mengenai peristiwa angin putinh beliung.	18,19,20, 21,22,23
Jumlah Butir		23

Tabel 3.5 Kisi-Kisi Instrumen Uji Coba Penggunaan Produk

Komponen	**Kriteria Butir**	**Nomor Butir**
Materi	Materi mudah dipelajari dan disampaikan dengan cukup jelas.	1,3
	Materi dapat menambah pengetahuan.	2
	Isi buku dapat memotivasi untuk bersyukur dan menjaga lingkungan.	4,5
	Isi buku dapat dijadikan sumber materi pengayaan.	6
Penyajian	Materi disajikan secara sistematis.	7
	Gambar, tabel dan persamaan memiliki	8

Komponen	Kriteria Butir	Nomor Butir
	kelengkapan keterangan sehinga mempermudah dalam membaca buku.	
	Penyajian materi dapat memotivasi untuk menggali informasi lebih lanjut.	9
	Ilustrasi dan penjelasan berkaitan.	10
	Ilustrasi dan keterangannya mempermudah memahami materi.	11
Bahasa	Bahasa yang digunakan singkat, jelas, dan tidak bermakna ganda.	12,13
	Istilah yang digunakan baku.	14
Grafika	Sampul buku menarik.	15
	Jenis dan ukuran huruf membuat nyaman dalam membaca.	16
	Gambar dan warna yang digunakan membuat tampilan buku lebih menarik.	17
Jumlah Butir		17

G. Teknik Pengumpulan Data

Data uji kelayakan menggunakan instrumen berupa angket *rating scale*. Untuk pengambilan data dari ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran dan ahli grafika, dilakukan setelah para ahli membaca buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan. Setelah mencermati buku pengayaan pengetahuan yang dibuat, responden kemudian mengisi angket yang telah di berikan. Data yang digunakan yaitu berupa angket yang telah diisi oleh responden.

Setelah mengevaluasi data dari ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran dan ahli grafika, Penulis melakukan uji coba penggunaan produk dengan menerapkan buku pengayaan pengetahuan kepada siswa. Sebelum membaca, siswa diberikan *pretest* untuk mengukur kemampuan awal pembaca. Setelah membaca, siswa diberikan *post-tes* untuk memperoleh informasi apakah terjadi peningkatan pengetahuan setelah membaca buku pengayaan yang dikembangkan. Kemudian, peserta diberikan angket uji coba penggunaan produk untuk memberi pendapat mengenai isi buku.

H. Teknik Analisis Data

1. Skala Likert

   Data yang berasal dari angket para ahli dan siswa diolah dengan menggunakan skala Likert untuk mendapatkan hasil bagaimana kelayakan buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan. Dengan

skala Likert, maka variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan titik tolak untuk menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pernyataan atau pertanyaan (Sugiyono, 2012: 135). Terdapat lima kategori penilaian yang berdasarkan pada kriteria interpretasi, yaitu:

Skor 5 : Sangat setuju
Skor 4 : Setuju
Skor 3 : Ragu-ragu
Skor 2 : Kurang setuju
Skor 1 : Tidak setuju

Interprestasi skor dihitung berdasarkan skor perolehan tiap butir penialian dengan persamaaan:

$$\%\ \text{interpretasi skor} = \frac{\sum \text{skor perolehan}}{\sum \text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Persentase yang didapatkan kemudian dicocokkan pada tabel penilaian di bawah ini sebagai hasil akhir penilaian tiap butir.

Tabel 3.6 Skor Skala Likert

Persentase	Interpretasi
0% - 20%	Tidak baik
21% - 40%	Kurang baik
41% - 60%	Cukup Baik
61% - 80%	Baik
81% - 90%	Sangat Baik

3. Uji Gain Ternormalisasi

Uji gain ternormalisasi dilakukaan untuk mengetahui bertambah atau tidaknya pengetahuan siswa dan seberapa besar pertambahan pengetahuan yang dialaminya. Dengan menggunakan hasil *pretest* dan *posttest*, uji gain ternormalisasi dilakukan terlebih dahulu dengan melakukan uji normalisasi. Rumus untuk uji gain ternormalisasi menurut Hake (1999) yaitu:

$$\langle g \rangle = \frac{skor\ posttest - skor\ pretest}{skor\ ideal - skor\ pretest}$$

Dimana intepretasi hasil skor gain ternormalisasinya yaitu

Tabel 3.7 Interpretasi Skor Gain Ternormalisasi

Skor Gain	**Kategori**
$(\langle g \rangle) < 0{,}3$	Rendah
$0{,}7 > (\langle g \rangle) > 0{,}3$	Sedang
$(\langle g \rangle) > 0{,}7$	Tinggi

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Produk Buku Pengayaan Pengetahuan

Buku pengayaan pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” dikembangkan dengan studi literatur menggunakan beberapa buku teks dan sumber informasi dari internet serta jurnal. Informasi mengenai materi fisika apa saja yang terkait dengan peristiwa angin puting beliung diperoleh dari berbagai buku, mulai dari fisika dasar, mekanika fluida, buku khusus yang membahas tornado, hingga buku meteorologi dan klimatologi.

Berdasarkan studi literatur yang menggunakan buku-buku di atas, diperoleh informasi bahwa peristiwa angin puting beliung terkait dengan konsep fisika, yaitu fluida dinamis khususnya persamaan Bernoulli dan aliran vorteks, hukum kekekalan momentum sudut, gerak melingkar khususnya gaya Coriolis, pengaruh dan perpindahan kalor. Tidak hanya itu, ada pula pembahasan mengenai gradien tekanan yang diakibatkan adanya gradien temperatur, serta momentum linier dan energi kinetik angin puting beliung.

Buku yang terdiri dari lima bab ini tidak hanya berisi penerapan konsep fisika dalam peristiwa angin puting beliung. Sebagai buku pengayaan yang juga dapat ditujukan untuk masyarakat umum, buku ini berisi informasi umum terkait bencana angin puting beliung.

Setiap tahapan penelitian menghasilkan sesuatu atau bagian buku secara bertahap. Secara singkat, tahapan dan hasil dari masing-masing tahapan disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tahapan dan Hasil Penelitian Pengembangan Produk

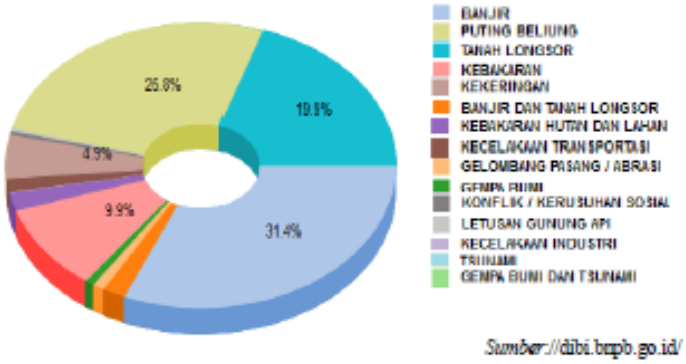
No.	Tahapan	Hasil	Keterangan
a)	Perancangan konsep dan materi	Konsep-konsep fisis peristiwa angin puting beliung.	Penulusuran lewat studi literatur (jurnal, buku, web).
b)	Perencanaan draft buku	Draft isi setiap bab.	Diskusi dengan dosen pembimbing.
c)	Penulisan draft buku	Draft buku bab 1.	Diskusi dengan dosen pembimbing.
d)	Penulisan draft	Draft buku bab 2,	Diskusi dengan dosen

No.	Tahapan	Hasil	Keterangan
	buku	revisi bab 1.	pembimbing.
e)	Penulisan draft buku	Draft buku bab 3, revisi bab 2.	Diskusi dengan dosen pembimbing.
f)	Penulisan draft buku	Draft buku bab 4, revisi bab 3.	Diskusi dengan dosen pembimbing.
g)	Penulisan draft buku	Draft buku bab 5, revisi bab 4.	Diskusi dengan pembimbing.
h)	Penulisan draft buku	Revisi bab 5	Diskusi dengan dosen pembimbing.
i)	Pembuatan instrumen uji kelayakan dan uji coa produk	(1) Instrumen ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran dan ahli grafika. (2) Instrumen uji coba penggunaan produk untuk siswa. (3) Soal *pretest* dan *posttest.*	Mengacu kepada pedoman penilaian buku pengayaan pengetahuan menurut Puskurbuk dan diskusi dengan pembimbing.
j)	Uji Kelayakan	Skor uji kelayakan ahli materi 78,33%, ahli media 85,33%, ahli pembelajaran 86,75%, dan ahli grafika 80%, dan final buku.	Saran dan penilaian kelayakan buku menurut ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran dan ahli grafika.
k)		Skor uji coba penggunaan produk, komponen materi 88,40%, penyajian 86,07%, bahasa 81,23%, dan grafika 86,42%, skor uji gain 0,56.	Pendapat dan persepsi siswa mengenai produk buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan.

Susunan buku pengayaan pengetahuan ini yaitu *cover* depan, kata pengantar, sajian isi buku untuk memberi gambaran tampilan dan komponen buku, daftar isi, isi (Bab 1 sampai 5), glosarium,daftar pustaka, dan *cover* belakang. Pada setiap bab terdapat komponen “Tahukah Kamu?”, “Mari mencoba!”, Intisari, dan Teka-teki Silang. Penyajian isi buku juga dilengkapi dengan data yang disajikan dalam tabel, dan berbagai ilustrasi seperti foto, gambar, bagan, dan peta. Sajian buku hasil

pengembangan diperlihatkan pada gambar-gambar di bawah ini mulai dari *cover*, halaman-halaman sampel yaitu halaman 6,18, 59, 77, 97,84.

Angin puting beliung merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dari tahun 2010 sampai Januari 2016, tercatat angin puting beliung merupakan bencana alam dengan intensitas kejadian nomor dua setelah bencana banjir.



Sumber://dibi.bnpb.go.id/

Gambar 1.4 Diagram bencana alam di Indonesia tahun 2010-Januari 2016.

Sumber: newsmadura.com/

Gambar 1.5 Ilustrasi angin puting beliung yang merusak bangunan.

Selama bulan Januari tahun 2016 telah terjadi 81 peristiwa bencana angin puting beliung dari 174 peristiwa bencana alam yang terjadi. Kerugian yang ditimbulkan, yaitu 1 orang meninggal, 19 orang luka-luka, 1.411 rumah rusak, 1 fasilitas peribadatan, dan 7 fasilitas pendidikan rusak. Dapat dilihat jika kerugian paling besar yang terjadi karena bencana ini adalah kerusakan bangunan. Hal tersebut dikarenakan angin ribut ini dapat menerbangkan apa saja yang dilewatinya. Melalui

Jenis Awan	Albedo (%)
Cumulus	70-90
Cumulonimbus	92

Sumber: Prawirowardoyo (1996)

Mari Mencoba!

Dari informasi di atas, kamu tahu jika awan memiliki albedo yang berbeda sesuai bentuknya. Coba carilah informasi mengenai bentuk untuk masing-masing jenis awan! awan dengan bentuk seperti apa yang memiliki albedo lebih besar?

2. Tekanan

Temperatur yang tinggi akan menyebabkan udara memuai atau bertambahnya volume, sehingga massa jenis (ρ) atau kerapatan udara akan berkurang. Udara yang memuai ini menyebabkan munculnya perbedaan tekanan antara daerah yang bertemperatur lebih tinggi dengan sekitarnya.

Tahukah Kamu?

1 atm besarnya sama dengan $1{,}013 \times 10^5$ N/m^2, $1{,}013 \times 10^6$ dyne/cm^2 $1{,}013 \times 10^5$ Pa, 76 cmHg dan $1{,}013 \times 10^5$ bar.

Tahukah Kamu?

Di atmosfer bagian bawah, tekanan menurun sekitar 1 mbar untuk setiap bertambah ketinggian 10 meter.

Tekanan udara (P) adalah gaya yang ditimbulkan terhadap satu satuan daerah tertentu. Adapun satuan yang umumnya digunakan untuk tekanan udara adalah N/m^2, dyne/cm^2, Pascal, atm, cmHg, dan bar. Tekanan udara diukur dengan barometer dan umumnya dinyatakan dalam milibar (mbar).

Tekanan udara tidaklah sama untuk semua daerah di permukaan bumi. Ada perbedaan tekanan atau disebut juga gradien tekanan.

Sumber: www.youtube.com

Gambar 3.6 Angin puting beliung di Bulukumba.

Dari peristiwa ini 3 orang luka-luka karena tertimpa bangunan, 40 orang harus mengungsi, 43 rumah rusak berat, dan 45 rumah rusak ringan.

5. Peristiwa Angin Puting Beliung di Bogor

Angin puting beliung beberapa kali terjadi di Bogor. Selama tahun 2015, tercatat sembilan kali becana ini terjadi di kota dan kabupaten yang dijuluki kota hujan ini, yaitu pada tanggal 11 Januari, 25 Januari, 4 Juni, 31 Juli, 12 Agustus, 7 Oktober, 14 Oktober, 30 Oktober, dan 15 November. Peristiwa kedua terakhir merupakan bencana yang cukup besar menimbulkan kerugian. Bencana yang terjadi sekitar pukul 16.00

Sumber: jabar.pojoksatu.id

Gambar 3.7 Angin puting beliung di Bogor.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 + \rho g h_2 \quad (4.10)$$

Perhatikan Gambar 4.7. Dengan memisalkan keadaan 1 di dalam rumah dan keadaan 2 di luar rumah saat terjadi angin puting beliung. Besar massa jenis udara bernilai kecil dan perbedaan ketinggian antara keadaan 1 dan keadaan 2 tidak terlalu besar, sehingga dapat diasumsikan $\rho g h_1 = \rho g h_2$ dan Persamaan 4.10 menjadi

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 \quad (4.11)$$

Ketika di dalam rumah dianggap sumber angin seperti jendela dan pintu tertutup sehingga kecepatan udara $v_1 = 0$, maka Persamaan 4.11 menjadi

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 \quad (4.12)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 \quad (4.13)$$

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 \quad (4.14)$$

Kamu masih ingat bukan jika hubungan tekanan (P), gaya (F) dan luas permukaan atap (A) dinyatakan dalam persamaan

$$P = \frac{F}{A} \quad (4.15)$$

$$F = PA \quad (4.16)$$

Untuk kasus ini, karena ada perbedaan tekanan Persamaan 4.16 menjadi

$$F = \Delta PA \quad (4.17)$$

Jika kita mensubtitusikan Persamaan 4.14 ke Persamaan 4.17, maka diperoleh

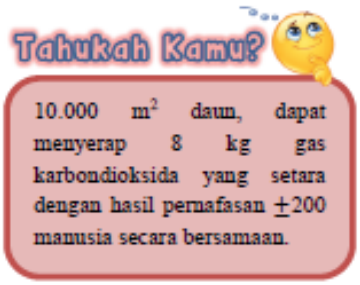
$$F = \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 A \quad (4.18)$$

F = Gaya angkat (N)
ΔP = Perbedaan tekanan (N/m^2)
A = Luas atap (m^2)
ρ = Massa jenis udara (kg/m^3)
v_2 = Kecepatan angin puting beliung atau udara di luar (m/s)

P_1 lebih besar dibandingkan dengan P_2. Ingat bahwa udara mengalir dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah, sehingga gaya berasal dari dalam menuju luar seolah mendorong atap.

1. Mengurangi Karbondioksida

Dalam proses fotosintesis, tumbuhan memerlukan karbondioksida untuk menghasilkan oksigen yang diperlukan manusia. Keberadaan karbondioksida memang perlu untuk menjaga lingkungan, tapi jika dalam jumlah berlebihan keberadaan gas ini dapat memicu meningkatkan temperatur lingkungan. Salah satu gas rumah kaca ini dihasilkan oleh proses pembakaran seperti pada kendaraan bermotor, produksi di pabrik, dan pembakaran hutan.



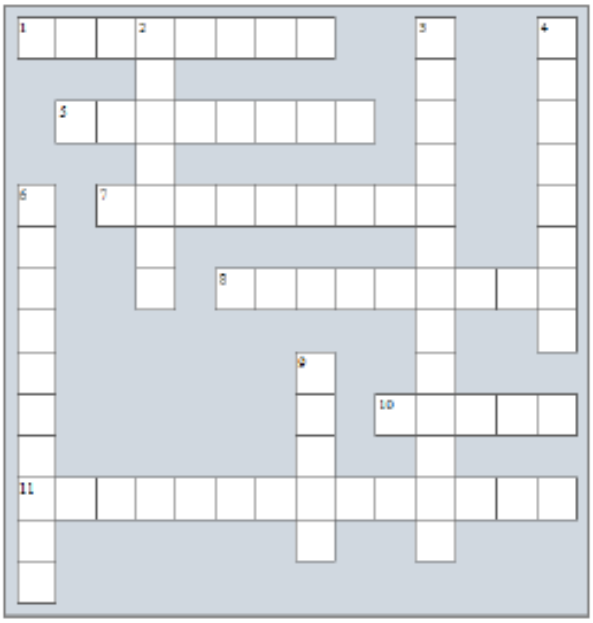
2. Mengendalikan Temperatur

Pada Bab 2, kamu sudah tahu jika awan dapat memantulkan radiasi matahari sehingga temperatur suatu daerah tidak terlalu tinggi. Tidak hanya awan, tumbuhan juga dapat memantulkan radiasi matahari sehingga tidak langsung diserap oleh permukaan bumi dan meningkatkan temperatur dengan cepat. Semakin sedikit intensitas radiasi (I) yang diterima oleh bumi, akan menyebabkan semakin sedikit pula kalor (Q) yang diterima oleh bumi. Seperti persamaan (2.3) yaitu $Q = ItA$.

3. Mengendalikan Angin

Keberadaan pohon dapat memecah arah dan mengurangi kecepatan angin karena mengalami gesekkan. Dalam kasus angin puting beliung, keberadaan tumbuhan dapat meminimalisir angin berhembus kencang menuju daerah bertemperatur tinggi yang memicu pusaran angin.

Teka-teki Silang



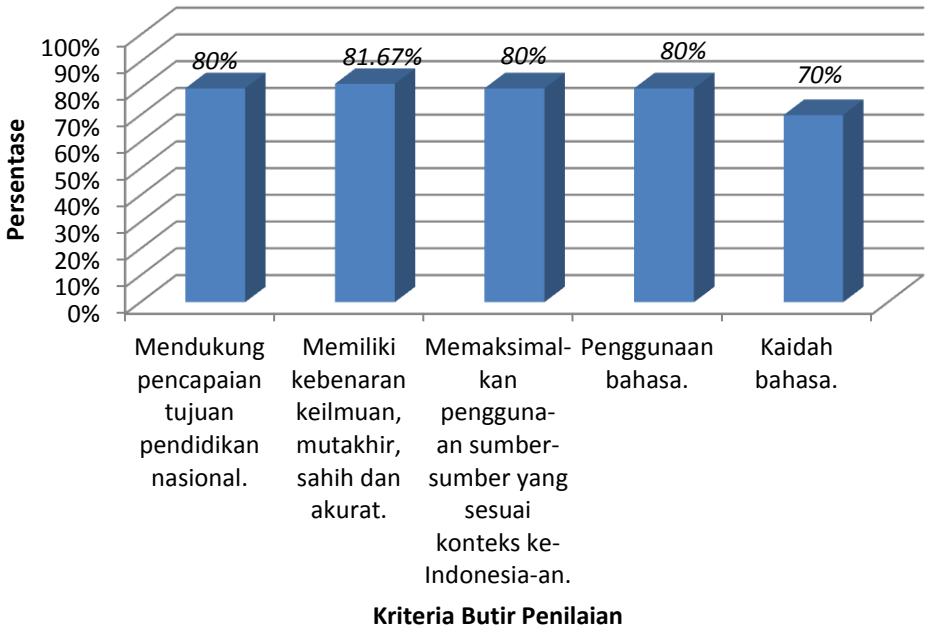
Mendatar	Menurun
6. Peristiwa ketika udara yang bertemperatur tinggi naik dan udara dengan temperatur lebih rendah turun. 5. Gaya yang mempengaruhi arah pusaran angin puting beliung. 7. Besaran fisis yang berbanding lurus dengan gradien tekanan. 8. Persamaan yang digunakan untuk memperoleh persamaan gaya angkat. 10. Fase ketika udara yang turun meluas dan berakhir angin puting beliung. 11. Besaran fisis yang mempengaruhi gaya Coriolis pada angin, yaitu . . . rotas bumi.	2. Aliran fluida yang berputar. 3. Besaran yang dipertahankan dan berakibat pada bentuk angin puting beliung . 4. Hubungan antara kecepatan tangensial dan jarak dengan pusat aliran pada vorteks bebas adalah berbanding . . . 6. Gaya yang besarnya dipengaruhi oleh perbedaan tekanan. 9. Jenis aliran vorteks angin puting beliung.

2. Uji Kelayakan

Pengujian kelayakan dilakukan kepada empat macam ahli, yaitu ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran, dan ahli grafika. Pengujian kelayakan bertujuan untuk memperoleh informasi apakah buku buku yang dikembangkan layak sebagai buku pengayaan pengetahuan dan dapat dijadikan bahan ajar khususnya pada program pengayaan. Setelah dilakukan pengujian kelayakan, dilakukan revisi terlebih dahulu dan kemudian dilakukan uji coba penggunaan produk kepada siswa.

a) Uji Kelayakan oleh Ahli Materi

Uji kelayakan ahli materi melibatkan dua orang penguji, yakni dosen Program Studi Fisika dan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Penguji pertama yaitu Dr. Iwan Sugihartono, M.Si dan penguji kedua Riser Fahdiran, M.Si. Rata-rata hasil penilaian kedua ahli materi untuk setiap kriteria butir disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi

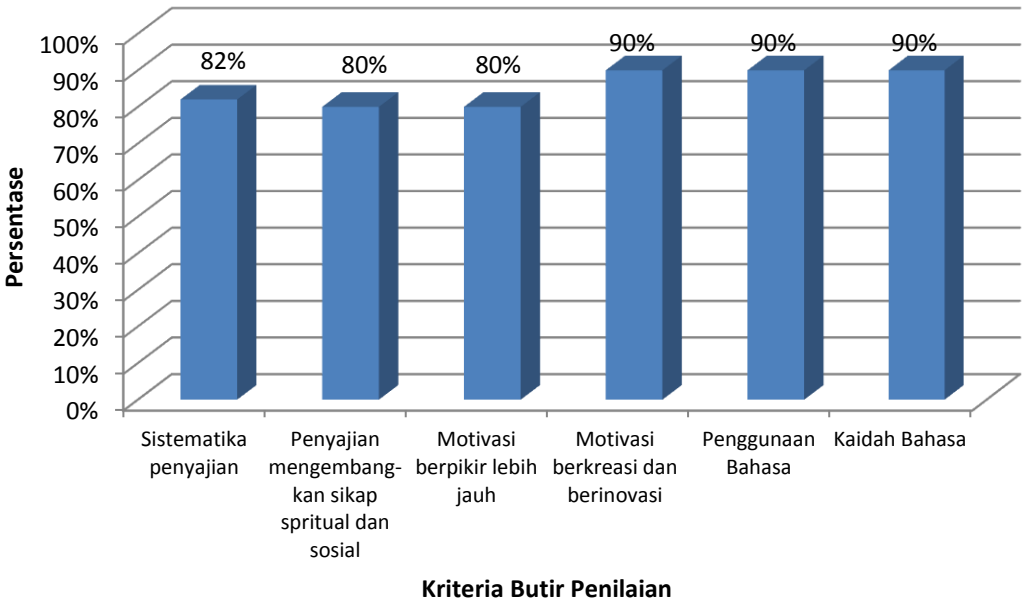
Adapun beberapa masukkan dari kedua ahli materi guna memperbaiki buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan, yaitu:

(1) Melengkapi kelengkapan keterangan daftar pustaka yang belum tersedia.

(2) Memperhatikan penggunaan kata hubung yang digunakan dalam penulisan materi.

b) Uji Kelayakan oleh Ahli Media

Pengujian kelayakan kepada ahli media dilakukan kepada dua dosen yang berasal dari Program Studi Fisika dan Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Ahli media pertama yaitu Prof. Dr. I Made Astra, M.Si dan ahli madia kedua yaitu Drs. A. Handjoko Permana, M.Si. Rata-rata hasil penilaian kedua ahli media untuk setiap kriteria butir disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Media

Adapun beberapa masukkan dari kedua ahli media guna memperbaiki buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan, yaitu:

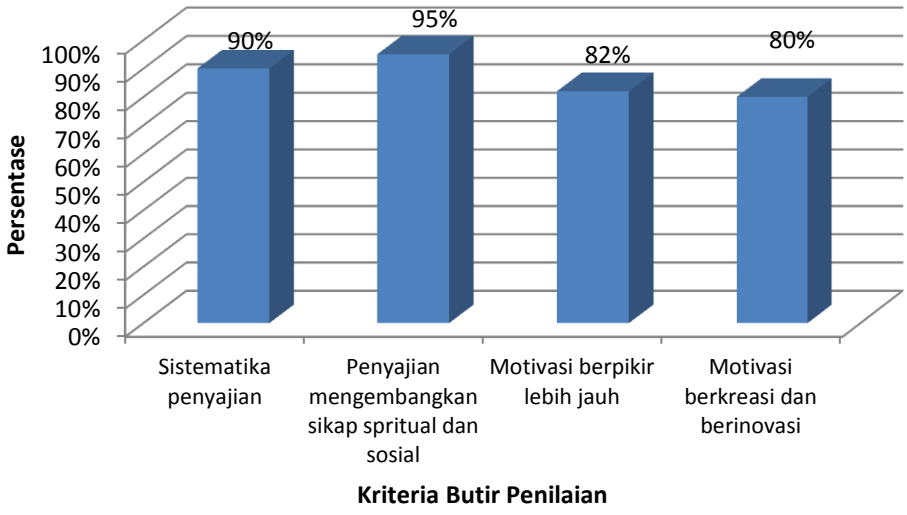
(1) Menambahkan intisari pada setiap akhir bab.

(2) Menambahkan Teka-teki Silang (TTS) pada setiap akhir bab.
(3) Konsisten dengan keberadaan kajian fisis di setiap bab.

Berdasarkan masukkan tersebut, telah dilakukan perbaikan guna menyempurnakan produk yang dikembangkan. Intisari dan Teka-teki Silang (TTS) ditambahkan pada setiap akhir bab dengan letak intisari terlebih dahulu dan diikuti oleh TTS. Penambahan kajian fisis ditambahkan pada beberapa bagian bab dalam buku yang dirasa kurang kajian fisisnya agar isi buku konsisten dengan judul buku yang digunakan.

c) Uji Kelayakan oleh Ahli Pembelajaran

Pelaksanaan uji kelayakan kepada ahli pembelajaran melibatkan dua dosen dari Program Studi Fisika dan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta.. Ahli pembelajaran 1 yaitu Hadi Nasbey, S.Pd, M.Si dan ahli pembelajaran 2 Fauzi Bakrie, S.Pd, M.Si. Rata-rata hasil penilaian kedua ahli pembelajaran untuk setiap kriteria butir disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.3.

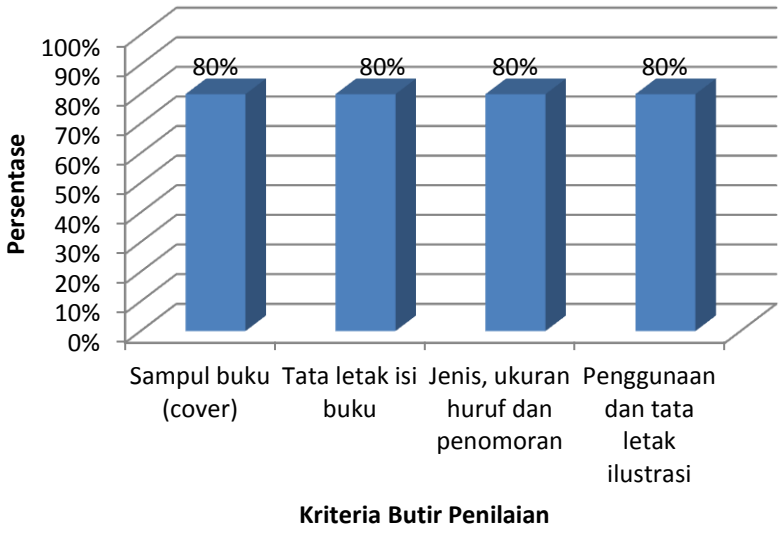


Gambar 4.3 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Pembelajaran

Ada beberapa masukan yang diberikan oleh ahli pembelajaran, yaitu terdapat ruang kosong dan kurang proporsional pada buku. Masukan ini sudah diperbaiki dengan mengatur ulang letak dan ukuran beberapa ilustrasi agar sehingga tidak terdapat ruang kosong.

d) Uji Kelayakan oleh Ahli Grafika

Pelaksanaan uji kelayakan kepada ahli grafika melibatkan satu orang dosen Desain, Program Studi Pendidikan Seni Rupa, Fakultas Bahasa dan Seni, Universitas Negeri Jakarta, yaitu MC Wara Candrasari, S.Sn., M.Ds. Hasil penilaian untuk setiap kriteria butir disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Grafika

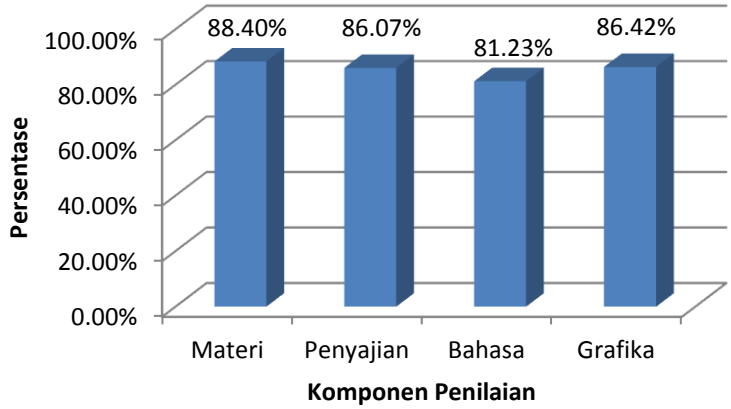
Ada beberapa masukan dari ahli grafika terkait *cover* dan ilustrasi dan warna pada buku, seperti:

(1) Garis pada *cover* sebaiknya satu saja atau diperkecil.
(2) *Icon* pada "Tahukah Kamu?" diletakkan di luar kotak agar tidak mengalihkan fokus pembaca.
(3) Warna tulisan pada glosarium sebaiknya diganti menjadi satu warna (disarankan biru), karena warna hijau yang terkena pantulan sinar matahari akan membuat kesulitan dalam membaca.

3. Uji Coba Penggunaan Produk

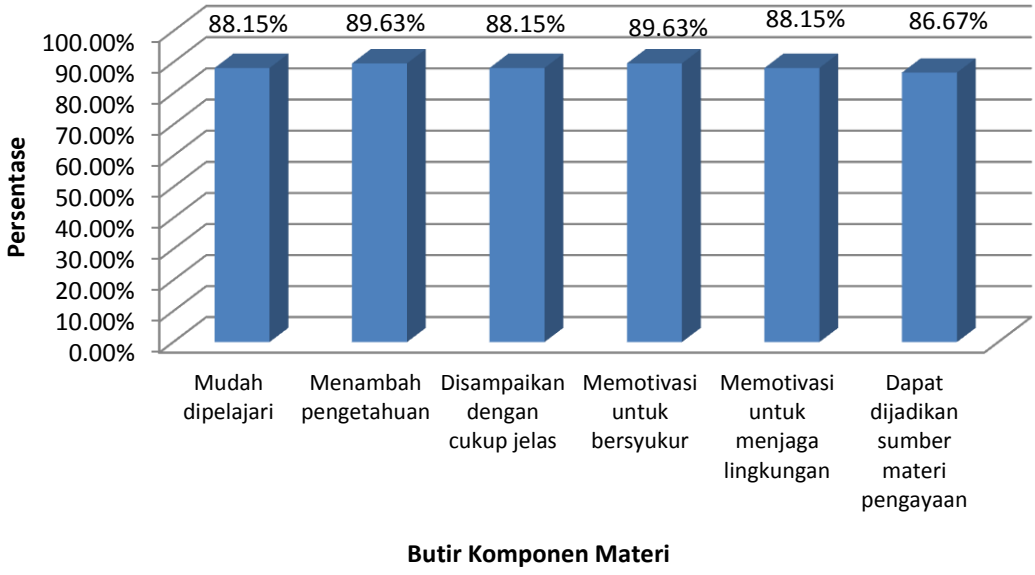
Setelah dilakukan revisi hasil uji kelayakan produk yang dikembangkan, dilakukan uji coba penggunaan produk, Uji coba penggunaan produk dilakukan guna mengetahui pendapat siswa mengenai buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan. Penilaian

pada uji coba penggunaan produk terdiri dari empat komponen yaitu materi, penyajian, bahasa dan grafika. Berdasarkan uji coba penggunaan produk, diperoleh persentase untuk masing-masing komponen yang disajikan pada Gambar 4.5.



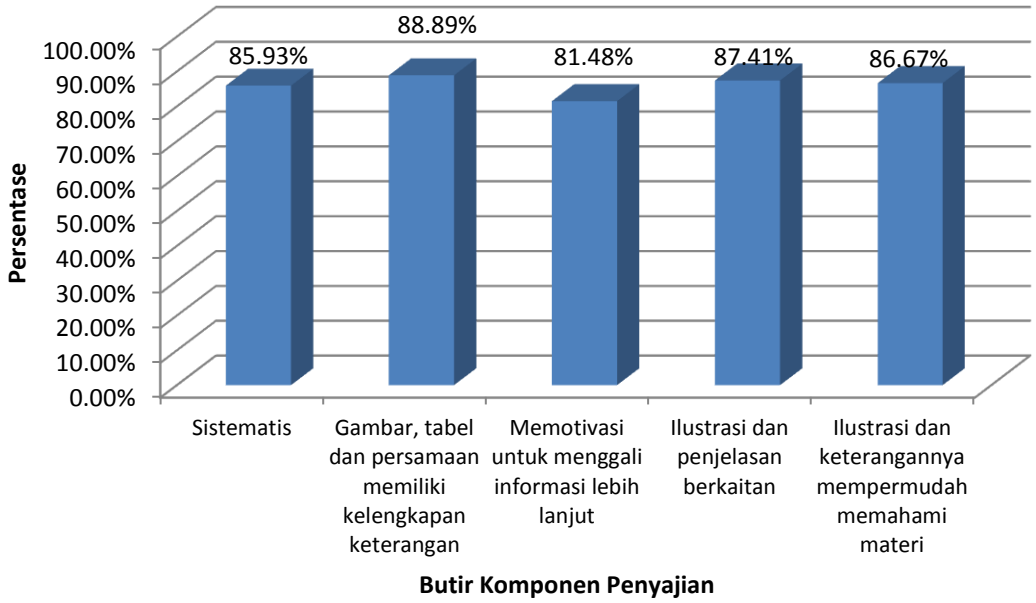
Gambar 4.5 Diagram Batang Hasil Persentase Komponen Uji Coba Penggunaan Produk

Penilaian setiap komponen terdiri dari butir yang menggambarkan bagaimana pendapat siswa mengenai masing-masing komponen pada buku. Komponen pertama dalam penilaian yaitu materi. Rata-rata hasil persentase untuk butir pada komponen materi disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.6.



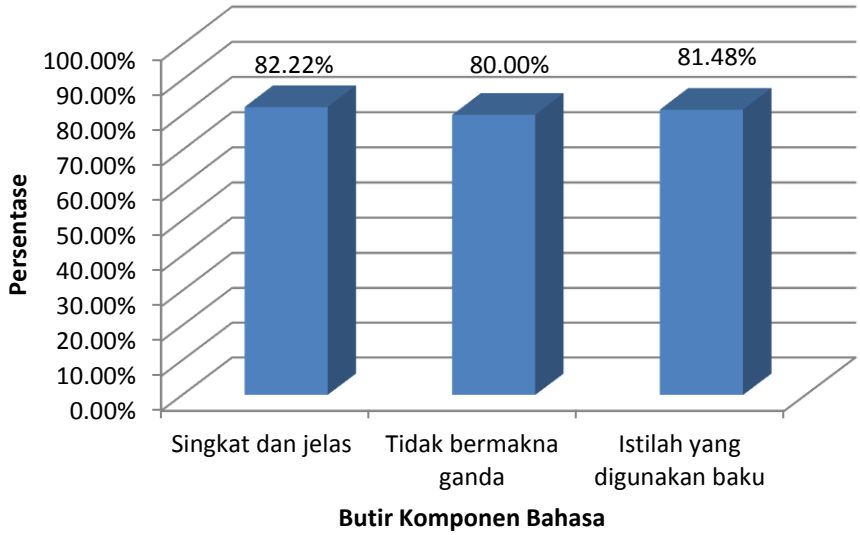
Gambar 4.6 Diagram Batang Hasil Persentase Uji Coba Penggunaan Produk Butir Komponen Materi

Komponen kedua dalam penilaian yaitu penyajian. Rata-rata hasil persentase untuk butir pada komponen penyajian disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.7.



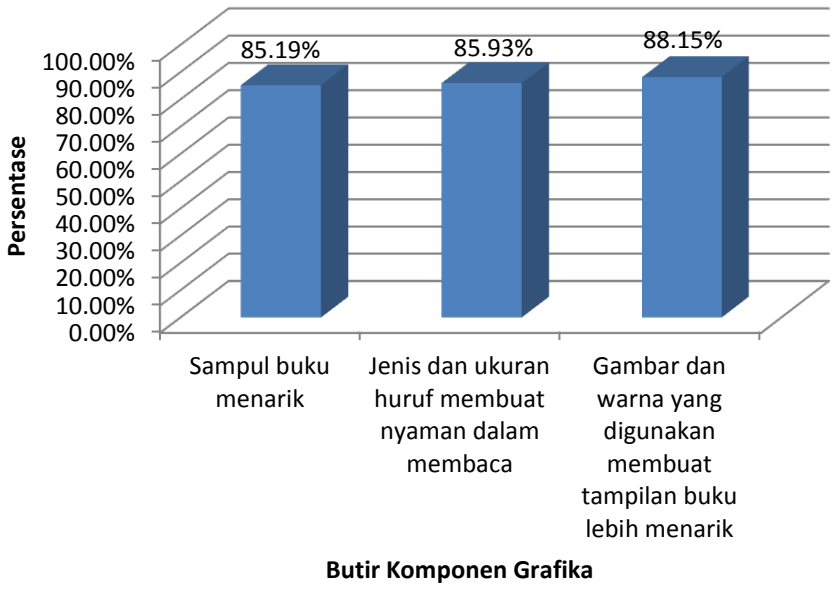
Gambar 4.7 Diagram Batang Hasil Persentase Uji Coba Penggunaan Produk Butir Komponen Penyajian

Komponen ketiga dalam penilaian yaitu bahasa. Rata-rata hasil persentase untuk butir pada komponen bahasa disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.8.



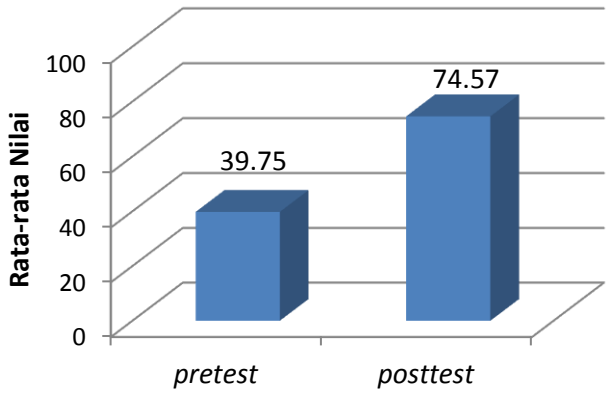
Gambar 4.8 Diagram Batang Hasil Persentase Uji Coba Penggunaan Produk Butir Komponen Bahasa

Komponen keempat dalam penilaian yaitu grafika. Rata-rata hasil persentase untuk butir pada komponen grafika disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Diagram Batang Hasil Persentase Uji Coba Penggunaan Produk Butir Komponen Grafika

Pada saat uji coba penggunaan produk, siswa juga diberikan soal *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui peningkatan pengetahuan yang terjadi setelah membaca buku yang dikembangkan. Dengan melibatkan 27 orang siswa diperoleh rata-rata nilai *pretest* sebesar 39,75, rata-rata nilai *posttest* sebesar 74,57 dan rata-rata skor uji gain sebesar 0,56. Skor tersebut menggambarkan bahwa terjadi peningkatan pengetahuan dengan interpretasi sedang.



Gambar 4.10 Diagram Batang Rata-rata Nilai *Prestest* dan *Posttest*

B. Pembahasan

Buku pengayaan pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” dapat digunakan sebagai sumber belajar dalam program pengayaan pada proses pembelajaran untuk materi fluida dinamis dan momentum sudut pada kelas XI, gerak melingkar, dan kalor pada kelas X. Pada buku terdapat materi yang tidak terdapat pada materi SMA seperti aliran vorteks dan gaya Coriolis. Hal ini dikarenakan sifat buku pengayaan yang berisi bahasan tertentu kurikulum secara lebih luas atau lebih dalam.

Sumber buku yang digunakan untuk menulis isi pada buku pengayaan pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” diantaranya yaitu *Dangerous Weather Tornadoes* karangan Michael Allaby, *Physics for Scientists & Engineers* karangan Douglas Gialcoli, Fisika untuk Sains dan Teknik karangan Tipler, *Fundamental of Fluid Mechanics* karangan Bruce R Munson, Ilmu Pengetahuan Populer karangan Ivan R. Tannehill, Pengantar Dasar Iklim karangan Trewartha Glenn T & Lyle Horn, Meteorologi karangan Susilo Prawirowardoyo, dan Seri Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana Angin Puting Beliung karangan Primus Supriyono.

Ukuran kertas yang dipilih untuk buku pengayaan pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” yaitu ukuran B5 (18,2 cm x 25,7 cm) agar buku lebih mudah dibawa. Buku disajikan secara runtut dari umum ke khusus, dengan bahasa yang lebih komunikatif dibandingkan dengan buku teks pelajaran. Ilustrasi disajikan dengan memperhatikan tata letak agar membuat nyaman ketika membaca.

Dalam penyajian, buku ini terdiri dari komponen-komponen yang secara keseluruhan bertujuan untuk menarik minat pembaca dan mempermudah pembaca memahami isi buku. “Tahukah Kamu?” berisi informasi unik atau informasi penting yang berkaitan dengan pembahasan. “Mari Mencoba!” berisi ajakan agar pembaca dapat menganalisis dan mengaplikasikan konsep yang dibahas. Intisari berisi simpulan dari satu bab agar pembaca dapat mengingat kembali dan memperoleh gambaran isi satu bab. Teka-teki silang bertujuan untuk menarik minat pembaca dalam membaca buku agar menyelesaikan teka-teki silang. Beberapa data dan informasi disajikan dalam tabel guna mempermudah pembaca dalam membandingkan dan membedakan kejadian satu dan lainnya. Penjelasan materi dalam buku dilengkapi gambar, foto, dan peta agar pembaca lebih mudah memahami

konsep. Adapula bagan guna mempermudah pembaca memahami suatu penjelasan yang berupa proses yang saling berkaitan. Pada akhir isi buku terdapat glosarium yang berisi pengertian dari istilah-istilah ilmiah yang digunakan dalam buku.

Buku yang sudah selesai ditulis, diuji kelayakannya oleh para ahli untuk uji kelayakan dan siswa untuk uji coba penggunaan produk. Uji kelayakan dilakukan oleh ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran, dan ahli grafika dengan masing-masing komponen berbeda pada instrumen penilaiannya.

Komponen yang terdapat dalam instrumen ahli materi terdiri dari komponen materi dan bahasa. Kriteria butir untuk uji kelayakan materi memperoleh hasil persentase dengan rentang 70% - 81,67% dengan interpretasi “baik” sampai dengan “sangat baik”. Rata-rata hasil persentase kriteria butir untuk ahli materi memperoleh skor 78,33% dengan kriteria “baik”.

Instrumen untuk ahli media terdiri dari komponen penyajian dan bahasa. Dari hasil persentase pengujian kelayakan oleh dua ahli media, diperoleh kriteria butir uji kelayakan media memperoleh skor dengan rentang 80% - 90% dengan interpretasi “baik” sampai dengan “sangat baik”. Rata-rata hasil persentase kriteria butir untuk ahli media memperoleh skor 85,33% dengan interpretasi “sangat baik”.

Instrumen untuk ahli pembelajaran terdiri dari komponen penyajian. Berdasarkan hasil persentase pengujian kelayakan oleh dua ahli pembelajaran, diperoleh skor kriteria butir uji kelayakan oleh ahli pembelajaran dengan rentang 80% - 95% dengan interpretasi “baik” sampai dengan “sangat baik”. Rata-rata hasil persentase kriteria butir untuk ahli pembelajaran memperoleh skor 86,75% dengan interpretasi “sangat baik”.

Rata-rata hasil persentase uji kelayakan oleh ahli grafika memperoleh hasil 80%. Masing-masing kriteria butir memperoleh skor 80% dengan interpretasi baik.

Jika kriteria butir dijabarkan, diperoleh informasi bahwa dengan interpretasi setiap komponen “baik” hingga “sangat baik”, buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan tidak terdapat kesalahan konsep baik karena kesalahan ilustrasi, pemberian contoh, dan pemberian solusi. Data yang disajikan dalam buku ini mutakhir, akurat dan berasal dari sumber yang dapat dipercaya. Isi buku dapat dijadikan sumber pengayaan untuk materi

fluida dinamis, hukum kekekalan momentum sudut, gerak melingkar, dan kalor. Bahasa yang digunakan komunikatif dan sesuai dengan pembaca sasaran. Tampilan buku juga membuat pembaca nyaman dan ilustrasi yang digunakan dapat memperjelas isi.

Tahapan penelitian selanjutnya setelah uji kelayakan dan revisi yaitu uji coba penggunaan produk. Uji coba penggunaan produk melibatkan 27 siswa kelas XI MIA. Keseluruhan komponen memperoleh interpretasi sangat baik. Dari keempat komponen, rata-rata persentase hasil uji coba penggunaan produk memperoleh hasil 85,53% dengan interpretasi “sangat baik”.

Berdasarkan hasil uji coba penggunaan produk kepada 27 siswa, diperoleh informasi bahwa untuk komponen materi memperoleh hasil persentase dengan rentang 86,67% - 89,63%. Rincian butir menyatakan pendapat siswa mengenai buku yang dikembangkan yaitu mudah dipelajari, materi dapat menambah pengetahuan, materi disampaikan dengan cukup jelas, isi buku dapat memotivasi untuk bersyukur dan menjaga lingkungan serta isi buku dapat dijadikan sumber materi pengayaan dengan interpretasi “sangat baik”.

Persentase untuk butir penyajian memperoleh paling rendah sebesar 81,48% dan paling tinggi 88,89%. Semua butir memperoleh interpretasi “sangat baik” dengan rincian materi disajikan secara sistematis, gambar, tabel dan persamaan memiliki kelengkapan keterangan sehinga mempermudah dalam membaca buku, penyajian materi dapat memotivasi untuk menggali informasi lebih lanjut, ilustrasi dan penjelasan berkaitan dan ilustrasi dan keterangannya mempermudah memahami materi.

Komponen bahasa terdiri dari tiga butir dengan perolehan interpretasi “baik” untuk butir bahasa yang digunakan tidak bermakna ganda, kemudian interpretasi “sangat baik” untuk butir bahasa yang digunakan singkat dan jelas, serta istilah yang digunakan baku.

Berdasarkan hasil uji coba penggunaan produk untuk komponen grafika, diperoleh informasi bahwa siswa berpendapat sampul buku menarik, jenis dan ukuran huruf membuat nyaman dalam membaca serta gambar dan warna yang digunakan membuat tampilan buku lebih menarik dengan interpretasi “sangat baik”.

Pada tahap uji coba penggunaan produk, dalam penelitian ini juga dilakukan uji efektivitas guna menguji peningkatan pengetahuan siswa. Hal

ini dilakukan karena sesuai dengan fungsi buku pengayaan sendiri yaitu mengembangkan pengetahuan pembaca. Perhitungan untuk memperoleh informasi terjadi tidaknya peningkatan pengetahuan siswa, dilakukan dengan uji gain ternormalisasi. Syarat uji gain ternormalisasi, data harus berdistribusi normal sehingga dilakukan uji normalitas terlebih dahulu dan diperoleh nilai *pretest* dan *posttest* bernilai normal. Soal *pretest* dan *posttest* memiliki indikator dan tingkat kesulitan yang sama sehingga dapat menggambarkan terjadi perubahan atau tidak pengetahuan siswa sebelum dan setelah membaca buku yang dikembangkan. Dengan uji efektivitas, diperoleh rata-rata nilai *pretest* sebesar 39,75 dari skala tertinggi 100 dengan nilai terendah sebesar 20 dan tertinggi 66,67. Sedangkan nilai *posttest* diperoleh rata-rata nilai sebesar 74,57 dengan nilai terendah 33,33 dan tertinggi 93,33. Dari data yang diperoleh, ada selisih rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* sebesar 34,82 dengan rata-rata nilai *posttest* lebih besar dibandingkan rata-rata nilai *pretest*. Dari 27 orang siswa, dua orang siswa terjadi penurunan nilai. Nilai keduanya turun sebesar 6,67 atau dengan kata lain jumlah jawaban benar menurun satu soal pada saat *posttest*. Penurunan nilai ini diperkirakan terjadi karena siswa kurang cermat dalam menjawab soal yang juga dipengaruhi oleh kondisi yang kurang kondusif saat penelitian. Penelitian dilakukan ketika kegiatan belajar mengajar sudah selesai di sekolah, dimana siswa sudah tidak diwajibkan ke sekolah karena dalam masa menunggu pengambilan rapor. Akan tetapi secara rata-rata keseluruhan terjadi peningkatan pengetahuan, diperoleh rata-rata skor sebesar 0,56. Hasil tersebut menyatakan bahwa terjadi peningkatan pengetahuan siswa setelah membaca buku pengayaan pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” dengan interpretasi sedang.

Berdasarkan hasil uji kelayakan dan uji coba penggunaan produk, dapat diperoleh informasi bahwa buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan sudah dapat memenuhi kriteria buku pengayaan yang layak dan dapat meningkatkan pengetahuan siswa. Kekurang dalam buku ini yaitu penggunaan bahasa yang kurang singkat dan terjadi pengulangan kalimat di beberapa tempat walaupun dimaksudkan untuk mengingat kembali, tetapi kesan berulang masih terasa sehingga tidak langsung masuk ke pokok pikiran suatu pembahasan.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa buku pengayaan pengetahuan “Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung” layak dijadikan sebagai bahan ajar dalam program pengayaan untuk materi fluida dinamis, hukum kekekalan momentum, gerak melingkar dan kalor.

B. Implikasi

Implikasi dari penelitian pengembangan buku pengayaan pengetahuan ini, yaitu dapat digunakan sebagai bahan ajar khususnya pada program pengayaan dan dapat menambah pengetahuan siswa mengenai aplikasi konsep fisika dalam kehidupan.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis menyampaikan beberapa saran, yaitu:

1. Dalam proses pembelajaran tidak hanya mengadakan program remedi, tetapi juga melaksanakan program pengayaan.
2. Memperbanyak keberadaan buku pengayaan sebagai pelengkap buku teks pelajaran khususnya pada perpustakaan sekolah.
3. Dalam mengajar, guru perlu menyampaikan aplikasi konsep fisika dalam kehidupan

DAFTAR PUSTAKA

Allaby, M. (2004). *Dangerous Weather Tornadoes.* New York: Fact & File, Inc.

Biezen, M. V. (2013, Juni 9). *Physics-Fluid Flow Bernoulli Equation*. Retrieved April 2016, from https://www.youtube.com/watch?v=cUMspps8d8A

BNPB. (n.d.). Retrieved 2016 Januari, from http://dibi.bnpb.go.id/data-bencana

Chapter 9: The temperature gradient. (n.d.). Retrieved Desember 14 2015 from *http://www.bergbahnen-werfenweng.com/fileadmin/user_storage/ downloads/temperaturgradient_en.pdf.* n.d.

Djamarah, S. B. (2006). *Strategi Belajar Mengajar .* Jakarta: PT Rineka Cipta.

Fadholi, A. (2014). Pemanfaatan Model Weather Research dan Forecasting (WRF) dalam Analisis Cuaca terkait Hujan Lebat Batam 30-31 Januari 2011. *Jurnal Fisika dan Aplikasi Volume 10 No 1*.

Borg R Walter R and Gall Meredith Damienall (1989). *Educational Reserch: An Introduction.* New York and London: Longman.

Giancoli, D. C. (2009). *Physics for Scienctists and Engineers.* USA: Pearson Education, Inc.

Gomduri. (2015). *Up Science: Cuaca.* Jakarta: PT Bhuana Ilmu Populer.

Hake, R. R. (1999). *Analizing Change/Gain Scores.* Retrieved Februari 21, 2016, from http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf

Halliday & Resnisk (2011). Principles of *Physics.* USA: John Wiley & Sons, Inc.

Hanum, F. (2015). Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika dengan Pendekatan Sains Teknologi dan Masyarakat pada Materi Suhu dan Kalor.

Maharrani, A. (2014). Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Live with Protists sebagai Alternatif Sumber Belajar Biologi untuk Peserta didik SMA/MA.

Mas'at, A. (n.d.). *Badan Meteorologi, Klimmatologi dan Geofisika*. Retrieved Desember 14, 2015, from http://bmkg.go.id/BMKG_Pusat/ Publikasi/Artikel/ MITIGASI_BENCANA_ALAM_MUSIM_PERALIHAN-PANCAROBA.bmkg

Met Office. (2015, Oktober 23). Retrieved Januari 16, 2016, from http://www.metoffice.gov.uk/learning/learn-about-the-weather/weather-phenomena/tornado/how-are-tornadoes-formed

Munson, B. R. (2006). *Fundamentals of Fluid Mechanics.* USA: John Wiley & Sons, Inc.

Nurjani, E. (2013). Kajian Bencana Angin Ribut di Indonesia Periode 1990-2011. *Geomedia Volume 11 No 2*.

Peraturan Pemerintah Pendidikan Nasional Nomor 2 tahun 2008 tentang Buku.

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81A tahun 2013 tentang Implementasi Kurikulum 2013.

Prawirowardoyo, S., & Sutomo, T. (1996). *Meteorologi.* Bandung: Penerbit ITB.

Pusat Kurikulum dan Perbukuan. (2014). *Pedoman Penilaian Buku Nonteks Pembelajaran.* Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.

Richey, R. C. (n.d.). Developmental Research: Studies of Instructional Design and Development.

Rofiah, A. (2015). Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Berbasis Kontekstual pada Materi Optik. *Prosiding SNF Vol IV*.

Santyasa, I. W. (2007). Model-model Pembelajaran Inovatif. *Jurnal Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha*.

Sitepu, B. P. (2012). *Penulisan Buku Teks Pelajaran.* Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Sudibyakto dan Daryono (2008). *Waspadai Puting Beliung.* Yogyakarta: UGM.

Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* Bandung: Alfhabeta.

Supriyono, P. (2015). *Seri Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana Angin Puting Beliung.* Yogyakarta: Penerbit Andi.

Tannehill, I. R. (1990). *Ilmu Pengetahuan Populer.* Jakarta: PT Widyadara.

Tipler. (1998). *Fisika untuk Saind dan Teknik.* Jakarta: Erlangga.

Trewartha, G. T. (1995). *Pengantar Dasar Iklim.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Yaz, M Ali. (2007). Fisika 2 SMA Kelas XI. Bogor: Quadra Yudhistira.

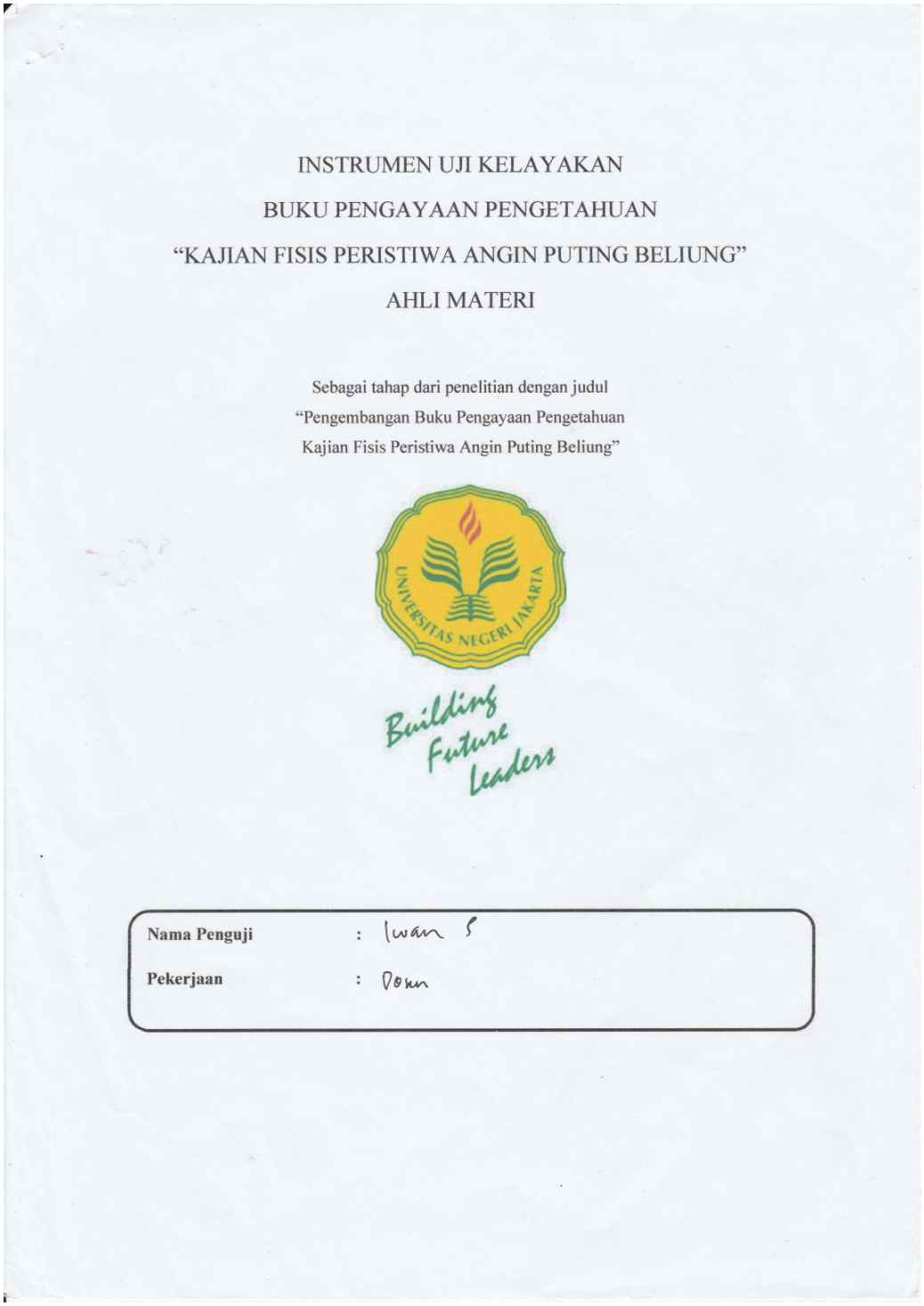
LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Buku Pengayaan Hasil Observasi

No	Nama Tempat	Judul Buku	Keterangan
1	SMAN 12 Jakarta	Perubahan Iklim terhadap lingkungan	
		Cuaca	
		Gempa Bumi	
		Energi Alternatif	
		Pemanasan Global	
		Ensiklopedia Astronomi	
		Energi dan pemerataan	
2	SMAN 31 Jakarta	-	
3	SMAN 54 Jakarta	-	
4	SMAN 78 Jakarta	-	
5	SMAN 103 Jakarta	Plastik dan Lingkungan	Tidak pernah dipinjam oleh siswa, terakhir dipinjam tahun 2013 oleh guru mata pelajaran
		Daur Ulang	
		Pencemaran	
		Kaca dan Lingkungan	
		Pemanasan Global	
		Rekayasa Genetik	
6	SMAN 109 Jakarta	Ilmu Pengetahuan Fisika: Gelombang Bunyi-Musik	
		Ilmu Pengetahuan Fisika: Angin-Penerbangan	
		Imlu Pengetahuan Fisika: Bunga Api-Pembangkt Listrik	
7	MAN 3 Jakarta	-	
8	MAN 20 Jakarta	Astronomi	
9	Toko Buku Gunung Agung	Up Science: Cuaca	
		Up Science: Bumi	
		Up Science: Pemanasan Global	
		Up Science: Gaya	
		Why: Api & Pembakaran	
		Why: Alam Semesta	
		Why: Happy Science	
		Why: Robot	
		Why: Cahaya & Suara	
		Catatan Science Hebat	
10	Gramedia	Up Science: Cuaca	
		Up Science: Bumi	
		Up Science: Pemanasan Global	
		Up Science: Gaya	
		Up Science: Kutub Utara dan Kutub Selatan	

No	Nama Tempat	Judul Buku	Keterangan
		Why: Cuaca	
		Why: Alam Semesta	
		Why: Bumi	
		Why: Happy Science	
		Why: Cahaya & Suara	
		Why: Robot	
		Motion energy	
11	PT Balai Pustaka	Hewan-hewan langka di Indinosia	
		Dunia yang Hilang	
		Keanekaragaman Fauna di Indonesia	
		Biologi dalam Kehidupan Kita	
		Sistem Pencernaan	
		Mengenal Rangka Tubuh	
		Penemuan yang Mengubah Dunia	
		Hidup Sehat	
		Satu Pohon Seribu Titik Air	
		Tenaga Endogen Pembentuk Bumi	
		Tenaga Eksogen Perias Bumi	

\Lampiran 2. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Materi



INSTRUMEN UJI KELAYAKAN

BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN

"KAJIAN FISIS PERISTIWA ANGIN PUTING BELIUNG"

AHLI MATERI

Sebagai tahap dari penelitian dengan judul
"Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan
Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung"

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Building Future Leaders

Nama Penguji	:	Iwan S
Pekerjaan	:	Dosen

Berilah tanda *checklist* (√) pada salah satu kolom berdasarkan penilaian Bapak/Ibu.

Keterangan:
SS = Sangat Setuju
S = Setuju
RG = Ragu-ragu
TS = Tidak Setuju
STS = Sangat Tidak Setuju

NO.	ASPEK YANG DIUJI	SKOR				
	KOMPONEN MATERI	SS	S	RG	TS	STS
A.	Materi pada buku "Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung" mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional.	√				
1.	Isi buku mendukung berkembangnya potensi pembaca agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa.		√			
2.	Isi buku mendukung berkembangnya potensi pembaca agar pembaca menjadi manusia yang berakhlak mulia.		√			
3.	Isi buku menambah pengetahuan pembaca mengenai peristiwa angin puting beliung.		√			
4.	Isi buku mendukung berkembangnya potensi pembaca agar melakukan hal positif.		√			
B.	Materi memiliki kebenaran kelilmuan, sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sahih, dan akurat.	√				
5.	Tidak terdapat kesalahan definisi		√			
6.	Tidak terdapat kesalahan konsep karena kesalahan ilustrasi.		√			
7.	Tidak terdapat kesalahan konsep karena kesalahan dalam pemberian contoh.		√			
8.	Tidak terdapat kesalahan konsep karena kesalahan dalam pemberian solusi.		√			
9.	Data yang disajikan dalam buku mutakhir dan akurat.	√				
10.	Informasi yang disampaikan dalam buku ini berasal dari sumber yang dapat dipercaya.		√			

NO.	ASPEK YANG DIUJI	SKOR				
	KOMPONEN MATERI	**SS**	**S**	**RG**	**TS**	**STS**
C.	Materi memaksimalkan penggunaan sumber-sumber yang sesuai dengan kondisi Indonesia dan erat dengan konteks ke-Indonesia-an.		✓			
11.	Data tentang angin puting beliung mengungkap kejadian di Indonesia.		✓			
12.	Sajian tentang angin puting beliung dapat meningkatkan nilai sosial.		✓			
NO.	**ASPEK YANG DIUJI**	**SKOR**				
	KOMPONEN BAHASA	**SS**	**S**	**RG**	**TS**	**STS**
D.	Bahasa yang digunakan etis, estetis, komunikatif dan fungsional, sesuai dengan pembaca sasaran.		✓			
13.	Bahasa yang digunakan dalam buku etis dan estetis.		✓			
14.	Bahasa yang digunakan komunikatif dan fungsional sesuai dengan pembaca sasaran.		✓			
E.	Bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat dan paragraf) sesuai dengan kaidah, dan istilah yang digunakan baku.			✓		
15.	Penulisan (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, paragraf) sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia yang disempurnakan serta kaidah penulisan buku.		✓	✓		
16.	Penggunaan bahasa dilakukan secara tepat dan fungsional, sesuai dengan fungsi dan kebutuhan estetika dan pemaknaan karya.			✓		

Saran:

- Penulisan kalimat ikuti EYD → "Untuk" apakah bisa dihapus di awal kalimat?
-

Apabila Bapak/Ibu menganggap buku ini tidak layak, mohon diberikan penjelasan singkat supaya saya dapat memperbaiki.

Jakarta,.....

Ahli Materi

(.....)

NIP.

INSTRUMEN UJI KELAYAKAN

BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN

"KAJIAN FISIS PERISTIWA ANGIN PUTING BELIUNG"

AHLI MATERI

Sebagai tahap dari penelitian dengan judul
"Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan
Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung"

Building Future Leaders

Nama Penguji	: Riser Fahdiran
Pekerjaan	: Dosen

Berilah tanda *checklist* (√) pada salah satu kolom berdasarkan penilaian Bapak/Ibu.

Keterangan:
SS = Sangat Setuju
S = Setuju
RG = Ragu-ragu
TS = Tidak Setuju
STS = Sangat Tidak Setuju

NO.	ASPEK YANG DIUJI	SKOR				
	KOMPONEN MATERI	**SS**	**S**	**RG**	**TS**	**STS**
A.	Materi pada buku "Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung" mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional.	√				
1.	Isi buku mendukung berkembangnya potensi pembaca agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa.		√			
2.	Isi buku mendukung berkembangnya potensi pembaca agar pembaca menjadi manusia yang berakhlak mulia.		√			
3.	Isi buku menambah pengetahuan pembaca mengenai peristiwa angin puting beliung.		√			
4.	Isi buku mendukung berkembangnya potensi pembaca agar melakukan hal positif.		√			
B.	Materi memiliki kebenaran kelilmuan, sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sahih, dan akurat.	√				
5.	Tidak terdapat kesalahan definisi		√			
6.	Tidak terdapat kesalahan konsep karena kesalahan ilustrasi.		√			
7.	Tidak terdapat kesalahan konsep karena kesalahan dalam pemberian contoh.		√			
8.	Tidak terdapat kesalahan konsep karena kesalahan dalam pemberian solusi.		√			
9.	Data yang disajikan dalam buku mutakhir dan akurat.		√			
10.	Informasi yang disampaikan dalam buku ini berasal dari sumber yang dapat dipercaya.	√				

NO.	ASPEK YANG DIUJI	SKOR				
	KOMPONEN MATERI	**SS**	**S**	**RG**	**TS**	**STS**
C.	Materi memaksimalkan penggunaan sumber-sumber yang sesuai dengan kondisi Indonesia dan erat dengan konteks ke-Indonesia-an.	✓				
11.	Data tentang angin puting beliung mengungkap kejadian di Indonesia.		✓			
12.	Sajian tentang angin puting beliung dapat meningkatkan nilai sosial.		✓			
NO.	**ASPEK YANG DIUJI**	**SKOR**				
	KOMPONEN BAHASA	**SS**	**S**	**RG**	**TS**	**STS**
D.	Bahasa yang digunakan etis, estetis, komunikatif dan fungsional, sesuai dengan pembaca sasaran.	✓				
13.	Bahasa yang digunakan dalam buku etis dan estetis.		✓			
14.	Bahasa yang digunakan komunikatif dan fungsional sesuai dengan pembaca sasaran.		✓			
E.	Bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat dan paragraf) sesuai dengan kaidah, dan istilah yang digunakan baku.	✓				
15.	Penulisan (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, paragraf) sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia yang disempurnakan serta kaidah penulisan buku.		✓			
16.	Penggunaan bahasa dilakukan secara tepat dan fungsional, sesuai dengan fungsi dan kebutuhan estetika dan pemaknaan karya.		✓			

Saran:

- cek daftar pustaka

Apabila Bapak/Ibu menganggap buku ini tidak layak, mohon diberikan penjelasan singkat supaya saya dapat memperbaiki.

Jakarta, 16 Juni 2016

Ahli Materi

(Riser Fahdiran)

NIP. 198307172009121008

Lampiran 3. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Media

INSTRUMEN UJI KELAYAKAN

BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN

"KAJIAN FISIS PERISTIWA ANGIN PUTING BELIUNG"

AHLI MEDIA

Sebagai tahap dari penelitian dengan judul
"Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan
Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung"

Nama Penguji	:	I made artha
Pekerjaan	:	Dosen

Berilah tanda *checklist* (√) pada salah satu kolom berdasarkan penilaian Bapak/Ibu.

Keterangan:
SS = Sangat Setuju
S = Setuju
RG = Ragu-ragu
TS = Tidak Setuju
STS = Sangat Tidak Setuju

NO.	ASPEK YANG DIUJI	SKOR				
	KOMPONEN PENYAJIAN	SS	S	RG	TS	STS
A.	Penyajian materi runtut, lugas dan mudah dipahami.					
1.	Penyajian materi antar bab konsisten.		√			
2.	Penomoran gambar, tabel, dan persamaan konsisten.		√			
3.	Penyajian materi dimulai dari konsep mudah ke sukar.		√			
4.	Penyajian materi dimulai dari umum ke khusus.		√			
5.	Penyajian materi lugas sehingga materi mudah dipahami dan menyenangkan pembaca.	√				
B.	Penyajian materi mengembangkan sikap spiritual dan sosial.		√			
6.	Penyajian materi mengajak pembaca ikut berpartisipasi mengatasi masalah akibat angin puting beliung.		√			
C.	Penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh.	√				
7.	Isi buku dapat dijadikan sumber pengayaan untuk materi fluida dinamis.		√			
8.	Isi buku dapat dijadikan sumber pengayaan untuk materi perpindahan kalor.		√			
9.	Isi buku dapat dijadikan sumber pengayaan untuk materi gerak rotasi.		√			
10.	Penyajian materi mendorong pembaca untuk memikirkan solusi dari permasalahan yang ditimbulkan angin puting beliung.		√			
D.	Penyajian materi mengembangkan keterampilan dan		√			

NO.	ASPEK YANG DIUJI	SKOR				
	KOMPONEN PENYAJIAN	**SS**	**S**	**RG**	**TS**	**STS**
	memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.					
11.	Kotak "Mari mencoba!" dapat mengembangkan keterampilan membaca, mengolah data, menalar, dan menyaji.		✓			
12.	Penyajian materi memotivasi pembaca untuk ikut berpartisipasi dalam mitigasi bencana.		✓			
	KOMPONEN BAHASA					
E.	Bahasa yang digunakan etis, estetis, komunikatif dan fungsional, sesuai dengan pembaca sasaran.		✓			
13.	Bahasa yang digunakan dalam buku etis dan estetis.		✓			
14.	Bahasa yang digunakan komunikatif dan fungsional sesuai dengan pembaca sasaran.		✓			
F.	Bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat dan paragraf) sesuai dengan kaidah, dan istilah yang digunakan baku.		✓			
15.	Penulisan (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, paragraf) sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia yang disempurnakan serta kaidah penulisan buku.		✓			
16.	Penggunaan bahasa dilakukan secara tepat dan fungsional, sesuai dengan fungsi dan kebutuhan estetika dan pemaknaan karya.		✓			

Saran:

- ada rangkuman di akhir bab
- ada daftar di akhir bab berupa TTS
- tiap bab ada rangkuman fisis yg mudah
- deskripsi penggunaan bahasa jadi.

Apabila Bapak/Ibu menganggap buku ini tidak layak, mohon diberikan penjelasan singkat supaya saya dapat memperbaiki

lagi dan perbaiki

Jakarta,.....

Ahli Media

( )

NIP. 19801212 [illegible]

INSTRUMEN UJI KELAYAKAN

BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN

"KAJIAN FISIS PERISTIWA ANGIN PUTING BELIUNG"

AHLI MEDIA

Sebagai tahap dari penelitian dengan judul
"Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan
Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung"

Building Future Leaders

Nama Penguji	:	HANDJOKO PERMANA
Pekerjaan	:	DOSEN

Berilah tanda *checklist* (√) pada salah satu kolom berdasarkan penilaian Bapak/Ibu.

Keterangan:
SS = Sangat Setuju
S = Setuju
RG = Ragu-ragu
TS = Tidak Setuju
STS = Sangat Tidak Setuju

NO.	ASPEK YANG DIUJI	SKOR				
	KOMPONEN PENYAJIAN	SS	S	RG	TS	STS
A.	Penyajian materi runtut, lugas dan mudah dipahami.					
1.	Penyajian materi antar bab konsisten.		√			
2.	Penomoran gambar, tabel, dan persamaan konsisten.		√			
3.	Penyajian materi dimulai dari konsep mudah ke sukar.		√			
4.	Penyajian materi dimulai dari umum ke khusus.		√			
5.	Penyajian materi lugas sehingga materi mudah dipahami dan menyenangkan pembaca.		√			
B.	Penyajian materi mengembangkan sikap spiritual dan sosial.					
6.	Penyajian materi mengajak pembaca ikut berpartisipasi mengatasi masalah akibat angin puting beliung.		√			
C.	Penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh.					
7.	Isi buku dapat dijadikan sumber pengayaan untuk materi fluida dinamis.		√			
8.	Isi buku dapat dijadikan sumber pengayaan untuk materi perpindahan kalor.		√			
9.	Isi buku dapat dijadikan sumber pengayaan untuk materi gerak rotasi.		√			
10.	Penyajian materi mendorong pembaca untuk memikirkan solusi dari permasalahan yang ditimbulkan angin puting beliung.		√			
D.	Penyajian materi mengembangkan keterampilan dan					

NO.	ASPEK YANG DIUJI	SKOR				
	KOMPONEN PENYAJIAN	SS	S	RG	TS	STS
	memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.					
11.	Kotak "Mari mencoba!" dapat mengembangkan keterampilan membaca, mengolah data, menalar, dan menyaji.	✓				
12.	Penyajian materi memotivasi pembaca untuk ikut berpartisipasi dalam mitigasi bencana.	✓				
	KOMPONEN BAHASA					
E.	Bahasa yang digunakan etis, estetis, komunikatif dan fungsional, sesuai dengan pembaca sasaran.					
13.	Bahasa yang digunakan dalam buku etis dan estetis.	✓				
14.	Bahasa yang digunakan komunikatif dan fungsional sesuai dengan pembaca sasaran.	✓				
F.	Bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat dan paragraf) sesuai dengan kaidah, dan istilah yang digunakan baku.					
15.	Penulisan (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, paragraf) sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia yang disempurnakan serta kaidah penulisan buku.	✓				
16.	Penggunaan bahasa dilakukan secara tepat dan fungsional, sesuai dengan fungsi dan kebutuhan estetika dan pemaknaan karya.	✓				

Saran:
Perhatikan saran yg tercantum dlm contoh buku.

Apabila Bapak/Ibu menganggap buku ini tidak layak, mohon diberikan penjelasan singkat supaya saya dapat memperbaiki

Jakarta, 20/6/2016

Ahli Media

(HANDOKO Perumm)

NIP. 19621124 199403 1001

Lampiran 4. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Pembelajaran

INSTRUMEN UJI KELAYAKAN

BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN

"KAJIAN FISIS PERISTIWA ANGIN PUTING BELIUNG"

AHLI PEMBELAJARAN

Sebagai tahap dari penelitian dengan judul
"Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan
Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung"

Building Future Leaders

Nama Penguji	:	FAUZI BAKRI
Pekerjaan	:	DOSEN

Berilah tanda *checlist* (√) pada salah satu kolom berdasarkan penilaian Bapak/Ibu.

Keterangan:
SS = Sangat Setuju
S = Setuju
RG = Ragu-ragu
TS = Tidak Setuju
STS = Sangat Tidak Setuju

NO.	ASPEK YANG DIUJI	ALTERNATIF JAWABAN				
	KOMPONEN PENYAJIAN	**SS**	**S**	**RG**	**TS**	**STS**
A.	Penyajian materi runtut, lugas dan mudah dipahami.	✓				
1.	Penyajian materi dimulai dari konsep mudah ke sukar.	✓				
2.	Penyajian materi dimulai dari umum ke khusus.	✓				
3.	Penyajian materi lugas sehingga materi mudah dipahami dan menyenangkan pembaca.	✓				
B.	Penyajian materi mengembangkan sikap spiritual dan sosial.					
4.	Penyajian materi mendorong pembaca untuk bersyukur, menyadari nikmat dari Tuhan Yang Maha Esa mengenai keberadaan angin.	✓				
5.	Penyajian materi mengajak pembaca ikut berpartisipasi mengatasi masalah akibat angin puting beliung.	✓				
C.	Penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh.					
6.	Isi buku membantu guru menyediakan bahan pengayaan untuk materi fluida dinamis.		✓			
7.	Isi buku membantu guru menyediakan bahan pengayaan untuk materi perpindahan kalor.		✓			
8.	Isi buku membantu guru menyediakan bahan pengayaan untuk materi gerak rotasi.		✓			
9.	Penyajian materi mengembangkan pengetahuan pembaca tentang peristiwa angin puting beliung.		✓			

NO.	ASPEK YANG DIUJI	ALTERNATIF JAWABAN				
	KOMPONEN PENYAJIAN	**SS**	**S**	**RG**	**TS**	**STS**
10.	Penyajian materi mendorong pembaca untuk memikirkan solusi dari permasalahan yang ditimbulkan angin puting beliung.		✓			
D.	Penyajian materi mengembangkan keterampilan dan memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.					
11.	Kotak "Mari mencoba!" dapat mengembangkan keterampilan membaca, mengolah data, menalar, dan menyaji.		✓			
12.	Penyajian materi memotivasi pembaca untuk ikut berpartisipasi dalam mitigasi bencana.		✓			

Saran:

Apabila Bapak/Ibu menganggap buku ini tidak layak, mohon diberikan penjelasan singkat supaya saya dapat memperbaiki

---

Jakarta,.....

Ahli Pembelajaran

(FAUZI BAKRI)

NIP. 197107161998031002

INSTRUMEN UJI KELAYAKAN

BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN

"KAJIAN FISIS PERISTIWA ANGIN PUTING BELIUNG"

AHLI PEMBELAJARAN

Sebagai tahap dari penelitian dengan judul
"Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan
Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung"

Building Future Leaders

Nama Penguji	:	HADI NASBEY
Pekerjaan	:	Dosen

Berilah tanda *checlist* (√) pada salah satu kolom berdasarkan penilaian Bapak/Ibu.

Keterangan:
SS = Sangat Setuju
S = Setuju
RG = Ragu-ragu
TS = Tidak Setuju
STS = Sangat Tidak Setuju

NO.	ASPEK YANG DIUJI	ALTERNATIF JAWABAN				
	KOMPONEN PENYAJIAN	**SS**	**S**	**RG**	**TS**	**STS**
A.	Penyajian materi runtut, lugas dan mudah dipahami.					
1.	Penyajian materi dimulai dari konsep mudah ke sukar.		✓			
2.	Penyajian materi dimulai dari umum ke khusus.		✓			
3.	Penyajian materi lugas sehingga materi mudah dipahami dan menyenangkan pembaca.		✓			
B.	Penyajian materi mengembangkan sikap spiritual dan sosial.					
4.	Penyajian materi mendorong pembaca untuk bersyukur, menyadari nikmat dari Tuhan Yang Maha Esa mengenai keberadaan angin.		✓			
5.	Penyajian materi mengajak pembaca ikut berpartisipasi mengatasi masalah akibat angin puting beliung.	✓				
C.	Penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh.					
6.	Isi buku membantu guru menyediakan bahan pengayaan untuk materi fluida dinamis.	✓				
7.	Isi buku membantu guru menyediakan bahan pengayaan untuk materi perpindahan kalor.		✓			
8.	Isi buku membantu guru menyediakan bahan		✓			

INSTRUMEN UJI COBA LAPANGAN BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN
"KAJIAN FISIS PERISTIWA ANGIN PUTING BELIUNG"

Nama : Galih Bayu
Kelas : XI MIA 3
Sekolah : SMAN 102 Jakarta.

Berilah tanda *checklist* (√) pada kolom sesuai pendapatmu!

Keterangan:
SS = Sangat Setuju
S = Setuju
RG = Ragu-ragu
TS = Tidak Setuju
STS = Sangat Tidak Setuju

No.	Komponen dan Butir	SS	S	RG	TS	STS
A.	**Materi**					
1.	Materi dalam buku ini mudah dipelajari.	✓				
2.	Materi dapat menambahkan pengetahuan mengenai proses terjadinya angin puting beliung.	✓				
3.	Materi yang disampaikan cukup jelas.	✓				
4.	Isi buku ini memotivasi saya untuk bersyukur kepada Sang Pencipta.	✓				
5.	Isi buku ini memotivasi saya untuk menjaga lingkungan.	✓				
6.	Isi buku dapat dijadikan sumber materi pengayaan.		✓			
B.	**Penyajian**					
7.	Materi disajikan secara sistematis sehingga lebih mudah dipahami		✓			
8.	Gambar, tabel dan persamaan memiliki kelengkapan keterangan sehingga mempermudah dalam membaca isi buku	✓				
9.	Penyajian materi dapat memotivasi saya untuk mengali informasi lebih lanjut		✓			
10.	Ilustrasi yang digunakan dan penjelasan saling berkaitan.		✓			
11.	Ilustrasi dan keterangannya mempermudah saya memahami materi.	✓				
C.	**Bahasa**					
12.	Bahasa yang digunakan singkat dan jelas.		✓			
13.	Bahasa yang digunakan tidak bermakna ganda.		✓			
14.	Istilah yang digunakan baku.	✓				
D	**Grafika**					
15.	Sampul buku menarik dan memotivasi saya untuk membaca	✓				
16.	Jenis dan ukuran huruf membuat nyaman dalam membaca		✓			
17.	Gambar dan warna yang digunakan membuat tampilan buku lebih menarik		✓			

Jakarta, 21 Juni 2016

(Galih Bayu.)

Lampiran 7. Instrumen Soal *Pretset* dan *Posttest*

Pre-Test

Nama : Alfian Putra Utama

Kelas : XI - MIA - 3

Sekolah : SMAN 103 JAKARTA

53,33

Pilihlah salah satu jawaban yang kamu yakini benar dengan memberi tanda silang (x)!

1. Angin berhembus dari daerah . . .
   a. Bertemperatur rendah ke tinggi
   b. Bertekanan rendah ke tinggi
   c. Kelembaban rendah ke tinggi
   d. Kerapatan udara rendah ke tinggi
   e. Daratan tinggi ke rendah

2. Badan skala nasional yang menanggulangin bencana di Indonesia adalah. . .
   a. BMKG
   b. BPBD
   c. BNPB
   d. BPPTK
   e. WMO

3. Radiasi yang diterima bumi tanpa perubahan arah disebut . . .
   a. Radiasi langsung
   b. Radiasi global
   c. Radiasi hambur
   d. Radiasi refleksi
   e. Radiasi difusi

4. Perbandingan radiasi pantul dengan radiasi yang datang disebut . . .
   a. Albedo
   b. Absorbs
   c. Difusi
   d. Insolasi
   e. Refleksi

5. Awan yang memiliki albedo paling rendah di bawah ini adalah . . .
   a. Altorus
   b. Cumulus
   c. Cumulonimbus
   d. Sirus
   e. Stratus

6. Semakin bertambah ketinggian setiap 10 meter, tekanan udara akan. . .
   a. Berkurang 1 milibar
   b. Berkurang 2 milibar
   c. Bertambah 1 milibar
   d. Bertambah 2 milibar
   e. Tidak berubah

7. Aliran udara yang terjadi pada daerah bertekanan tinggi dimana udara bergerak keluar dalam pada ketinggian rendah dan digantikan oleh udara yang turun pada ketinggian yang lebih tinggi disebut . . .
   a. Divergensi
   b. Konduksi
   c. Konveksi
   d. Konvergensi
   e. Radiasi

8. Tornado yang terjadi di atas perairan disebut . . .
   a. Angin puting beliung
   b. Fohn
   c. Taifun
   d. *Thunderstorm*
   e. *Waterspout*

9. Angin puting beliung dipengaruhi oleh pertumbuhan awan . . .
   a. Altorus
   b. Cumulus

c. Cumulonimbus
d. Sirus
e. Stratus

10. Jika ada daerah mengalami kerusakan dengan radius 7,2 km akibat angin puting beliung yang bergerak dengan kecepatan 20 m/s, maka angin puting beliung tersebut terjadi dalam waktu sebesar . . .
a. 4 menit
b. 5 menit
c. 6 menit
d. 7 menit
e. 8 menit

11. Ketika udara yang bertemperatur tinggi naik dan udara dengan temperatur lebih rendah turun merupakan peristiwa . . .
a. Difusi
b. Divergensi
c. Konduksi
d. Konveksi
e. Radiasi

12. Siklon berputar belawanan arah jarum jam pada bumi bagian utara dipengaruhi oleh . . .
a. Gaya newton
b. Gaya Coriolis
c. Gaya gesek
d. Gaya gravitasi
e. Gaya yang timbul akibat gradien tekanan

13. Dalam pergerakan fluida, hubungan antara gradien tekanan akan berbanding lurus dengan. . .
a. Percepatan aliran
b. Waktu
c. Volume fluida
d. Kekentalan zat
e. Jari-jari molekul

14. Jika ada sebuah angin puting beliung bergerak dengan kecepatan 20 m/s, dan massa udaranya 300.000 kg. Besar energi kinetik angin puting beliung tersebut adalah . . .
a. 3×10^6 J
b. 6×10^6 J
c. 12×10^6 J
d. 3×10^7 J
e. 6×10^7 J

15. Berikut di bawah ini pernyataan yang **benar** adalah . . .
a. Angin puting beliung merupakan aliran vorteks paksa
b. Hubungan jari-jari dan kecepatan tangensial angin puting beliung berbanding lurus
c. Kecepatan pada bagian bawah angin puting beliung lebih kecil dibandingkan bagian atas
d. Kecepatan pada bagian bawah angin puting beliung lebih besar dibandingkan bagian atas
e. Kecepatan pada bagian bawah dan atas angin puting bernilai sama

Nama : ALFIAN Putra Utama Post-Test

Kelas : XI-MIA-3

Sekolah : SMAN 103 JAKARTA

93,33

Pilihlah salah satu jawaban yang kamu yakini benar dengan memberi tanda silang (x)!

1. Pernyataan di bawah ini yang **benar** adalah . . .
   a. Angin berhembus dari daerah bertemperatur tinggi ke rendah
   b. Angin berhembus dari daerah bertekanan tinggi ke rendah
   c. Angin berhembus dari daerah dengan kerapatan udara rendah ke tinggi
   d. Angin merupakan sebutan untuk udara yang bergerak secara vertikal
   e. Penamaan angin berasal dari daerah dituju angin

2. Badan yang meninformasikan peringatan dini mengenai cuaca ekstrim di Indonesia adalah . . .
   a. BMKG
   b. BNPB
   c. BPBD
   d. NWS
   e. WMO

3. Radiasi yang mengalami perubahan arah akibat penghamburan oleh molekul dan partikel di atmosfer dan kemudian turun ke permukaan bumi disebut . . .
   a. Radiasi langsung
   b. Radiasi global
   c. Radiasi refleksi
   d. Radiasi difusi
   e. Radiasi absorbsi

4. Radiasi yang sampai ke permukaan bumi disebut disebut . . .
   a. Insolasi
   b. Albedo
   c. Absorbsi
   d. Difusi
   e. Refleksi

5. Awan yang memiliki albedo paling besar di bawah ini adalah . . .
   a. Altorus
   b. Cumulus
   c. Cumulonimbus
   d. Sirus
   e. Stratus

6. Semakin bertambah ketinggian setiap 100 meter, temperatur udara akan. . .
   a. Berkurang 0,3-0,4 °C
   b. Berkurang 0,5-0,6 °C
   c. Bertambah 0,3-0,4 °C
   d. Bertambah 0,5-0,6 °C
   e. Tidak berubah

7. Aliran udara yang terjadi pada daerah bertekanan rendah dimana udara bergerak ke arah dalam pada ketinggian rendah dan naik mengalir ke luar pada ketinggian yang lebih tinggi disebut . . .
   a. Divergensi
   b. Konduksi
   c. Konveksi
   d. Konvergensi
   e. Radiasi

8. Sebutan lokal untuk tornado skala kecil di Indonesia disebut . . .

a. Angin topan
b. Angin bahorok
c. Angin fohn
d. Angin puting beliung
e. Angin Brubu

9. Menurut BMKG, angin puting beliung memiliki kecepatan sekitar . . .
a. 10-20 knots
b. 20-30 knots
c. 30-40 knots
d. 40-50 knots
e. 50-60 knots

10. Jika ada angin puting beliung bergerak dengan kecepatan 20 m/s selama 5 menit, maka radius kerusakan akibat angin puting beliung sebesar . . .
a. 4 km
b. 5 km
c. 6 km
d. 7 km
e. 8 km

S = V.t
= 20.300
= 6000

11. Jika gradien temperatur vertikal berkurang 0,8°C setiap bertambah ketinggian 100 meter, maka. . .
a. Terjadi konduksi secara terus menerus
b. Terjasi konduksi secara lambat
c. Terjadi konveksi secara lambat
d. Arus udara naik dengan kuat
e. Arus udara naik dengan lambat dibandingkan saat gradien tmperatur normal

konveksi X

12. Gaya semu yang menyebabkan pembelokkan arah gerak suatu benda pada sebuah kerangka acuan yang berputar disebut . . .
a. Gaya rotasi
b. Gaya Coriolis
c. Gaya gesek
d. Gaya gravitasi
e. Gaya yang timbul akibat gradien tekanan

13. Besar gaya coriolis yang dialami angin akan sebanding dengan besar . . .
a. Kecepatan sudut bumi
b. Waktu yang ditempuh angin
c. Periode rotasi bumi
d. Jarak bumi dan bulan
e. Volume angin

14. Jika ada sebuah angin puting beliung bergerak dengan keceptan 20 m/s, dan massa udaranya 300.000 kg. Besar momentum linier angin puting beliung adalah . . .
a. 3×10^6 J
b. 6×10^6 J
c. 12×10^6 J
d. 3×10^7 J
e. 6×10^7 J

P = M.V
= 20.300.000
= 6000.000

15. Ketika angin puting beliung menerbangkan atap suatu rumah, besar gaya angkat yang dialami atap tersebut sebanding dengan. . .
a. Ketinggian rumah
b. Perbedaan tekanan di dalam dan luar rumah
c. Kecepatan udara di dalam rumah
d. Gaya gesek udara
e. Gaya Coriolis

Lampiran 8. Kunci Jawaban Soal *Pretest* dan *Posttest*

No.	*Pretest*	*Posttest*
1.	A	B
2.	C	A
3.	A	D
4.	A	A
5.	D	C
6.	A	B
7.	A	D
8.	E	D
9.	C	D
10.	C	C
11.	D	D
12.	B	B
13.	A	A
14.	E	B
15	D	B

Lampiran 9. Pengolahan Uji Kelayakan

Nama Dosen (Ahli Materi)	Skor Butir															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Dr. Iwan S, M. Si.	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3
Riser F, M. Si	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Persentase per butir	80	80	80	80	80	80	80	80	90	80	80	80	80	80	70	70
Rata-rata persentase per kriteria butir	80				81.66666667						80		80		70	
Rata-rata persentase keseluruhan	78.33333333															

Nama Dosen (Ahli Media)	Skor Butir															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Prof. Dr. I Made Astra, M. Si	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Handjoko Permana, M. Si	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Persentase per butir	80	80	80	80	90	80	80	80	80	80	90	90	90	90	90	90
Rata-rata persentase per kriteria butir	82					80	80				90		90		90	
Rata-rata persentase keseluruhan	85.33333333															

Nama Dosen (Ahli Pembelajaran)	Skor Butir											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hadi Nasbey, M. Pd	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4
Fauzi Bakri, S.Pd., M. Si	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4
Persentase per butir	90	90	90	90	100	90	80	80	80	80	80	80
Rata-rata persentase per kriteria butir	90			95		82					80	
Rata-rata persentase keseluruhan	86.75											

Nama Dosen (Ahli Grafika)	Skor Butir																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Wara Candrasari, S. Sn., M. Ds.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Persentase per butir	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Rata-rata persentase per kriteria	80						80						80				80						
Rata-rata persentase keseluruhan	80																						

Lampiran 10. Pengolahan Uji Coba Produk

Nama	Materi						Penyajian					Bahasa			Grafika		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A.Denaputri	5	5	4	4	4	5	4	4	3	5	4	3	4	4	4	5	4
Agnes Christi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Alfian Putra	4	5	4	5	4	4	4	4	5	3	4	4	4	5	5	5	4
Alif Fajar R	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5
Alma Shavira	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	3	4	4	4
Anugerah A	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Aulia R	4	5	4	5	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	5	4	5
Benediktus Kevin	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5
Defi Afriyanti	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5
Dhea Amalia	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Faldhan N	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4
Galih Bayu	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4
Jayanti	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4
Jeiv Septian	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
M. Furqon	4	5	4	3	2	3	4	4	5	4	3	4	5	5	3	4	4
Maura Qo	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	3	4	4	4	4
M. Agung P	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5
M. Arif Rizki	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
M. Filhan W	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
M. Rayhan	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	5	4	5
Nada A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5
Patrick H	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Rahmatika F	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	3	3	2	4	4	5
Rifki R.T	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5
Sauqia A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4
Suhaelah	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	3	4	5	4	4	5
Vida Aletha	5	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4
Rata-Rata Skor	4.41	4.48	4.41	4.48	4.41	4.33	4.30	4.44	4.07	4.37	4.33	4.11	4	4.07	4.26	4.30	4.41
%Interpretasi Skor	88.15	89.63	88.15	89.63	88.15	86.67	85.93	88.89	81.48	87.41	86.67	82.22	80	81.48	85.19	85.93	88.15
Rata-Rata Interpretasi Skor Komponen	88.40						86.07					81.23			86.42		

Lampiran 11. Uji Normalitas Nilai *Pretest*

No	Nama	Nilai	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	z	f_{kum}	$F(z)$	$s(z)$	$F(z) - s(z)$
1	Galih Bayu	20.00	-19.753	390.1893	-1.519	2	0.064	0.074	0.010
2	Sauqia A	20.00	-19.753	390.1893	-1.519	2	0.064	0.074	0.010
3	Agnes Christi	26.67	-13.087	171.2576	-1.006	8	0.157	0.296	**0.139**
4	Aulia R	26.67	-13.087	171.2576	-1.006	8	0.157	0.296	**0.139**
5	Dhea A	26.67	-13.087	171.2576	-1.006	8	0.157	0.296	**0.139**
6	Jayanti	26.67	-13.087	171.2576	-1.006	8	0.157	0.296	**0.139**
7	M. Arif Rizki	26.67	-13.087	171.2576	-1.006	8	0.157	0.296	**0.139**
8	M. Filhan W	26.67	-13.087	171.2576	-1.006	8	0.157	0.296	**0.139**
9	Anugerah Ali	33.33	-6.420	41.2148	-0.494	12	0.311	0.444	0.134
10	Faldhan N	33.33	-6.420	41.2148	-0.494	12	0.311	0.444	0.134
11	Maura Q	33.33	-6.420	41.2148	-0.494	12	0.311	0.444	0.134
12	Patrick H	33.33	-6.420	41.2148	-0.494	12	0.311	0.444	0.134
13	Alif Fajar	40.00	0.247	0.0609	0.019	17	0.508	0.630	0.122
14	M. Furqon	40.00	0.247	0.0609	0.019	17	0.508	0.630	0.122
15	M. Agung P	40.00	0.247	0.0609	0.019	17	0.508	0.630	0.122
16	M. Rayhan A	40.00	0.247	0.0609	0.019	17	0.508	0.630	0.122
17	Rifki R.T	40.00	0.247	0.0609	0.019	17	0.508	0.630	0.122
18	Alfian Putra U	46.67	6.913	47.7959	0.532	20	0.702	0.741	0.038
19	Benediktus Kevin	46.67	6.913	47.7959	0.532	20	0.702	0.741	0.038
20	Defi Afriyanti	46.67	6.913	47.7959	0.532	20	0.702	0.741	0.038
21	Nada A	46.67	13.580	184.4198	1.044	24	0.852	0.889	0.037
22	A. Denaputri	53.33	13.580	184.4198	1.044	24	0.852	0.889	0.037
23	Rahmatika F	53.33	13.580	184.4198	1.044	24	0.852	0.889	0.037
24	Suhaelah	53.33	13.580	184.4198	1.044	24	0.852	0.889	0.037
25	Jeiv Septian R	60.00	20.247	409.9325	1.557	26	0.940	0.963	0.023
26	Vida Aletha A	60.00	20.247	409.9325	1.557	26	0.940	0.963	0.023
27	Alma Shavira	67.67	26.917	724.5136	2.069	27	0.981	1.000	0.019
	Jumlah			4398.53					
	Rata-rata	39.75							

Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{4398.53}{26}} = 13.0067$$

$$z = \frac{x - \bar{x}}{S}$$

n=27, α=5%, L_{tabel}=0.170511

L_{hitung}=0.139

$L_{hitung} < L_{tabel}$ maka data berdistribusi normal

Lampiran 12. Uji Normalitas Nilai *Posttest*

No	Nama	Nilai (x)	$x-\overline{x}$	$(x-\overline{x})^2$	z	f_{kum}	$F(z)$	$s(z)$	$F(z)-s(z)$
1	Alif Fajar	33.33	-41.24	1,700.554	-2.77	1	0.0028	0.04	0.0342
2	Maura Q	46.67	-27.90	778.472	-1.87	2	0.0307	0.07	0.0434
3	M Arif Rizki	53.33	-21.23	450.902	-1.42	4	0.0772	0.15	0.0709
4	Sauqia A	53.33	-21.23	450.902	-1.42	4	0.0772	0.15	0.0709
5	Alma Shavira	60.00	-14.57	212.220	-0.98	5	0.1643	0.19	0.0209
6	Agnes Christi	66.67	-7.90	62.428	-0.53	8	0.2981	0.30	0.0018
7	Aulia R	66.67	-7.90	62.428	-0.53	8	0.2981	0.30	0.0018
8	Jeiv Septian R	66.67	-7.90	62.428	-0.53	8	0.2981	0.30	0.0018
9	A. Denaputri	73.33	-1.23	1.524	-0.08	13	0.4670	0.48	0.0145
10	Defi Afriyanti	73.33	-1.23	1.524	-0.08	13	0.4670	0.48	0.0145
11	Dhea A	73.33	-1.23	1.524	-0.08	13	0.4670	0.48	0.0145
12	Jayanti	73.33	-1.23	1.524	-0.08	13	0.4670	0.48	0.0145
13	M. Furqon	73.33	-1.23	1.524	-0.08	13	0.4670	0.48	0.0145
14	Benediktus Kevin	80.00	5.43	29.509	0.36	17	0.6422	0.63	0.0126
15	M Agung P	80.00	5.43	29.509	0.36	17	0.6422	0.63	0.0126
16	Patrick H	80.00	5.43	29.509	0.36	17	0.6422	0.63	0.0126
17	Rahmatika F	80.00	5.43	29.509	0.36	17	0.6422	0.63	0.0126
18	Anugerah Ali	86.67	12.10	146.383	0.81	25	0.7914	0.93	**0.1345**
19	Faldhan N	86.67	12.10	146.383	0.81	25	0.7914	0.93	**0.1345**
20	M Filhan W	86.67	12.10	146.383	0.81	25	0.7914	0.93	**0.1345**
21	M Rayhan A	86.67	12.10	146.383	0.81	25	0.7914	0.93	**0.1345**
22	Nada A	86.67	12.10	146.383	0.81	25	0.7914	0.93	**0.1345**
23	Rifki R.T	86.67	12.10	146.383	0.81	25	0.7914	0.93	**0.1345**
24	Suhaelah	86.67	12.10	146.383	0.81	25	0.7914	0.93	**0.1345**
25	Vida Aletha	86.67	12.10	146.383	0.81	25	0.7914	0.93	**0.1345**
26	Alfian Putra U	93.33	18.77	352.146	1.26	27	0.8959	1.00	0.1041
27	Galih Bayu P	93.33	18.77	352.146	1.26	27	0.8959	1.00	0.1041
	Jumlah			5781.345					
	Rata-rata	74.57							

Standar Deviasi

$$S=\sqrt{\frac{\sum(x-\overline{x})^2}{(n-1)}}=\sqrt{\frac{5781.345}{26}}=14.9117$$

$$z=\frac{x-\overline{x}}{S}$$

n=27, α=5%, L_{tabel}=0.170511

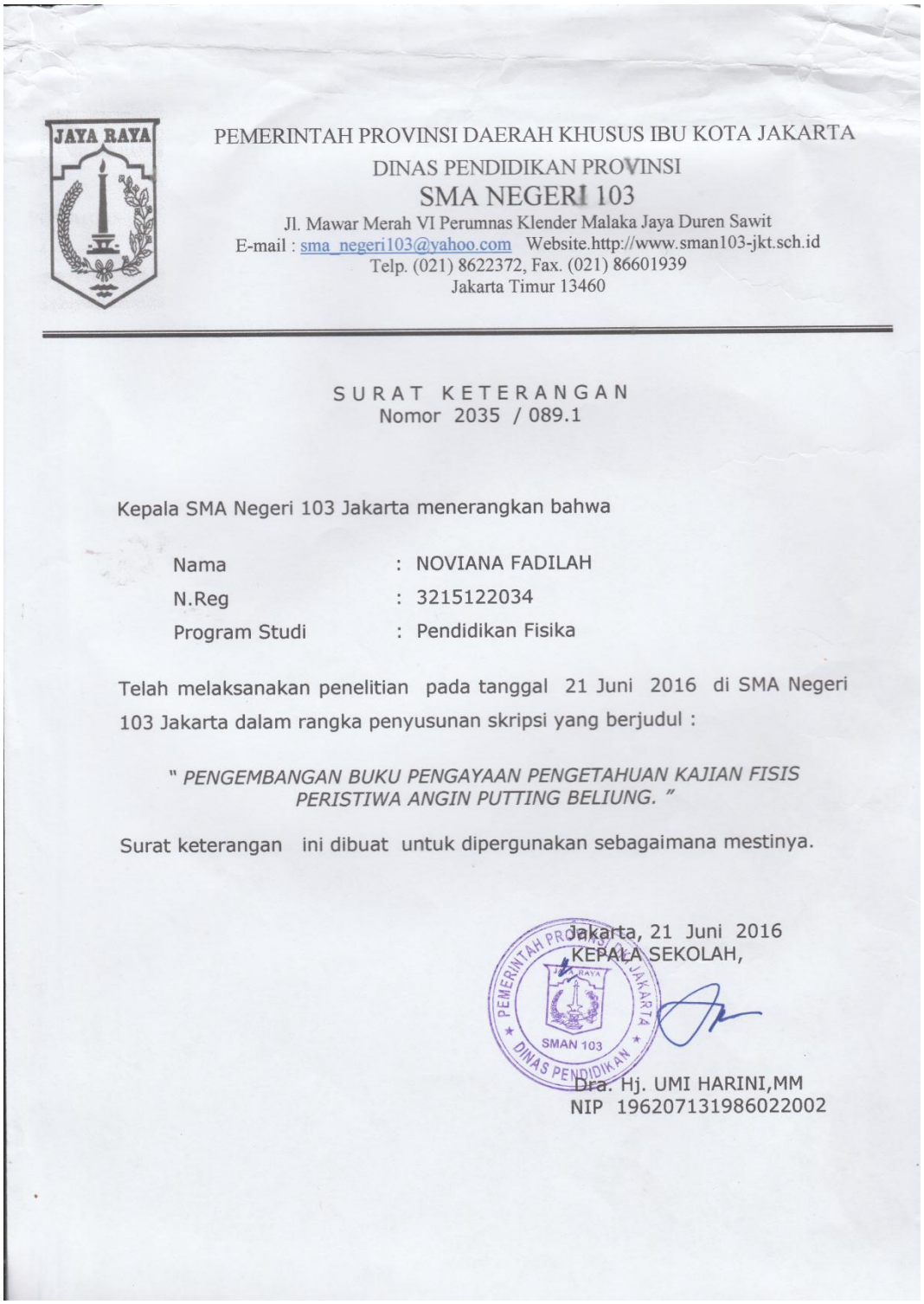
L_{hitung}=0.1345

$L_{hitung} < L_{tabel}$ maka data berdistribusi normal

Lampiran 13. Uji Gain Ternormalisasi

No.	Nama	Nilai *Pretest*	Nilai *Posttest*	$< g >$
1	A. Denaputri	53.33	73.33333	0.43
2	Agnes Christi R.S.S	26.67	66.66667	0.55
3	Alfian Putra Utama	53.33	93.33333	0.86
4	Alif Fajar Rahmansyah	40.00	33.33333	(-0.11)
5	Alma Shavira M	66.67	60	(-0.20)
6	Anugerah Ali W	33.33	86.66667	0.80
7	Aulia Ramadhan	26.67	66.66667	0.55
8	Benediktus Kevin Mulia	46.67	80	0.63
9	Defi Afriyanti	46.67	73.33333	0.50
10	Dhea Amalia Endaresta	26.67	73.33333	0.64
11	Faldhan Novayaser	33.33	86.66667	0.80
12	Galih Bayu Pratama	20.00	93.33333	0.92
13	Jayanti	26.67	73.33333	0.64
14	Jeiv Septian Rahmatullah	60.00	66.66667	0.17
15	M. Furqon	40.00	73.33333	0.56
16	Maura Qoonitah Putri	33.33	46.66667	0.20
17	Mochamad Agung Prasetyo	40.00	80	0.67
18	Muhammad Arif Rizki	26.67	53.33333	0.36
19	Muhammad Filhan Wahyudi	26.67	86.66667	0.82
20	Muhammad Rayhan Alifinzi Ghiffari	40.00	86.66667	0.78
21	Nada Azkiatunnuha	46.67	86.66667	0.75
22	Patrick Hamonangan Pardede	33.33	80	0.70
23	Rahmatika Firmansyah	53.33	80	0.57
24	Rifki R.T	40.00	86.66667	0.78
25	Sauqia An-Nisa Hutama	20.00	53.33333	0.42
26	Suhaelah	53.33	86.66667	0.71
27	Vida Aletha Az-Zahra	60.00	86.66667	0.67
Rata-rata		39.75	74.57	0.56

Lampiran 14. Surat Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBU KOTA JAKARTA
DINAS PENDIDIKAN PROVINSI
SMA NEGERI 103
Jl. Mawar Merah VI Perumnas Klender Malaka Jaya Duren Sawit
E-mail : sma_negeri103@yahoo.com Website.http://www.sman103-jkt.sch.id
Telp. (021) 8622372, Fax. (021) 86601939
Jakarta Timur 13460

SURAT KETERANGAN
Nomor 2035 / 089.1

Kepala SMA Negeri 103 Jakarta menerangkan bahwa

Nama	:	NOVIANA FADILAH
N.Reg	:	3215122034
Program Studi	:	Pendidikan Fisika

Telah melaksanakan penelitian pada tanggal 21 Juni 2016 di SMA Negeri 103 Jakarta dalam rangka penyusunan skripsi yang berjudul :

" PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN KAJIAN FISIS PERISTIWA ANGIN PUTTING BELIUNG. "

Surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 21 Juni 2016
KEPALA SEKOLAH,

Dra. Hj. UMI HARINI,MM
NIP 196207131986022002

Lampiran 15. Dokumentasi

Gambar 1. Dokumentasi Uji Coba Produk kepada Siswa SMA

Gambar 2. Dokumentasi Uji Coba Produk kepada Siswa SMA SMA

Gambar 3. Dokumentasi Uji Kelayakan kepada Ahli Grafika

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini, saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama	: Noviana Fadilah
No. Registrasi	: 3215122034
Program Studi	: Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "***Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Kajian Fisis Peristiwa Angin Puting Beliung" untuk Siswa SMA***" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri, berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian pada bulan Juni 2016.
2. Bukan merupakan duplikat skripsi yang pernah dibuat oleh orang lain atau jiplakan karya tulis dan bukan terjemahan karya tulis orang lain.

Pada pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya tidak benar.

Jakarta, Juli 2016

Yang membuat pernyataan,

Noviana Fadilah

NIM. 3215122034

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Noviana Fadilah. Lahir di Bekasi pada tanggal 2 November 1994 dari pasangan suami istri Bapak Abdul Manan dan Ibu Maylina. Anak ketiga dari tiga bersaudara. Pada saat ini penulis bertempat tinggal di Jalan Ujung Harapan, Bekasi Utara.

Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Negeri Bahagia 05 lulus pada tahun 2006, SMP Negeri 3 Babelan lulus pada tahun 2009, SMA Negeri 14 Bekasi lulus pada tahun 2012, dan S1 Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Jakarta lulus pada tahun 2016.