

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* MATERI SISTEM PERNAPASAN MANUSIA PADA PEMBELAJARAN IPA KELAS VIII SMP NEGERI 3 BOAWAE

Maria Esti Lelifanti¹⁾, Maria Yuliana Kua²⁾, Ni Wayan Suparmi³⁾

Program Studi Pendidikan IPA
STKIP Citra Bakti

marialelifanti@gmail.com¹⁾ yulianakua03@gmail.com²⁾ wayansuparmi45@gmail.com³⁾

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menghasilkan bahan ajar berbasis *project based learning* materi sistem pernapasan manusia pada pembelajaran IPA SMP kelas VIII yang valid dan praktis. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan 4D yang mengikuti alur dari Thiagarajan, Semmel Dan Semmell. Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah guru dan siswa SMP kelas VIII di SMP Negeri 3 Boawae. Jenis data yang akan diperoleh dari penelitian ini yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa angka yang diperoleh dari hasil validasi oleh validator serta hasil uji coba. Hasil penilaian dari validator bahan ajar berbasis *project based learning* memperoleh nilai 3,52 dengan kriteria valid. Sedangkan hasil uji coba ke siswa dan guru bahan ajar berbasis *project based learning* berada pada kriteria praktis dengan perolehan skor 3,75. Berdasarkan hasil penilaian dapat disimpulkan bahwa bahan ajar berbasis *project based learning* pada pembelajaran IPA untuk SMP Kelas VIII valid dan praktis serta layak untuk digunakan.

Abstract

This study aims to develop and produce teaching materials based on project based learning material on the human respiratory system in science learning at SMP class VIII which is valid and practical. The type of research used in this research is development research. The development model used in this study is the 4D development model which follows the path of Thiagarajan, Semmel and Semmell. The test subjects in this study were teachers and eighth grade junior high school students at SMP Negeri 3 Boawae. The types of data to be obtained from this research are quantitative data and qualitative data. Quantitative data in the form of numbers obtained from the results of validation by the validator and the results of trials. The assessment results from the validator of project-based learning-based teaching materials obtained a value of 3.52 with valid criteria. While the results of trials on students and teachers of project-based learning materials are in practical criteria with a score of 3.75. Based on the results of the assessment, it can be concluded that the teaching materials based on project based learning in science learning for Class VIII SMP are valid and practical and feasible to use.

Sejarah Artikel

Diterima:05-12-2022

Direview:18-04-2023

Disetujui:30-04-2023

Kata Kunci

pengembangan, bahan ajar, *project based learning*

Article History

Received:05-12-2022

Reviewed:18-04-2023

Published:30-04-2023

Key Words

development, teaching materials, *project based learning*

PENDAHULUAN

Arti pendidikan abad 21 dewasa ini sungguh signifikan pada tujuan pendidikan di Indonesia sebagaimana terkandung dalam Undang Undang Sisdiknas No. 20 Pasal 3 Tahun 2003. Pendidikan nasional berperan untuk menumbuhkan pengetahuan serta membangun karakter dan kebudayaan suku yang terhormat dalam bentuk mencerdaskan aktivitas warga negara, demi meningkatnya kemampuan siswa supaya menjadi orang yang berakhlak serta beragama terhadap Tuhan yang Maha Esa, sehat, bijaksana, pandai, inovatif, mandiri, serta menjadi bangsa yang absolut dan konsisten. Pembelajaran abad 21 saat ini dilakukan untuk memperbarui kualitas pembelajaran yang menekankan pada proses berbasis masalah agar dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam merancang kegiatan pembelajaran yang signifikan dengan fakta serta mengelaborasi pembelajaran *student-centered* (Zubaidah 2016). Salah satu alat belajar yang dapat digunakan dalam pembelajaran adalah bahan ajar. Pemilihan bahan ajar yang tepat akan menghasilkan pembelajaran yang baik dan berkualitas bagi guru dan siswa untuk melakukan aktivitas belajar di ruangan serta berguna sebagai data penilaian bagi pendidik guna memahami ketercapaian standar pengetahuan yang diberikan (Adi, 2016).

Bahan ajar merupakan perangkat pembelajaran yang sungguh berarti untuk diperhatikan penerapannya dalam pembelajaran. Bahan ajar berperan penting sebagai sumber untuk melaksanakan pendidikan yang memberikan pedoman sehingga dapat dikuasai siswa pada proses pembelajaran seperti pada pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) (Liliawati, 2019). Pada proses pembelajaran IPA pendidik dituntut untuk dapat mewujudkan kegiatan pembelajaran yang cocok sebagai upaya pengembangan pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Guru perlu memperhatikan pembelajaran yang berfokus kepada interaksi siswa dan objek pembelajaran agar siswa dapat mengamati prosesnya secara langsung (Fitria 2017). Bahan ajar perlu digunakan agar memudahkan pendidik dalam memberikan teori saat belajar. Selain bahan ajar faktor lain yang perlu diperhatikan guru dalam pembelajaran adalah penggunaan model pembelajaran. Untuk menciptakan suasana yang kondusif dan menyenangkan perlu adanya penggunaan model pembelajaran yang atraktif. Salah satunya menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Model pembelajaran ini merupakan model yang disarankan kurikulum 2013. Model PjBL adalah salah satu model pembelajaran yang mengikutsertakan siswa dalam menganalisis kompetensi serta kemampuan dengan proses yang sistematis, pengetahuan fakta serta akurat yang dibuat untuk menciptakan produk (Amini, 2015). Bertujuan memungkinkan siswa untuk memperoleh pengetahuan melalui realisasi proyek yang diciptakan dengan bekerja sama untuk menyelesaikan permasalahan yang bisa menghasilkan perangkat kompleks, menciptakan jasa, serta barang (Hartini, 2017). Proses

menghasilkan sebuah produk tentu saja membutuhkan suatu keterampilan sehingga siswa dapat memecahkan masalah serta menemukan konsep baru dalam proses pembelajaran (Ardianti, Pratiwi, & Kanzunnudin 2017).

Berdasarkan hasil observasi di SMP Negeri 3 Boawae diperoleh permasalahan yaitu guru belum mampu mengembangkan bahan ajar yang optimal sehingga antusiasme siswa cenderung menurun serta kurang aktif dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Selain itu proses pembelajaran belum optimal dan siswa kurang mampu mengembangkan daya nalar untuk menghasilkan produk. Bahan ajar yang ada juga kurang memberi ruang bagi siswa untuk mengamati konsep yang dipelajari terlebih dahulu, tetapi langsung memberikan penjelasan untuk masing-masing materi. Siswa dalam proses pembelajaran dituntut menghafal materi tanpa mengetahui bagaimana menerapkan konsep yang dipelajari. Akibatnya siswa mudah melupakan konsep yang telah dipelajari sehingga pembelajaran menjadi kurang bermakna. Siswa dan guru masih menggunakan bahan ajar berupa buku teks yang diterbitkan oleh penerbit tertentu dengan kondisi tertentu sehingga siswa kurang mampu menyampaikan gagasan atau ide karena keterbatasan bahan ajar atau referensi.

Solusi yang ditawarkan peneliti untuk mengatasi masalah tersebut adalah perlu dikembangkan sebuah bahan ajar yang dapat menjadikan pembelajaran IPA menjadi lebih menyenangkan serta siswa dapat bekerja mandiri untuk membangun belajar mereka sendiri, dan menghasilkan produk nyata. Bahan yang dimaksud dapat berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. Bahan ajar yang dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan permasalahan, serta bisa membuat siswa belajar bagaimana bekerja sama, tanggung jawab, dan kompak. Salah satunya adalah pengembangan bahan ajar berbasis *project based learning* (PjBL). *Project based learning* (PjBL) atau pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang menggunakan proyek atau kegiatan sebagai media (Hosnan, 2014).

Dalam penelitian ini peneliti akan berfokus pada pengembangan bahan ajar berbasis *Project Based Learning* materi sistem pernapasan manusia. Bahan ajar IPA pada materi sistem pernapasan manusia berbasis (PjBL).

Berkaitan dengan permasalahan yang telah diuraikan diatas maka penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar yang valid dan praktis Ketika diterapkan dalam pembelajaran IPA.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan 4D yang mengikuti alur dari Thiagarajan, Semmel Dan Semmell. Tahapan

model pengembangan 4D antara lain *define* (pendefenisian), *design* (perancangan), *defelop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran), akan tetapi pada penelitian ini hanya sampai pada model pengembangan 3D yaitu *define*, *design*, dan *defelop*. Tahap *disseminate* tidak dilaksanakan karena keterbatasan waktu dan biaya.

Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan produk ini meliputi beberapa tahap yakni: tahap yang pertama yaitu: tahap pendefenisian (*define*), pada tahap ini hal yang akan dilakukan adalah analisis kebutuhan. Tahap pengembangan merupakan tahap untuk menghasilkan sebuah produk pengembangan akhir setelah melalui validasi, uji kepraktisan, dan revisi. Produk yang dihasilkan akan divalidasi oleh Tim ahli (ahli materi, ahli bahasa, ahli media, dan ahli desain pembelajaran).

Subjek Uji Coba

Yang menjadi subjek uji coba dalam penelitian ini adalah guru dan siswa SMP kelas VIII di SMP Negeri 3 Boawae. Jenis data yang akan diperoleh dari penelitian ini yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa angka yang diperoleh dari hasil validasi oleh validator serta hasil uji coba. Sedangkan data kualitatif diperoleh dari kritik, saran, serta masukan mengenai bahan ajar. Teknik analisis data yang digunakan adalah data kuantitatif dengan rentangan skala 1-4. Untuk menghitung kevalidan bahan ajar digunakan rumus:

$$\text{Tingkat kevalidan} = \frac{\text{Jumlah rata - rata tiap validator}}{\text{Banyaknya validator}}$$

Tabel 1. kriteria penilaian hasil uji kevalidan

No	Interval	Kriteria
1	2,7-3,6	Valid
2	1,8-2,7	Kurang valid
3	0,9-1,8	Tidak valid
4	3,6-4,5	Sangat valid

Berdasarkan tabel 1 bahan ajar berbasis project based learning dikatakan valid pada interval 2,7-3,6 atau 3,6-4,5

Teknik Analisis data yang digunakan untuk menilai kepraktisan bahan ajar ini berupa data kuantitaif dengan 4 skala: Skala 1 tidak praktis, skala 2: kurang praktis, skala 3:praktis, skala 4: sangat praktis.

Tabel 2. kriteria penilaian uji coba kepraktisan

No	Interval	Kriteria
1	2,7-3,6	Valid
2	1,8-2,7	Kurang valid
3	0,9-1,8	Tidak valid
4	3,6-4,5	Sangat valid

Berdasarkan tabel 3.8 bahan ajar berbasis project based learning dikatakan praktis pada interval 2,7-3,6 atau 3,6-4,5 dengan kriteria praktis dan sangat praktis.

Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini yaitu Wawancara dan Angket.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang akan digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini sehingga dapat menghasilkan data berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari instrumen penelitian yang meliputi: (1) lembar validasi; (2) angket respon guru dan siswa. Data kualitatif diperoleh dari hasil analisis saran, masukan, dan respon siswa dan guru.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tahap Penedefinisian Define. Pada tahap ini peneliti melakukan dua jenis kegiatan yaitu: 1) Analisis kebutuhan siswa. Peneliti memperoleh informasi berupa siswa dan guru masih menggunakan bahan ajar berupa buku teks yang belum berbasis *project based learning*, guru masih menggunakan cara konvensional, siswa kurang mampu mengembangkan daya nalar yang mampu menghasilkan produk, siswa lebih berminat pada mata pelajaran yang berkaitan dengan suatu praktik. 2) Analisis materi. Peneliti memperoleh informasi berupa: materi sistem pernapasan manusia merupakan salah satu materi yang diajarkan pada satuan tingkat SMP/MTs. Materi ini berkaitan dengan organ pernapasan manusia. Saat siswa mempelajari materi ini siswa akan dihadapkan dengan dua sub materi yaitu: struktur dan fungsi sistem pernapasan manusia dan gangguan pada sistem pernapasan manusia dan upaya untuk mencegah atau menanggulangnya. 3) Menyusun instrumen penilaian bahan ajar. Instrumen penilaian akan diberikan kepada beberapa validator baik materi, bahasa, desain dan media untuk mengetahui tingkat kevalidan dari produk yang dikembangkan. Sedangkan angket akan diberikan kepada beberapa siswa dan salah satu guru IPA.

Tahap pengembangan atau *defelop*. Pada tahap ini peneliti mulai melakukan pengembangan produk sesuai dengan draft bahan ajar yang sudah dirancang. Bagian-bagian bahan ajar yang dikembangkan antara lain:

- a) Cover adalah lembaran bagian paling luar dari bahan ajar



Gambar 2. Tampilan screenshot cover bahan ajar

- b) Petunjuk penggunaan bahan ajar. Petunjuk penggunaan bahan ajar ini bertujuan untuk memudahkan siswa dalam menggunakan bahan ajar.
- c) Kompetensi inti. Kompetensi inti berisi empat dimensi yang mencerminkan sikap spiritual, sikap sosial, pengetahuan dan keterampilan.
- d) Kompetensi dasar dan indikator. Kompetensi dasar berisi sejumlah kemampuan yang harus dikuasai siswa dalam sebuah pelajaran
- e) Kegiatan belajar 1 dan 2. Pada bagian kegiatan belajar 1 dan 2 ini berisi tentang materi sekaligus proyek yang harus diselesaikan oleh siswa
- f) Rangkuman. Rangkuman materi berisi tentang intisari yang dibuat untuk mempermudah siswa dalam memahami materi dari setiap kegiatan belajar
- g) Latihan Soal. Latihan soal berisi tentang soal-soal yang harus diselesaikan oleh siswa. Pada bagian ini siswa diminta untuk mengerjakan soal-soal yang telah di siapkan.
- h) Glosarium

Pada bagian ini berisi tentang istilah penting yang digunakan untuk membantu siswa memahami kata atau istilah yang terdapat dalam materi.

Hasil kevalidan terhadap bahan ajar berdasarkan penilaian dari keempat validator bisa diamati pada tabel berikut.

Tabel 3. kriteria kevalidan produk

No		Rata-rata	Kriteria
1.	Validator Ahli Materi	3,3	Baik
2.	Validator Ahli Bahasa	3,3	Baik
3.	Validator Ahli Media	3,9	Sangat baik
4.	Validator Ahli Desain	3,6	Sangat baik

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata validator ahli materi 3,3, nilai rata-rata validator ahli bahasa 3,3, nilai rata-rata validator ahli media 3,9, nilai rata-rata validator ahli desain 3,6. Hasil rekapitulasi nilai rata-rata dari keempat validator adalah 3,52. Hal ini menunjukkan bahan ajar berbasis project based learning berkriteria baik dan layak digunakan. Hasil analisis kepraktisan terhadap bahan ajar berdasarkan penilaian dari guru dan siswa dapat diamati pada tabel berikut.

Tabel 4. Analisis Kepraktisan Produk

No	Subjek	Rata-rata	Kriteria
1.	Guru mata pelajaran IPA	3,3	Baik
2.	Siswa 1	3,78	Sangat baik
3.	Siswa 2	3,78	Sangat baik
4.	Siswa 3	3,85	Sangat baik
5.	Siswa 4	3,92	Sangat baik
6.	Siswa 5	3,92	Sangat baik

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata guru IPA 3,3, nilai rata-rata siswa (1) 3,78, nilai rata-rata siswa (2) 3,78, nilai rata-rata dari siswa (3) 3,85, nilai rata-rata dari siswa (4) 3,92, nilai rata-rata dari siswa 5. 3,92. Hasil rekapitulasi nilai rata-rata dari guru dan siswa adalah 3,75. Hal ini menunjukkan bahan ajar berbasis project based learning berkriteria sangat baik dan layak digunakan.

Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan bahan ajar berbasis *project based learning* pada pembelajaran IPA SMP Kelas VIII yang valid dan praktis. Berdasarkan hasil penilaian validasi dari ke-empat validator antara lain hasil validasi dari validator ahli materi 3,3 atau berkriteria baik, hasil validasi dari validator ahli bahasa 3,3 atau berkriteria baik,

hasil validasi dari validator ahli media 3,9 atau berkriteria sangat baik, hasil validasi dari validator ahli desain 3,6 atau berkriteria sangat baik. Hasil penilaian dari validator bahan ajar berbasis *project based learning* memperoleh nilai 3,52 dengan kriteria valid. Sedangkan hasil uji coba ke siswa dan guru bahan ajar berbasis *project based learning* berada pada kriteria praktis dengan perolehan skor 3,75. Berdasarkan hasil penilaian dapat disimpulkan bahwa bahan ajar berbasis *project based learning* pada pembelajaran IPA untuk SMP Kelas VIII valid dan praktis serta layak untuk digunakan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rili, Konita Zahara (2021) dengan judul pengembangan modul berbasis *project based learning* untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. Penelitian ini menggunakan model Borg dan Gall. Hasil penelitian menunjukkan produk yang dikembangkan oleh peneliti menurut para validator layak dengan presentase 78% dengan kriteria baik. Pada respon pendidik mendapatkan 83% dengan kriteria sangat baik. Dengan demikian produk yang dikembangkan sangat praktis dan layak digunakan. Penelitian yang dilakukan Edi Purwanto (2019) dengan judul Pengembangan bahan ajar berbasis *project based learning* mata kuliah media pembelajaran PAI STAI AL-Hikmah Tanjung Balai. Hasil penelitian menunjukkan produk penilaian ini memenuhi kriteria baik.

Bahan ajar berbasis *project based learning* yang telah dikembangkan peneliti ini, memiliki kelebihan dan keunikan tersendiri dibandingkan dengan bahan ajar pada umumnya. Hal ini dikarenakan bahan ajar yang dikembangkan ini materi ajarnya disesuaikan dengan langkah pembelajaran *project based learning* serta dilengkapi dengan kegiatan proyek.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil validasi oleh ke-empat validator diperoleh rata-rata skor penilaian adalah 3,52 antara lain: validasi dari validator ahli materi yaitu: 3,3 atau berkriteris baik, hasil validasi dari validator ahli bahasa yaitu 3,3 atau berkriteria baik, hasil validasi dari validator ahli media yaitu: 3, 9 atau berkriteria sangat baik, hasil validasi dari validator ahli desain yaitu: 3,6 atau berkriteria sangat baik. Hasil penilaian diatas menunjukkan produk layak untuk digunakan. Hasil angket respon guru dan siswa terhadap bahan ajar yang dikembangkan memperoleh hasil dengan kriteria sangat baik, sehingga produk yang dikembangkan layak untuk digunakan.

Saran

Adapun saran berkaitan dengan bahan ajar yang dikembangkan yang pertama: bagi siswa, siswa diharapkan dapat memanfaatkan bahan ajar berbasis *Project based learning*

ini dengan baik. Siswa juga diharapkan dapat menjadikan bahan ajar ini sebagai alat bantu sekaligus sumber belajar dalam kegiatan belajar agar dengan cepat memahami materi sistem pernapasan manusia yang termuat di dalam bahan ajar tersebut. Yang kedua bagi guru, guru di harapkan dapat memanfaatkan bahan ajar berbasis *Project Based Learning* sebagai alat bantu dalam peroses menyalurkan informasi dari materi sistem pernapasan manusia dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Suryanto. 2016. *Evaluasi Pembelajaran di SD*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Ardianti, Sekar Dwi, Ika Ari Pratiwi, and Mohammad Kanzunnudin. 2017. "Implementasi Project Based Learning (Pjbl) Berpendekatan Science Edutainment Terhadap Kreativitas Siswa." *Refleksi Edukatika : Jurnal Ilmiah Kependidikan* 7(2): 145–50.
- Edi Pruwanto (2019) Pengembangan Bahan Ajar Berbasis *Project Based Learning* Mata Kuliah Media Pembelajaran PAI STAI AL-Hikmah Tanjung Balai. *Jurnal Ilmu Pendidikan Islam Dan Keagamaan* 3 (3).
- Fajri, Zaenol. 2018. "Bahan Ajar Tematik Dalam Pelaksanaan Kurikulum 2013." *Pedagogik* 05(01): 100–108
- Fitria, Yanti. 2017. "Efektivitas Capaian Kompetensi Belajar Siswa Dalam Pembelajaran Sains Di Sekolah Dasar." *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar* 1(2).
- Hosnan, M. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran*: Ghalia Indonesia
- Liliawati, Winny dkk. 2019. "Desain Bahan Ajar Fisika Dalam Jaringan (Daring) Berorientasi Pendidikan Karakter Untuk Siswa SMA." *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika* 6(2): 113–21.
- Nur Kholis Novianto, Mohammad Masykuri, Sukarmin, Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (Project Based Learning) Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X Sma/ Ma. *Jurnal Inkuiri, Vol. 7 No. 1, 2018*
- Prananda, Gingga. 2020. "Pengembngan Media Video Pembelajaran Tema 6 Subtema 2 Untuk Siswa Kelas SD Negeri 17 Pasar Masurai 1." *Jurnal Dharma PGSD* 1(1): 38–45
- Priatna, I Komang, I Made Putrama, Dewa Gede, and Hendra Divayana. 2017. "Pembelajaran Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Videografi Untuk Siswa Kelas X Desain Komunikasi Visual Di SMK Negeri 1 Sukasada." 6: 70–78
- Rahayu, P.,dkk. 2012. Pengembangan Pembelajaran IPA Terpadu Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Problem Base Melalui Lesson Study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia. Vol.1 (1) : 63-70.*
- Rili, Konita Zahara. (2021) Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. <http://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/13496>

Risda Amini. 2015. "Pengaruh Penggunaan Project Learning Dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas v SD." Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015, yang diselenggarakan oleh Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang, tema: "Peran Biologi dan Pendidikan Biologi dalam Menyiapkan Generasi Unggul dan Berdaya Saing Global" 4(2007): 339–45

Zubaidah, Siti (2016). Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Melalui Pembelajaran. Universitas Negeri Malang. tersedia [online] :
<https://www.researchgate.net/publication/318013627>