

SIMETRI DALAM FISIKA DAN IMPLEMENTASINYA DALAM PENDIDIKAN KARAKTER

Suparwoto

FMIPA UNY Yogyakarta

Abstrak

Implementasi pembelajaran fisika di kelas selalu melibatkan aspek seni, IPTEK dan nilai/value, dan integrasi value dalam pembelajaran akan berkaitan dengan pendidikan karakter. Interaksi pembelajaran fisika di kelas seharusnya dapat menanamkan tahapan '*ngerti, ngrasa lan nglakoni*' diteruskan dengan dibiasakan sehingga respon peserta didik menghasilkan perilaku spontan. Simetri diartikan sebagai suatu sifat yang tak berubah bila suatu sistem dikenai operasi transformasi. Sifat simetri ini mengarahkan fisika kepada upaya untuk mencari kesesuaian antara ramalan dengan hasil yang didapat lewat pengukuran gejala alam. Setiap temuan fisika sebagai '*wasit/hakim*' adalah realitas alam. Implikasi paradigma ini adalah setiap pembelajaran fisika seharusnya bertumpu pada observasi dan pengukuran gejala alam. Dalam mengukur gejala alam seharusnya setiap siswa dilatih dan dibiasakan menggunakan alat ukur yang telah dikalibrasi. Dampak implementasi nilai simetri ini dalam pembelajaran fisika adalah menanamkan nilai fisika lewat pembelajaran di antaranya adalah aspek kuantitatif, pengukuran, observasi yang melibatkan nilai-nilai kejujuran, kecermatan, ketelitian dan kerjasama. Implementasi nilai simetri ini dalam pendidikan karakter diperlukan wahana yang mendukung sistem nilai yang dianut oleh masyarakat sekitar dan bagi masyarakat Jawa tentunya nilai yang bersumber dari budaya Jawa. Dalam konteks pembelajaran fisika aspek nilai simetri tersebut perlu dikembangkan secara partisipatif, aktif, inovatif, kreatif, efektif dan menyenangkan. Cara yang ditempuh adalah mengubah peran guru yang indokrinatif menjadi peran sebagai fasilitator dan teladan serta memiliki komitmen dan empati yang kuat untuk mengembangkan karakter dan memajukan peserta didik. Di sinilah perlunya pengembangan kultur sekolah yang mengintegrasikan budaya fisika dengan budaya setempat yang tujuan akhirnya adalah munculnya keunggulan lokal yang dapat berkontribusi pada ranah nasional dan bahkan global.

PENDAHULUAN

Pendidikan karakter merupakan upaya rekayasa sosial yang dilakukan guru untuk kepentingan perbaikan dan peningkatan kualitas kinerja peserta didik. Karakter berkaitan dengan akhlak, yakni respon spontan terhadap situasi dan kondisi terjadinya interaksi sosial antar manusia dengan sumber belajarnya. Cakupan pendidikan karakter menurut Ki Hadjar Dewantoro (Ki Haryadi) sekurangnya ada 3 tahapan yakni '*ngerti, ngrasa lan nglakoni*' diteruskan dengan dibiasakan sehingga respon peserta didik menghasilkan perilaku spontan. Perilaku yang spontan inilah yang seharusnya menandakan pendalaman pengertian peserta didik, olah rasa dan hati, seterusnya dilaksanakan sejalan dengan konsistensi.

Tahap *ngerti* merupakan tahap merespon secara kognitif pembelajaran sampai memahami dan memiliki pengetahuan tentang hal yang dipelajari. *Ngrasa* artinya menggunakan perasaan untuk menakar, menimbang dan mengukur lewat perasaan/hati yang merupakan respon afeksinya. *Nglakoni* adalah memanfaatkan pengetahuan yang dimilikinya dilandasi dengan keikhlasan hati untuk diamalkan kepada pihak yang membutuhkan, khususnya masyarakat. Pembiasaan adalah merupakan proses pengulangan tindakan yang didasari pemahaman dan rasa untuk melatih pikiran dan hati serta menggunakannya secara kreatif sehingga menjadi budaya belajar yang ditampilkan dalam bentuk aksi perilaku spontan. Respon spontan inilah yang diharapkan dapat menggambarkan akhlak serta karakter peserta didik.

Pengamatan penulis di lingkungan wilayah Yogya-Solo (mungkin di Jawa Tengah) untuk siswa setingkat sekolah menengah (SMP/M.Ts. dan SMA/MA, SMK) terkait dengan pendidikan karakter adalah munculnya dua pola interaksi yang disebut *consolidated* dan *intersected*. Pola *consolidated* digambarkan sebagai upaya konsolidasi diri secara tertutup dan siswa belum mampu mencerna informasi di luar diri maupun kelompok mereka. Perilaku ini dalam interaksi dengan guru di kelas ditandai dengan pola '*ngalah-ngalih-ngamuk*'. *Ngalah* artinya merespon dengan diam tanpa sepele katapun yang ke luar, yang tak sesuai dengan perasaan yang sesungguhnya.

Ngalih adalah berpindah tempat karena tidak menyukai dan tidak memiliki pemahaman tentang nasihat guru dan ngamuk ditampilkan dalam praktik nyata di luar kelas. Di sini perilaku yang muncul adalah perilaku kekerasan atau perilaku kasar pada sebagian atau sekelompok peserta didik. Perilaku kasar ini juga seringkali ditampilkan juga sebagai sifat konformis dikalangan peserta didik, yakni tidak suka kepada teman lain yang menonjol. Perilaku ini seringkali ditampilkan pada jejaring *facebook* untuk menggambarkan respon negatif nya terhadap tindakan dan tampilan guru di sekolah.

Sebaliknya pola *intersected* memberikan gambaran bahwa pada sebagian peserta didik memiliki pemahaman dan perasaan bahwa orang lain sebagai bagian dari kehidupannya. Dalam hal ini siswa memiliki sifat empati pada teman lain sehingga umumnya sangat antusias dalam menjalin pergaulan, perilaku yang memberikan indikasi potensi positive self concepts atau cenderung berprasangka baik terhadap orang lain. Pola *intersected* ini memberikan gambaran bahwa pada sebagian siswa membutuhkan teman atau ingin membangun pergaulan yang luas.

Kesadaran akan uniknya dan beragamnya cara belajar seseorang mendorong perlunya dipahami gaya belajar seseorang. Nasution, (1987) menyatakan bahwa gaya belajar adalah cara yang konsisten dilakukan oleh siswa dalam menangkap stimulus atau informasi, cara mengingat, berpikir dan memecahkan masalah. Gaya belajar disebut juga *learning style* yang pada setiap orang dapat berbeda-beda, sehingga tidak semua orang mengikuti cara yang sama dalam mengikuti pembelajaran. Gaya belajar ini biasanya berkaitan dengan pengalaman pribadi seseorang, riwayat pendidikan, pengalaman yang dijalaninya serta riwayat perkembangannya.

Menggunakan Learning Style Inventory (LSI) gaya kognitif pada guru IPA/fisika yang mengikuti PLPG tahun 2008 dan 2009 dan kepada mahasiswa prodi pendidikan fisika terdapat kecenderungan (>90%) memiliki gaya belajar converger (pengutamaan AC dan AE) serta sebagian kecil asimilator (pengutamaan AC dan RO, accomodator(pengutamaan CE dan AE) dan diverger (CE dan RO). Selanjutnya terkait dengan gaya responnya ada kecenderungan memiliki gaya belajar visual baru kemudian auditorial dan kinestetik. Pada pola respon visual memberikan gambaran bahwa sebagian besar responden menyukai pembelajaran yang mengutamakan indera mata, baru kemudian indera lainnya.

Hal ini berarti pada gaya converger sebagian responden memiliki kesukaan belajar dengan pola memusat, yakni pembelajaran problem memiliki jawab tunggal. Apabila diberikan tugas/ lebih menyukai masalah yang dapat dicari jawaban tertutup/memusat. Peserta didik cenderung dalam pembelajaran tidak emosional, dan lebih suka menghadapi benda daripada manusia dengan minat terbatas. Seterusnya dalam pembelajaran gambaran visual yang dapat direspon lewat indera mata cenderung lebih disukai pesert didik. Di sini aktivitas pengamatan, observasi dan pengukuran menjadi daya tarik dalam pembelajaran.

Bertolak dari uraian di atas muncul pertanyaan bagaimana aspek simetri yang berbasis kearifan lokal yang dapat dikembangkan lewat pembelajaran fisika? Bagaimana nilai kearifan lokal dapat diintegrasikan dalam pendidikan karakter di sekolah ?

PEMBAHASAN

1. Simetri dalam Fisika

Pembelajaran fisika baik di sekolah maupun di perguruan tinggi tekanan intinya pada upaya memahami konsep fisika melalui proses internalisasi dalam diri peserta didik dan selanjutnya penguasaan konsep tersebut diterapkan untuk memecahkan masalah yang dihadapinya. Oleh sebab itu seorang guru perlu memahami paradigma pengembangan materi yang bertumpu pada tiga paradigma utama fisika yakni simetri, optimalisasi dan unifikasi. (Muslim, 1997). Simetri diartikan sebagai suatu sifat yang tak berubah bila suatu sistem dikenai operasi transformasi. Sifat simetri ini mengarahkan fisika kepada upaya untuk mencari kesesuaian antara ramalan dengan hasil yang didapat lewat pengukuran gejala alam. Setiap temuan fisika sebagai '*wasit/hakim*' adalah realitas alam. Implikasi paradigma ini adalah setiap pembelajaran fisika seharusnya bertumpu pada pengukuran gejala alam. Dalam mengukur gejala alam seharusnya setiap siswa menggunakan alat ukur yang telah dikalibrasi. Dalam kaitan dengan muatan kearifan lokal simetri digambarkan sebagai *curiga manjing ing warongko* artinya klop ada kecocokkan. Dampak pengiring dari simetri ini adalah kekuatan fisika pada aspek kuantitatif, pengukuran, observasi yang melibatkan aspek kejujuran, kecermatan, ketelitian dan sekaligus keterbatasan. Bila

ditampilkan dalam dunia pewayangan sebagai *ponokawan* yang menimbulkan kekuatan, kejujuran, sifat hati-hati dan teliti serta komunikatif.

Suprpto Brotosiswoyo (2000) menyatakan bahwa aspek karakter siswa yang dapat dibina lewat fisika adalah rasa ingin tahu; kerjasama; reproducibile; cara penalaran yang konsisten; terbuka dan observable. Rasa ingin tahu dan kerjasama yang dilandasi kejujuran merupakan sifat dasar manusia yang telah dirintis semenjak lama selalu berkembang dari waktu ke waktu. Temuan fisika yang kita pelajari sekarang ini merupakan bukti nyata adanya rasa ingin tahu dan hasil kerjasama dari banyak fisikawan. Reproducibile artinya dapat diulang dengan hasil yang tidak berbeda bila persyaratan eksperimen sama; hal ini memperlihatkan bahwa siapapun orangnya yang menelaah gejala alam sepanjang mengikuti kaidah yang sudah mapan akan diperoleh hasil yang sama. Reproducibile dan cara bernalar fisika akan mengajarkan kepada kita agar tidak berbohong, karena setiap temuan akan dapat diuji orang lain dengan hasil yang sama setiap saat. Terbuka dan observable memberikan indikasi bahwa dalam fisika mengajarkan sifat terbuka, artinya temuan fisika dapat dikaji dengan cara pandang yang berbeda baik lewat berpikir yang taat asas maupun observasi.

2. Makna Efektivitas dan Efisiensi dalam Pembelajaran

Gambaran tentang kebermaknaan belajar di pihak siswa dan mengajar dipihak guru Yamamoto (1969) memetakan antara kegiatan belajar dipihak siswa dan mengajar guru dalam Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1 : Aspek Belajar dan Mengajar

| Aspek | | | Belajar | | |
|----------|---------|-------------|--------------------------------|---|--|
| | | | Ada | | Tak ada |
| | | | Intensional | Insidental | |
| Mengajar | Ada | Intensional | Pembelajaran optimal | Brain washing | Situasi pembelajarn diupayakan optimal, namun siswa tak peduli |
| | | Insidental | Produknya: siswa sadar belajar | Produknya: <i>Modeling, contagion, osmosis</i> , dsb. | Situasi tertentu diadakan, namun siswa tak ada di sini. |
| | Tak ada | | Latihan mandiri | Rekreasi tanpa niat belajar | Non instruksional, presensi dsb. |

*Sumber : Pengembangan Kurikulum dan Sistem Instruksional (1982/1983) Dirjendikti.

Bagan di atas memberikan gambaran tentang keragaman situasi pembelajaran, di antaranya guru dengan aktif membantu dan siswa penuh semangat; guru dengan aktif membantu siswa namun siswa tidak merespon dengan baik, siswa merespon dengan baik, tetapi guru kurang komitmennya atau keduanya, yakni guru dan siswa sama-sama kurang komitmennya

Dalam konteks pembelajaran fisika sebagian besar guru fisika selalu berusaha melaksanakan tugasnya secara baik, dan kenyataan yang dijumpai di sekolah adalah guru melaksanakan tugasnya dalam pembelajaran sejalan dengan kesepakatan jadwal yang telah ditetapkan. Hal ini seringkali diartikan sebagai bukti pelaksanaan tugas yang baik dan dalam bahasa lain diartikan guru dapat menjadikan dirinya efisien. Melaksanakan tugas seperti di atas itu memang penting, tetapi tindakan yang dilakukan guru di atas tidak selamanya dampak pembelajaran yang efektif di kalangan siswa. Tindakan yang dilakukan dikatakan tidak efektif manakala apa yang dilakukan guru tidak mengarah pada sesuatu hal yang benar. Kegiatan pembelajaran dikatakan efektif manakala dapat mencapai tujuan yang dicanangkan dalam perencanaan secara baik. Dalam tugas ini guru seharusnya mampu menyusun tugas sedemikian rupa secara kreatif sehingga tujuan atau sasaran pembelajaran dicapai dengan waktu yang lebih cepat.

Untuk memberikan gambaran tentang tindakan guru yang efektif dan efisien perhatikan Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 : Kriteria Efektivitas dan Efisiensi dalam Pembelajaran

| No | Butir Kegiatan | Efektivitas | Efisiensi |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1 | Tindakan guru | Melakukan hal yang benar dan menghasilkan alternatif tindakan yang kreatif | Melakukan hal yang benar dengan prosedur yang baku/lazim. |
| 2 | Sumber belajar | Dimanfaatkan dan didaya gunakan untuk keperluan pembelajaran secara optimal | Pemakaiannya lebih terfokus pada upaya mengamankan sumber belajar tersebut |
| 3 | Tekanan pembelajaran | Memahami tujuan belajar dan sasarannya serta menentukan kriteria keberhasilannya | Menaikkan syarat lulus dengan tekanan pada aspek yang sejalan dengan prosedur baku yang telah ada. |
| 4 | Interaksi pembelajaran yang dibangun | Memenuhi kebutuhan siswa untuk belajar, karena beranggapan belajar sebagai sebuah system yang kompleks | Menekankan pemanfaatan waktu belajar, karena belajar sebagai deretan faktor yang terpisah satu sama lain |
| 5 | Skor input-output | Bila pada skor input dengan disrtibusi normal, maka out put cenderung juling kanan ada perubahan posisi siswa dengan rerata skor yang meningkat. | Rerata skor meningkat, namun disribusi antara input dan out put tetap dengan distribusi normal, sehingga tak ada perubahan posisi siswa |

Kelas yang efektif pada dasarnya dapat ditunjukkan dengan dapat dicapainya tujuan pembelajaran oleh sebagian besar siswa dalam kelas tersebut. Pencapaian skor yang tinggi oleh sebagian besar siswa ini memberikan gambaran bahwa pembelajaran dianggap efektif manakala skor akhir pembelajaran memperlihatkan pola juling kanan dengan rerata skor yang lebih tinggi dari skor awal. Pada kelas yang efektif persentase siswa yang gagal kecil atau bahkan tidak ada sama sekali. Secara ideal semua siswa seharusnya mencapai semua tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, namun hal ini seringkali tidak tercapai sebanya antara lain pendekatan pembelajaran seringkali membatasi, demikian pula siswa tentu tidak dapat belajar dalam semua hal.dalam buku Science A Process Approach (SAPA) yang diterbitkan oleh American Association for the Advancement of Science (AAAS) pembelajaran dikatakan efektif manakala 90% siswa dapat mencapai 90% tujuan yang telah dicanangkan dalam perencanaan.

Diungkapkan pula bahwa apabila pencapaian pembelajaran masih kurang dari ketentuan tersebut pasti ada sesuatu yang tidak benar dalam proses pembelajaran. Pada pembelajaran efektif, guru tidak dapat menggunakan alasan rendahnya nilai IQ sebagai dasar untuk menetapkan hasil yang kurang baik dari siswa. Dalam kaitan ini tidak ada hubungan antara hasil belajar dengan IQ siswa, sehingga faktor yang dianggap menentukan adalah kualitas pembelajaran fisika yang berlangsung di kelas bukan faktor lainnya seperti tingkat sosial ekonomi siswa, input, serta

3. Implementasi simetri dalam pendidikan karakter

Implikasi dari uraian di bagian depan menurut Ki Hadjar Dewantoro selalu mengait dengan tri pusat pendidikan, yakni pendidikan dalam lingkungan rumah tangga, sekolah dan masyarakat. Tentu saja keterpaduan tri pusat pendidikan ini perlu dilakukan, dan dalam praktik nyata di sekolah terkait dengan pendidikan karakter diperlukan berbagai prasyarat antara lain tersedianya wahana dalam pengembangan empati, saling menghargai, toleran dan disiplin. Prasyarat implementasi sifat simetri ke dalam pendidikan karakter akan menjadi efektif menurut Kyle dan Kirchenbaum dalam Darmiyati Zuhdi(2008) mencakup 5 hal yakni adanya (a) iklim sekolah yang kondusif (b). adanya harapan guru bahwa semua siswa dapat berprestasi (c).tekanan pembelajaran pada kemampuan dasar (d) adanya keterpaduan sistem instruksioal dengan assesment (e). kepala sekolah memberikan 'insentif' dalam pembelajaran. Kelima prasyarat tersebut perlu didukung dengan strategi inkulkasi, teladan, fasilitasi value dan adaptasi. Inkulkasi artinya pembelajaran bukan sebagai kegiatan indoktrinasi dan memperlakukan siswa secara adil, berempati kepada siswa, menerapkan penghargaan dan hukuman yang masuk akal dan menghargai

perbedaan. Peran guru sebagai teladan dengan memfasilitasi untuk kegiatan dialogis, transfer nilai lewat rasa simpati antara guru-siswa, serta memberikan fasilitas untuk beribadah secara kaffah kepada semua siswa serta memperkenalkan tokoh-tokoh yang dapat diteladani lewat pola dialogis.

Hal lain yang perlu mendapatkan perhatian dalam implementasi simetri ke dalam pendidikan karakter antara lain guru memahami layanan dalam perkembangan pribadi anak. Layanan dalam perkembangan pribadi menurut Rashid Ridha dikenal dengan perkembangan periode 7 tahunan, yang dipetakan menjadi usia antara lahir – 7 tahun yakni layanan orang tua melalui pola bermain yakni anak dimotivasi dengan bermain dengan mulai dikembangkan perasaan senang; usia antara (7 – 14) tahun tetap dengan pola bermain, tetapi diteruskan ke arah disiplin, pada usia ini (khusus pada anak yang beragama Islam) mulai usia 7 tahun perlu dilatih untuk menegakkan shalat; dan pada usia 10 tahunan orang tua dapat bertindak agak keras manakala anak tidak melaksanakan kebiasaan menegakkan shalat dengan baik; seterusnya pada usia antara (14 – 21) tahun mulai dikenalkan disiplin dengan pola bergaul yang fokusnya untuk mengembangkan perasaan simpati dan empati lewat teladan dari orang tua, di sini peran orang tua bergeser dengan penegakan disiplin dan anak dianggap sebagai teman sehingga terjadi hubungan yang akrab. Tujuannya adalah agar anak dapat berdialog masalah pribadi secara mendalam dengan orang tua sampai anak menginjak usia 21 tahun, dan akhirnya setelah usia anak > 21 tahun anak dapat dianggap dewasa. Dalam hal demikian peran orang tua sudah harus berubah dan anak dapat mengambil keputusan sejalan dengan pilihan yang ditetapkan. Tentu saja peran orang tua tetap sebagai pendamping dan memberikan pertimbangan manakala keputusan yang diambil anaknya tidak sesuai dengan kaidah logika dan agama. Pada usia ini anak dapat dibiarkan tumbuh sebagaimana mestinya dengan pendampingan yang demokratis. Namun demikian upaya tersebut perlu dikembalikan pada hakikat peserta didik sebagai manusia seutuhnya. Implementasi simetri fisika pada pendidikan karakter menjadi bermakna manakala dapat dimunculkan pembelajaran fisika yang bermuatan kearifan lokal. Di sinilah peran hidayah Allah (baik hidayah *taufiq*, *'irsyad*, *ilham maupun dzilillah*) perlu diperjuangkan dan dimohonkan kepada Allah penguasa semesta alam. Kewajiban kita lewat sifat simetri fisika yang telah dipelajarinya adalah mengembangkan wahana agar peserta didik agar mampu beradaptasi dengan lingkungan sekolah, tempat tinggal dan masyarakat. Cara yang ditempuh adalah menata segala sesuatu sebelum diputuskan, pembelajaran value yang bersifat dialogis, keteladanan dalam bertindak dan berperilaku, komitmen dan konsisten untuk membantu peserta didik agar berhasil dalam studinya.

Dalam hal pengembangan intelektual peserta didik Clinton menyampaikan programnya saat pidato kampanye pemilihan presiden di antaranya 4 (empat) program berikut yang berdampak luar biasa terhadap kemajuan berpikir anak. Ke empat program tersebut adalah (a). Anak sampai dengan usia 8 tahun harus telah mampu membaca dengan baik (b). anak sampai dengan usia 12 tahun harus sudah mampu mengenal internet; (c). anak sampai dengan usia 18 tahun harus masuk perguruan tinggi dan (d). pada masa dewasa dikembangkan belajar sepanjang hayat. Implikasi pidato tersebut ternyata berdampak pada sumbangan kemajuan Amerika Serikat sangat bermakna dan dirasakan perannya dalam kemajuan dunia sampai saat ini.

PENUTUP

Sifat simetri dalam fisika dan pembelajarannya telah memfasilitasi peserta didik untuk memberikan apresiasi terhadap muatan kearifan lokal yang fokusnya adalah fisika merupakan mata pelajaran yang penting dan memiliki landasan keilmuan yang kuat dalam membentuk karakter peserta didik yang jujur, teliti, hati-hati, komunikatif, kolaboratif dan sebagainya. Selanjutnya pembelajaran fisika lewat interaksi dialogis di kelas maupun dalam laboratorium dapat ditanamkan kearifan lokal. Keberhasilan implementasi pendidikan karakter ditandai dengan apresiasi peserta didik terhadap ilmu pengetahuan, teknologi dan seni. Apresiasi yang tinggi ini adalah wujud kesenangan peserta didik terhadap fisika sehingga memungkinkan ditingkatkan kualitas kinerja peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim,(1982/1983). *Pengembangan Kurikulum dan Sistem Instruksional*. Jakarta : Dirjen Dikti Depdikbud
- Darmiyati Zuchdi, (2008), editor. *Pendidikan Karakter Grand Design dan Nilai-nilai Target*. Yogyakarta : UNY Press.
- Ki Haryadi (1992). Implementasi Ajaran Ki Hadjar Dewantara di Bidang Pendidikan Untuk Meningkatkan Mutu Pendidikan Nasional Jangka Panjang. *Monograf*. Yogyakarta : Lembaga Penelitian dan Pengembangan Pendidikan IKIP YOGYAKARTA.
- Muslim, (1997). *Peranan Simetri dalam Menelusuri, Menata dan Merintis Hukum-hukum Fisika*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam bidang Ilmu Fisika - FMIPA UGM, 12 Mei 1997.
- Nasution, S. (1987). *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar Mengajar*. Jakarta :
- Piet A. Suhertian, (1992). *Profil Pendidik Profesional*. Yogyakarta : Andi Offset
- Engkoswara dan Ismuhadjar (2004). Menata Karakter Bangsa Berbudaya Pancasila: Era Otonomi Daerah yang Berwawasan global menuju Indonesia Sejahtera Indonesia. Makalah Konvensi Nasional Pendidikan Indonesia V, 5 – 9 Oktober 2004 di Surabaya.
- Squires David A. , William G. Huitt and John K. Segars, (1983). *Effective Schools and Classrooms*. Washington : ASCD.\
- Suprpto Brotosiswoyo (2000). *Matematika dan IPA sebagai Komponen Budaya dan Penopang Teknologi*. Makalah semlok dosen IAD di ITB Bandung.