

PENGEMBANGAN INSTRUMEN SCIENTIFIC THINKING PADA SISWA SMA

Ragil Widiyaningsih

SMA Negeri 5 Cilegon
Banten

Burhanuddin Tola

FIP Universitas Negeri Jakarta,
Jakarta Timur

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a valid and reliable scientific thinking instruments for senior high school students. Operationally, the objectives of this research are: (1) to describe the development of the instrument of scientific thinking at senior high school students and (2) to construct a valid and reliable instrument of scientific thinking in senior high school students. This research was conducted in five public schools in Cilegon. Conceptually, the construct of scientific thinking in senior high school students consists of five dimensions: process of deductive thinking, process of inductive thinking, process of thinking of elemental analysis, process of thinking of relational analysis and process of thinking of structural analysis. Based on the review of expert and the validation of panelists, interrater coefficient value obtained for the five dimensions shows reliable result. In the first empirical test, the research was conducted on 240 respondents. In the second phase, the research was conducted on 300 respondents. Data analysis used SEM with software of lisrel 8.8, model of second order confirmatory analysis. The result of first empirical test validation indicates that there are two indicators with the value below the loading factor of 0.3. Meanwhile, the second phase of empirical test shows that all indicators have the value above the loading factor of 0.3. The result of reliability of first empirical construct test indicates $CR = 0.861$, and the second phase shows $CR = 0.934$. Most of the value of GOF show a good fit, thus the developed instrument of scientific thinking in senior high school students is valid, reliable, and usable.

Keywords

Instrument development, scientific thinking, construct validity, construct reliability, Confirmatory Factor Analysis

ABSTRAK

Tujuan dari pengembangan ini adalah mengembangkan instrumen *scientific thinking* pada siswa SMA yang valid dan reliabel. Secara operasional, penelitian ini adalah untuk menjabarkan (1) pengembangan instrumen *scientific thinking* siswa SMA, (2) mengkonstruksi instrumen *scientific thinking* siswa SMA yang valid dan reliabel. Penelitian ini dilakukan di 5 sekolah negeri di kota Cilegon. Secara konseptual, konstruk *scientific thinking* siswa SMA terdiri dari 5 dimensi, yakni: proses berpikir deduktif, proses berpikir induktif, proses berpikir analisis unsur, proses berpikir analisis hubungan, dan proses berpikir analisis struktur yang terorganisasikan. Berdasarkan hasil telaah pakar dan validasi panelis didapatkan nilai koefisien *interrater* untuk kelima dimensi adalah reliabel. Analisis data menggunakan SEM dengan software Lisrel 8.8 model *second order confirmatory analysis*. Pada hasil validasi uji empiris pertama terdapat 2 indikator dengan nilai *loading factor* di bawah 0,3 sedangkan pada uji empiris tahap kedua seluruh indikator memiliki nilai *loading factor* di atas 0,3. Hasil uji reliabilitas konstruk uji empiris tahap pertama, $CR=0,861$ dan pada tahap kedua nilai $CR = 0,934$. Pada ukuran GOF sebagian besar menunjukkan kecocokan yang baik (*good fit*), sehingga instrumen *scientific thinking* pada siswa SMA yang telah dikembangkan valid dan reliabel serta bisa digunakan sebagai alat ukur yang handal.

Alamat Korespondensi

-
e-mail:
ragil.wid@gmail.com

Kata Kunci

Pengembangan instrumen, berpikir ilmiah, validitas konstruk, reliabilitas konstruk, Confirmatory Factor Analysis

1. Pendahuluan

Manusia sebagai makhluk ciptaan Tuhan telah dibekali akal dan pikiran. Tanpa akal dan pikiran

kehidupan manusia tidak akan berkembang dan maju seperti sekarang ini. Pendidikan memiliki peranan penting dalam memajukan peradaban

umat manusia. Sejalan dengan perkembangan jaman, maka peran dan fungsi pendidik sebagai pembimbing, pengajar, dan pelatih harus makin diberdayakan sesuai dengan tuntutan globalisasi. Untuk itu kemampuan berpikir ilmiah, kreatif, dan kritis sangatlah diperlukan.

Sekarang ini di Indonesia sedang berjalan kurikulum 2013 yang merupakan penyempurnaan dari kurikulum tahun 2006 atau KTSP (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan). Menurut Nuh, hal ini dilakukan karena kurikulum pendidikan harus disesuaikan dengan tuntutan zaman. Salah satu perubahan yang diterapkan pada kurikulum 2013 ini adalah mengubah metode dari hafalan ke nalar. Sebagai pendidik harus mampu membangun dan mengembangkan kreativitas peserta didik melalui proses pembelajaran atau proses ilmiah dengan cara menyampaikan materi pembelajaran dengan menggunakan pendekatan Ilmiah (*scientific approach*). Proses pembelajaran dengan menggunakan *scientific approach* adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengkonstruksi pengetahuan, ketrampilan, dan lainnya melalui tahapan mengamati, menanya, menalar, mencoba, dan membentuk jejaring untuk semua mata pelajaran (Leksono, 2014).

Sebagai pendidik juga dituntut untuk dapat mengenali kemampuan awal yang dimiliki peserta didiknya, sehingga dapat menentukan metode atau model pembelajaran yang tepat sesuai dengan tema bahasan untuk digunakan di kelas. Kemampuan awal menunjukkan status pengetahuan dan keterampilan peserta didik sekarang untuk menuju ke status yang akan datang yang diinginkan pendidik agar tercapai oleh peserta didik. Dengan kemampuan ini dapat ditentukan dari mana pengajaran harus dimulai. (Mukhtar, 2003).

Dengan mengenali kemampuan awal *scientific thinking* peserta didik, diharapkan tidak terjadi permasalahan yang berkaitan dengan perkembangan perilaku kognitif peserta didik serta kondisi kelas diharapkan kondusif dan efektif. Hal ini senada dengan Makmun yang menguraikan bahwa untuk memahami dan mengurangi kemungkinan timbulnya permasalahan yang berkaitan dengan perkembangan perilaku kognitif dan bahasa, maka: (1) guru bidang studi dituntut pemahaman yang mendalam dan perlakuan

layanan pendidikan dan bimbingan yang bijaksana sehingga peserta didik remaja yang biasanya mengalami kesulitan dan kelemahan tertentu tidak menjurus pada situasi frustrasi yang dapat mencetuskan sikap-sikap yang negatif destruktif, baik terhadap bidang studinya ataupun gurunya; (2) Penggunaan strategi belajar mengajar yang tepat (*individualize* atau *small group based instruction*) untuk membantu peserta didik yang cepat (*the accelerated students*), dan yang lambat (*the slow learners*); dan (3) penjurusan atau pemilihan program studi seyogyanya memperhitungkan segala aspek selengkap mungkin yang menyangkut kemampuan dasar intelektual (IQ), bakat khusus (*aptitudes*), di samping aspirasi orang tua dan peserta didik yang bersangkutan (Makmun A S, 2005)

Mengatasi hal tersebut, agar dapat mengukur dan mengetahui kemampuan *scientific thinking* peserta didik di sekolah maka sangatlah diperlukan alat ukur untuk mengukur kemampuan *scientific thinking* peserta didik. Alat ukur yang disusun adalah alat ukur yang memenuhi standar dan berkualitas. Syarat yang harus dipenuhi adalah alat ukur atau instrumen tersebut haruslah valid dan reliabel. Instrumen yang valid akan menghasilkan besaran yang mencerminkan secara tepat fakta atau keadaan sesungguhnya dari apa yang diukur (Djaali dan Muljono P, 2008).

Instrumen adalah suatu alat yang memenuhi persyaratan akademis, sehingga dapat dipergunakan sebagai alat untuk mengukur suatu obyek ukur atau mengumpulkan data mengenai suatu variabel (Djaali dan Muljono P, 2008). Purwanto (2006) mengemukakan bahwa instrumen adalah alat ukur yang digunakan untuk mengumpulkan data (Purwanto, 2006). Sedangkan menurut Sugiyono, instrumen penelitian adalah alat yang digunakan mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati (Sugiyono, 2014). Bagong dan Karnaji (2008) memberikan definisi instrumen penelitian adalah perangkat untuk menggali data primer dari responden sebagai sumber data terpenting dalam sebuah penelitian *survey*. Instrumen penelitian berisi rangkaian pertanyaan mengenai suatu hal atau permasalahan yang menjadi tema pokok penelitian. Berdasarkan penjelasan para ahli di atas maka dengan demikian dapat disimpulkan bahwa instrumen adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data suatu

variabel yang disusun secara sistematis dan dapat digunakan untuk mengukur variabel tersebut.

Langkah dalam menyusun instrumen penelitian yaitu: (1) Mengidentifikasi variabel-variabel dalam rumusan judul. (2) Menjabarkan variabel tersebut menjadi sub variabel/dimensi. (3) Mencari indikator/aspek setiap sub variabel. (4) Menderetkan diskriptor dari setiap indikator. (5) Merumuskan setiap diskriptor menjadi butir-butir instrumen. (6) melengkapi instrumen dengan petunjuk pengisian dan kata (Riduwan, 2008).

Instrumen yang dikembangkan dan digunakan harus valid dan reliabel. Validitas pengukuran adalah kecocokan pengukuran dengan sasaran ukur yakni dengan apa yang mau diukur (Naga, 2012). Suatu instrumen pengukuran dikatakan memiliki validitas yang tinggi apabila alat tersebut menjalankan fungsi ukurnya, atau memberikan hasil ukur yang sesuai dengan maksud dilakukannya pengukuran tersebut (Syaodih, 2012). Proses validasi konstruk sebuah instrumen dilakukan melalui penelaahan atau justifikasi dari orang-orang yang menguasai substansi atau konten dari variabel yang hendak diukur (Matondang, 2009). Menurut Yusrizal (2008), tujuan pengujian validitas konstruk adalah untuk mendapatkan bukti tentang sejauh mana hasil pengukuran memeriksa konstruk variabel yang diukur.

Salah satu syarat agar hasil ukur suatu tes dapat dipercaya ialah tes tersebut harus mempunyai reliabilitas. Pengertian reliabilitas juga mengacu kepada keterpercayaan atau konsistensi hasil ukur, yang mengandung makna seberapa tinggi kecermatan pengukuran. (Azwar, 2013). Masih menurut azwar pada tahap telaah pakar (*rater*) untuk meminimalisir pengaruh subjektivitas pemberian skor tersebut, prosedur penilaian melalui *rating* dilakukan oleh lebih dari dua orang pemberi *rating* atau *rater*. Adapun untuk menghitung *interrater reliability* dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{RJK_b - RJK_e}{RJK_b}$$

dengan:

r = reliabilitas kesesuaian *interrater*.

RJK_b = rata-rata jumlah kuadrat baris.

RJK_e = rata-rata jumlah kuadrat *error* atau galat (Djaali dan Mujono, 2008).

Untuk mendapatkan besarnya reliabilitas konstruk, peneliti dapat menggunakan persamaan di bawah ini (Widhiarso, 2016)

$$\rho_{ii} = \frac{(\sum_{i=1}^k \lambda_i)^2}{(\sum_{i=1}^k \lambda_i)^2 + \sum_{i=1}^k (1 - \lambda_i^2)}$$

Keterangan: λ_i^2 = *factor loading* pada butir ke-i

Untuk menguji validitas konstruk, digunakan analisis faktor. Tujuan analisis faktor adalah menentukan apakah satu perangkat variabel dapat digambarkan berdasarkan jumlah dimensi atau faktor (Purwanto, 2006). Analisis faktor menurut Kerlinger, merupakan keiritan upaya ilmiah, yang mengurangi kelipatgandaan tes dan pengukuran sehingga menjadi lebih sederhana. Analisis faktor memberitahukan tes-tes dan ukuran-ukuran yang saling dapat serasi atau sama tujuannya, dan sejauh manakah kesamaan itu. Sehingga analisis faktor mengurangi banyaknya variabel yang harus ditangani peneliti. Analisis faktor juga membantu menemukan dan mengidentifikasi keutuhan-keutuhan atau sifat-sifat fundamental yang melandasi tes dan pengukuran (Kerlinger, 2006).

Pada saat menguji validitas konstruk dapat menggunakan Pemodelan Persamaan Struktural (*Structural Equation Modeling*) yang biasa disingkat dengan SEM. SEM merupakan salah satu analisis multivariat yang dapat menganalisis hubungan antar variabel secara lebih kompleks. Dengan menggunakan teknik ini, maka memungkinkan peneliti untuk menguji hubungan di antara variabel laten dengan variabel manifes dalam persamaan pengukuran, hubungan antara variabel laten yang satu dengan variabel laten yang lain dalam persamaan struktural, serta memaparkan kesalahan pengukuran. Variabel laten adalah variabel yang tidak dapat diamati dan diukur secara langsung, sehingga memerlukan indikator untuk mengukurnya. Sedangkan variabel manifes adalah variabel yang berfungsi sebagai indikator bagi variabel laten. Variabel manifes disebut juga sebagai variabel teramati atau variabel terukur (Sarjono dan Julianita, 2015). Salah satu kegiatan di dalam SEM adalah analisis pengujian validitas konstruk dan reliabilitas indikator yang dilakukan pada analisis model pengukuran dengan pendekatan yang digunakan adalah Analisis Faktor Konfirmatori atau *Confirmatory Factor Analysis* (Sugiyono, 2007).

Sebuah konstruk mempunyai reliabilitas yang baik jika memiliki nilai *Construct Reliability* (CR) > 0,7 dan memiliki nilai *Variance Extract* (VE) \geq 0,5. Rumus *Construct Reliability* (CR) dan *Variance Extract* (VE) adalah sebagai berikut: (Sarjono dan Julianita, 2015).

Pada penelitian ini dikembangkan sebuah instrumen berpikir ilmiah atau *scientific thinking* pada siswa SMA. Berpikir merupakan kegiatan mental yang menghasilkan pengetahuan (Suriasumantri, 2007). Sujana (2008) mengatakan bahwa pemikiran ilmiah sebenarnya memakai pola berpikir induktif-deduktif secara bolak balik dan terus menerus tanpa ada henti-hentinya. Kuhn mendefinisikan berpikir ilmiah adalah pencarian pengetahuan. Dengan definisi ini maka mengandung konsekuensi bahwa berpikir ilmiah adalah sesuatu yang orang lakukan, bukan sesuatu yang mereka miliki. Ketika kondisi memungkinkan, proses berpikir ilmiah dapat menyebabkan pemahaman ilmiah sebagai produk. Kuhn juga mengatakan bahwa pencarian pengetahuan adalah sebagai koordinasi yang disengaja antara teori dan bukti. Koordinasi dari teori dan bukti yang terkandung di dalam pemikiran ilmiah dapat menghasilkan salah satu dari dua kategori, yaitu: keselarasan atau perbedaan. Tahapan-tahapan berpikir ilmiah menurut Kuhn, yaitu: (1) *Inquiry* (menanya), (2) *Analysis* (menganalisis), (3) *Inference* (menyimpulkan), dan (4) *Argument* (memberikan penjelasan) (Kuhn, 2010).

Pemahaman mengenai konsep berpikir ilmiah yang dituliskan oleh Susanne Koeber, *et al*, menyatakan bahwa berpikir ilmiah didefinisikan sebagai pencarian pengetahuan yang disengaja, meliputi kemampuan untuk menghasilkan, tes, dan mengevaluasi hipotesis, teori-teori, dan data, untuk merefleksikan proses ini (Koerber, 2015). Lebih lanjut menurut Rahayu, proses berpikir ilmiah merupakan suatu proses berpikir yang menghasilkan suatu pengetahuan, diiringi dengan mencari kebenaran secara logis dan analitis. Berpikir ilmiah merupakan suatu pola pikir manusia untuk mengembangkan ilmu pengetahuan. Komponen yang diperlukan dalam mengembangkan pola pikir manusia di antaranya fakta yang akan dijadikan sebagai obyek berpikir, indera untuk menyerap fakta yang dipikirkan, otak sebagai penerjemah setiap fakta yang didapatkan,

dan informasi sebelumnya yang digunakan untuk memahami fakta yang sedang dihadapi (Rahayu, 2013). Dari penjelasan tersebut, dapat juga dikatakan bahwa pencarian kebenaran secara logis dan analisis merupakan bagian dari konsep penalaran. Sedangkan komponen yang digunakan di dalamnya adalah pola pikir, otak, dan indera sebagai penerjemah fakta, maka hal ini merupakan pola gabungan deduktif dan induktif.

Berpikir ilmiah menurut Dunbar *et al*, seperti yang dikutip oleh Ruiz *et al*, mengatakan bahwa berpikir ilmiah dapat digambarkan secara umum sebagai serangkaian proses kognitif dan keterampilan yang digunakan untuk memecahkan masalah ilmiah alam, yang juga dapat dianggap sebagai sebagai proses kognitif bahwa seorang peneliti menggunakannya ketika sedang melakukan studi atau aktivitas ilmiah lain yang serupa. Lebih lanjut Ruiz mengatakan bahwa di antara fungsi kognitif ini, terdapat juga deduktif dan induktif, analisis dan sintesis, pemecahan masalah, penalaran kausal atau penalaran silogisme, konfrontasi dan implikasi, serta kefasihan dan fleksibilitas ide atau sesuatu yang baru dan asli, yang langsung berhubungan dengan kreativitas (Ruiz, *et. al.*, 2014).

Sedangkan Dunbar dan Fugelsang mengungkapkan bahwa berpikir ilmiah merupakan proses mental yang digunakan ketika menalar isi suatu ilmu (contoh, gaya dalam fisika), terlibat di dalam kegiatan ilmiah (contoh, merancang percobaan), atau jenis penalaran khusus yang sering digunakan di dalam ilmu pengetahuan alam (contoh, menyimpulkan bahwa ada planet di luar Pluto). Berpikir ilmiah melibatkan banyak tujuan umum operasi kognitif yang digunakan manusia di dalam domain *nonscientific* seperti induksi, deduksi, analogi (membandingkan dua hal yang mempunyai sifat yang sama), *problem solving* (pemecahan masalah), dan penalaran sebab akibat (Dunbar dan Fugelsang, 2005).

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa berpikir ilmiah minimal terdiri dari tiga variabel utama, yaitu: (1) berpikir deduktif, (2) berpikir induktif, dan (3) berpikir analisis. Sujana mengungkapkan bahwa deduktif adalah suatu proses berpikir dari hal-hal yang umum menuju hal-hal yang khusus (Sujana, 2008). Sedangkan menurut Kertayasa, penalaran deduktif juga disebut silogisme, yang terdiri dari

tiga bagian, yaitu: (1) pernyataan umum (*general statement*), (2) contoh khusus (*particular sample*), dan (3) simpulan (*conclusion*) (Kertayasa, 2011).

Silogisme kategoris menurut Rapar adalah silogisme yang proposisi pertama atau mayornya merupakan proposisi kategoris yang memiliki empat unsur, yaitu: (1) pembilang (*quantifier*), (2) subyek, (3) kopula atau kata yang menghubungkan subyek dan predikat, dan (4) predikat (Rapar, 1996). Sedangkan silogisme hipotesis adalah silogisme yang memiliki pernyataan kondisional pada premisnya. Terdapat tiga jenis silogisme hipotetis, yaitu: silogisme kondisional, silogisme disjungtif, dan silogisme konjungtif (Ramelan, 2008).

Thagart dalam Dunbar dan Fugelsang mengemukakan bahwa salah satu kunci penggunaan proses penalaran induksi adalah generalisasi (Dunbar dan Fugelsang, 2005). Senada dengan Thagart, Ranjabar juga mengungkapkan bahwa induksi adalah suatu bentuk penalaran dari partikular (kenyataan pengetahuan yang lebih kongkret dan khusus) ke universal (pengetahuan yang lebih umum) yang pada hakikatnya merupakan proses generalisasi (Ranjabar, 2014). Berpikir induktif menurut Amin dan Baharuddin, bertitik tolak dari hal khusus yang lebih terikat dengan dunia empiris yang ada pada umumnya disusun atas fakta/data, untuk selanjutnya ditarik kesimpulan yang bersifat umum (Amin dan Baharuddin, 2001). Lebih lanjut Miller mendefinisikan induktif sebagai perbandingan kausal. Miller juga berargumen bahwa setiap deskripsi yang memadai penalaran induktif harus memungkinkan untuk pengaruh keyakinan kausal atau sebab akibat (Sloman dan Lagnado, 2005). Pada kesempatan yang lain, Keraf dalam Umami et al., mengatakan bahwa kausal menyatakan hubungan sebab ke akibat yang mula-mula bertolak dari suatu peristiwa yang dianggap sebagai sebab yang diketahui, kemudian bergerak menuju pada suatu kesimpulan sebagai efek atau akibat terdekat (Umami, et. al., 2012).

Menganalisis adalah kemampuan memisahkan materi (informasi) ke dalam bagian-bagiannya dan mengamati sistem bagian-bagiannya; mampu melihat (mengenal) komponen-komponen itu berhubungan dan terorganisasikan, membedakan fakta dari khayalan. Di dalam analisis tersebut termasuk juga kemampuan menyelesaikan soal-

soal yang tidak rutin, menemukan hubungan, membuktikan dan mengomentari bukti, dan merumuskan serta menunjukkan benarnya suatu generalisasi (Ruseffendi, 2006).

Menurut Bloom analisis menekankan pemecahan materi menjadi bagian-bagian penyusunnya dan deteksi hubungan antar bagian-bagian itu dengan cara tertentu. Aspek analisis dibagi menjadi tiga kategori, yaitu: (1) analisis bagian (unsur), (2) analisis hubungan (relasi), dan (3) analisis struktur yang terorganisasikan (Bloom, 1956). Hal senada juga diungkapkan oleh Nitko, bahwa di dalam operasi analisis ini, siswa memberikan sebuah keseluruhan menjadi elemen-elemen komponen. Secara umum, perbedaan bagian atau keseluruhan hubungan dan bagian-bagian dari hubungan sebab atau efek yang menjadi ciri pengetahuan dalam domain subjek merupakan komponen penting dari tugas-tugas yang kompleks. Komponen dapat menjadi ciri khas tersendiri dari objek atau ide, atau tindakan dasar suatu prosedur atau peristiwa (Nitko, 2001).

Berdasarkan hasil kajian beberapa teori dan uraian pembahasan tentang *scientific thinking* siswa, maka didapatkan definisi konseptual, yaitu: *scientific thinking* adalah merupakan kegiatan akal dalam pencarian pengetahuan yang disengaja yang melibatkan proses berpikir deduktif dan induktif secara bolak-balik dan terus menerus serta melibatkan proses berpikir analisis yang terdiri dari analisis bagian (unsur), analisis hubungan (relasi), dan analisis struktur yang terorganisasikan. Sedangkan definisi operasional *scientific thinking* pada siswa adalah ukuran *scientific thinking* siswa yang berupa sekumpulan skor yang diperoleh melalui instrumen pengukur *scientific thinking*, yang meliputi lima proses berpikir yang terdiri dari proses berpikir deduktif, proses berpikir induktif, proses berpikir analisis yang terdiri dari analisis bagian (unsur), analisis hubungan (relasi), dan analisis struktur yang terorganisasikan. Berdasarkan definisi konseptual dan operasional tersebut, instrumen *scientific thinking* siswa SMA memiliki 5 dimensi dan 16 indikator.

Tujuan umum dalam penelitian ini adalah mengembangkan instrumen *scientific thinking* pada siswa SMA yang valid dan reliabel. Secara operasional, penelitian ini adalah untuk (1)

Menjabarkan pengembangan instrumen *scientific thinking* siswa SMA. (2) Mengkonstruksi instrumen *scientific thinking* siswa SMA yang valid. (3) Mengkonstruksi instrumen *scientific thinking* siswa SMA yang reliabel.

2. Metode Penelitian

Instrumen *scientific thinking* siswa SMA dikembangkan melalui 12 tahapan, yaitu: (1) Perumusan konstruk *scientific thinking* berdasarkan sintesis dari kajian teori. (2) Pengembangan definisi konseptual dan operasional dari variabel *scientific thinking*. (3) Penyusunan kisi-kisi instrumen yang terdiri dari dimensi, indikator, nomor butir, dan jumlah butir untuk setiap indikator. (4) Penyusunan butir-butir pertanyaan yang berasal dari indikator *scientific thinking*. (5) Validasi teoritik yang melibatkan 3 orang doktor dan 20 panelis. (6) Revisi hasil telaah pakar dan panelis sehingga diperoleh kisi-kisi dan instrumen. (7) Validasi empirik pertama melalui uji coba lapangan pada siswa SMA sebanyak 320 siswa SMA Negeri 2 Kota Cilegon, SMA Negeri 4 Kota Cilegon, dan SMA Negeri 5 Kota Cilegon. Validitas empirik ini bertujuan untuk menyeleksi butir yang layak digunakan. (8) Revisi perbaikan atau perakitan kembali instrumen dengan menggunakan butir-butir soal yang valid dari hasil uji coba lapangan pertama. (9) Validasi empirik kedua melalui ujicoba lapangan kedua pada siswa SMA Negeri 1 Kota Cilegon, SMA Negeri 3 Kota Cilegon, dan SMA Negeri 5 Kota Cilegon dengan jumlah responden sebanyak 300 responden. (10) Revisi instrumen atau perakitan kembali butir-butir yang valid sesuai dengan dimensi dan indikator dari hasil analisis faktor. (11) Dari hasil ujicoba lapangan kedua ini diperoleh instrumen final (baku) untuk mengukur *scientific thinking* pada siswa SMA yang valid dan reliabel. (12) Menetapkan panduan penggunaan instrumen pengukur *scientific thinking* pada siswa SMA serta interpretasi sekor.

Dalam pengembangan instrumen pada penelitian ini dilakukan dua macam pengujian pada validitas konstruk, yaitu: validitas teoritik melalui uji pakar dan validitas empirik melalui ujicoba lapangan. Instrumen yang telah disusun kemudian diajukan kepada pakar untuk dilakukan validasi teoritik secara kualitatif dengan melakukan revidi

terhadap setiap butir di dalam instrumen untuk mendapatkan penilaian (*judgement*) apakah butir soal layak digunakan, diperbaiki, atau tidak layak digunakan.

Validasi teoritik juga dilakukan melalui uji panel menggunakan validitas Aiken yang menggunakan rentang pilihan 1 sampai 5 yang menunjukkan rentang pilihan dari yang paling tidak cocok sampai paling cocok. Rumus indeks validitas Aiken dinyatakan sebagai berikut:

$$V = \frac{\sum n_i |i - r|}{N(t - 1)}$$

$i = (r+1)$ sampai $(r+t-1)$, $N = \sum n_i$

dengan V adalah indeks validitas Aiken, r adalah nilai lantai dan t adalah nilai pagu pada pilihan validitas. Rentang V yang diperoleh adalah antara 0 sampai dengan 1 (Azwar, 2013). Data hasil uji coba empiris tahap pertama dan kedua dianalisis dengan menggunakan analisis faktor dengan metode SEM yang menggunakan *software* LISREL 8.8. Pada penelitian pengembangan instrumen ini pengambilan sampel dilakukan secara *purposive*.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Salah satu tahapan dalam pengembangan instrumen *scientific thinking* pada siswa SMA adalah melakukan uji teoritik atau telaah pakar melalui para pakar dan panel (*expert judgement*). Telaah pakar yang dilakukan pada tahap teoritik dimaksudkan untuk mengetahui validitas konstruk yang meliputi: (a) kesesuaian indikator-indikator dengan dimensi dari konstruk *scientific thinking* pada siswa SMA, dan (b) kesesuaian butir-butir pernyataan dengan indikator yang membangun dimensi dari konstruk *scientific thinking* pada siswa SMA. Hasil validasi pakar dilakukan secara kualitatif dan menunjukkan bahwa beberapa butir pertanyaan mendapatkan revisi perbaikan.

Pada uji teoritik melalui panelis, didapatkan hasil yang dianalisis menggunakan rumus validitas Aiken bahwa seluruh butir memiliki nilai positif. Hal ini menandakan bahwa seluruh butir valid. Reliabilitas dihitung menggunakan persamaan Hoyt yang menunjukkan bahwa seluruh indikator dalam instrumen *scientific thinking* siswa SMA reliabel. Oleh karena itu instrumen ini dapat digunakan pada tahap selanjutnya, yaitu: uji empiris pertama.

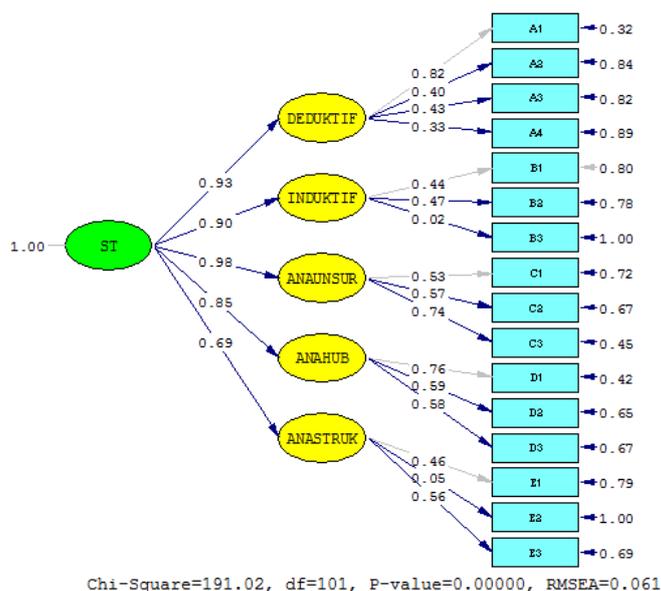
Pada tahap uji empiris pertama, data uji coba dianalisis menggunakan *second order confirmatory factor* dengan *software* Lisrel 8.8. Hasil output dapat dilihat pada Tabel I.

Berdasarkan Tabel I. dapat dilihat bahwa terdapat 1 (satu) ukuran GOF yang menunjukkan hasil kecocokan yang kurang baik, yaitu: *Chi-Square*, 3 (tiga) ukuran GOF yang menunjukkan

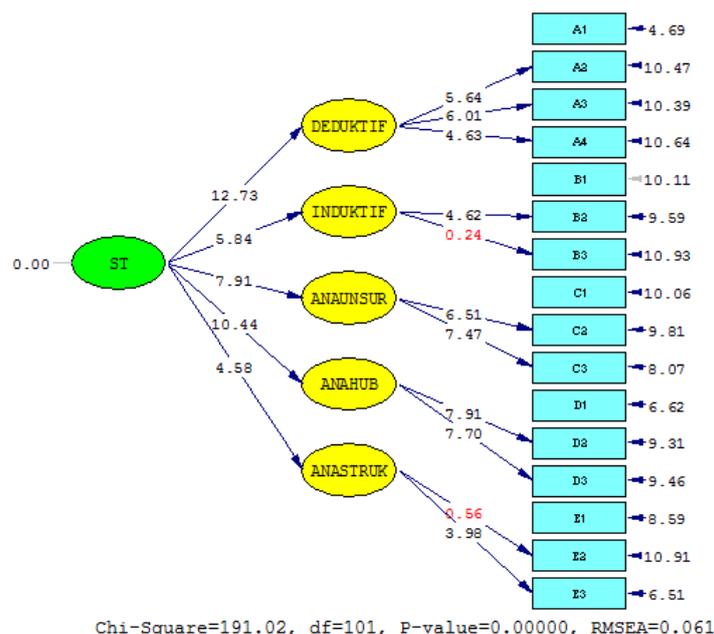
hasil kecocokan mendekati baik (*marginal fit*), yaitu: AGFI, NFI, dan RFI serta terdapat 10 (sepuluh) ukuran GOF yang menunjukkan kecocokan yang baik (*good fit*). Hal tersebut menandakan bahwa sebagian besar ukuran GOF menunjukkan kecocokan yang baik sehingga dapat disimpulkan bahwa kecocokan keseluruhan model adalah baik (*model fit*).

Tabel I. Kriteria Ukuran Derajat Kecocokan (*Goodness of Fit*) pada Uji Coba Empiris Tahap Pertama

Ukuran <i>Goodness of Fit</i>	Nilai	Keterangan
<i>A. Absolute Fit Measures</i>		
1. Chi Square	191,02	Kurang Fit
2. GFI	0,91	$\geq 0,9 \rightarrow$ Good Fit
3. RMSEA	0,061	$0,05 < RSMEA \leq 0,08 \rightarrow$ Good Fit
4. RMR	0,038	$\leq 0,05 \rightarrow$ Good Fit
<i>B. Incremental Fit Measures</i>		
1. AGFI	0,88	$0,80 \leq AGFI < 0,90 \rightarrow$ Marginal Fit
2. NFI	0,88	$0,80 \leq NFI < 0,90 \rightarrow$ Marginal Fit
3. TLI/NNFI	0,92	$\geq 0,90 \rightarrow$ Good Fit
4. CFI	0,94	$\geq 0,90 \rightarrow$ Good Fit
5. IFI	0,94	$\geq 0,90 \rightarrow$ Good Fit
6. RFI	0,86	$0,80 \leq RFI < 0,90 \rightarrow$ Marginal Fit
<i>C. Parsimonious Fit Measures</i>		
1. AIC	261,02	$< 272,00$ (Saturated) dan $< 1646,36$ (Independence Model) \rightarrow Good Fit
2. CAIC	417,85	$< 881,37$ (Saturated) dan $< 1718,05$ (Independence Model) \rightarrow Good Fit
3. ECVI	1,09	$< 1,14$ (Saturated) dan $< 6,89$ (Independence Model) \rightarrow Good Fit
4. PGFI	0,68	$\geq 0,60 \rightarrow$ Good Fit



Gambar I. Nilai Loading Factor pada Standardized Solution



Gambar 2. Nilai t value Masing-Masing Indikator untuk Tiap-Tiap Dimensi

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dibuat suatu kesimpulan hasil analisis faktor dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 yang dilakukan terhadap 16 indikator tersebut menghasilkan muatan faktor atau *loading factor* (λ) sebagian besar lebih besar dari 0,3. Hal ini dapat dikatakan bahwa indikator penyusunan masing-masing dimensinya belum menjelaskan konstruk latennya dengan baik. Indikator yang memiliki muatan faktor atau *loading factor* (λ) kurang dari 0,3 adalah indikator B3 dan E2. Hal ini memberikan makna bahwa kedua indikator tersebut memiliki hubungan yang tidak signifikan terhadap konstruk *scientific thinking* siswa SMA, oleh karena itu kedua indikator ini tidak akan diikutkan kembali pada uji empiris tahap kedua.

Dari Tabel 2 diketahui bahwa terdapat 2 (dua) nilai *t* muatan faktor yang kurang dari 1,96, yaitu: indikator B3 dan E2. Hal ini memberikan makna bahwa indikator memberikan informasi belum signifikan terhadap variabel latennya. Pada uji reliabilitas konstruk atau *construct reliability* (CR) dan *variance extracted* (VE), menghasilkan nilai CR = 0,861 dan VE = 0,320. Nilai CR > 0,7 menunjukkan bahwa nilai CR sudah memenuhi kriteria sedangkan nilai VE < 0,5 yang memiliki arti bahwa nilai VE belum memenuhi kriteria. Hal ini berarti bahwa model pengukuran untuk mengukur *scientific thinking* pada siswa SMA pada

validasi empirik tahap pertama dapat dipercaya namun belum memiliki konsistensi yang baik. Akan tetapi tetap melakukan validasi empirik tahap kedua dengan jumlah indikator yang berbeda dengan uji empiris tahap pertama, yaitu: 14 indikator dan 42 butir.

Pada uji coba empiris tahap kedua, hasil analisis menggunakan *second order confirmatory factor* dengan *software* Lisrel 8.8. Hasil *output* dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa terdapat 3 (tiga) ukuran GOF yang menunjukkan hasil kecocokan yang kurang baik, yaitu: *Chi-Square*, RMSEA, dan AGFI3, (tiga) ukuran GOF yang menunjukkan hasil kecocokan mendekati baik (*marginal fit*), yaitu: GFI, AIC, dan ECVI, serta terdapat 8 (delapan) ukuran GOF yang menunjukkan kecocokan yang baik (*good fit*). Hal tersebut menandakan bahwa walaupun terdapat beberapa ukuran GOF yang menunjukkan kecocokan kurang baik, namun sebagian besar ukuran GOF menunjukkan kecocokan yang baik sehingga dapat disimpulkan bahwa kecocokan keseluruhan model adalah baik (*model fit*).

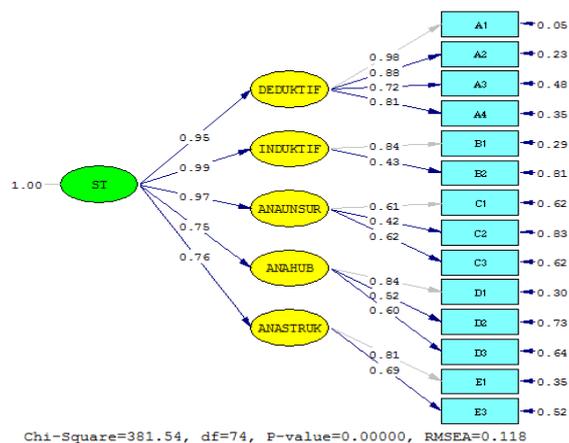
Sementara tampilan diagram hasil analisis faktor menggunakan Lisrel 8.8 ditampilkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Dari Gambar 3 dan Gambar 4 dapat dibuat suatu kesimpulan hasil analisis faktor dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2. Analisis Faktor Konstruk *Scientific Thinking* dengan *Second Order CFA* pada Uji Coba Empiris Tahap Pertama

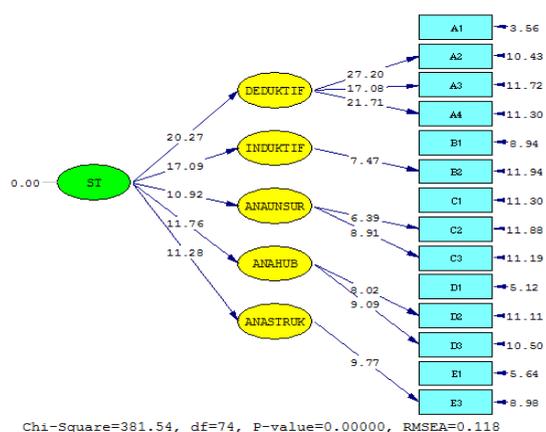
Dimensi	Indikator	Loading Faktor	t-hitung	Keterangan
Proses Berpikir Deduktif	A1	0,82		Valid
	A2	0,40	5,64	Valid
	A3	0,43	6,01	Valid
	A4	0,33	4,63	Valid
Proses Berpikir Induktif	B1	0,44		Valid
	B2	0,47	4,62	Valid
	B3	0,02	0,24	Tidak Valid
Proses Berpikir Analisis Unsur	C1	0,53		Valid
	C2	0,57	6,51	Valid
	C3	0,74	7,47	Valid
Proses Berpikir Analisis Hubungan	D1	0,76		Valid
	D2	0,59	7,91	Valid
	D3	0,58	7,70	Valid
Proses Berpikir Analisis Struktur	E1	0,46		Valid
	E2	0,05	0,56	Tidak Valid
	E3	0,56	3,98	Valid

Tabel 3. Kriteria Ukuran Derajat Kecocokan (*Goodness of Fit*) pada Uji Coba Empiris Tahap Kedua

Ukuran <i>Goodness of Fit</i>	Nilai	Keterangan
<i>A. Absolute Fit Measures</i>		
1. Chi Square	381,54	Kurang Fit
2. GFI	0,85	$0,80 \leq GFI < 0,90 \rightarrow$ Marginal Fit
3. RMSEA	0,118	$\leq 0,05 \rightarrow$ Kurang Fit
4. RMR	0,038	$\leq 0,05 \rightarrow$ Good Fit
<i>B. Incremental Fit Measures</i>		
1. AGFI	0,78	$\leq 0,80 \rightarrow$ Kurang Fit
2. NFI	0,92	$\geq 0,90 \rightarrow$ Good Fit
3. TLI/NNFI	0,92	$\geq 0,90 \rightarrow$ Good Fit
4. CFI	0,94	$\geq 0,90 \rightarrow$ Good Fit
5. IFI	0,94	$\geq 0,90 \rightarrow$ Good Fit
6. RFI	0,90	$\geq 0,90 \rightarrow$ Good Fit
<i>C. Parsimonious Fit Measures</i>		
1. AIC	443,54	> 210 (Saturated) dan $< 4890,15$ (Independence Model) \rightarrow Marginal Fit
2. CAIC	589,36	$< 703,90$ (Saturated) dan < 4956 (Independence Model) \rightarrow Good Fit
3. ECVI	1,48	$> 0,70$ (Saturated) dan $< 16,36$ (Independence Model) \rightarrow Marginal Fit
4. PGFI	0,60	$\geq 0,60 \rightarrow$ Good Fit



Gambar 3. Nilai Loading Factor pada Standarized Solution Uji Coba Empirik Tahap Kedua



Gambar 4. Nilai t value Masing-Masing Indikator untuk Tiap-Tiap Dimensi pada Uji Coba Empirik Tahap Kedua

Tabel 4. Analisis Faktor Konstruk Scientific Thinking dengan Second Order CFA pada Uji Coba Empiris Tahap Pertama

Dimensi	Indikator	Loading Faktor	t-hitung	Keterangan
Proses Berpikir Deduktif	A1	0,98		Valid
	A2	0,88	27,2	Valid
	A3	0,72	17,08	Valid
	A4	0,81	21,71	Valid
Proses Berpikir Induktif	B1	0,84		Valid
	B2	0,43	7,47	Valid
Proses Berpikir Analisis Unsur	C1	0,54		Valid
	C2	0,57	6,39	Valid
	C3	0,73	8,91	Valid
Proses Berpikir Analisis Hubungan	D1	0,7		Valid
	D2	0,55	8,02	Valid
	D3	0,51	9,09	Valid
Proses Berpikir Analisis Struktur	E1	0,34		Valid
	E2	0,42	9,77	Valid
	E3	0,42	9,77	Valid

Berdasarkan Tabel 4 di atas dapat diketahui bahwa seluruh indikator signifikan karena memiliki nilai muatan faktor atau *loading factor* (λ) $> 0,3$. Selanjutnya uji validitas dengan memperhatikan *loading factor* juga relevan dengan uji *t* yang menunjukkan $t_{hitung} > t_{kritis}$. Nilai t_{kritis} pada taraf signifikansi 95% adalah 1,96. Dari tabel di atas semua nilai t_{hitung} pada masing-masing indikator lebih dari 1,96 sehingga seluruh indikator signifikan.

Setelah dilakukan uji validitas konstruk, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji reliabilitas konstruk atau *construct reliability* (CR) dan *variance extracted* (VE). Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa besar nilai CR = 0,934 dan VE = 0,514. Nilai CR $> 0,7$ menunjukkan bahwa nilai CR sudah memenuhi kriteria demikian juga dengan nilai VE $> 0,5$ yang memiliki arti bahwa nilai VE memenuhi kriteria. Nilai koefisien reliabilitas konstruk ini dikategorikan tinggi, sehingga dapat dikatakan model yang diperoleh ini reliabel.

Karena sebagian besar model *fit*, keseluruhan nilai *loading factor* masing-masing indikator pada setiap dimensi lebih dari 0,30; semua nilai $t_{hitung} > 1,96$, dan nilai reliabilitas konstruk yang tinggi maka dapat dikatakan bahwa model ini sudah baik dan tidak memerlukan adanya perbaikan/modifikasi.

4. Kesimpulan

Telah dilakukan penelitian Pengembangan Instrumen *Scientific Thinking* pada Siswa SMA. Pengembangan instrumen *scientific thinking* diawali dengan merumuskan konstruk *scientific thinking* yang merupakan hasil sintesis dari teori-teori *scientific thinking* dari berbagai sumber yang berasal dari para ahli dan orang-orang yang berkompeten.

Setelah merumuskan konstruk *scientific thinking*, kemudian mengembangkan definisi konseptual *scientific thinking*, yaitu: merupakan kegiatan akal dalam pencarian pengetahuan yang disengaja yang melibatkan proses berpikir deduktif dan induktif secara bolak-balik dan terus menerus serta melibatkan proses berpikir analisis yang terdiri dari analisis bagian (unsur), analisis hubungan (relasi), dan analisis struktur yang terorganisasikan. Dari definisi konseptual yang didapatkan maka

kemudian ditentukan definisi operasional *scientific thinking*, yaitu: ukuran *scientific thinking* siswa yang berupa sekumpulan skor yang diperoleh melalui instrumen pengukur *scientific thinking*, yang meliputi lima proses berpikir yang terdiri dari proses berpikir deduktif, proses berpikir induktif, proses berpikir analisis yang terdiri dari analisis bagian (unsur), analisis hubungan (relasi) dan analisis struktur yang terorganisasikan).

Langkah selanjutnya adalah menyusun kisi-kisi instrumen serta menyusun butir pertanyaan yang sesuai dengan kisi-kisi instrumen *Scientific Thinking* pada Siswa SMA dan telah didapatkan 63 butir pertanyaan yang dikembangkan dari 5 dimensi dan 16 indikator. Perangkat instrumen yang telah disusun kemudian dilakukan validasi konstruk/teoretik oleh tiga orang pakar dan 20 panelis. Dari hasil validasi konstruk ini didapatkan 48 butir pertanyaan yang akan digunakan untuk uji coba empiris tahap pertama.

Instrumen kemudian diujicobakan kepada 240 responden (uji coba empiris pertama) dan hasilnya dianalisis menggunakan metode SEM, model *Second Order Confirmatory Factor Analysis* (*Second Order CFA*). Dari hasil analisis terdapat dua indikator yang tidak valid, yaitu: indikator B2 dan E3 sehingga harus direduksi dan kemudian dilakukan perakitan kembali butir pertanyaan sesuai dengan kisi-kisi. Setelah dilakukan reduksi maka diperoleh instrumen dengan jumlah dimensi sebanyak 5 dimensi, 14 indikator dan 42 butir pertanyaan. Hasil analisis *goodness of fit* pada instrumen ini telah memenuhi kriteria yang dipersyaratkan sehingga model dikatakan cocok. Pada ujicoba empiris tahap I ini didapatkan nilai CR = 0,861 dan nilai VE = 0,320.

Langkah selanjutnya adalah kembali mengujicobakan instrumen yang telah dirakit tersebut dengan jumlah dimensi sebanyak 5 dimensi, 14 indikator, dan 42 butir pertanyaan kepada 300 responden yang berbeda. Hasil uji coba empiris tahap kedua ini kembali dianalisis menggunakan metode SEM, dengan *software* Lisrel 8.8 model pengukuran *Second Order Confirmatory Factor Analysis* (*Second Order CFA*) didapatkan hasil *goodness of fit* yang memenuhi kriteria yang dipersyaratkan sehingga model dikatakan cocok. Hasil analisa pada penelitian ini didapatkan seluruh butir valid dan instrumen memiliki reliabilitas yang baik, yaitu: CR = 0,934 dan VE = 0,514, sehingga

dapat dikatakan bahwa instrumen *scientific thinking* siswa SMA ini valid dan reliabel.

Hasil dari uji coba kecocokan model dengan menggunakan model *Second Order Confirmatory Factor Analysis (Second Order CFA)* maka model akhir yang didapat sudah cocok (*fit*) untuk mengukur *scientific thinking* siswa SMA yang dilihat dari nilai *goodness of fit* yang memenuhi kriteria yang dipersyaratkan. Berdasarkan indeks *goodness of fit* yang mengidentifikasi *model fit* adalah: RMR, NFI, TLI/NNFI, CFI, IFI, RFI, CAIC, PGFI. Instrumen ini juga reliabel dengan nilai *Construct Reliability (CR)*>0,70, yaitu: sebesar 0,934 dan *Variance Extract (VE)*>0,5, yaitu: sebesar 0,514. Instrumen *scientific thinking* siswa SMA ini sudah valid dan reliabel dan dapat digunakan.

5. Daftar Pustaka

- Azwar. (2013). *Reliabilitas dan Validitas*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Baharuddin dan Amin, Muhamad. (2001). Pengaruh Pendekatan Berpikir Deduktif dan Induktif Serta Pemahaman Konsep-Konsep Pengantar Elektro Teknik Terhadap Hasil Belajar Mata Kuliah Pengantar Elektro Teknik. *Jurnal Penelitian UNIMED*, 7(2).
- Bloom, Benjamin S. et al. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. Canada: David McKay Company, Inc.
- Djaali dan Muljono, Pudji. (2008). *Pegukuran dalam Bidang Pendidikan*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Dunbar, Kevin dan Fugelsang, Jonathan. (2005). *Scientific Thinking and Reasoning, The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. New York: Cambridge University Press.
- Kerlinger, Fred N. (2006). *Asas-Asas Penelitian Behavioral*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kertayasa, Nyoman, I. (2011). Logika, Riset, dan Kebenaran. *Widyatech Jurnal Sains dan Teknologi*, 10(3).
- Koerber, Susanne et al. (2015). The Development of Scientific Thinking in Elementary School: A Comprehensive Inventory. *Jurnal Child Development*, 86(1), February.
- Kuhn, Deanna. (2010). *What is Scientific Thinking and How Does it Develop?* Handbook of Childhood Cognitive Development (Blackwell) second edition. New York: Terachers College Columbia University.
- Matondang, Zulkifli. (2009). Validitas dan Reliabilitas suatu Instrumen Penelitian. *Jurnal Tabularasa PPS UNIMED*, 6(1).
- Mukhtar. (2003). *Desain Pembelajaran Pendidikan Agama Islam*. Jakarta: CV Misaka Galiza.
- Naga, Dali Santun. (2012). *Teori Sekor pada Pengukuran Mental*. Jakarta: PT Nagarani Citrayasa.
- Nitko, J, Anthony.(2001). *Educational Assesment of Students*. New Jersey: Prentice Hall.
- Purwanto. (2006). *Instrumen Penelitian Sosial dan Pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rahayu, Praptining et.al. (2013). Pembelajaran Analisis Artikel Ilmiah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Ilmiah. *Prosiding Seminar Nasional X Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajarannya Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta*, Volume II.
- Ranjabar, Jacobus. (2014). *Dasar-Dasar Logika Sebuah Langkah Awal untuk Masuk ke Berbagai Disiplin Ilmu dan Pengetahuan*. Bandung: Alfabeta.
- Rapar, Jan Hendrik. (1996). *Pengantar Logika: Asas-Asas Penalaran Sistematis*. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Riduwan. (2008). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.

- Ruiz, Maria Jose et al. (2014). Intelligence and Scientific-Creative Thinking: Their Convergences in the Explanation of Studets' Academic Performance. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 12(2).
- Ruseffendi. (2006). *Pengantar Kepada Membantu Guru mengembangkan Kompetensi dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: PT. Tarsito Bandung.
- Sarjono, Haryadi dan Julianita, Winda. (2015). *Structural Equation Modeling (SEM) Sebuah Pengantar, Aplikasi untuk Penelitian Bisnis*. Jakarta: Salemba Empat.
- Sloman, Steven A. dan Lagnado, David A. (2005). *The problem of Induction, The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. New York: Cambridge University Press.
- Sujana, Nyoman N. (2008). *Metode Penelitian Sosial: Berbagai Pendekatan Alternatif*. Jakarta: Kencana.
- Sugiyono. (2007). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kombinasi*. Bandung: Alfabeta.
- Suriasumantri, S, Jujun. (2007). *Filsafat Ilmu Sebuah Pengantar Populer*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Umami, Faridatul. et al., (2012). Analisis Karangan Argumentasi Siswa Kelas XI SMKN 12 Malang Tahun Pelajaran 2011/2012. *Journal Online Vokal*, 1(1).
- Yusrizal. (2008). Pengujian Validitas Konstruk dengan Menggunakan Analisis Faktor. *Jurnal Tabularasa PPS UNIMED*, 5(1).