



Pengembangan dan Validitas Instrumen Tes Diagnostik Kemampuan Matematika pada Materi Listrik Magnet

¹Hari Anggit Cahyo Wibowo*, ¹Faiz Hasyim, ¹Ahmad Iqbal Majid,
¹Firman Ma'ruf

¹Program Studi Pendidikan Fisika STKIP Al Hikmah Surabaya

*anggitpm2013@gmail.com

Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan instrumen tes diagnostik matematika yang valid dan reliabel untuk mengukur kemampuan matematika calon guru fisika. Hal ini penting karena untuk memahami konsep fisika, mahasiswa memerlukan kemampuan matematika sebagai bahasa dalam menterjemahkan permasalahan fisika. Instrumen tes diagnostik ini dikembangkan menggunakan metode pengembangan *four-D*. Ada empat langkah penelitian ini: (1) *define*, (2) *design*, (3) *develop*, dan (4) *disseminate*. Proses validasi instrumen ada dua yaitu validasi ahli (ahli matematika, ahli fisika, dan ahli evaluasi) dan validasi empiris. Tiga validator ahli merekomendasikan ada 68% soal tes yang valid tanpa revisi, dan 32% harus direvisi. Berdasarkan hasil validasi empiris, sebesar 70% instrumen tes diagnostik matematika valid dan reliabel yang ditunjukkan dengan nilai alpha sebesar 0,729.

Kata kunci: pengembangan, validitas, instrumen tes diagnostik, kemampuan matematika, listrik magnet

1. Pendahuluan

Sebagai ilmu sains dasar (*fundamentals science*) fisika dipelajari baik di tingkat sekolah menengah maupun perguruan tinggi. Fisika merupakan dasar berkembangnya teknologi canggih seperti processor, material sensor dengan akurasi hingga level nano, teknologi digital dan lain sebagainya. Bagi peserta didik pembelajaran Fisika merupakan salah satu wahana untuk menumbuhkan kemampuan berpikir [1]. Fisika juga dapat melatih keterampilan berpikir, kreatifitas, psikomotor dan, bagaimana memilih dan mengambil keputusan di masa depan [2]. Penguasaan terhadap konsep-konsep Fisika dengan baik sangat diperlukan bagi generasi muda yang ingin mengembangkan teknologi canggih di masa depan.

Untuk memahami konsep-konsep dalam ilmu Fisika diperlukan pemahaman yang baik pada konsep Matematika. Konsep matematika banyak digunakan sebagai alat untuk menurunkan persamaan, menghitung, termasuk pula untuk memahami konsep-konsep Fisika [3], [4], [5]. Sebagai contoh untuk memahami konsep kecepatan sesaat maka diperlukan pemahaman yang baik mengenai konsep limit dan turunan. Bagi mahasiswa yang sedang belajar Fisika sangat dibutuhkan kemampuan matematika yang cukup untuk memahami konsep-konsep Fisika tersebut. Penelitian lain mengatakan bahwa kemampuan Matematika memiliki pengaruh terhadap prestasi belajar Fisika [6] dan kemampuan menyelesaikan soal-soal Fisika [7]. Pada proses pembelajaran Fisika kesulitan memahami representasi matematis menempati persentase tertinggi kesulitan belajar Fisika dengan nilai 38 % [8].

Pada era saat ini tidak jarang ditemui adanya lintas program studi lanjutan. Sebagai contoh siswa SMA, MA, SMK tidak sedikit yang melanjutkan pendidikan pada jenjang perguruan tinggi dengan memilih program Pendidikan Fisika. Sebagian besar dari mahasiswa Pendidikan Fisika kelak di masa depan akan berprofesi sebagai seorang pendidik (guru atau dosen). Sebagai pendidik Fisika maka penguasaan konsep Fisika yang baik mutlak diperlukan. Hal ini karena mereka tidak belajar Fisika untuk diri mereka sendiri melainkan untuk orang lain yaitu anak didik mereka kelak. Latar belakang pendidikan yang tidak seragam tersebut tentu berpengaruh terhadap perbedaan tingkat pengetahuan awal baik dalam konsep Fisika maupun Matematika.

Penanggulangan dari adanya latar belakang yang berbeda tersebut (terhadap tingkat pengetahuan awal, baik dalam konsep fisika maupun matematika), maka diperlukan instrumen diagnostik untuk mengukur tingkat kesiapan kemampuan matematika yang digunakan untuk memahami fisika. Tes diagnostik merupakan suatu bentuk tes yang berupaya untuk menemukan kelemahan yang dialami seseorang melalui pengujian untuk mendapatkan suatu keputusan yang seksama atas gejala-gejala tentang suatu hal [9]. Untuk memperoleh instrumen tes diagnostik yang baik ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi diantaranya: adanya tujuan, adanya kisi-kisi, rumusan butir soal, telaah soal dan revisi, uji coba soal, analisis dan interpretasi, perumusan soal, implementasi [10].

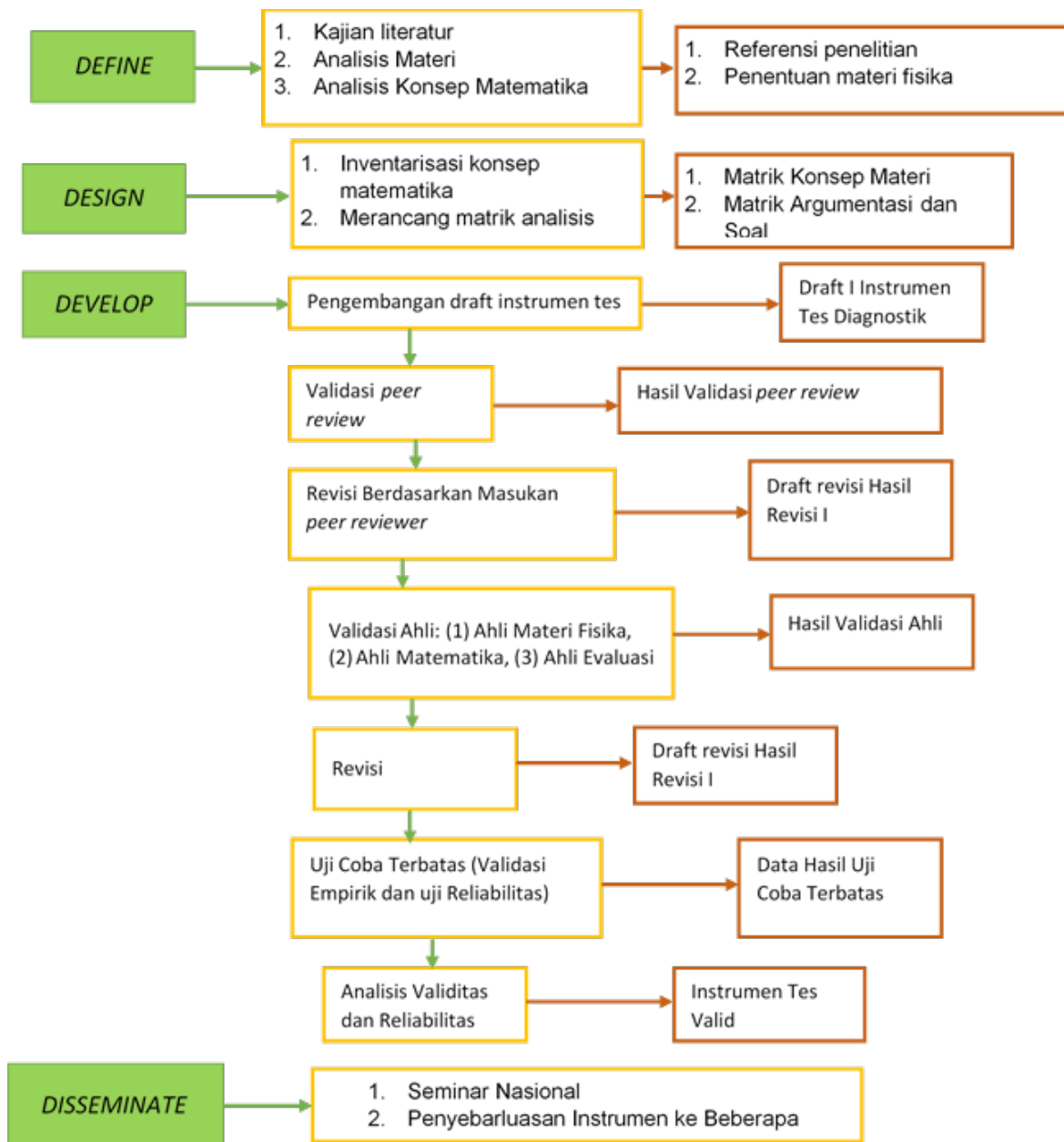
Sehingga berdasarkan uraian tersebut perlu disusun instrumen tes diagnostik yang valid untuk mengetahui bekal kemampuan matematika untuk memahami konsep-konsep Fisika. Adanya instrumen tersebut diharapkan dapat mendeteksi lebih dini pemahaman mahasiswa baru khususnya Pendidikan Fisika terkait perbedaan bekal dan perbedaan kemampuan matematika yang didapat sewaktu sekolah menengah. Dengan demikian

pembelajaran Fisika untuk mahasiswa Pendidikan Fisika dapat dilakukan lebih efektif dan efisien.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode *research and development* (penelitian dan pengembangan). Model pengembangan yang dipilih dalam penelitian ini adalah *four-D* (*Define, Design, Develop, Disseminate*) [11]. Metode pengembangan ini dipilih karena tahap-tahap pelaksanaan dalam *four-D* dibagi secara detail dan sistematis, sehingga proses pengembangan instrumen dapat berjalan efektif dan efisien serta mendapatkan kualitas yang baik.

Bagan Alur Penelitian dengan model pengembangan *four-D*.



Tahap *define* diawali dengan adanya kajian literatur yang berkaitan dengan penelitian pengembangan, instrumen diagnostik, kesulitan belajar, kemampuan matematika untuk memahami fisika dan literatur lain yang relevan. Setelah didapatkan cukup referensi kegiatan berikutnya yaitu, analisis materi fisika dan analisis konsep matematika pada materi yang relevan. Pada penelitian ini dipilih materi listrik magnet (topik Hukum Coulomb, Medan Listrik, dan Hukum Gauss) karena karakteristik dari materi ini sangat membutuhkan pemahaman konsep matematika.

Pada tahap *design* dilakukan inventarisasi konsep matematika pada topik yang dipilih yaitu Hukum Coulomb, Medan Listrik, dan Hukum Gauss. Berdasarkan hasil inventarisasi konsep matematika pada materi tersebut kemudian dibuat matrik konsep

matematika-topik fisika dan matrik argumentasi-soal. Matrik konsep matematika-materi fisika menggambarkan keterkaitan antara konsep matematika dan penggunaannya dalam materi fisika. Matrik ini kemudian menghasilkan argumentasi penggunaan matematika dalam fisika. Matrik argumentasi-soal sebenarnya merupakan kelanjutan dari matrik konsep matematika-topik fisika, akan tetapi untuk memudahkan analisis dibuatlah matrik terpisah yang mengaitkan antara argumentasi dengan butir soal diagnostik yang dikembangkan.

Tahap berikutnya adalah develop yaitu proses penyusunan instrumen tes berdasarkan matrik konsep matematika-topik fisika dan matrik argumentasi-soal. Instrumen tes yang telah dikembangkan kemudian divalidasi. Validasi pertama dilakukan kepada ahli evaluasi, ahli matematik, dan ahli materi fisika. Validasi ini kemudian disebut sebagai validasi ahli. Validasi berikutnya adalah validasi empiris, yaitu dengan melakukan ujicoba terbatas instrumen yang telah divalidasi ahli. Subjek yang dipilih pada penelitian pengembangan ini adalah mahasiswa program studi Pendidikan Fisika yang sudah mendapatkan matakuliah matematika dasar. Mahasiswa tersebut merupakan mahasiswa calon pendidik Fisika, sehingga mereka dituntut untuk menguasai materi Fisika dengan baik. Proses ujicoba terbatas melibatkan 14 orang mahasiswa pendidikan fisika STKIP Al Hikmah Surabaya. Hasil validasi empiris dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS, untuk mengetahui validitas dan reliabilitas instrumen soal. Pada akhir setiap validasi, baik validasi ahli maupun validasi empiris dilakukan analisis dan revisi untuk memperbaiki kualitas instrumen tes diagnostik tersebut.

Tahap terakhir merupakan tahap *disseminate* yaitu instrumen yang sudah valid disebarluaskan untuk digunakan. Pada tahap ini direncanakan akan disebarluaskan di beberapa perguruan tinggi lain.

3. Hasil dan diskusi

Hasil dari tahap *define* diantaranya adalah referensi yang mendukung pentingnya penguasaan konsep matematika untuk memahami fisika sebagaimana disebutkan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Selain itu telah ditentukan pula bahwa materi fisika yang akan dianalisis adalah listrik magnet dengan pembahasan khusus pada topik Hukum Coulomb, Medan Listrik, dan Hukum Gauss. Topik tersebut dipilih karena penggunaan konsep matematik sangat diperlukan untuk menerjemahkan fenomena fisis. Karakteristik dari topik tersebut adalah penggunaan konsep matematika yang tidak banyak, akan tetapi sangat mendalam. Berdasarkan itu, diyakini bahwa penguasaan konsep matematika pada topik tersebut sangat mempengaruhi tingkat kepamahan. Hasil

inventarisasi konsep matematika pada topik tersebut diantaranya: penjumlahan vektor secara grafik dan aljabar, vektor satuan, trigonometri dalam segitiga, elemen differensial, panjang, luas dan volume dengan metode integral, integral tertentu, perkalian dot vektor, luas bangun ruang silinder dan bola.

Pada tahap *design* dirancang matrik yang menghubungkan antara topik fisika dan konsep matematika yang diperlukan. Item matrik tersebut ditambahkan satu kolom berisi argumentasi penggunaan konsep matematika dalam fisika. Tabel 1. berikut ini merupakan contoh Matrik Topik Fisika-Konsep Matematika pada contoh topik Gaya Coulomb antar dua muatan titik. Pada kolom argumentasi dijelaskan penggunaan detail konsep matematika penjumlahan vektor untuk menentukan resultan gaya listrik yang ditimbulkan dua muatan titik. Sebagaimana telah diketahui sebelumnya bahwa Gaya merupakan besaran vektor, yaitu besaran yang selain memiliki nilai juga mempunyai arah. Sehingga apabila ingin diketahui resultan dari gaya tersebut dapat dilakukan penjumlahan secara vektor. Berikutnya untuk mengetahui arah dari vektor resultan gaya tersebut maka diperlukan konsep vektor satuan sebagaimana di matrik berikut.

Tabel 1. Matrik Topik Fisika-Konsep Matematika.

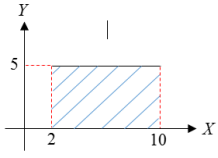
Topik Fisika	Konsep Matematika	Argumentasi
Gaya Coulomb antara dua muatan titik.	Penjumlahan vektor secara grafik dan aljabar	Penjumlahan vektor dipergunakan untuk menentukan resultan gaya listrik yang ditimbulkan dua muatan titik.
	Vektor Satuan	Konsep vektor satuan digunakan untuk menentukan arah dari resultan gaya listrik yang ditimbulkan oleh dua muatan titik.

$$\hat{r}_{21} = \frac{\vec{r}_{21}}{|\vec{r}_{21}|}, \quad \vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_{21}|^2} \hat{r}_{21}$$

Berdasarkan matrik pada Tabel 1. dikembangkan menjadi matrik argumentasi-soal tes diagnostik. Berikut ini merupakan contoh pengembangan matrik argumentasi-soal tes diagnostik yang dikembangkan:

Tabel 2. Matrik argumentasi-soal tes diagnostik.

Konsep Fisika	Argumentasi	Soal Tes Diagnostik
Medan listrik oleh muatan	Pengantar Integral (luas	Tentukan luas daerah yang

kontinu	bangun datar dengan metode integral). Topik ini dipergunakan sebagai dasar pemahaman elemen medan listrik yang muncul dari elemen muatan.	diarsir dengan metode integral. <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>
---------	---	--

Pada Tabel 2. dijelaskan bahwa untuk memahami konsep medan listrik yang ditimbulkan oleh muatan kontinu diperlukan pemahaman yang baik mengenai elemen medan listrik yang ditimbulkan oleh elemen muatan. Penjumlahan dari elemen-elemen muatan tersebut dapat diselesaikan dengan integral (konsep matematika). Untuk menguji pemahaman mengenai integral luas, dikembangkan suatu soal tes menentukan luas daerah dengan metode integral.

Berdasarkan matrik yang dikembangkan dibuatlah instrumen yang terdiri dari 20 item soal matematika yang telah valid dengan argumentasinya sebagai bekal untuk memahami fisika. Pada instrumen ini topik fisika yang dipilih adalah Hukum Coulomb, Medan Listrik, dan Hukum Gauss. Berdasarkan klasifikasi konsep matematika yang diperlukan adalah vektor, trigonometri, kalkulus diferensial, kalkulus integral, bangun ruang.

Validasi yang dilakukan meliputi validasi ahli yaitu validasi yang dilakukan oleh ahli matematika, ahli materi fisika, dan ahli evaluasi. Tabel 3 merupakan hasil dari penilaian butir soal oleh masing-masing validator pada validasi ahli. Dengan memperhatikan aspek perbaikan pada argumentasi pada ahli matematika dan ahli fisika, terdukungnya pemahaman konsep baik matematika maupun fisika serta perbaikan bahasa pada ahli.

Tabel 3 Hasil Validasi Ahli

	Penilaian butir soal (Persentase)	
	Valid tanpa revisi	Valid dengan revisi
Ahli Evaluasi	80%	20%
Ahli Matematika	70%	30%
Ahli Konsep Fisika	55%	45%

Rata-rata	68%	32%
------------------	------------	------------

Hasil validasi ahli menunjukkan nilai sebesar 68 % valid tanpa revisi, dan 32 % valid dengan revisi. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penilaian dari para validator ahli, secara keseluruhan butir soal dapat dinyatakan valid dengan beberapa aspek yang perlu diperbaiki.

Setelah melakukan revisi berdasarkan validasi ahli, berikutnya dilakukan uji coba terbatas kepada 14 orang mahasiswa pendidikan fisika. Uji coba terbatas ini dilakukan untuk melihat validitas empiris dan reliabilitas dari instrumen yang telah dikembangkan. Analisis validasi empiris dilakukan dengan aplikasi SPSS menggunakan korelasi *Bivariate Pearson* (Produk Momen Pearson), dengan jumlah $N = 14$, maka $DF = N-2$ dengan taraf signifikan 0,05 menurut r tabel adalah 0,5324. Sehingga nilai r hitung yang melebihi r tabel berarti butir soal dikatakan valid.

Tabel 4 Hasil Validasi Empiris

Item soal	r hitung	r tabel	Hasil Validasi
1	0,602	0,5324	Valid
2	0,564	0,5324	Valid
3	0,273	0,5324	Tidak Valid
4	0,298	0,5324	Tidak Valid
5	0,746	0,5324	Valid
6	0,735	0,5324	Valid
7	0,144	0,5324	Tidak Valid
8	0,534	0,5324	Valid
9	0,654	0,5324	Valid
10	0,102	0,5324	Tidak Valid
11	0,549	0,5324	Valid
12	0,386	0,5324	Tidak Valid
13	-0,059	0,5324	Tidak Valid
14	0,564	0,5324	Valid
15	0,608	0,5324	Valid
16	0,778	0,5324	Valid
17	0,832	0,5324	Valid
18	0,662	0,5324	Valid
19	0,753	0,5324	Valid
20	0,611	0,5324	Valid

Berdasarkan tabel 4 maka dari 20 butir soal yang dikembangkan terdapat 14 soal valid dan 6 soal tidak valid. Atau dalam prosentase dapat dikatakan bahwa 70% butir soal yang dikembangkan adalah valid secara empiris.

Berdasarkan analisis dengan menggunakan SPSS pula reliabilitas instrumen tes diagnostik ditentukan dengan membandingkan nilai alpha. Nilai alpha yang didapatkan adalah 0,729. Nilai tersebut termasuk dalam kategori bahwa instrumen yang dikembangkan memiliki reliabilitas yang baik.

Simpulan

Instrumen tes diagnostik kemampuan matematika untuk mahasiswa pendidikan fisika pada penelitian ini dapat dikatakan valid berdasarkan hasil penilaian validator (validasi ahli) dan hasil analisis validitas empiris. Berdasarkan ujicoba terbatas juga didapatkan bahwa instrumen tes ini reliabel. Jumlah butir soal yang dikembangkan adalah 20 soal dan yang dinyatakan valid sebanyak 14 soal. Instrumen ini tepat digunakan pada mahasiswa pendidikan fisika yang akan menempuh matakuliah yang berkaitan dengan materi Hukum Coulomb, Medan Listrik, dan Hukum Gauss.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRPM) Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas dukungan dana berupa hibah penelitian.

Referensi

- [1] F. S. Arista, M. Nasir, and Azhar, "Analisis Kesulitan Belajar Fisika Siswa Sekolah Menengah Atas Negeri Se-Kota Pekanbaru," *J. Repos. UNRI*, pp. 1–12, 2013.
- [2] Z. Hazari, G. Sonnert, P. M. Sadler, and M.-C. Shanahan, "Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study," *J. Res. Sci. Teach.*, 2010.
- [3] L. Bollen, P. Van Kampen, C. Baily, M. Kelly, and M. De Cock, "Student difficulties regarding symbolic and graphical representations of vector fields," *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, vol. 13, no. 2, pp. 1–17, 2017.
- [4] D. Hu and N. S. Rebello, "Using conceptual blending to describe how students use mathematical integrals in physics," *Phys. Rev. Spec. Top. - Phys. Educ. Res.*, 2013.
- [5] C. T. Kereh, Liliyasi, P. C. Tijang, and J. Sabandar, "Validitas dan reliabilitas instrumen tes matematika dasar yang berkaitan dengan pendahuluan fisika inti,"

J. Inov. dan pembelajaran Fis., 2015.

- [6] Rahmah, "Hubungan Antara Kemampuan Matematika dan Motivasi Belajar dengan Prestasi Belajar Fisika Siswa Kelas X SMA Negeri 4 Malang," Universitas Negeri Malang, 2007.
- [7] Wanhar, "Hubungan Antara Pemahaman Konsep Matematika Dengan Kemampuan Meyelesaikan Soal-Soal Fisika," *Baruga*, vol. 1, no. 3, pp. 30–35, 2008.
- [8] P. Yogantari, "Identifikasi Kesulitan Siswa dalam Pembelajaran Fisika," *Pros. Semin. Nas. Fis. dan Pembelajarannya*, pp. 7–11, 2015.
- [9] N. Nursalam, "DIAGNOSTIK KESULITAN BELAJAR MATEMATIKA: Studi pada Siswa SD/MI di Kota Makassar," *Lentera Pendidik.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–15, 2016.
- [10] M. H. Wijaya, S. Suratno, and A. HP, "Pengembangan tes diagnostik mata pelajaran IPA SMP," *J. Penelit. dan Eval. Pendidik.*, vol. 17, no. 1, pp. 19–36, 2013.
- [11] S. Thiagarajan, D. S. Semmel, and M. I. Semmel, *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*, no. Mc. 1974.