

## **DIENES' MULTIPLE EMBODIMENTS AND THE SEQUENCE OF INSTRUCTION (SAJIAN MATERI DAN URUTAN INSTRUKSI DARI TEORI DIENES)**

**Samsul Irpan<sup>1</sup>**

**Abstrak:** Untuk memahami suatu konsep matematika yang bersifat abstrak tidaklah mudah sehingga perlu diajarkan dari hal-hal yang konkrit menuju ke konsep yang abstrak tersebut. Suatu konsep lebih mendalam dipahami bila didasarkan pada pengalaman belajar siswa itu sendiri. Dienes membagi konsep matematika dalam tiga tipe, yaitu: (1) konsep matematika murni (*pure mathematical concept*), (2) notasi konsep (*notational concept*), dan (3) konsep terapan (*applied concept*). Dalam rangka belajar matematika (belajar untuk mengklasifikasi struktur dan mengidentifikasi hubungan antar setruktur tersebut) maka siswa harus belajar untuk: (a). *Analyze* (meneliti), (b). *Abstract* (abstraksi), (c). *Generalize* (menggeneralisasi) dan (d). Menggunakan pembelajaran sebelumnya. Dalam proses pentraslasian konsep matematika pada anak juga akan berhasil jika memperhatikan prinsip-prinsip tertentu dalam pembelajaran. Dalam bukunya *Building up Mathematics*, Dienes mendasarkan metodenya atas 4 prinsip belajar, yaitu: (1). Prinsip dinamis (*Dynamic Principl*), (2). Prinsip konstruktivitas (*Construvtivity Principle*), (3). Prinsip variabelitas matematika (*Mathematical Variability Principle*), dan (4). Prinsip variabelitas persepsi prinsip representasi (*Perceptual Variability Principle or Multiple Embodiment Principle*).

**Kata kunci:** *Sajian belajar; Teori Dienes*

---

### **A. DIENES DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA**

Zoltan P.Dienes adalah seorang matematikawan, ahli psikologi, dan pendidik yang memusatkan perhatian untuk menyelesaikan suatu

---

<sup>1</sup> IAIN Mataram, Mataram, Indonesia

permasalahan dan menyusun instruksi yang bermakna bagi guru matematika, dimana instruksi tersebut mempertimbangkan antara struktur matematika dan kemampuan kognitif siswa. Dienes memusatkan pekerjaannya untuk merancang bahan yang digunakan untuk mengajar matematika dan melakukan percobaan guna memperjelas pemerolehan aspek-aspek matematika. Gambaran yang jelas pada teori Piaget dan pendekatan proses seperti pada teori Bruner menjadi dasar teori Dienes pada suatu proyek percobaan matematika di Universitas Havard.

Dienes mengemukakan bahwa hal penting yang dekat dengan temuan penelitiannya adalah adanya aspek psikologi dalam instruksi matematika. Kegiatan Dienes adalah menghasilkan suatu rancangan untuk mengkombinasikan aspek-aspek psikologis dan prinsip-prinsip matematika ke dalam suatu struktur yang digunakan sebagai dasar pembelajaran.

Kunci dari pendekatan teori Dienes dalam instruksi matematika adalah penggunaan benda-benda kongkrit dalam bentuk permainan, dan permainan tersebut harus dilakukan secara hati-hati dalam susunan atau urutan pembelajaran (Resnick dan Ford, 1981: 116). Dienes yakin bahwa tidak ada atau bahkan belum ada pendidik yang menggunakan benda-benda kongkrit, atau mempunyai beberapa bahan alat yang dapat ditunjukkan sebagai pengalaman belajar supaya pembelajaran lebih bermakna dibanding dengan yang lainnya. Dienes digunakan sebagai suatu contoh, sebab dia telah menulis secara luas dan menyeluruh mengenai prinsip-prinsip yang mendasari penggunaan benda-benda kongkrit dalam pembelajaran. Prinsip kerja dari teori Dienes adalah teori Bruner, karena keduanya memiliki kesamaan pada urutan instruksi dan representasi benda-benda kongkrit serta ingin membuat matematika menjadi lebih menarik dan mudah untuk difahami.

## **B. KONSEP MATEMATIKA**

Dienes melihat bahwa belajar matematika itu belajar dari struktur-struktur, kemudian mengklasifikasikan struktur-struktur, menghubungkan antar struktur, dan menggolongkan hubungan yang ada dari masing-masing struktur (Bell,1978). Dienes percaya bahwa tiap-tiap konsep matematika dapat dipelajari dengan baik hanya jika pada pembelajaran

awal (pertama) disajikan melalui bermacam-macam benda kongkrit, dan representasi secara nyata.

Dienes (Bell, 1978:124) membagi konsep matematika dalam tiga tipe, yaitu: (1) konsep matematika murni (*pure mathematical concept*), (2) notasi konsep (*notational concept*), dan (3) konsep terapan (*applied concept*).

- (1) Konsep Matematika Murni (*Pure Mathematical Concept*), berhubungan dengan pengklasifikasian bilangan dan hubungan diantara bilangan tersebut. sebagai contoh: enam, 8, XII, 1110 (basis dua), dan (basis sepuluh). Semua contoh tersebut merupakan konsep dari bilangan genap, meskipun tiap-tiap bilangan genap itu sendiri memiliki cara representasi yang berbeda-beda dari tiap-tiap bagiannya.
- (2) *Notational Concept*, berhubungan bagaimana cara merepresentasikan bilangan. Misalnya, dalam basis sepuluh, 275 berarti 2 ratusan, ditambah 7 puluhan, ditambah 5 satuan. Hal ini merupakan cara untuk merepresentasikan bilangan berdasarkan sistem 10.
- (3) Konsep Aplikasi (*Applied Concept*), merupakan aplikasi dari konsep murni dan konsep simbol untuk menyelesaikan masalah dalam matematika maupun pada hal yang lain yang masih berhubungan. Konsep aplikasi boleh diajarkan kepada siswa setelah mereka belajar konsep prasyarat, yaitu konsep murni dan konsep notasi. Konsep murni harus diajarkan terlebih dahulu sebelum anak belajar mengenai konsep notasi, jika tidak maka siswa akan hanya mengingat rumus untuk memanipulasi simbol tanpa mengetahui dasar dari konsep matematika yang sebenarnya (murni).

Contoh **kesalahan siswa** dalam memanipulasi simbol adalah:

1. jika  $3x + 2 = 4$  maka berakibat  $x + 2 = 4 - 3$
2.  $\frac{x+2}{2} = x$
3.  $a^2 \cdot a^3 = a^6$
4.  $\sqrt{x^2 + 5} = x + \sqrt{5}$

Contoh di atas sebenarnya siswa ingin menerapkan konsep murni dan konsep simbol, tetapi mereka belum mengerti secara jelas mengenai konsep murni dan konsep simbol itu sendiri.

Menurut Dienes, membelajarkan konsep matematika merupakan suatu kreativitas yang tidak dapat dilakukan hanya sekedar memberikan stimulus dan respon sebagaimana tahap-tahap pembelajaran pada teori dari Gagne. Dienes percaya bahwa seluruh abstraksi tergantung pada intuisi dan percobaan-percobaan nyata. Sistem yang digunakan pada pembelajaran ditekankan pada penelitian matematika, manipulasi benda-benda, dan permainan matematika.

Dienes (Bell,1978:125) mengatakan bahwa dalam rangka belajar matematika (belajar untuk mengklasifikasi struktur dan mengidentifikasi hubungan antar setruktur tersebut) maka siswa harus belajar untuk:

a. *Analyze* (meneliti)

Meneliti struktur-struktur matematika dan hubungan-hubungan yang mungkin dari setiap struktur tersebut;

b. *Abstract* (abstraksi)

Mengabstraksikan dari berbagai struktur yang ada dan mengklasifikasikan kesamaan dari masing-masing struktur tersebut;

c. *Generalize* (menggeneralisasi)

Setiap struktur dipelajari dengan menggunakan berbagai macam bentuk yang berlainan tapi masih dalam lingkup struktur yang sama, hingga ditemukan definisi dan pemahaman yang jelas dari struktur yang dipelajari; dan

d. Menggunakan pembelajaran sebelumnya

Yaitu proses abstraksi untuk mengkonstruksi hal yang lebih rumit atau lebih tinggi tingkatannya.

Agar berpikir matematik itu efektif, abstraksi dan generalisasi itu harus menjadi perhatian utama. Abstraksi dan generalisasi itu merupakan bagian berpikir matematik yang bermanfaat karena keduanya menyebabkan matematika dapat diaplikasikan ke situasi nyata, baik yang belum diketahui maupun yang tidak terduga.

### **Tahap-tahap dalam Pembelajaran Konsep Matematika**

Dienes yakin bahwa sejak lahir anak-anak mempunyai dasar atau naluri konstruktivis di banding dengan analisis. Dienes yakin bahwa matematika yang disajikan dalam bentuk yang kongkrit akan dapat dipahami dengan baik. Makin banyak bentuk-bentuk yang berlainan yang diberikan dalam konsep-konsep tertentu, maka akan semakin jelas konsep

yang dipahami anak, karena anak-anak akan memperoleh hal-hal yang bersifat logis dan matematis dalam konsep matematika yang dipelajari.

Bukti bahwa anak mempunyai dasar konstruktivis adalah ketika anak diberikan berbagai gambaran mengenai pengalaman yang telah mereka alami dalam kehidupan sehari-hari, mereka akan menceritakan dan mengelompokkan pengalaman apa saja yang memang benar-benar mereka alami. Pengalaman tersebut akan semakin bertambah sesuai banyaknya eksplorasi yang dialami anak. Mengingat matematika itu sesuatu yang abstrak dan tentunya pola-pola yang ada dalam matematika tidak begitu jelas dengan kehidupan sehari-hari anak, maka Dienes berusaha untuk menciptakan bahan-bahan pembelajaran yang berupa struktur instruksi dalam pembelajaran yang bertujuan membawa anak untuk melakukan eksperimen dalam mempelajari konsep matematika. Jadi intinya proses pentransferan atau pentranslasi materi atau konsep matematika kepada anak melalui permainan dengan memanipulasi benda-benda nyata yang dekat dengan anak.

Sesuai penelitian yang telah dilakukan Dienes bersama Bruner dan Bartlett (Dienes, 1970;53) dikemukakan bahwa pentraslasi konsep matematika pada anak akan berhasil jika memperhatikan enam tahap pembelajaran yang juga sesuai dengan tahap perkembangan intelektual yang dikembangkan oleh Piaget, yaitu:

1. Permainan bebas (*Free Play*)

Permainan bebas adalah tahap belajar konsep yang terdiri dari aktivitas yang tidak terstruktur dan tidak diarahkan yang memungkinkan peserta didik mengadakan eksperimen dan memanipulasi benda-benda kengkrit dan abstrak dari unsur-unsur konsep yang dipelajari itu. Tahap ini merupakan tahap yang paling penting sebab pengalaman pertama, peserta didik berhadapan dengan konsep baru melalui interaksi dengan lingkungannya yang mengandung representasi kongkrit dari konsep yang diajarkan.

2. Permainan yang menggunakan aturan (*Games*)

Tahap ini merupakan tahap belajar konsep setelah di dalam periode tertentu permainan bebas terlaksana. Dalam tahap ini siswa mulai meneliti pola-pola dan keteraturan yang terdapat di dalam konsep itu. Siswa memperhatikan aturan-aturan tertentu yang terdapat dalam konsep (peristiwa yang mereka hadapi).

### 3. Permainan kesamaan sifat (*Searching for Communalities*)

Tahap ini berlangsung setelah memainkan permainan yang disertai aturan (tahap ke dua). Pada tahap ke dua, mungkin para siswa belum menemukan struktur yang menunjukkan sifat-sifat kesamaan yang terdapat di dalam permainan yang dimainkan itu. Dalam hal demikian ini, para siswa perlu dibantu untuk dapat melihat kesamaan struktur dengan mentranslasikan dari suatu permainan ke bentuk permainan yang lain.

### 4. Permainan dengan representasi (*Representation*)

Dalam tahap ini siswa mencari kesamaan sifat dari situasi yang serupa. Setelah siswa mendapatkan kesamaan sifat dari situasi-situasi tersebut, siswa memerlukan gambaran dari konsep tersebut. Tentu saja gambaran konsep itu biasanya lebih abstrak dari pada situasi yang disajikan. Cara ini mengarahkan peserta didik kepada pengertian struktur pengertian matematika yang abstrak yang terdapat di dalam konsep tersebut.

### 5. Permainan dengan simbolisasi (*Symbolization*)

Permainan dengan menggunakan symbol ini merupakan tahap belajar konsep di mana peserta didik perlu merumuskan representasi dari setiap konsep dengan menggunakan symbol matematika atau dengan perumusan verbal yang sesuai.

### 6. Permainan dengan formalisasi (*Formalization*)

Permainan ini merupakan tahap belajar yang terakhir. Setelah peserta didik mempelajari suatu konsep dan struktur matematika yang saling berhubungan, peserta didik harus mengurut sifat-sifat itu untuk dapat merumuskan sifat-sifat yang baru.

## Prinsip-prinsip dalam Pembelajaran Matematika

Dienes (Orton, 1992:150) menyatakan bahwa proses pentraslasian konsep matematika pada anak juga akan berhasil jika memperhatikan prinsip-prinsip tertentu dalam pembelajaran. Dalam bukunya *Building up Mathematics*, Dienes mendasarkan metodenya atas 4 prinsip belajar, yaitu:

1. **Prinsip dinamis (*Dynamic Principl*)**, berarti proses pemahaman konsep berjalan dari pengalaman ke penetapan klasifikasi.

2. **Prinsip konstruktivitas (*Constructivity Principle*)**, berarti konstruksi harus mengambil bagian sebelumnya agar analisis dapat berfungsi secara efektif.
3. **Prinsip variabelitas matematika (*Mathematical Variability Principle*)**, berarti bahwa setiap konsep matematika menyertakan variable-variabel yang esensial yang perlu dibuat bermacam-macam bila generalisasi dari konsep-konsep matematika itu telah tercapai. Aplikasi dari prinsip ini menjamin generalisasi secara efektif. Dengan kata lain, siswa diharapkan mempunyai kemampuan untuk membuat suatu generalisasi. Artinya dengan masalah yang bermacam-macam maka banyak konsep yang masuk, karena dengan situasi yang berbeda maka ide matematikanya juga akan berkembang.
4. **Prinsip variabelitas persepsi prinsip representasi (*Perceptual Variability Principle or Multiple Embodiment Principle*)**, berarti bahwa untuk mencapai suatu abstraksi yang efektif dari struktur matematika, haruslah diakomodasikan sebanyak mungkin dalam situasi-situasi yang berbeda untuk struktur atau konsep yang sama. Dengan kata lain, untuk memahami konsep-konsep atau struktur-struktur yang sama harus disajikan bermacam-macam persepsi. Aplikasi prinsip ini menjamin abstraksi secara efektif.

Dengan menyajikan pengalaman-pengalaman yang beraneka ragam untuk suatu konsep kepada siswa, maka pemahaman terhadap konsep tersebut akan semakin kuat. Abstraksi dan generalisasi itu merupakan bagian berpikir matematik yang bermanfaat karena keduanya menyebabkan matematika dapat diaplikasikan ke situasi nyata, baik yang belum diketahui maupun yang tidak terduga (Hudojo, 2001:86).

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, bahwasannya pada saat sekarang ini suatu bentuk materi atau benda-benda matematika yang didesain secara khusus, harus ditemukan dan diujicobakan. Benda-benda tersebut mempunyai bentuk-bentuk tertentu dan membuat siswa tertarik dan merasa perlu menggunakan benda tersebut dalam struktur pembelajaran.

Struktur pembelajaran yang dimaksudkan oleh Dienes adalah: **pertama**, siswa di biarkan bebas bermain bahkan membiarkan siswa kebingungan menghadapi materi yang telah disiapkan yang ada kaitannya

dalam kehidupan sehari-hari, karena tujuannya tidak lain adalah untuk memudahkan mereka memahami konsep matematika yang akan diberikan. **Kedua**, benda-benda tersebut dimasukkan atau diarahkan kepada struktur-struktur matematika tanpa perlu menggunakan sistem notasi simbol. Para siswa memaparkan sebanyak mungkin karakteristik matematik dari yang telah mereka amati (Resnick, 1981).

Dengan menggunakan benda tersebut dan telah melewati dua proses di atas, maka siswa akan menjadi terbiasa dengan konsep-konsep yang abstrak dalam matematika (misalnya: hukum asosiatif, komutatif, dan distributive; prinsip-prinsip logika; sifat simetri; dan operasi-operasi pada bilangan) tanpa memikirkan mengenai bilangannya, ataupun bagaimana menuliskan simbolnya. Tujuan akhir dari serangkaian pembelajaran tersebut tentunya memerlukan suatu simbol yang berhubungan dengan konsep, tetapi hal tersebut diberikan setelah beberapa pengalaman yang berkaitan dengan benda-benda kongkrit tersebut diberikan.

### **Perangkat atau Alat Peraga dan Aplikasi Teori Dienes dalam Pembelajaran Matematika**

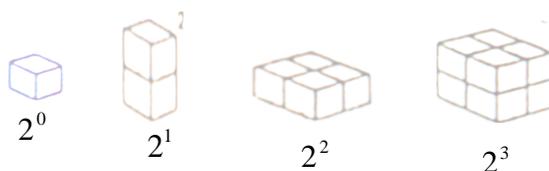
Dienes (Orton, 1992:150) telah mendisain benda-benda tertentu untuk menerangkan konsep dalam pembelajaran matematika. Benda-benda tersebut adalah:

1. *Multibase Arithmetic Bloks (MAB)* atau biasa disebut dengan *Dienes block.*), alat peraga yang digunakan dalam pokok bahasan Penjumlahan,
2. *Algebraic Experience Material (AEM)* alat peraga yang digunakan dalam pokok bahasan pada materi Aljabar,
3. Keseimbangan Dienes (*Dienes' Balance*), alat peraga yang digunakan dalam pokok bahasan Persamaan,
4. Blok Logika (*Logical Blocks*), adalah alat peraga yang digunakan dalam pokok bahasan logika.

Benda-benda tersebut telah diakui dan sering digunakan dalam penelitian yang berkaitan dengan pendidikan matematika. Bahkan beberapa buku-buku teks (SD) yang baru-baru ini yang juga sering menampilkan gambar-gambar dari benda-benda tersebut yang bertujuan untuk memberi gambaran manipulasi benda-benda kongkrit, misalnya

berbasis sepuluh (penjumlahan berbasis sepuluh). Benda yang digunakan adalah MAB.

**Multibase Arithmetic Bloks (MAB)**, merupakan sekumpulan kotak-kotak kayu, dimana tiap-tiap kelompok kotak memiliki bentuk berbeda sesuai kegunaannya. Tiap-tiap bentuk memiliki ukuran berbeda yang digolongkan untuk menunjukkan berapa banyak kotak satuan yang ada pada masing-masing blok. Salah satu contoh MAB untuk perhitungan berbasis dua adalah seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Diadopsi dari Dienes dalam Resnick. 1981. P118

Dari gambar terlihat beberapa bentuk kotak yaitu:

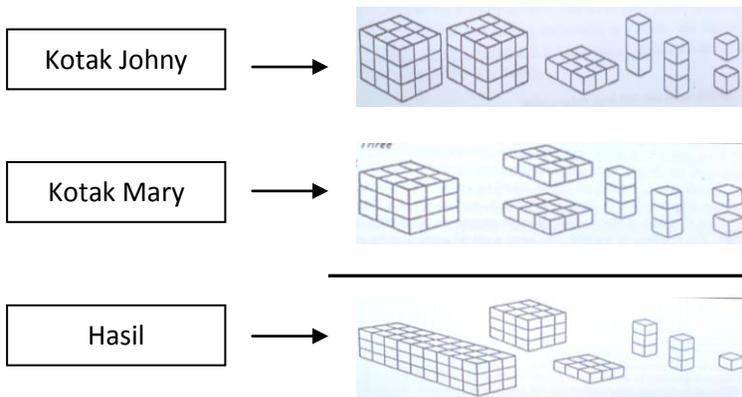
1. 1 kubus kecil yang disebut "unit" atau satuan yang menunjukkan  $2^0$ . Dari gambar diatas setiap kubus kecil satuan memiliki ukuran yang sama yaitu  $1\text{ cm}^3$ .
2. Balok yang disebut "long" atau panjang, yang menunjukkan  $2^1$ .
3. Lempengan persegi yang berukuran  $2 \times 2$  yang disebut "flat", yang menunjukkan  $2^2$ .
4. Kubus besar yang berukuran  $2 \times 2 \times 2$  yang disebut blok, yang menunjukkan  $2^3$ .

Dari bentuk yang panjang, tiap-tiap bentuknya, jika dikalikan dengan dirinya sendiri, maka akan menghasilkan bentuk baru, dimana ada kaitannya dengan materi matematika lain yaitu "**pangkat**". Maksudnya adalah kita mengalikan bentuk panjang dengan 2, sehingga kita akan memperoleh bentuk baru yaitu bentuk flat yang berukuran  $2 \times 2$  atau ditulis dengan  $2^2$ . Bentuk-bentuk long, flat, dan blok sebenarnya dapat dibuat dari kombinasi bentuk-bentuk yang lainnya. Misalkan bentuk flat di atas dapat dibentuk dari 1 bentuk long dan 2 kubus satuan.

Banyak berbagai macam pembelajaran yang pengalaman belajarnya menggunakan MAB. Karena dengan MAB, pembelajaran dapat

menunjukkan berbagai struktur matematika. Dimana struktur-struktur tersebut tergantung pada urutan-urutan latihan yang telah direncanakan. Misalkan untuk pembelajaran berhitung. Dengan menggunakan bantuan kotak-kotak dienes, anak-anak dapat menangkap, mengambil ide-ide atau gagasan-gagasan yang membawa kepada suatu algoritma.

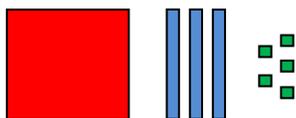
Anak-anak untuk melakukan operasi matematika mungkin akan belajar sesuai prosedur yang telah mereka miliki atau prosedur yang pernah mereka alami tanpa tahu dasarnya seperti apa. Misalkan dalam penjumlahan kotak-kotak milik dua siswa yaitu Johnny dan Mary seperti terlihat dari gambar berikut:



Gambar 2. Ilustrasi penjumlahan, Diadopsi dari Dienes dalam Resnick. 1981. P. 118

Dari hasil terlihat bahwa dengan menukarkan 3 kotak satuan dengan 1 kotak long, 3 long dengan 1 flat, 3 flat untuk 1 blok, dan 3 blok dengan blok panjang, sehingga di peroleh 1 blok panjang, 1 blok, 1 flat, 2 long, dan 1 kubus satuan.

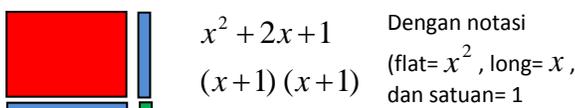
Dalam percobaan yang lain, Dienes bersama-sama dengan Bruner dan Bartlett juga menggunakan benda-benda kongkrit yang lain selain MBA untuk mengkonstruksi matematika, benda ini dikenal dengan nama **AEM (Algebraic Experimen Material)**. AEM digunakan untuk membentuk struktur matematika yang lain, yaitu pada pada perinsip-prinsip pemfaktoran dari bentuk-bentuk kuadrat. Kegiatannya adalah anak-anak diberikan benda-benda berbentuk lempengan (flat), long, dan satuan. Seperti terlihat pada gambar berikut:



Dengan notasi (flat=  $x^2$ , long=  $x$ , dan satuan= 1

Gambar 3. Materi AEM. Diadopsi dari Dienes dalam Resnick. 1981. p. 119

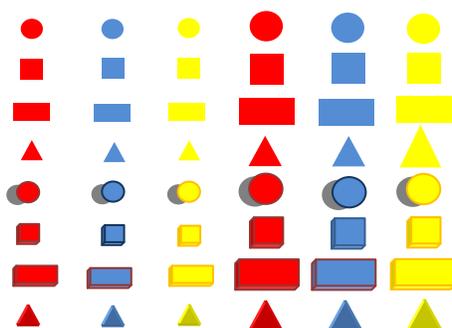
Setelah materi atau benda-benda diberikan, kemudian anak ditanya bagaimana cara membuat bentuk kuadrat dari benda-benda tersebut. Selang beberapa saat anak dibimbing untuk menyelesaikan masalah tersebut. misalnya untuk masalah  $x^2 + 2x + 1$  adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Salah satu penyelesaian bentuk kuadrat

Setelah itu anak diberikan permasalahan yang baru, kemudian disuruh untuk mengkonstruksi sama seperti kegiatan sebelumnya yang telah dilaksanakan.

**Lambang-lambang blok** adalah merupakan contoh lain dari materi-materi atau benda-benda untuk mengajar yang didesain untuk menunjukkan struktur matematika secara kongkrit (Dienes & Golding dalam Resnick, 1981). Atribut-atribut atau lambang-lambang blok tersebut dapat dibuat dari kayu atau plastik yang berbentuk segitiga, segi empat, lingkaran, segi enam, atau bentuk yang lainnya dengan berbagai ukuran, ketebalan, warna yang berbeda, sedemikian hingga pada setiap pak atau kelompok mempunyai satu bentuk atribut. Misalnya, dalam satu pak atau set ada 48 buah yang terdiri dari 24 tebal dan 24 tipis; atau 24 panjang dan 24 kecil; atau 12 panjang, 12 tebal, 12 tipis, dan 12 kecil, dan sebagainya. Contoh satu set lambang Blok seperti terlihat dibawah ini, di mana warna, ukuran serta ketebalannya berbeda.



Gambar 5. Materi Lambang Blok. Diadopsi dari Dienes. 1973. P.15

Atribut-atribut tersebut dapat dimainkan berdasarkan prinsip-prinsip pengelompokan, teori himpunan, dan logika. Untuk menemukan aturan dari kelompok-kelompok atau prinsip-prinsip pengelompokannya, salah satu perintahnya adalah mungkin anak-anak disuruh untuk memilih semua benda-benda yang berbentuk segitiga. Hasil dari pengelompokan benda-benda tersebut akan muncul berbagai macam ukuran, ketebalan, dan warna. Meskipun demikian, anak-anak secara bersamaan telah mengumpulkan bentuk yang sama dan sesuai dengan instruksi yang diberikan.

Permainan mengenai logika yang sederhana juga mungkin dilakukan dengan alat ini. Guru atau sebagian murid dapat menyimpan atau memikirkan benda dalam ingatannya (misalkan semua benda yang tipis atau bundar), kemudian siswa yang lain dapat mengambil balok sesuai dengan perintah temannya dan kemudian menerima balikan jawaban dari temannya (ya atau bukan) yang menunjukkan anggota atau bukan anggota dari himpunan yang dimaksudkan.

Gulungan plastik yang besar dianggap sebagai diagram venn, dapat dilihat sebagai gambaran dari gabungan himpunan, yang kemudian digabungkan dengan prinsip logika disjungsi, konjungsi, dan negasi. Misalnya, mengambil atau memilih semua blok yang tidak berwarna merah. Dan lagi, pola notasi simbol dapat ditemukan diakhir, yang berarti sebagai perwujudan prinsip dari atribut blok. Tetapi hal ini tidak memungkinkan anak-anak untuk mencapai suatu intuisi yang benar dan mendasar atau pokok dari matematika atau struktur logika yang sebenarnya.

Alat peraga lain temuan dari Dienes yang juga biasa digunakan dalam pembelajaran matematika adalah Batang Kuisisioner. Batang Kuisisioner merupakan kumpulan kubus kecil-kecil yang panjangnya bermacam-macam, tiap-tiap kubus dapat dilepas menjadi kubus satuan. Batang kuisisioner ini merupakan salah satu contoh bahan baku nyata yang dirancang untuk mengajarkan konsep-konsep yang berhubungan dengan ilmu perhitungan (aritmatika) tanpa merujuk atau menggunakan sesuatu yang berhubungan langsung dengan angka-angka. Batang kuisisioner ini satu kelompok dengan kelompok yang lainnya hanya dibedakan oleh warna yang tentunya masing-masing kelompok menggambarkan adanya hubungan dengan matematika. Jenis-jenis warna memberikan aturan dan hubungan yang diperoleh tanpa melibatkan angka atau symbol-simbol lainnya.

Penggunaan batang kuisisioner ini menimbulkan suatu perdebatan, alasannya apakah cocok mengganti hubungan-hubungan warna dengan hubungan numeric (yang berkaitan dengan angka), karena anak-anak tampaknya harus mempelajari terlebih dahulu salah satu kode, kemudian mempelajari kode-kode yang lainnya.

Namun demikian, banyak dari konsep-konsep matematika memiliki alat peraga yang cocok digunakan untuk menerangkan konsep matematika itu sendiri. Batang kuisisioner inilah yang merupakan salah satu materi yang sering diadopsi oleh banyak guru untuk pembelajaran siswa di kelas, salah satunya untuk mengajarkan konsep pecahan dan perbandingan.

Dienes sendiri telah membebaskan bagi guru untuk menggunakan alat peraga untuk mengajar di kelas, tentunya harus sesuai dengan konsep yang akan diberikan. Dienes telah memikirkan bahwa dalam belajar, anak-anak mampu untuk menggunakan satu set alat peraga yang diberikan kepadanya salah satunya batang kuisisioner ini. Satu hal menjadi ganjalan adalah apakah proses abstraksi dari konsep matematika yang diberikan itu akan sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

Meskipun demikian satu dampak yang tidak bias di pungkiri adalah batang kuisisioner ini memiliki dampak yang besar. Dengan menggunakan batang kuisisioner ini dapat merasakan keunikan tongkat atau batang yang dapat memecahkan masalah yang berkaitan dengan mengajarkan matematika kepada anak-anak. Karena batang kuisisioner ini mempunyai

hubungan dengan struktur matematika dan juga dalam penggunaannya akan mendorong siswa untuk berintuisi, berimajinasi, dan juga melatih siswa untuk melakukan penemuan.

### C. SIKLUS BELAJAR

Peroses pembelajaran yang efektif menghendaki seorang guru agar mengetahui bagaimana para siswa memandang fenomena yang menjadi subjek pengajaran. Pelajaran dikembangkan dari gagasan yang telah ada, mungkin melalui langkah-langkah intermediet, dan berakhir dengan gagasan-gagasan yang telah mengalami modifikasi.

Prinsip belajar teori Dienes sama dengan prinsip belajar yang dimiliki oleh model konstruktivis. Agar pembelajaran dapat sesuai dengan prinsip-prinsip tersebut, maka kita harus memaknai bahwa mengajar bukan sebagai proses di mana gagasan-gagasan guru diteruskan pada para siswa, melainkan sebagai proses untuk mengubah gagasan-gagasan anak yang mungkin salah. Pelajaran yang diberikan kepada anak hendaknya dikembangkan dari gagasan-gagasan yang telah dimiliki anak.

Salah satu strategi mengajar untuk menerapkan model konstruktivis yang juga digunakan oleh Dienes adalah penggunaan *siklus belajar*. Menurut Dienes, pembelajaran dengan siklus dapat digunakan sebagai metode untuk mengajarkan konsep-konsep yang rumit kepada siswa. Untuk membangun suatu konsep matematika, dapat dicapai melalui serangkaian kegiatan yang saling berhubungan satu sama lain. Masing-masing kegiatan atau pola melibatkan kegiatan belajar mengajar mulai dari bentuk kongkrit hingga bentuk simbolik. Siklus belajar yang telah direncanakan melibatkan struktur tubuh dan pengetahuan peserta didik secara aktif yang disertai dengan media pembelajaran yang telah dirancang khusus untuk suatu materi tertentu.

Siklus belajar ini merupakan metode belajar yang mudah digunakan oleh guru dan dapat memberikan kesempatan untuk mengembangkan kreativitas belajar pada setiap siswa. Siklus belajar terdiri dari lima fase yang dikenal dengan *5E* yang saling berhubungan satu sama lain. Lima fase tersebut adalah:

#### 1. *Fase Engage* (Menarik Perhatian-Mengikat)

Fase engage merupakan fase awal. Pada fase ini guru menciptakan teka taki yang sesuai dengan dengan topic yang akan dipelajari siswa. Pada

fase ini guru dapat mengajukan pertanyaan kepada siswa dari apa yang telah dilakukan (misalnya, mengapa hal itu bias terjadi?, Bagaimana cara mengetahuinya? dll.). Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa digunakan untuk mengidentifikasi sejauh mana kemampuan siswa atau miskonsepsi siswa (jika ada).

2. *Fase Exploration* (Eksplorasi)

Selama fase eksplorasi ini, siswa harus diberi kesempatan untuk bekerja sama dengan teman-temannya tanpa harus dibuat bingung. Fase ini merupakan kesempatan bagi siswa untuk menguji hipotesis atau prediksi mereka, mendiskusikan dengan teman sekelompoknya dan kemudian menetapkan keputusan.

3. *Fase Ekplain* (Menjelaskan)

Pada fase ini guru mendorong siswa untuk menjelaskan konsep dengan kalimat mereka sendiri.

4. *Fase Expand* (Perpanjangan)

Pada fase ini siswa harus mengaplikasikan konsep dan kecakapan yang telah ia miliki terhadap situasi lain.

5. *Fase Evaluate* (Evaluasi)

Evaluasi dilakukan selama pembelajaran berlangsung. Guru bertugas untuk mengobservasi pengetahuan dan kecakapan siswa dalam mengaplikasikan konsep dan perubahan berfikir siswa.

### **Tiga Macam Siklus Belajar**

Lawson (dalam Willis, 1988: 198) mengemukakan tiga macam siklus belajar yaitu:

1. Siklus belajar Deskriptif

Pada siklus ini siswa menemukan dan mendeskripsikan pola empiric dalam konteks yang khas.

2. Siklus belajar Empirikal Induktif

Pada fase ini siswa juga menemukan, seperti pada siklus yang pertama, tetapi telah melangkah lebih jauh, yaitu dengan menciptakan sebab-sebab yang mungkin ada pada pola.

3. Siklus belajar Hipotesis Deduktif

Pada fase ini siswa dimungkinkan akan mengajukan pertanyaan-pertanyaan sebab musabab yang dapat menimbulkan beberapa macam penjelasan.

Siklus belajar yang disarankan oleh Dienes, pada prosesnya juga melalui tahap-tahap pembelajaran yang telah dirancang oleh Dienes seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Inti dari pembelajaran tersebut, pada tahap awal anak dibiarkan bebas bermain. Anak dibiarkan untuk memanipulasi benda-benda atau alat peraga yang diberikan, mungkin anak-anak akan bekerja untuk membedakan ukuran, bentuk, warna, dan tekstur. Selain itu mereka juga dibiarkan untuk mendapatkan cara sendiri untuk mengkonstruksi fikirannya atau imajinasinya. Beberapa aktivitas yang dilakukan anak tersebut bukan merupakan suatu aktivitas yang sembarangan, tetapi apa yang diperbuat anak berdasarkan contoh-contoh dan aturan-aturan yang ada di lingkungan sekitar mereka.

Menurut Dienes siklus belajar pada tahap bermain bebas, anak-anak tidak boleh dipaksa untuk mengerjakan sesuatu secara cepat atau terburu-buru. Karena anak-anak memerlukan banyak waktu untuk melakukan percobaan dengan objek-objek disekeliling mereka sebelum mereka membentuk suatu konsep sebenarnya dari apa yang mereka pikirkan.

Satu hal yang perlu diperhatikan pada tahap bermain bebas adalah pengalaman-pengalaman yang diberikan pada anak melalui benda-benda atau alat peraga yang disediakan harus disusun secara sistematis dan terurut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bell, Frederick, H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics (In Secondary School)*. USA: Wm.C.Brown Company (University of Pittsburgh).
- Dienes, Zoltan, P. (1973). *The Six Stages in the Process of Learning Mathematics. I*. USA: Humanities Press, Inc.
- <http://ikanoradhany.wordpress.com/>. *Teori Pembelajaran Matematika*. Di akses tanggal 24 Februari 2009.
- Hudojo, Herman. (1988). *Mengajar Belajar Matematika*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Perguruan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Orton, Antony. (1992). *Learning Mathematics (Issues Theory and Classroom Practice)*. New York: Cassell Villiers House.
- Resnick, Lauren B & Wendy W.Ford. (1981). *The Psychology of Mathematics for Instruction*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Willis, R, Dahar. (1988). *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Depdikbud.