

# **Pembudayaan Matematika di Sekolah Untuk Mencapai Keunggulan Bangsa**

Makalah Disajikan Pada  
*SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN MATEMATIKA SEKOLAH*  
FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta  
Minggu, 6 Desember 2009

**Oleh : Drs. Marsigit MA**  
Dosen Pada Jurusan Pendidikan Matematika,  
FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

# **Pembudayaan Matematika di Sekolah Untuk Mencapai Keunggulan Bangsa**

Oleh Marsigit

Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

## **ABSTRAK**

Secara material, matematika dapat berupa benda-benda kongkrit, gambar atau model kubus, berwarna-warni lambang bilangan besar atau kecil, kolam berbentuk persegi, atap rumah berbentuk limas, piramida-piramida di Mesir, kuda-kuda atap rumah berbentuk segitiga siku-siku, roda berbentuk lingkaran, dst. Secara formal, matematika dapat berbentuk matematika murni, matematika aksiomatis, matematika formal atau matematika yang didefinisikan secara deduktif. Secara normatif, maka kita tidak hanya mempelajari matematika secara material dan formal, tetapi kita berurusan dengan nilai atau value yang ada di sebalik matematika. Adapun secara metafisik, matematika menampakan berbagai tingkatan dimensi makna dan nilai yang hanya mampu diraih secara metakognisi. Itulah salah satu bentuk kesadaran adanya berbagai dimensi matematika. Membudayakan matematika di sekolah adalah rentang antara kesadaran adanya berbagai dimensi matematika, sikap mempelajari dan mengembangkannya yang didukung dengan pengetahuan tentang metode dan konten matematika, sehingga diperoleh keterampilan melakukan kegiatan matematika, sampai diperolehnya berbagai pengalaman melakukan kegiatan dan meneliti matematika serta mempresentasikannya dalam berbagai bentuk sesuai dengan dimensinya.

Kata kunci: matematika, dimensi matematika, nilai matematika, membudayakan matematika

## **A. Pendahuluan**

Beberapa batasan perlu diperjelas dalam tulisan ini. Membudayakan matematika di sekolah mempunyai aspek-aspek pemahaman tentang hakekat matematika, hakekat matematika sekolah, hakekat pendidikan matematika, hakekat nilai matematika, hakekat belajar matematika, hakekat proses belajar mengajar matematika, hakekat pembudayaan matematika sekolah. Secara umum, apapun yang kita bicarakan, selalu berkaitan dengan 2 (dua) hal pertanyaan yaitu: apa obyeknya dan apa metodenya? Matematika, pendidikan matematika, pembelajaran matematika, ..dst mempunyai makna yang terkandung di dalam obyeknya. Oleh karena itu setiap kegiatan berpikir selalu bertanya tentang apa yang dipikirkan. Apa yang dipikirkan itulah yang kemudian disebut sebagai obyek. Tetapi kemudian orang mempertanyakan, bagaimanakah kita dapat memikirkan obyek tersebut. Pertanyaan terakhir itulah yang kemudian disebut sebagai metode.

Secara material, maka obyek matematika dapat berupa benda-benda kongkrit, gambar atau model kubus, berwarna-warni lambang bilangan besar atau kecil, kolam berbentuk persegi, atap rumah berbentuk limas, piramida-piramida di Mesir, kuda-kuda atap rumah berbentuk segitiga siku-siku, roda berbentuk lingkaran, dst. Maka secara material, obyek matematika itu

berada di lingkungan atau sekitar kita. Sedangkan secara formal, obyek matematika berupa benda-benda pikir. Benda-benda pikir diperoleh dari benda konkret dengan melakukan “abstraksi” dan “idealisasi”. Abstraksi adalah kegiatan di mana hanya mengambil sifat-sifat tertentu saja untuk dipikirkan atau dipelajari. Idealisasi adalah kegiatan menganggap sempurna sifat-sifat yang ada. Dari model kubus yang terbuat dari kayu jati, maka dengan abstraksi kita hanya mempelajari tentang bentuk dan ukuran saja. Dengan idealisasi maka kita memperoleh bahwa ruas-ruas kubus berupa garis lurus yang betul-betul lurus tanpa cacat. Secara normatif, maka obyek-obyek matematika berupa makna yang terkandung di dalam obyek-obyek material dan formalnya. Makna-makna yang terungkap dari matematika material dan matematika formal itulah kemudian akan menghasilkan “value” atau nilai matematika.

Misal, obyek matematika material berupa “bilangan 2 yang terbuat dari papan triplek yang digergaji dan kemudian diberi warna yang indah”. Maka di dalam khasanah matematika material kita bisa memikirkan bilangan 2 yang lebih besar, bilangan 2 yang lebih kecil, bilangan 2 yang berwarna merah, bilangan 2 yang berwarna biru..dst. Pada dimensi formal maka terdapat pencampur adukan antara pengertian bilangan dan angka. Tetapi, begitu kita memasuki dimensi matematika formal, maka semua sifat dari bilangan 2 tadi kita singkirkan, dan hanya kita pikirkan sifat “nilai” nya saja dari 2. Maka kita tidaklah mampu memikirkan nilai dari 2 jika kita tidak mempunyai bilangan-bilangan yang lain. Nilai dari 2 adalah lebih besar dari bilangan 1, tetapi lebih kecil dari bilangan 3. Secara normatif, maka makna dari bilangan 2 mengalami ekstensi dan intensi. Jika diintensifkan, maka bilangan 2 dapat bermakna “genap”, dapat bermakna “pasangan”, dapat bermakna “bukan ganjil”, dapat bermakna “ayah dan ibu”, atau dapat bermakna “bukan satu”. Secara metafisik, bilangan 2 dapat bermakna “bukan yang satu atau bukan yang Esa atau bukan tentang diri Tuhan atau itu berarti segala ciptaan Tuhan”. Jika diekstensifkan, maka makna bilangan 2 dapat berupa 2 teori, 2 teorema, 2 sistem matematika, 2 variabel, 2 sistem persamaan, ..dst. Jika diekstensifkan maka dengan cara yang sama kita dapat memikirkannya untuk semua obyek matematika.

Uraian di atas barulah tentang dimensi matematika dari bilangan 2 dan obyek-obyek matematika yang lainnya. Jika kita ingin menguraikan bagaimana membudayakan matematika di sekolah maka kita masih harus memikirkan tentang pendidikan matematika, pembelajaran matematika, berpikir matematika, dst. Katagiri (2004) menguraikan bahwa berpikir matematika meliputi 3 aspek: pertama, sikap matematika, kedua, metode memikirkan matematika dan ketiga, konten matematika. Maka berpikir matematika juga merentang pada berpikir matematika pada dimensinya, artinya ada berpikir matematika di tingkat sekolah/material, atau perguruan tinggi/formal. Secara umum, sikap matematika ditunjukkan dengan indikator adanya rasa senang dan ikhlas untuk mempelajari matematika, sikap yang mendukung untuk mempelajari matematika, pengetahuan yang cukup untuk mempelajari matematika, rasa ingin tahu, kemauan untuk bertanya, kemauan untuk memperoleh keterampilan dan pengalaman matematika.

Secara pragmatis, kita dapat menyatakan bahwa matematika adalah himpunan dari nilai kebenaran yang terdiri dari teorema-teorema beserta bukti-buktinya. Sementara itu filsafat matematika muncul ketika kita meminta pertanggungjawaban akan kebenaran matematika. Oleh karena itu, filsafat matematika merupakan pandangan yang memberikan gambaran penting dan menerangkan secara tepat bagaimana seseorang dapat mengerjakan matematika. Perbedaan filsafat matematika yang dianut akan menyebabkan perbedaan praktek dan hasil pendidikan matematika. Pembudayaan matematika merupakan implikasi dari kesadaran akan pentingnya refleksi kegiatan matematika melalui kajian matematika dan pendidikan matematika pada berbagai dimensinya. Dengan demikian pembudayaan matematika mengandung makna seberapa jauh kita mampu melakukan kegiatan dalam rentang niat, sikap, pengetahuan, keterampilan dan pengalaman matematika, pendidikan matematika dan pembelajaran matematika. Pembudayaan matematika dapat dicapai atas dasar pemahaman tentang pengetahuan matematika yang bersifat obyektif dan pelaku matematika yang bersifat subyektif didalam usahanya untuk memperoleh justifikasi tentang kebenaran matematika melalui kreasi, formulasi, representasi, publikasi dan interaksi. Secara eksplisit pembudayaan matematika mendasarkan pada : (1) pengetahuan matematika pada berbagai dimensinya, yang meliputi hakekat, pembenaran dan kejadiannya, (2) objek matematika pada berbagai dimensinya yang meliputi hakekat dan asal-usulnya, (3) penggunaan matematika formal yang meliputi efektivitasnya dalam sains, teknologi dan ilmu lainnya, serta (4) praktek-praktek matematika pada berbagai dimensinya secara lebih umum termasuk aktivitas para matematikawan atau aktivitas matematika dari para siswa SD.

## **B. Berbagai Pandangan Tentang Matematika dan Bagaimana Mempelajarinya**

Diakui bahwa isi dan metode matematika formal, karena hakekatnya, membuat matematika menjadi abstrak, umum, formal, obyektif, rasional, dan teoritis. Ini adalah hakekat ilmu pengetahuan dan matematika. Dengan pendekatan ini kaum absolutis membangun matematika formal yang dianggapnya sebagai netral dan bebas nilai (Shirley, 1986). Hal-hal yang terikat dengan implikasi sosial dan nilai-nilai yang menyertainya, secara eksplisit, dihilangkannya. Para absolutis teguh pendiriannya dalam memandang secara objektif kenetralan matematika formal. Tetapi dalam kenyataannya, nilai-nilai yang terkandung dalam hal-hal tersebut di atas, membuat masalah-masalah tidak dapat dipecahkan. Hal ini disebabkan karena mendasarkan pada hal-hal yang bersifat formal saja hanya dapat menjangkau pada pembahasan bagian luar dari matematika itu sendiri. Matematika yang dipromosikan itu sendiri secara implisit sebetulnya mengandung nilai-nilai. Abstrak adalah suatu nilai terhadap konkrit, formal suatu nilai terhadap informal, objektif terhadap subjektif, pembenaran terhadap penemuan, rasionalitas terhadap intuisi, penalaran terhadap emosi, hal-hal umum terhadap hal-hal khusus, teori terhadap praktik, kerja dengan fikiran terhadap kerja dengan tangan, dan

seterusnya. Jika mereka berkehendak menerima kritik yang ada, sebetulnya pandangan mereka tentang matematika formal yang netral dan bebas nilai juga merupakan suatu nilai yang melekat pada diri mereka dan sulit untuk dilihatnya.

Kaum 'social constructivists' memandang bahwa matematika merupakan karya cipta manusia melalui kurun waktu tertentu. Semua perbedaan pengetahuan yang dihasilkan merupakan kreativitas manusia yang saling terkait dengan hakekat dan sejarahnya. Akibatnya, matematika dipandang sebagai suatu ilmu pengetahuan yang terikat dengan budaya dan nilai penciptanya dalam konteks budayanya. Sejarah matematika adalah sejarah pembentukannya, tidak hanya yang berhubungan dengan pengungkapan kebenaran, tetapi meliputi permasalahan yang muncul, pengertian, pernyataan, bukti dan teori yang dicipta, yang terkomunikasikan dan mengalami reformulasi oleh individu-individu atau suatu kelompok dengan berbagai kepentingannya. Pandangan demikian memberi konsekuensi bahwa sejarah matematika perlu direvisi. Dengan demikian pemikiran kaum social constructivist mengarah kepada kebutuhan matematika material.

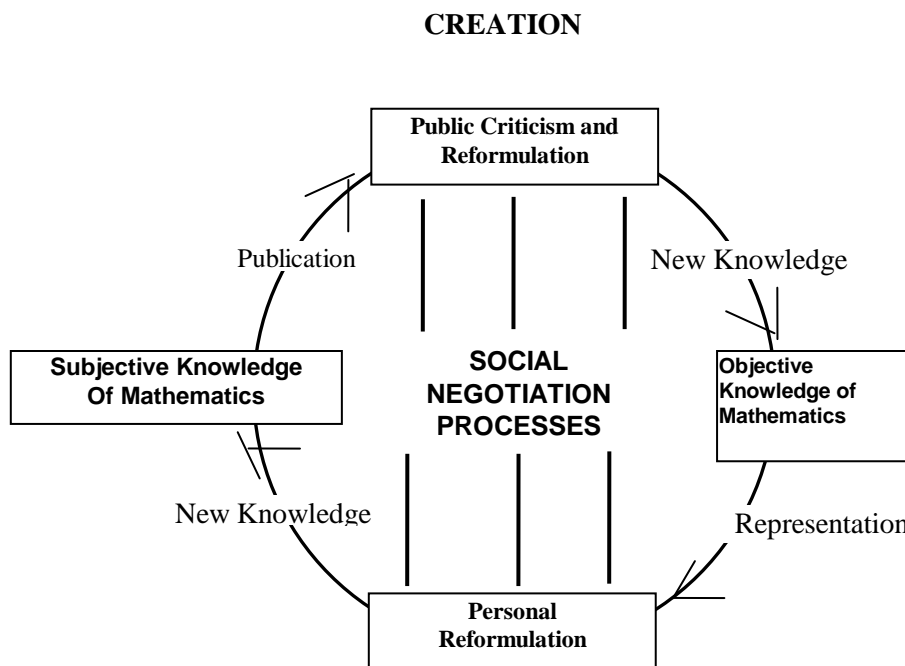
Kaum absolutis berpendapat bahwa suatu penemuan belumlah merupakan matematika dan matematika modern merupakan hasil yang tak terhindarkan. Namun, bagi kaum 'social constructivist' matematika modern bukanlah suatu hasil yang tak terhindarkan, melainkan merupakan evolusi hasil budaya manusia. Joseph (1987) menunjukkan betapa banyaknya tradisi dan penelitian pengembangan matematika berangkat dari pusat peradaban dan kebudayaan manusia. Sejarah matematika perlu menunjuk matematika, filsafat, keadaan sosial dan politik yang bagaimana yang telah mendorong atau menghambat perkembangan matematika. Sebagai contoh, Henry (1971) dalam Ernest (1991: 34) mengakui bahwa calculus dicipta pada masa Descartes, tetapi dia tidak suka menyebutkannya karena ketidaksetujuannya terhadap pendekatan infinitas. Restivo (1985:40), MacKenzie (1981: 53) dan Richards (1980, 1989) dalam Ernest (1991 : 203) menunjukkan betapa kuatnya hubungan antara matematika dengan keadaan sosial; sejarah sosial matematika lebih tergantung kepada kedudukan sosial dan kepentingan pelaku dari pada kepada obyektivitas dan kriteria rasionalitasnya.

Kaum 'social constructivist' berangkat dari premis bahwa semua pengetahuan merupakan karya cipta. Kelompok ini juga memandang bahwa semua pengetahuan mempunyai landasan yang sama yaitu 'kesepakatan'. Baik dalam hal asal-usul maupun pembenaran landasannya, pengetahuan manusia mempunyai landasan yang merupakan kesatuan, dan oleh karena itu semua bidang ilmu pengetahuan manusia saling terikat satu dengan yang lain. Akibatnya, sesuai dengan pandangan kaum 'social constructivist', *matematika tidak dapat dikembangkan* jika tanpa terkait dengan pengetahuan lain, dan yang secara bersama-sama mempunyai akarnya, yang dengan sendirinya tidak terbebaskan dari nilai-nilai dari bidang pengetahuan yang diakuinya, karena masing-masing terhubung olehnya. Karena matematika terkait dengan semua pengetahuan dari diri manusia (subyektif), maka jelaslah bahwa matematika tidaklah bersifat netral dan bebas nilai. Dengan demikian matematika memerlukan landasan sosial bagi perkembangannya (Davis dan Hers, 1988: 70 dalam Ernest 1991 : 277-

279). Dengan demikian hakekat mempelajari matematika adalah mempertemukan pengetahuan subyektif dan obyektif matematika melalui interaksi sosial untuk menguji dan merepresentasikan pengetahuan-pengetahuan baru yang telah diperolehnya.

Di dalam usahanya untuk memperoleh atau mempelajari pengetahuan obyektif matematika, siswa mungkin perlu mengembangkan prosedur misalnya : mengikuti langkah yang dibuat orang lain, membuat langkah secara informal, menentukan langkah awal, menggunakan langkah yang telah dikembangkan, mendefinisikan langkah sehingga dapat dipahami orang lain, membandingkan berbagai langkah, dan menyesuaikan langkah. Melalui langkah-langkah demikian, siswa akan memperoleh konsep matematika yang telah teraktualisasi dalam dirinya, sehingga dapat dikatakan bahwa pengetahuan matematikanya bersifat subyektif. Namun, dalam beberapa hal, pengetahuan subyektif matematikanya belum tentu sesuai dengan pengetahuan obyektifnya. Untuk mengetahui apakah pengetahuan subyektif matematikanya telah sesuai dengan pengetahuan obyektifnya, siswa perlu diberi kesempatan untuk melakukan kegiatan publikasi. Kegiatan publikasi matematika dalam prakteknya dapat berupa tugas-tugas yang diberikan oleh guru, pekerjaan rumah, membuat makalah, ataupun mengikuti ujian.

Interaksi sosial diantara para siswa dan guru akan dapat memberikan kegiatan kritisasi untuk pembetulan konsep-konsep, sehingga siswa akan memperoleh perbaikan konsep, sehingga pengetahuan subyektif matematikanya telah sama dengan pengetahuan obyektifnya. Hubungan antara pengetahuan objektif dan pengetahuan subyektif dari matematika, serta langkah-langkah pembudayaan dapat ditunjukkan melalui diagram yang diadaptasi dari Ernest.P (1991) sebagai berikut:



Gambar: Hakekat Siswa Belajar Matematika

Diagram di atas menunjukkan hubungan antara “objective knowledge of mathematics” dan “subjective knowledge of mathematics” . Melalui “social negotiation processes” maka rekonstruksi pembelajaran matematika dalam pembudayaannya, menunjukkan proses yang sangat jelas bahwa pengetahuan baru tentang matematika “new knowledge” dapat berada pada lingkup sosial atau berada pada lingkup individu. Pengetahuan baru matematika pada lingkup sosial, dengan demikian bersifat obyektif dan pengetahuan baru pada lingkup individu akan bersifat subyektif. Dengan demikian, interaksi sosial dalam pembelajaran matematika menjadi sangat penting untuk mendekatkan pengetahuan subyektif matematika menuju pengetahuan obyektifnya. Hal demikian akan dengan mudah dipahami dan diimplementasikan jikalau guru yang bersangkutan juga memahami asumsi-asumsi yang disebut terdahulu.

### **C. Membudayakan Matematika Melalui Pembelajaran dan Komunikasi Matematika**

Hartman (1942) menggariskan bahwa apapun tentang obyek pikir, termasuk matematika, selalu mempunyai nilai meliputi 4 (empat) hal: nilai dikarenakan maknanya, nilai dikarenakan tujuan atau manfaatnya, nilai dikarenakan fungsinya dan nilai dikarenakan keunikannya. Agar dapat dilakukan usaha membudayakan matematika di sekolah, maka seyogyanya kita menggunakan dimensi matematika material atau matematika pada dimensi transisi menuju matematika formal.

#### **1. Hakekat Matematika Sekolah dan Pembelajarannya**

Pembudayaan matematika di sekolah dapat diawali dengan mendefinisikan hakekat matematika sekolah. Ebbutt, S dan Straker, A., (1995) mendefinisikan matematika sekolah sebagai: (1) kegiatan matematika merupakan kegiatan penelusuran pola dan hubungan, (2) kegiatan matematika memerlukan kreativitas, imajinasi, intuisi dan penemuan, (3) kegiatan dan hasil-hasil matematika perlu dikomunikasikan, (4) kegiatan problem solving adalah bagian dari kegiatan matematika, (5) algoritma merupakan prosedur untuk memperoleh jawaban-jawaban persoalan matematika, dan (6) interaksi sosial diperlukan dalam kegiatan matematika. Pembudayaan matematika di sekolah dapat menekankan kepada hubungan antar manusia dalam dimensinya dan menghargai adanya perbedaan individu baik dalam kemampuan maupun pangalamannya. Jika matematika dipandang sebagai kebenaran absolut dan pasti, tetapi peran individu sangat menonjol dalam pencapaiannya. Tetapi siswa dapat dipandang sebagai makhluk yang berkembang (progress).



Gambar: Aktivitas matematika

Oleh karenanya matematika dipandang secara lebih manusiawi antara lain dapat dianggap sebagai bahasa, kreativitas manusia. Pendapat pribadi sangat dihargai dan ditekankan. Siswa mempunyai hak individu untuk melindungi dan mengembangkan diri dan pengalamannya sesuai dengan potensinya. Kemampuan mengerjakan soal-soal matematika adalah bersifat individu. Teori belajar berdasar pada anggapan bahwa setiap siswa berbeda antara satu dengan lainnya dalam penguasaan matematika. Siswa dianggap mempunyai kesiapan mental dan kemampuan yang berbeda-beda dalam mempelajari matematika. Oleh karena itu setiap individu memerlukan kesempatan, perlakuan, dan fasilitas yang berbeda-beda dalam mempelajari matematika.



Gambar: Guru melayani kebutuhan belajar siswa

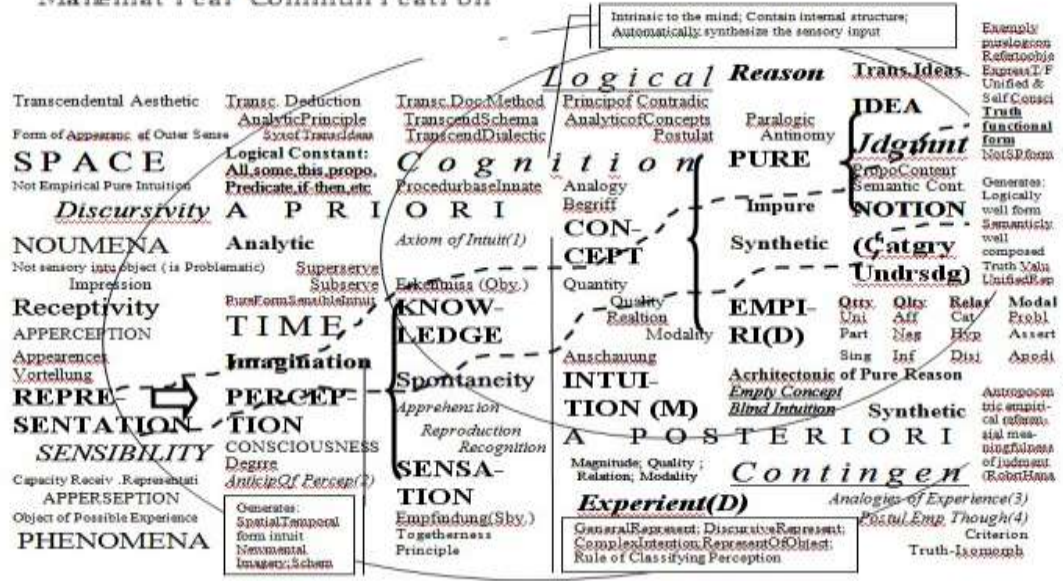
Pembudayaan pembelajaran matematika berimplikasi kepada fungsi guru sebagai fasilitator sebaik-baiknya agar siswa dapat mempelajari matematika secara optimal. Matematika



dipandang bukan untuk diajarkan oleh guru tetapi untuk dipelajari oleh siswa. Siswa ditempatkan sebagai titik pusat pembelajaran matematika. Guru bertugas menciptakan suasana, menyediakan fasilitas dan lainnya dan peranan guru lebih bersifat sebagai manajer dari pada pengajar. Pembelajaran dilakukan dalam suasana yang kondusif yaitu suasana yang tidak begitu formal. Siswa mengerjakan kegiatan matematika yang berbeda-beda dengan target yang berbeda-beda. Guru mempunyai tiga fungsi utama yaitu : sebagai fasilitator, sebagai sumber ajar dan memonitor kegiatan siswa. Dengan demikian guru dapat mengembangkan metode pembelajaran secara bervariasi: ceramah, diskusi, pemberian tugas, seminar, dsb. Sumber belajar atau referensi merupakan titik sentral dalam pembelajaran matematika. Variasi sumber belajar atau referensi sangat diperlukan termasuk buku-buku, jurnal dan akses ke internet. Penilaian dilakukan dengan pendekatan asesmen, portofolio atau authentic assessment.

## 2. Hermenitika Pembudayaan Matematika

Unsur dasar hermenitika pembudayaan matematika adalah kegiatan mengkomunikasikan matematika pada berbagai dimensinya. Komunikasi dapat didefinisikan sebagai berbagai bentuk vitalitas dari potensi-potensi relational antara subyek-subyek, subyek-obyek, obyek-subyek atau obyek-obyek. Bentuk vitalitas mempunyai makna kesadaran dan perubahan ke dalam, paralel atau keluar dari diri potensi. Karena itulah maka salah satu sifat dari vitalitas adalah sifat relational dan sifat penunjukkan kepada subyek atau obyek di dalam, paralel atau diluar dirinya. Maka terbentuklah suatu relasi yang bersifat fungsional diantara subyek-subyek atau obyek-obyek. Sifat penunjukkan terhadap subyek atau obyek selain dirinya disebut juga sebagai sifat determine. Satu-satunya substansi yang tidak dapat dihilangkan dari relasi penunjukkan atau determine adalah "sifat". Jadi untuk dapat memahami secara ontologis tentang hakekat komunikasi matematika kita harus dapat memahami sifat, bukan sebagai sifat, tetapi sifat sebagai "subyek" dan sifat sebagai "obyek". Jika sifat-sifat sudah melekat pada subyek atau obyeknya, maka kita dapat mengatakan sebagai ciri-ciri subyek atau ciri-ciri obyek berdasar sifat-sifatnya. Jadi komunikasi matematika merupakan bentuk vitalitas dari potensi korelational yang mempunyai sifat-sifat penunjukkan atau determine yaitu terkarakterisasinya sifat-sifat yang terjunjuk berdasar sifat-sifat si penunjuk. Dimensi-dimensi komunikasi ditentukan oleh sifat apakah sifat dari subyek atau obyeknya mempunyai sifat dengan arah ke dalam, arah paralel atau arah ke luar; dimensi-dimensi komunikasi juga ditentukan oleh banyaknya satuan potensi matematika yang terlibat dan ragam vitalitas yang diakibatkannya. Secara harfiah, maka kristalisasi dari dimensi-dimensi komunikasi matematika memberikan makna adanya komunikasi material matematika, komunikasi formal matematika, dan komunikasi normatif matematika. Diagram berikut menunjukkan bagaimana Immanuel Kant (1724) mencoba memetakan berbagai komunikasi matematika.

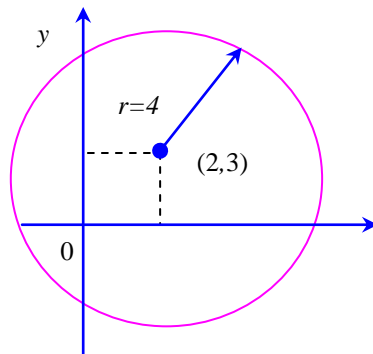


Gambar: Komunikasi Matematika

a. Komunikasi material matematika

Komunikasi material matematika didominasi oleh sifat sifat horisontal dari arah vitalitasnya. Dilihat dari segi keterlibatannya, maka jumlah satuan potensi yang terlibat adalah bersifat minimal jika dibandingkan dengan komunikasi dari dimensi yang lainnya. Maka sebagian orang dapat memperoleh kesadaran bahwa komunikasi material matematika adalah komunikasi dengan dimensi paling rendah. Sifat korelasional sejajar mempunyai makna kesetaraan diantara subyek atau obyek komunikasi. Implikasi dari kesetaraan subyek dan obyek adalah bahwa mereka mempunyai posisi yang paling lemah dalam sifat penunjukkannya.

Contoh:



Gambar: Komunikasi Material Matematika

## b. Komunikasi formal matematika

Komunikasi formal matematika didominasi oleh sifat-sifat korelasional keluar atau ke dalam dari vitalitas potensi-potensinya. Korelasi ke luar atau ke dalam mempunyai makna perbedaan antara sifat-sifat yang di luar dan sifat-sifat yang di dalam. Korelasi antara perbedaan sifat itulah yang menentukan sifat dari subyek atau obyek komunikasinya. Implikasi dari perbedaan sifat-sifat subyek atau sifat-sifat obyek memberikan penguatan adanya perbedaan sifat penunjukkan. Vitalitas dari subyek matematika dengan potensi lebih besar akan mengukuhkan dirinya tetap bertahan sebagai subyek, sedangkan vitalitas dari subyek dengan potensi lebih kecil akan menggeser peran subyek dirinya menjadi peran obyek bagi subyeknya. Intuisi two-oneness akan membantu subyek matematika untuk memahami obyek matematika.

Contoh:

$$\begin{aligned}x^2 + y^2 - 4x - 6y - 3 &= 0 \\ \Leftrightarrow x^2 + y^2 + Ax + By + C &= 0 \\ A = -4, B = -6 \text{ dan } C &= -3 \\ \text{Pusat lingkaran } \left(-\frac{A}{2}, -\frac{B}{2}\right) &\Leftrightarrow (2, 3) \\ \text{Jari-jari lingkaran } r &= \sqrt{\frac{A^2}{4} + \frac{B^2}{4} - C} \\ &= \sqrt{\frac{(-4)^2}{4} + \frac{(-6)^2}{4} - (-3)} \\ &= \sqrt{4 + 9 + 3} \\ &= \sqrt{16} \\ r &= 4\end{aligned}$$

Jadi jari-jari lingkaran adalah 4.

## c. Komunikasi normatif matematika

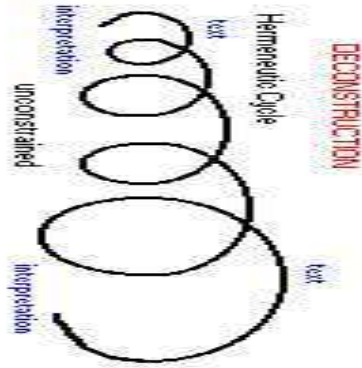
Komunikasi normatif matematika ditandai dengan meluruhnya sifat-sifat penunjukkan korelasionalitas penunjukannya pada diri subyek dan obyeknya. Namun demikian, komunikasi normatif dikatakan mempunyai dimensi yang lebih tinggi dikarenakan keterlibatan satuan-satuan potensinya lebih banyak, lebih luas dan lebih kompleks. Meluruhnya sifat penunjukkan korelasional horisontal bukan disebabkan oleh karena lemahnya potensi dan vitalitas komunikasinya, tetapi semata-mata dikarenakan karena luasnya jangkauan dan keterlibatan satuan-satuan potensi dan vitalitas baik pada diri subyek maupun pada diri obyeknya. Maka pada komunikasi normatif dapat dideskripsikan sifat-sifat pada subyek dan obyeknya sebagai subyek yang mempunyai potensi dan vitalitas matematika yang tinggi, tetapi mempunyai korelasional horisontal yang rendah. Dapat dimengerti bahwa pada komunikasi normatif

matematika, sifat-sifat korelasional ke dalam dan keluar bersifat semakin kuat. Mereka semakin kuat jika dibandingkan pada komunikasi material ataupun komunikasi formal. Keadaannya dapat digambarkan sebagai suatu “cease fire” diantara potensi-potensi dan vitalitas-vitalitas matematika kedalam dan keluarnya. Struktur komunikasi demikian ternyata merupakan struktur komunikasi yang lebih banyak mampu menampung karakteristik-karakteristik subyek atau obyek komunikasi matematika. Komunikasi normatif matematika ditandai adanya sifat-sifat ideal yang abstrak dari potensi dan vitalitas subyek dan obyek matematika, misalnya keadaan baik atau buruknya matematika, pantas atau tidak pantasnya matematika, seyogyanya atau tidak seyogyanya matematika, bermanfaat atau tidaknya suatu konsep matematika, dst.

#### d. Komunikasi spiritual matematika

Sifat-sifat korelasional keluar dari konsep matematika menunjukkan keadaan semakin jelas dan tegasnya apakah dalam bentuk keluar ke atas atau ke luar ke bawah. Korelasionalitas potensi dan vitalitas matematika ke atas akan mentransformir bentuk komunikasi ke dimensi yang lebih atas yaitu komunikasi spiritual matematika, sedangkan korelasional potensi dan vitalitas ke bawah akan mentransformir bentuk komunikasi matematika ke dimensi yang lebih bawah yaitu komunikasi formal matematika atau komunikasi material matematika. Maka komunikasi spiritual matematika bersifat menampung dari semua komunikasi yang ada dan yang mungkin ada. Sedangkan komunikasi kedalam akan memberikan sifat penunjukkan absolut bagi subyek dan obyek matematika. Sedangkan komunikasi ke luar ke atas akan meluruhkan semua sifat dari subyek dan obyek matematika, sehingga di capai keadaan subyek dan obyek komunikasi dengan sifat tanpa sifat. Keadaan subyek dengan sifat tanpa sifat itu adalah keadaan di mana subyek dan obyek komunikasi juga meluruh ke dalam keadaan di mana subyek dan obyek matematika tidak dapat dibedakan lagi. Artinya tiadalah subyek dan obyek komunikasi matematika pada tataran metafisik dari komunikasi spiritual dapat diidentifikasi menggunakan hubungan korelasional potensi dan vitalitas subyek dan obyeknya. Hubungan korelasional ke dalam kemudian mentransformir semua potensi dan vitalitas matematika ke dalam subyek absolut. Subyek absolut merupakan subyek dengan dimensi tertinggi yang mengatasi segala subyek dan obyek komunikasi sekaligus juga mengatasi semua jenis komunikasi yang ada dan yang mungkin ada.

Berikut suatu ilustrasi bagaimana kita bisa melakukan komunikasi normatif dan spiritual matematika:



Gambar: Komunikasi Normatif dan Spiritual Matematika

#### D. Membudayakan Matematika Untuk Memperoleh Keunggulan Bangsa

Membudayakan matematika untuk memperoleh keunggulan bangsa dapat diperoleh melalui inovasi jalur pembelajaran matematika di sekolah. Berbagai kegiatan yang dilakukan penulis pada pada berbagai kegiatan PLPG Matematika, kegiatan seminar dan workshop matematika, diperoleh persepsi guru bahwa inovasi pembelajaran matematika harus mampu menjawab tantangan sebagai berikut:

1. *Bagaimana mempromosikan pbm matematika yang menekankan kepada proses*
2. *Bagaimana mengembangkan kooperatif learning dalam pbm matematika*
3. *Bagaimana mewujudkan belajar kelompok dalam pbm matematika*
4. *Bagaimana mewujudkan belajar matematika di luar kelas: suatu alternatif.*
5. *Bagaimana mengembangkan belajar matematika melalui permainan*
6. *Mengembangkan variasi model pembelajaran matematika pembelajaran*
7. *Memfaatkan benda-benda kongkrit dalam pbm matematika*
8. *Pembelajaran kontekstual dalam pbm matematika*
9. *Memfaatkan alam sekitar dalam pbm matematika*
10. *Pembelajaran matematika melalui team teaching*
11. *Mendorong inisiatif siswa dalam pbm matematika*
12. *Mendorong peran siswa dalam pbm matematika*
13. *Mengembangkan variasi sumber belajar dalam pbm matematika*
14. *Pemanfaatan alat peraga dalam pbm matematika*
15. *Berbagai metode pbm matematika*
16. *Belajar matematika melalui berbagai percobaan matematika*
17. *Perencanaan pembelajaran matematika yang inovatif*
18. *Mempromosikan metode diskusi dalam pbm matematika*
19. *Kegiatan monitoring oleh guru dalam pembelajaran matematika*
20. *Pengembangan lesson study dalam pbm matematika*
21. *Mengaktifkan siswa dalam pbm matematika*
22. *Mendorong siswa melakukan presentasi hasil dalam pbm matematika*
23. *Mendorong kemandirian belajar matematika*

24. *Mempromosikan peran guru sebagai fasilitator dalam pbm matematika*
25. *Mengembangkan kegiatan asesment dalam pbm matematika*
26. *Kegiatan-kegiatan remedial dalam pbm matematika*
27. *Mengaktifkan kegiatan siswa dalam kelompok*
28. *Kegiatan apersepsi dalam pembelajaran matematika*
29. *Revitalisasi peran guru dalam pembelajaran matematika*
30. *Variasi interaksi dan komunikasi dalam pbm matematika*
31. *Mendorong kreativitas siswa dalam pbm matematika*
32. *Mengembangkan portfolio kegiatan siswa dalam pbm matematika*
33. *Mendorong siswa mampu mengkonstruksi konsep-konsep matematika secara mandiri*
34. *Mengembangkan matematika realistik bagi siswa*
35. *Mengembangkan kegiatan refleksi bagi siswa dalam pbm matematika*
36. *Belajar matematika dengan pendekatan informal.*
37. *Mengembangkan instrument observasi kelas pada pbm matematika*
38. *Usaha-usaha guru untuk mengkomunikasikan ide-ide atau hasil belajar matematika pada pbm matematika*
39. *Bagaimana mendorong guru bertanggung jawab terhadap setiap siswa (semua) dalam belajar matematika: sebuah konsep Education is for All.*
40. *Bagaimana mewujudkan belajar matematika sebagai kebutuhan siswa*
41. *Bagaimana mendorong siswa untuk dapat menyimpulkan sendiri temuan matematika.*
42. *Revitalisasi paradigma matematika sekolah/Hakekat matematika sekolah*
43. *Hakekat siswa belajar matematika*
44. *Mempromosikan pbm matematika yang berpusat pada siswa*
45. *Mengembangkan LKS untuk pbm matematika.*

## **E. Kesimpulan**

Untuk dapat membudayakan matematika diperlukan pemahaman tentang makna matematika pada berbagai dimensinya. Dimensi makna matematika dapat dilihat dari sisi dimensi matematika untuk obyek benda-benda konkrit dan dimensi matematika untuk obyek-obyek pikiran. Komunikasi matematika meliputi komunikasi material, komunikasi formal, komunikasi normatif dan komunikasi spiritual. Dalam kaitannya dengan pembelajaran matematika maka kita lebih cocok untuk mendefinisikan matematika sebagai matematika sekolah, namun untuk tingkat perguruan tinggi kita mendefinisikan matematika sebagai matematika formal atau aksiomatis. Pembudayaan matematika dapat berkontribusi pada keunggulan bangsa melalui inovasi pembelajaran matematika yang dilakukan secara terus menerus. Dalam kaitannya untuk memperoleh keunggulan bangsa maka kita bisa memikirkan matematika, pembelajaran matematika maupun pendidikan matematika pada berbagai hirarkhi tataran atau level instrinsik, ekstrinsik atau sistemik.

## DAFTAR PUSTAKA

Ebbutt, S dan Straker, A., 1995, *Children and Mathematics: A Handbook for Teacher*, London : Collins Educational.

Ernest, P., 1991, *The Philosophy of Mathematics Education*, London : The Falmer Press.

Kant, I., 1781, "*The Critic Of Pure Reason: SECTION III. Systematic Representation of all Synthetical Principles of the Pure Understanding*" Translated By J. M. D. Meiklejohn, Retrieved 2003 <<http://www.encarta.msn.com/>>

Shirley, 1986, *Mathematics Ideology*, London : The Falmer Press