

## BAB V

### INTERPRETASI

Pada bagian interpretasi disajikan mengenai temuan-temuan penelitian, yaitu upaya membandingkan antara materi Matematika yang terdapat dalam kurikulum dengan tuntutan kebutuhan mata kuliah terhadap materi Matematika. Melalui interpretasi diharapkan dapat diperoleh deskripsi yang bermuara pada suatu kesimpulan yang dapat dipergunakan sebagai acuan dalam merumuskan rekomendasi penelitian. Interpretasi terhadap data temuan penelitian meliputi :

- Interpretasi terhadap materi Matematika hasil analisis kebutuhan MKBS lainnya yang dilakukan dosen dan mahasiswa.
- Interpretasi terhadap lingkup dan kedalaman materi Matematika dalam kurikulum.
- Interpretasi terhadap tata-urut materi Matematika dan penempatannya dalam struktur program kurikulum.
- Interpretasi terhadap bobot SKS kurikulum Matematika.
- Interpretasi terhadap perbandingan materi Matematika hasil analisis kebutuhan MKBS lainnya dengan yang terdapat dalam kurikulum.
- Interpretasi terhadap permasalahan proses belajar mengajar mata kuliah Matematika.

#### **A. Interpretasi Terhadap Materi Matematika Hasil Analisis Kebutuhan MKBS Lainnya yang Dilakukan Dosen dan Mahasiswa**

Beragamnya cara menganalisis dosen dalam mengidentifikasi kebutuhan MKBS terhadap pengetahuan Matematika sangat ditentukan oleh interest dan kapabilitas yang bersangkutan. Indikatornya adalah, terdapat hasil analisis yang didasarkan pada kebutuhan setiap topik dan rinciannya, atau hanya secara garis besarnya saja, dalam artian, tidak setiap topik dan rinciannya dikaji untuk dilihat kebutuhannya terhadap materi Matematika. Dan terdapat hasil analisis (materi Matematika) yang terinci maupun yang tidak.

Prosedur penganalisaan sangat bergantung pada GBRP Matematika I dan II, terutama berkenaan dengan lingkup dan kedalaman materi. Meskipun demikian terdapat hasil analisis yang didasarkan pada kaji literatur relevan, yaitu pada mata kuliah Fisika, yang telah mengungkapkan azas-azas Matematika dalam Fisika, sehingga dapat memperluas dan memperdalam lingkup dan kedalaman materi Matematika dalam kurikulum yang telah ada.

Dalam menganalisa kebutuhan terhadap materi Matematika narasumber mahasiswa merujuk pada GBRP Matematika I dan II dan berdasarkan pengalaman selama mengikuti mata kuliah Matematika maupun mata kuliah MKBS lainnya. Aspek kemanfaatan materi Matematika untuk menyelesaikan permasa-

lahan keteknikan (teknik mesin), baik dalam hal penguasaan pengetahuan teoritis maupun penyelesaian soal-soal perhitungan merupakan pertimbangan utama narasumber mahasiswa dalam menentukan materi-materi Matematika yang dibutuhkan untuk menunjang penguasaan MKBS keteknikan. Analisis yang dilakukan mahasiswa dalam hal ini tidak terinci, tetapi hanya merupakan topik-topik (pokok bahasan) saja.

Hasil analisis kebutuhan meliputi 8 topik materi Matematika yang dibutuhkan untuk menunjang penguasaan bidang studi, yaitu : (1) Aljabar, (2) Geometri, (3) Fungsi, (4) Limit, (5) Vektor, (6) Deret, (7) Differensial, dan (8) Integral.

Lingkup dan kedalaman 8 topik tersebut disajikan dalam tabel 9 sebagai berikut :

**TABEL 9**

**LINGKUP DAN KEDALAMAN MATERI MATEMATIKA  
BERDASARKAN ANALISIS KEBUTUHAN MKBS DASAR LAINNYA**

No	Topik	Lingkup dan Kedalaman
1	<b>ALJABAR</b>	1.1. Perpangkatan 1.1.1. Pangkat Positif 1.1.2. Akar 1.1.3. Pangkat Tak Sebenarnya 1.2. Aritmetika 1.3. Akar Kuadrat 1.4. Logaritma 1.5. Persamaan Linear 1.5.1. Persamaan Linear 1 Variabel 1.5.2. Persamaan Linear Simultan 1.5.3. Metode Faktorisasi Persamaan Fisis

Tabel 9 (lanjutan)

No	Topik	Lingkup dan Kedalaman
2	<b>GEOMETRI</b>	1.6.Persamaan Kuadrat 1.6 .1.Persamaan Kuadrat 1 Variabel 1.6 .2.Persamaan Kuadrat 2 Variabel 1.6 .3.Persamaan Kuadrat 3 Variabel 1.7.Konversi Sistem Satuan 2.1.Kurva Baku dari Koordinat Kartesian 2.2.Geometri Bidang 2.3.Skala 2.4.Trigonometri 2.4.1.Perbandingan Sudut 2.4.2.Sudut-Sudut Istimewa 2.4.3.Nilai Perbandingan Trigonometri Sembarang Sudut 2.4.4.Menghitung Sudut Jika Inversnya Diketahui 2.4.5.Dalil Phitagoras 2.4.6.Rumus $\sin^2 + \cos^2$
3	<b>FUNGSI</b>	3.1.Fungsi Trigonometri 3.2.Grafik dari Fungsi 3.3.Fungsi Peubah Kompleks 3.4.Fungsi Gama dan Beta
4	<b>LIMIT FUNGSI</b>	-
5	<b>VEKTOR</b>	5.1.Komponen Vektor 5.2.Penjumlahan Vektor 5.3.Perkalian Skalar 5.4.Vektor Ruang 5.5.Perkalian Vektor
6	<b>DERET</b>	-
7	<b>DIFFERENSIAL /TURUNAN</b>	7.1.Persamaan Differensial Biasa 7.2.Tingkat Derajat Suatu Persamaan Differensial 7.3.Persamaan Differensial Biasa untuk Fungsi-Fungsi Khusus 7.4.Persamaan Differensial Biasa dan Transformasi Laplace 7.5.Persamaan Differensial Parsial
8	<b>INTEGRAL</b>	8.1.Integral Tertentu 8.2.Integral Fungsi Trigonometri 8.3.Integral Berbatas

Pengkategorisasian materi ke dalam 8 topik tersebut dimaksudkan untuk membantu menganalisis lebih jauh dukungan kurikulum Matematika terhadap tuntutan kebutuhan mata kuliah Fisika, Elemen Mesin, Dinamika Teknik, Mekanika Teknik.

Interpretasi dukungan setiap topik yang dibutuhkan dalam kaitannya untuk menunjang penguasaan materi yang tersaji dalam setiap mata kuliah MKBS lainnya tersebut disajikan sebagai berikut :

**1. Interpretasi Dukungan Materi Matematika Terhadap Kebutuhan Mata Kuliah Fisika.**

Terdapat 7 buah topik Matematika yang dibutuhkan untuk mendukung pencapaian tujuan instruksional mata kuliah Fisika, yaitu :

**a. Topik Aljabar**

Topik Aljabar dibutuhkan untuk mendukung penguasaan pokok bahasan (1) Besaran Pokok, (2) Kesetimbangan, (3) Hidrostatika, (4) Suhu dan Pemuaian, dan (5) Panas dan Pengukuran Panas.

Lingkup dan kedalaman topik Aljabar pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu :

- (1) Operasi dasar Bilangan dan Operasi dasar dengan ekspresi aljabar, yang meliputi perkalian, pembagian, penjumlahan, dan perpangkatan. Operasi dasar dengan

bilangan tersebut tentunya mendasarkan pada sistem bilangan yang tidak terbatas pada bilangan bulat saja, tetapi terutama bilangan real dan kompleks, dimana konsep operasi dasar bilangannya sangat berbeda dengan bilangan bulat.

- (2) Akar Kuadrat yang banyak dipergunakan untuk mencari "a" pada persamaan dengan 3 variabel seperti  $a^x = b$ , bila b dan x diketahui.
- (3) Persamaan, dengan lingkup dan kedalaman meliputi : (1) Persamaan Linear, (2) Persamaan Kuadrat, dan (3) Persamaan Tigonometri. Lingkup dan kedalaman dua persamaan pertama dalam hal ini meliputi persamaan dengan 1 variabel sampai dengan persamaan simultan 3 variabel.

#### b. Topik Vektor

Topik kedua yang dibutuhkan oleh Fisika adalah Vektor. Topik ini sangat mendukung penguasaan pokok bahasan Gaya (PB.no2). Lingkup dan kedalamannya tidak disebutkan dalam analisis kebutuhan. Tetapi dengan mendasarkan pada kajian pokok bahasan tersebut, maka lingkup dan kedalaman Vektor meliputi : (1) penggambaran vektor, (2) jenis-jenis vektor, (3) penjumlahan dan perkalian vektor, (4) komponen vektor. Vektor selain mendukung penguasaan pokok bahasan Gaya, dalam Fisika penggunaan yang lainnya

adalah untuk menyelidiki gerak perpindahan, pergeseran, kecepatan, percepatan dan sebagainya.

c. Topik Geometri

Lingkup dan kedalaman topik Geometri meliputi : (1) Trigonometri, dan (2) Menggambar Kurva (Kurva Baku dalam Koordinat Kartesius dan Polar).

Dalam fungsinya sebagai materi pendukung Fisika, topik Trigonometri dalam hal ini tidak hanya meliputi studi tentang segitiga dan sudut-sudutnya, tetapi juga membahas tentang sirkulasi dan fungsi-fungsinya.

Topik Menggambar Kurva mendasari aplikasi Differensial, yang banyak dipergunakan untuk menghitung laju perubahan kecepatan suatu benda.

d. Topik Deret

Topik Deret memiliki lingkup dan kedalaman sebagai berikut : (1) Deret Konvergen, (2) Deret Divergen, (3) Deret Binomial, dan (4) Deret Taylor-Mc.Laurin. Topik Deret merupakan topik yang belum ada sama sekali dalam kurikulum, yang diperoleh berdasarkan analisis asas-asas metode Matematika yang diaplikasikan dalam Fisika.

e. Differensial

Topik Differensial terutama dibutuhkan untuk mendukung penguasaan pokok bahasan (1) Pengukuran Tekanan, (2)



Suhu dan Pemuaian, (3) Panas dan Pengukuran Panas. Lingkup dan kedalamannya belum disebutkan secara komprehensif. Dengan mendasarkan pada lingkup dan kedalaman ketiga pokok bahasan tersebut di atas, maka lingkup dan kedalaman topik Differensial meliputi yang bersifat pengantar sampai dengan aplikasi Differensial, seperti Persamaan Differensial Biasa untuk Fungsi-Fungsi Khusus dan Transformasi Laplace.

f. Integral

Topik Integral dalam Fisika dibutuhkan untuk mendukung penguasaan materi pokok bahasan : (1) Hidrostatika dan Hidrodinamika, (2) Suhu dan Pemuaian, dan (3) panas dan pengukuran panas dan (4) Gerakan Gelombang dan Bunyi. Sama dengan topik Differensial, dalam data analisis kebutuhan lingkup dan kedalaman topik Integral belum dijabarkan, tetapi dengan mendasarkan pada ketiga topik di atas, lingkup dan kedalamannya tidak cukup hanya sekedar bersifat pengantar, tetapi dalam tingkatan aplikasi Integral sebagai kajian lanjutan lebih tinggi.

g. Limit

Topik Limit mendukung pokok bahasan: (1) Hidrostatika dan Hidrodinamika , (2) Suhu dan Pemuaian.



## **2. Interpretasi Dukungan Materi Matematika Terhadap Kebutuhan Mata Kuliah Mekanika Teknik**

Topik-topik yang dibutuhkan mata kuliah Mekanika Teknik adalah : (1) Vektor, (2) Aljabar, (3) Geometri, (4) Turunan, dan (5) Integral.

Lingkup dan kedalaman masing-masing topik adalah sebagai berikut :

### **a. Topik Vektor**

Topik Vektor dibutuhkan karena mendukung penguasaan materi pokok bahasan : (1) Gaya, dan (2) Beam. Lingkup dan kedalamannya meliputi penjumlahan dan perkalian vektor.

### **b. Topik Aljabar**

Lingkup dan kedalaman topik aljabar yang diperlukan untuk mendukung penguasaan pokok bahasan Gaya adalah "Akar kuadrat". Aplikasi akar Kuadrat tersebut terutama yang berkenaan dengan Gaya dalam ruang tiga dimensi.

### **c. Topik Geometri**

Lingkup dan kedalaman topik Geometri yang diperlukan untuk mendukung penguasaan pokok bahasan Gaya, Beam, Kerangka, Titik Berat dan Moment Inertia adalah (1) Trigonometri dan (2) Geometri Bidang.

#### d. Topik Integral

Titik Berat dan Moment Inertia merupakan dua buah topik yang membutuhkan penguasaan konsep persamaan integral biasa.

### **3. Interpretasi Dukungan Materi Matematika Terhadap Kebutuhan Mata Kuliah Elemen Mesin**

Tujuan mata kuliah Elemen Mesin adalah agar mahasiswa memahami dan mengerti fungsi bagian-bagian mesin dan dapat menghitung ukuran-ukuran utama bagian-bagian mesin sehingga dapat diaplikasikan dalam perencanaan komponen-komponen mesin, mata kuliah Elemen Mesin membutuhkan topik-topik matematika yang berada dalam kategori (1) Aljabar, (2) Geometri, dan (3) Kalkulus.

Lingkup dan kedalaman masing-masing topik beserta dukungannya terhadap pokok bahasan yang terdapat dalam Elemen Mesin adalah sebagai berikut :

#### a. Topik Aljabar

Lingkup dan kedalamannya meliputi : (1) Persamaan Linear, (2) Persamaan Kuadrat, (3) Bilangan Berpangkat dan (4) akar kuadrat, dan (5) logaritma. Seluruh pokok bahasan Elemen Mesin membutuhkan topik nomor 1-4, Kecuali topik nomor (5) yang hanya mendukung kajian Pokok Bahasan "Poros dan Tap". Dominasi dukungan topik Aljabar pada mata kuliah Elemen Mesin terjadi dikarenakan wujud akhir rumus-rumus

perhitungan dalam Elemen Mesin selalu berbentuk persamaan, baik linier dan kuadrat. Dua topik lainnya, yaitu "Akar Kuadrat" dan "Logaritma" pada hakekatnya merupakan operasi dasar bilangan yang diperlukan sebagai prasyarat agar dapat menguasai konsep-konsep "Persamaan".

b. Topik Geometri

Topik Geometri meliputi kajian mengenai :(1) Trigonometri segitiga beserta hukum-hukum sudut istimewa dalam segitiga. Dalil Phitagoras dalam hal ini merupakan bagian integral dari kajian trigonometri segitiga, (2) Kurva.

Konsep trigonometri banyak diaplikasikan dalam permasalahan perencanaan pada pembuatan komponen-komponen seperti pembuatan poros, penentuan ukuran ulir sekrup, mengukur kedalaman potong dan berbagai permukaan profil benda kerja lainnya.

c. Topik Kalkulus

Topik Kalkulus meliputi pembahasan Differensial dan Integral. Aplikasi kedua konsep tersebut terutama pada perencanaan elemen mesin, yang meliputi penurunan rumus untuk menentukan satuan dan standard, berbagai macam tegangan dan tekanan, berbagai macam bentuk sambungan, baik yang tetap maupun non-permanen, dan perencanaan elemen-elemen sistem transmisi seperti kopeling, sabuk, roda gigi, dan transmisi rantai.

Lingkup dan kedalaman Differensial dan Integral dalam analisis tidak disebutkan.

d. Vektor

Lingkup dan kedalaman topik Vektor juga tidak disebutkan dalam analisis kebutuhan. Aplikasi materi Vektor terutama berkaitan dengan perencanaan gaya-gaya pada sambungan tetap, seperti pada paku keling dan las.

**4. Interpretasi Dukungan Materi Matematika Terhadap Kebutuhan Mata Kuliah Dinamika Teknik**

Lingkup dan kedalaman materi matematika yang dibutuhkan untuk mendukung penguasaan tujuan mata kuliah Dinamika Teknik meliputi :

a. Topik Aljabar

Lingkup dan kedalaman topik Aljabar meliputi : Persamaan Linier dan kuadrat dengan 1 variabel dan simultan , Bilangan berpangkat, dan akar.

Topik Persamaan banyak dimanfaatkan untuk mendukung penyajian materi dari pokok bahasan "Translasi Lurus", khususnya pada kinematika gerak lurus, seperti perhitungan dengan menggunakan Hukum Newton, dimana proses perhitungan di dalamnya juga melibatkan operasi dasar dengan bilangan, yaitu penarikan akar (misalnya untuk mencari besarnya gaya mendatar dari sebuah benda).

b. Topik Geometri

Lingkup dan kedalamannya meliputi : kurva baku dalam koordinat kartesius dan Trigonometri (perbandingan sudut). Dukungan kedua topik , yaitu trigonometri dan kurva baku tersebut terutama pada pengkajian pokok bahasan: (1) Prinsip-prinsip Dinamika, (2) Momentum dan Impuls, (3) Translasi lengkung, (4) Persamaan Differensial Gerak Lengkung, (5) Putaran Benda Kaku terhadap Sumbu tetap, (6) Gerak Bidang sebuah benda kaku.

c. Topik Vektor

Lingkup dan kedalamannya meliputi penjumlahan, perkalian , komponen vektor, dan vektor dalam ruang. Bila dicermati, dukungan topik vektor (Besaran yang memiliki arah dan besar) selalu terdapat pada semua mata kuliah ke-teknikan (khususnya pada MKBS yang diteliti). Hal tersebut dikarenakan ppada keempat mata kuliah yang diteliti banyak membahas mengenai permasalahan gerak suatu benda, baik dalam hal kecepatan, percepatan, gaya yang ditimbulkan, dan lain-lain, yang kesemuanya merupakan besaran Vektor.

d. Topik Kalkulus

Lingkup dan kedalamannya meliputi Differensial (Persamaan Differensial Biasa, Tingkat Derajat suatu Persamaan Differensial dan Persamaan Differensial dari suatu Garis Lengkung Datar) dan Integral (Integral tertent-

tu, Integral Fungsi Trigonometri).

Dukungan topik Kalkulus ini terjadi pada hampir semua pokok bahasan kecuali translasi lurus. Pada hakekatnya topik Kalkulus merupakan topik utama di bidang keteknikan. Hal tersebut dikarenakan banyak hukum-hukum dan hubungan fisik lainnya yang muncul dan terjadi dengan menggunakan dua buah konsep tersebut.

#### **B. Interpretasi Terhadap Lingkup dan Kedalaman Materi Matematika dalam Kurikulum.**

Tujuan yang diharapkan dari mata kuliah Matematika I dan II sebagaimana disebutkan dalam silabus adalah agar mahasiswa : (1) memahami konsep-konsep Matematika untuk mendukung penguasaan permesinan dan, (2) menerapkannya untuk menyelesaikan masalah-masalah keteknikan.

Penjabaran tujuan ke dalam materi Matematika I diwujudkan dengan 10 topik, yaitu : (1) Pengajaran Aljabar, (2) Logaritma, (3) Teori Himpunan, (4) Relasi dan Fungsi, (5) Persamaan dan Pertidaksamaan, (6) Menggambar Kurva, (7) Trigonometri, (8) Matriks, (9) Determinan, dan (10) Vektor. Sedangkan Matematika II terdiri dari 7 topik, yaitu : (1) Limit Fungsi, (2) Turunan, (3) Tafsiran Geometris dari Turunan, (4) Integral, (5) Sentroid dan Moment Inertia, (6) Turunan Fungsi Beberapa Variabel, (7) Integral Fungsi Beberapa Variabel.

Keseluruhan topik tersebut merupakan penjabaran lebih lanjut petunjuk kurikulum PTKSM-S1 tahun 1993 (Buku II-B), yang menyebutkan bahwa topik-topik mata kuliah Matematika meliputi : (1) Aljabar, (2) Geometri, dan (3) Kalkulus (Differensial-Integral).

Rumusan tujuan dan tuntutan fungsi sebagaimana tersebut di atas, belum sepenuhnya didukung oleh materi Matematika dalam kurikulum. Terutama oleh Matematika I yang banyak dipermasalahkan baik dari segi lingkup dan kedalaman, tata-urut maupun alokasi waktu ke dalam setiap topik yang disajikan.

Lingkup dan kedalaman topik-topik mata kuliah Matematika I, kecuali topik nomor 8 : Matriks, topik nomor 9: Determinan, dan topik nomor 10 : Vektor, masih relatif sama dengan yang diajarkan di tingkat pendidikan menengah. Lingkup dan kedalamannya masih berada dalam taraf elementer, sehingga fungsi sebagai mata kuliah bantu masih belum dapat terpenuhi secara optimal.

**Topik 1: Pengajaran Aljabar** yang berisi konsep bilangan dan pengoperasiannya merupakan topik pertama yang perlu dipertanyakan keberadaannya dalam kurikulum, dikarenakan karakteristiknya yang sangat elementer. Tingkat psikologis mahasiswa dan bekal pengetahuan matematis yang telah dimilikinya sebelum memasuki jenjang pendidikan tinggi (terlepas dari apapun latar belakang pendidikan menengah mahasiswa) tentunya kurang layak mendapatkan



topik dengan tingkat kesulitan seperti ini. Terlebih bila dikaitkan dengan rumusan tujuan Matematika I yang bermaksud memberikan dasar-dasar bagi penguasaan topik-topik pada Matematika II. Tinjauan yang mendasarkan pada hakekat Matematika sebagai ilmu penunjang ilmu lainnyapun akan dapat memberikan tafsiran bahwa topik bilangan beserta pengoperasiannya ini kecil kontribusinya terhadap permasalahan tuntutan penguasaan teoritis dan soal-soal dalam MKBS keteknikan lainnya.

Kondisi yang demikian juga merupakan salah satu faktor penyebab kurang-tertarikan mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan Matematika, dikarenakan kebutuhannya kurang terrepresentasikan.

Aspek kemanfaatan dan keterpakaian materi Matematika dalam membantu penyelesaian soal-soal teknik mesin produksi berdasarkan data yang masuk merupakan aspek terpenting yang diharapkan mahasiswa, sehingga mereka memiliki kemampuan-kemampuan matematis yang baik sebagai persiapan untuk menempuh mata kuliah keteknikan lainnya. Itulah sebabnya kajian secara teoritis maupun praktis lebih ditekankan pada aplikasi dalam menyelesaikan soal-soal teknik mesin, dengan memberikan contoh-contoh yang berkaitan langsung dengan permasalahan keteknikan tersebut.

Bila dicermati memang semua soal hitungan harus mendasarkan pada konsep-konsep bilangan dan pengoperasiannya. Tetapi kontekstualitas permasalahan keteknikan tentu-

nya menuntut penguasaan konsep bilangan yang bukan lagi bersifat elementer seperti yang tertera dalam kurikulum tersebut, bila memang konsep bilangan dan pengoperasiannya harus tetap dicantumkan dalam kurikulum.

**Topik 2 : Logaritma** yang secara konseptual merupakan operasi hitung mencari pangkat ( karena "menarik logaritma" sama dengan proses "mencari pangkat"), merupakan topik kedua dalam kurikulum yang memerlukan interpretasi dalam upaya meninjau kelayakan keberadaan suatu materi dalam kurikulum.

Dukungan topik ini terhadap tuntutan penguasaan MKBS lainnya berdasarkan hasil interpretasi pada sub bab "A" (hal. 76-89) juga sangat kecil. Hal tersebut mengindikasikan bahwa topik logaritma yang berdasarkan kategorisasi termasuk dalam "Aljabar" ini kurang dibutuhkan. Hanya Mata kuliah Elemen Mesin saja dalam hal ini yang banyak menggunakan operasi logaritma untuk menyelesaikan soal-soal hitungan, dikarenakan banyak soal-soal hitungan dalam mata kuliah tersebut yang menggunakan konsep-konsep persamaan, sedangkan salah satu materi prasyarat penguasaan persamaan adalah penguasaan operasi logaritma. Argumentasi lain yang dapat dikemukakan tentunya berkaitan dengan tingkat kesulitan dari materi yang tersaji yang masih juga bersifat elementer.

**Topik 3 dan 4, yaitu : Teori Himpunan dan Relasi dan Fungsi** merupakan topik yang memiliki keterkaitan dan men-

dasar penguasaan topik-topik Limit dan Limit Fungsi, yang pada akhirnya bermuara pada topik Kalkulus.

Data analisis kebutuhan MKBS lainnya tidak mencantumkan kedua topik tersebut. Hal yang dapat dikemukakan adalah bahwa secara struktural-internal, topik "Himpunan" dan "Relasi" memiliki keterkaitan yang terlalu jauh dengan topik yang didukungnya. Dan secara struktural - eksternal, dalam pemenuhan fungsinya sebagai pendukung MKBS lainnya, topik tersebut kurang memiliki kontribusi dikarenakan aspek aplikabilitasnya kurang.

Topik "Fungsi" yang membutuhkan dikuasainya konsep-konsep "Relasi" dan "Himpunan" sebagai prasyaratnya, pada hakekatnya banyak diaplikasikan pada penyelesaian permasalahan persamaan baik dalam area aljabar, eksponensial (yang tidak terbatas hanya pada bilangan bulat), trigonometri, logaritma dan lain-lain, atau yang lebih sering diberi label sebagai "Fungsi Aljabar" dan "Fungsi non-Aljabar". Bahwa dalam analisis kebutuhan topik "Fungsi" hanya tercantum sebagai hasil analisis mata kuliah Fisika (yang dalam hal ini membutuhkan topik "Fungsi Trigonometri"), hal tersebut bukanlah berarti dukungannya terhadap topik-topik dalam MKBS lainnya (selain Fisika) tidak ada. Justru sebaliknya, dikarenakan karakteristik materi dalam topik "Fungsi" banyak diaplikasikan dalam penyelesaian persamaan. Hanya memang, sebagaimana dikemukakan pada bagian awal sub-bab ini, lingkup dan kedalamannya masih

saan MKBS lainnya, baik teoritis maupun praktis. Dua buah

materi yang memiliki dominasi dukungan terhadap tuntutan kebutuhan MKBS lainnya adalah Differensial dan Integral (topik 2 s/d topik 6 ).

Topik Differensial dan Integral merupakan topik utama di bidang keteknikan, dikarenakan banyak hukum-hukum dan hubungan fisik lainnya yang muncul dan terjadi dengan menggunakan dua buah konsep tersebut.

Bila dalam kurikulum yang telah ada terdapat topik dengan nama "Turunan", pada dasarnya topik tersebut merupakan hasil dari suatu proses differensial. Atau dengan kata lain, proses untuk mendapatkan turunan disebut differensial. Oleh karenanya pelabelan topik ini lebih sering menggunakan "Differensial".

**Topik 1 : Limit** meskipun hanya tercantum dalam hasil akhir analisis kebutuhan mata kuliah Fisika, tetapi merupakan topik yang secara konseptual mendasari penguasaan topik kalkulus (differensial dan integral). Lingkup dan kedalamannya sudah representatif, dalam artian bahwa dukungan yang dapat diberikan berada dalam kategori maksimal.

Permasalahan yang masih melingkupi Matematika II adalah adanya tuntutan agar materinya menyertakan kajian lanjut dalam level yang lebih tinggi dan aplikasinya dalam soal-soal latihan yang berkaitan dengan masalah teknik mesin produksi.

### C. Interpretasi Terhadap Tata-Urut Materi Matematika dan Penempatannya dalam Struktur Program Kurikulum

Mata kuliah Matematika I dalam hal ini merupakan prasyarat mutlak apabila mahasiswa ingin memprogram mata kuliah Matematika II. Prasyarat tersebut ditentukan dengan diharuskannya mahasiswa untuk memprogram mata kuliah Matematika I dan lulus dengan nilai minimal "C" sebelum mengikuti Matematika II.

Pemenuhan fungsi sebagai mata kuliah pendukung MKBS lainnya merupakan salah satu pertimbangan untuk menempatkan mata kuliah Matematika dalam keseluruhan Struktur Program Kurikulum. Realisasinya adalah bahwa mata kuliah Matematika I dan mata kuliah Matematika II ditempatkan pada semester-semester awal, yaitu pada semester I dan II seperti yang telah dilakukan pada kurikulum 1993.

Permasalahan tata-urut dalam mata kuliah Matematika berdasarkan data yang masuk banyak dikedepankan, terutama berkaitan dengan pengkategorisasian materi ke dalam kelompok Aljabar, Geometri, dan Kalkulus sebagaimana yang di-syaratkan dalam kurikulum PTKSM-S1 tahun 1993.

Bila dicermati, kategorisasi materi dalam petunjuk kurikulum tersebut pada hakekatnya menunjukkan bagaimana seharusnya suatu materi dikelompokkan dan diurutkan dalam upaya mencapai tujuan tertentu. Bahwa pada akhirnya berdasarkan analisis kebutuhan terdapat topik-topik diluar ketiga kategorisasi tersebut, maka ketiga kategorisasi ter-

sebut tetaplah merupakan acuan yang dipergunakan agar topik-topik yang tersaji dapat menunjukkan keutuhan struktur sebagai salah satu sifat dasar Matematika.

Telaah dokumen kurikulum Matematika menunjukkan bahwa materi-materi Matematika I belum sepenuhnya menerapkan kategorisasi tersebut secara ketat. Lingkup dan kedalaman yang relatif sama dengan materi Matematika di jenjang pendidikan menengah menjadi persoalan yang membuat kondisi bahwa ketidak-teraturan penyajian materi tidak perlu dijadikan prioritas permasalahan. Hal tersebut dikarenakan dengan bekal pengetahuan yang dimiliki, mahasiswa akan dapat menguasai topik-topik yang disajikan dari manapun topik-topik tersebut dimulai. Masalahnya menjadi lain bila dikaitkan bahwa Matematika bukan hanya untuk Matematika itu sendiri, tetapi sebagai konsekuensi intervensinya dalam pengembangan dan pengoperasionalisasian ilmu lainnya, dukungan Matematika harus berada dalam kategori maksimal.

Pengkategorisasian dalam label "Aljabar" untuk topik-topik "Logaritma" (topik nomor 2) dan "Persamaan" (topik nomor 5) akan memperjelas konseptualisasi bagaimana seharusnya struktur penguasaan suatu konsep "Persamaan" yang dimulai dari penanaman konsep bilangan dan pengoperasiannya (topik nomor 1). Kajian yang berada dalam satu kategorisasi tersebut terkesan melompat-lompat, jauh dari keutuhan penanaman suatu konsep, yang dalam hal ini adalah "Persamaan", sehingga tidak mendudukkan topik nomor 1 dan



2 yang pada hakekatnya merupakan topik prerequisite.

Mendasarkan pada pertimbangan prinsip kontinuitas kurikulum, maka penempatan topik "Himpunan" pada urutan ke 3 juga perlu mendapatkan perhatian dikarenakan pada jenjang pendidikan menengah, topik tersebut justru diletakkan pada urutan pertama dalam keseluruhan materi dalam kurikulum. Pada posisi ke dua, diikuti dengan pembahasan topik "Relasi" (bagian dari topik nomor 4). Tetapi dikarenakan kedua topik tersebut berdasarkan analisis lingkup dan kedalaman kurang memiliki dukungan, maka interpretasi tata-urutnya tidak perlu dipersoalkan. Karena hasil analisis kebutuhan tersebut mengisyaratkan bahwa topik tersebut tidak perlu dimasukkan dalam kurikulum.

Tuntasnya pembahasan topik-topik yang termasuk dalam kategori "Aljabar", sesuai dengan petunjuk kurikulum PTKSM-S1 tahun 1993 menghendaki pengkajian pada topik-topik yang termasuk dalam kelompok geometri. Topik-topik yang termasuk dalam kategori ini adalah "Menggambar Kurva" (topik nomor 6) dan "Trigonometri" (topik nomor 7). Penyajian dalam kurikulum meskipun tidak mencantumkan label geometri tidaklah menjadi persoalan penting, walaupun bila dikaji lebih lanjut, pelabelan tersebut seperti yang telah dikemukakan pada bagian awal sub-bab ini lebih dimaksudkan sebagai upaya mencapai keutuhan penguasaan topik-topik yang memiliki keterkaitan dan keterdekatan konsep. Tata-urut dalam kelompok geometri ini lebih ditekankan pada



adanya konsep "prerequisite learning", dalam artian bahwa penguasaan topik "Menggambar Kurva" memerlukan pemahaman kaidah-kaidah "Trigonometri".

Tiga materi berikutnya, yaitu topik nomor 8 : Matriks, topik nomor 9 : Determinan, dan topik nomor 10 : Vektor sudah tepat tata-urut penyajiannya setelah semua topik sebagaimana disebutkan di atas.

Permasalahan justru diletakkan pada pertimbangan fungsi Matematika sebagai pendukung MKBS lainnya, dikarenakan terdapat satu topik, yaitu "Vektor" yang juga disajikan sebagai salah satu topik utama mata kuliah lain, yaitu Mekanika Teknik dan Fisika.

Urutan penyajian topik "Vektor" justru lebih dahulu pada dua mata kuliah yang harus ditunjang oleh Matematika tersebut, dan lingkup serta kedalamannyapun lebih detail pada kedua mata kuliah yang harus ditunjang tersebut (lihat tabel 3, 4 dan 5). Pada mata kuliah Fisika dan Mekanika Teknik topik "Vektor" merupakan Pokok Bahasan 1, dan pada Fisika I merupakan Pokok Bahasan 2, sedangkan pada Matematika I merupakan Pokok Bahasan 10.

Kondisi tumpang tindihnya topik ini memang tidak dapat dihindarkan dikarenakan pada ketiga mata kuliah tersebut, topik "Vektor" menempati posisi yang penting. Masalahnya adalah, apakah topik ini tetap dicantumkan pada mata kuliah Matematika dan kemudian pada dua mata kuliah lain tersebut dihilangkan, ataukah sebaliknya, atau-

kah tetap dipertahankan seperti yang sudah tercantum dalam kurikulum. Karena bagaimanapun juga, prinsip efisiensi sebagai salah satu prinsip esensial pengembangan kurikulum sangat tidak menghendaki adanya duplikasi pembahasan suatu topik.

**Tata-urut topik-topik pada Matematika II** mengindikasikan diterapkannya hakekat Matematika sebagai ilmu terstruktur. Topik-topik yang merupakan prerequisite disajikan sebelum topik-topik yang harus ditunjangnya.

Terdapat tiga topik utama dalam Matematika II, yaitu (1) Limit Fungsi, (2) Differensial dan, (3) Integral. Khusus untuk "Differensial", pada kurikulum diberi label "Turunan". Hal tersebut tidaklah perlu dipersoalkan karena pada hakekatnya "Turunan" adalah merupakan hasil dari suatu proses "Differensial".

Topik "**Limit Fungsi**" yang merupakan prasyarat untuk menguasai "Differensial" dan "Integral" ditempatkan sebagai topik nomor 1. Pada urutan berikutnya adalah "Differensial" (Topik nomor 2 dan 3).

Topik "**Integral**" yang merupakan operasi invers dari "Differensial" ditempatkan pada urutan ke 4 dan 5. Sehingga secara struktural-internal penempatan topik-topik tersebut sudah tepat.

Permasalahan berikutnya justru diletakkan pada bagaimana topik-topik yang merupakan terapan ataupun lanjutan lebih tinggi dari topik "Differensial" dan "Inte-

gral" (topik nomor 6 dan 7), tidak dipisahkan terlalu jauh dari topik-topik "Differensial" dan "Integral" yang bersifat pengantar ataupun pendalaman (topik nomor 2, 3, 4, dan 5). Dalam hal ini topik nomor 6 merupakan terapan dan lanjutan lebih tinggi dari topik nomor 2 dan 3, sedangkan topik nomor 7 merupakan terapan dan lanjutan lebih tinggi dari topik nomor 4 dan 5.

#### **D. Interpretasi Terhadap Bobot SKS Kurikulum Matematika.**

Penyempurnaan kurikulum tahun 1987 yang dilakukan pada tahun ajaran 1992/1993 menghasilkan kurikulum 1993 yang dalam hal ini telah menambah bobot SKS untuk Matematika I dan II. Bobot SKS yang semula hanya 6 SKS (Matematika I=4 SKS dan Matematika II=2 SKS) menjadi 8 SKS. Bobot 8 SKS tersebut terbagi menjadi dua sama besar, yaitu Matematika I = 4 SKS dan Matematika II = 4 SKS.

Minggu efektif perkuliahan dalam satu semester sebagaimana disebutkan dalam Buku Pedoman 1994/1995 (hal.62) setara dengan 16-17 minggu perkuliahan. Dengan bobot masing-masing 4 SKS, maka penyelenggaraan perkuliahan Matematika I dan II dibagi menjadi dua kali/minggu (@ 2 SKS) dengan tujuan utama menghindari tingkat kejenuhan, baik pada dosen maupun mahasiswa.

Penambahan bobot SKS dari 6 menjadi 8 tersebut dikaitkan dengan tujuan instruksional yang akan dicapai sudah memadai. Begitu juga dengan pembagian 4 SKS ke dalam

dua kali pertemuan setiap minggunya berdasarkan data yang masuk cukup efektif.

Permasalahan berikutnya adalah distribusi SKS ke dalam setiap topik pada **Matematika I** yang belum mendasarkan pada skala prioritas dan kedudukan suatu topik terhadap topik lainnya.

Masih ditemui beberapa topik yang kurang memiliki dukungan terhadap kebutuhan MKBS lainnya tetapi alokasi waktunya lebih banyak dibandingkan dengan topik yang lebih dibutuhkan. Disisi lain, topik yang kurang dibutuhkan tersebut secara struktural-internal juga memiliki keterkaitan yang masih jauh dengan topik lainnya, dan berada dalam tingkat kesulitan sangat elementer.

Topik nomor 1 : "Pengajaran Aljabar", dan topik nomor 2: "Logaritma", yang masing-masing memperoleh 200 menit (total = 400 menit), alokasi waktunya dipertimbangkan terlalu banyak. Hal tersebut didasarkan pada karakteristik materinya yang sangat elementer, yang pada dasarnya dengan lingkup dan kedalamannya telah dipelajari oleh mahasiswa pada jenjang pendidikan sebelumnya.

Hal yang sama juga berlaku pada topik nomor 3: "Himpunan" yang dalam hal ini alokasi waktunya justru lebih banyak, yaitu 300 menit. Faktor tidak dibutuhkannya topik tersebut oleh MKBS lainnya, dan hasil interpretasi pada bagian V.B di atas yang menyatakan bahwa keterkaitan topik tersebut terlalu jauh dengan topik Matematika lain

yang harus ditunjangnya merupakan pertimbangan yang semestinya diberlakukan dalam memberikan alokasi waktu untuk topik "Himpunan".

Interpretasi alokasi waktu untuk kedua topik di atas tentunya didasarkan pada suatu pertimbangan apabila berdasarkan penentuan "status materi" yang akan disajikan pada bagian V.E berikut ternyata topik-topik tersebut masih tetap harus dicantumkan dalam kurikulum. Sebab apabila hasil penentuan "status materi" tersebut menyimpulkan bahwa kedua topik tersebut harus dihapuskan dari kurikulum, maka dengan sendirinya alokasi waktu untuk kedua topik tersebut di atas dapat dipergunakan untuk topik-topik lainnya. Hal yang sama berlaku juga untuk topik-topik lain tentunya.

**Topik nomor 7 : "Trigonometri" (400 menit)** juga berada dalam kategori pengalokasian waktu yang berlebih, meskipun tidak terlalu banyak seperti topik nomor 1,2 dan 3 di atas.

Topik "Trigonometri" baik secara struktural-internal maupun struktural-eksternal memang terbukti memiliki peranan dan fungsi yang penting. Tetapi alokasi waktu sebesar 400 menit, yang dalam hal ini berarti sama dengan 4 kali tatap muka, dengan lingkup dan kedalaman yang dimilikinya, alokasi waktu tersebut tetap dipertimbangkan berlebih.

Kondisi pengalokasian waktu yang berkebalikan dari kedua topik tersebut di atas justru terjadi pada **topik nomor 4 : "Relasi dan Fungsi" (200 menit)**. Topik "Relasi"

memang kurang dibutuhkan oleh MKBS lain. Sedangkan topik "Fungsi" justru banyak dibutuhkan oleh MKBS lain karena merupakan topik prasyarat "Kalkulus". Alokasi waktu sebesar 200 menit sangat dirasakan kurang memadai.

Terlalu sedikitnya alokasi waktu juga terjadi pada topik nomor 9: "Determinan" (200 menit). Mendasarkan pada peranan topik "Determinan" yang banyak diaplikasikan pada penyelesaian persamaan-persamaan simultan lebih dari dua variabel, alokasi waktu tersebut dipertimbangkan kurang memadai.

Alokasi waktu sebesar 400 menit untuk topik nomor 9: "Matriks" dan topik nomor 10: "Vektor" sudah memadai bila dikaitkan dengan banyaknya aplikasi konsep-konsep kedua topik ini dalam penguasaan kajian baik teori maupun soal-soal hitungan dari MKBS lain.

Distribusi waktu untuk topik-topik pada Matematika II mendasarkan pada dukungan yang diberikan setiap topik terhadap kebutuhan MKBS lain, pada dasarnya sudah proporsional.

Proporsionalitas tersebut terlihat dari jumlah alokasi waktu yang lebih banyak pada topik-topik yang bersifat pengantar, yaitu topik nomor 2: Turunan (500 menit) dan topik nomor 4: Integral (800 menit). Keleluasaan distribusi waktu untuk Matematika II dapat dilakukan karena hanya terdapat dua topik utama dalam bagian ini, yaitu "Turunan" dan "Integral".

Topik-topik yang merupakan terapan kedua topik tersebut di atas, yaitu **topik nomor 3 dan 6** sebagai terapan "Turunan" dan **topik nomor 5 dan 7** sebagai terapan "Integral" juga telah memperoleh waktu yang memadai, dalam artian distribusi waktunya lebih sedikit atau sama dengan topik-topik pengantarnya.

Permasalahan lain yang perlu dikemukakan adalah terdapatnya masukan agar kedua topik utama Matematika tersebut diperluas dan diperdalam terutama dalam tingkat kajian lanjutan. Bila topik-topik dalam kategori lanjutan lebih tinggi ini pada akhirnya dimasukkan ke dalam kurikulum, alokasi waktu yang telah terdapat dalam kurikulum yang berlaku sekarang tentunya memerlukan kajian lebih lanjut.

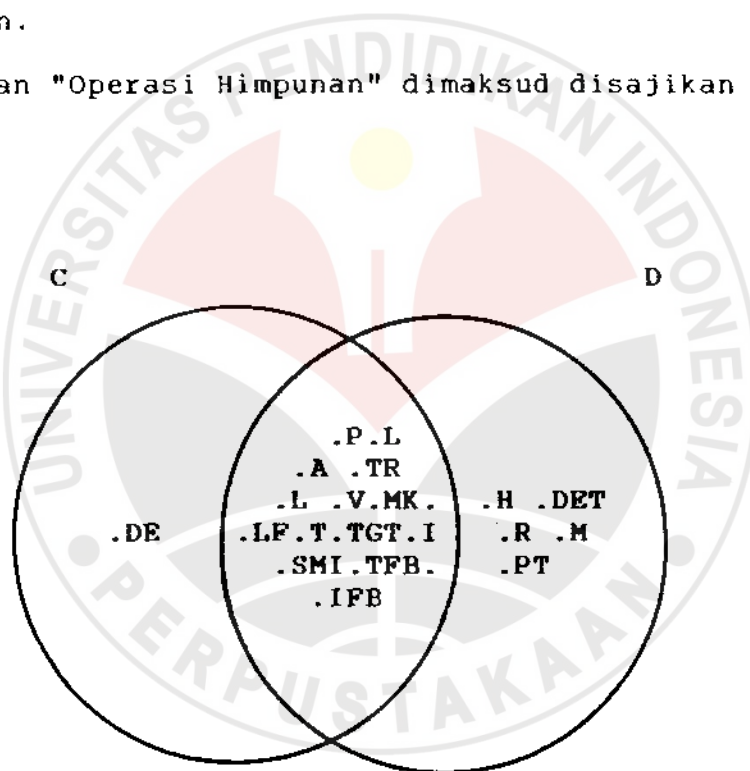
#### **E. Interpretasi Terhadap Perbandingan Materi Matematika dalam Kurikulum dengan Hasil Analisis Kebutuhan MKBS Lainnya**

Interpretasi terhadap perbandingan antara materi Matematika yang tersedia dalam kurikulum dengan yang dihasilkan dari analisis kebutuhan mata kuliah-mata kuliah sebagaimana tersebut di atas dilakukan dengan menggunakan konsep "Himpunan" (Bagan 5, halaman 106), khususnya pada "Keanggotaan" dan "Irisan Himpunan". Dari operasi "Himpunan" tersebut selanjutnya dapat ditentukan "status materi" pada setiap area/ bagian himpunan tersebut dengan menggu-



nakan pertimbangan dan kriteria sebagaimana disebutkan pada Bab III (hal.40). Hasil akhir berupa penetapan status materi tersebut dapat dijadikan pedoman dalam melihat sejauhmana kesenjangan yang mungkin terjadi antara materi yang tersedia dengan yang diharapkan. "Status Materi" tersebut juga mendasari penentuan apakah suatu materi dipertahankan, dihilangkan, diperluas dan diperdalam atau topik-topik tertentu yang belum ada dalam kurikulum harus dimasukkan.

Bagan "Operasi Himpunan" dimaksud disajikan sebagai berikut :



**Bagan 5. Irisan Himpunan Materi Matematika Berdasarkan Hasil Analisis Kebutuhan dengan Materi Matematika yang terdapat dalam Kurikulum**

Keterangan Bagan 5 :

a. **Himpunan C** = Himpunan materi Matematika yang dibutuhkan oleh mata kuliah MKBS lainnya.

*Notasi* :  $C = \{A, L, F, P, MK, TR, V, LF, T, TGT, I, SMI, TFB, IFB\}$

b. **Himpunan D** = Himpunan materi Matematika dalam kurikulum

*Notasi* :  $D = \{A, L, H, R, F, P, PT, G, TR, M, DET, V, LF, T, TGT, I, SMI, TFB, IFB\}$

c.  **$C \cap D$**

$C \cap D$  adalah himpunan yang elemennya terdiri dari elemen-elemen himpunan C yang sekaligus juga merupakan elemen-elemen dari himpunan D. Dengan kata lain bahwa  $C \cap D$  berisi himpunan materi Matematika yang dibutuhkan oleh MKBS yang juga telah terdapat dalam kurikulum yang telah ada.

*Notasinya sebagai berikut* :  $C \cap D = \{x \mid x \in C \text{ dan } x \in D\}$

$C \cap D = \{A, TR, L, P, V, MK, LF, T, TGT, I, SMI, TFB, IFB, LOG\}$

d.  **$C \setminus D$**

$C \setminus D$  adalah himpunan yang berisi elemen C yang bukan merupakan elemen D. Ini berarti bahwa materi-materi Matematika yang terdapat dalam himpunan C (berdasarkan analisis dosen dan mahasiswa) tersebut belum terdapat dalam kurikulum yang telah ada (himpunan D). *Notasinya adalah sebagai berikut* :  $C \setminus D = \{DE\}$

**e.  $D \not\subset C$**

$D \not\subset C$  merupakan himpunan yang berisi elemen D yang bukan merupakan elemen C. Ini berarti bahwa materi yang terdapat dalam kurikulum yang telah ada (himpunan D) tersebut tidak dibutuhkan oleh MKBS lainnya.

*Notasinya adalah sebagai berikut :  $D \not\subset C = \{H, R, PT, M, DET\}$*

**Catatan :**

1. Dalam bagan 5 hanya disebutkan topik-topiknya saja. Bahwa dalam topik tertentu terdapat rincian materi yang belum terdapat dalam kurikulum yang telah ada, seperti topik Differensial, yaitu : (1) Persamaan Differensial Biasa untuk Fungsi-Fungsi Khusus , dan (2) Persamaan Differensial Biasa dan Transformasi Laplace dan topik Fungsi, yaitu : (1) Fungsi Peubah Kompleks dan (2) Fungsi Gama dan Beta, hal tersebut dianggap sudah terwakili dengan hanya menyebut topiknya saja. Yang terpenting adalah bahwa topik tersebut diperlukan oleh MKBS lainnya.
2. Keterangan Singkatan Nama Topik :
  - 1) A = Aljabar
  - 2) TR = Trigonometri
  - 3) F = Fungsi
  - 4) MK = Menggambar Kurva
  - 5) LF = Limit Fungsi
  - 6) M = Matriks

- 7) V = Vektor
- 8) DE = Deret
- 9) L = Logaritma
- 10) P = Persamaan
- 11) PT = Pertidaksamaan
- 12) DET = Determinan
- 13) T = Turunan
- 14) I = Integral
- 15) H = Himpunan
- 16) R = Relasi
- 17) TGT = Tafsiran Geometris dari Turunan
- 18) SMI = Sentroid dan Momen Inertia
- 19) TFB = Turunan Fungsi beberapa Variabel
- 20) IFB = Integral Fungsi beberapa Variabel

Pengkategorisasian setiap topik dari bagan 5 ke dalam kriteria (hal.41) untuk menentukan "Status Materi" disajikan sebagai berikut :

**a. Materi Matematika yang Dibutuhkan oleh MKBS Lainnya yang Belum Terdapat dalam Kurikulum, dan Harus Dican-  
tumkan dalam Kurikulum.**

Topik "Deret" muncul sebagai hasil analisis kebutuhan mata kuliah Fisika, dikarenakan topik tersebut merupakan salah satu dari azas-azas metode Matematika yang sering diterapkan dalam Fisika. Dengan pemahaman sifat-sifat kekonvergenan suatu deret tak berhingga misalnya,

akan membantu dalam menyatakan sebuah fungsi dalam deret variabelnya dengan pangkat variabel yang semakin membesar.

Topik "Deret" belum terdapat dalam kurikulum Matematika yang telah ada, dan juga tidak terdapat dalam petunjuk kurikulum PTKSM-SI Pendidikan Teknik Mesin tahun 1993.

Secara internal, dalam Matematika topik "Deret" banyak diaplikasikan dalam topik-topik lain seperti "Limit", "Fungsi", dan "Diferensial Fungsi Trigonometri".

**b. Materi Matematika yang Dibutuhkan oleh MKBS Lainnya, yang Telah Ada dalam Kurikulum, yang Tetap Harus Dimasukkan dalam Kurikulum dengan Peningkatan Lingkup dan Kedalamannya**

Topik dalam Matematika I dan II seluruhnya berjumlah 20 buah. Sebagian besar dari topik topik tersebut masuk dalam kategori kedua ini. Topik-topik dimaksud adalah : (1) Persamaan, (2) Trigonometri, (3) Fungsi, (4) Limit, (5) Fungsi, (6) Turunan, (7) Integral, (8) Tafsiran Geometris dari turunan, (9) Sentroid dan Momen Inertia, (10) Turunan Fungsi Beberapa Variabel, dan (11) Integral Fungsi Beberapa Variabel,

Topik "Persamaan" (linier dan kuadrat) yang merupakan kelanjutan dari kajian konsep-konsep Aljabar dalam bidang keteknikan (teknik mesin) merupakan topik sentral dalam Aljabar dikarenakan rumus-rumus dan soal-soal dalam bidang keteknikan (teknik mesin) wujud akhirnya (hasil

akhir) senantiasa berbentuk sebuah persamaan.

Peningkatan lingkup dan kedalaman topik "Persamaan" (nomor 1), berdasarkan telaah kurikulum yang dikaitkan dengan fungsi penunjang penguasaan MKBS terletak pada kajian "Jenis-Jenis Persamaan". Hal tersebut didasarkan pada petunjuk kurikulum PTKSM-S1 buku IIB MKK-MKBS Pendidikan Teknik Mesin yang menyebutkan bahwa lingkup dan kedalaman topik Persamaan meliputi persamaan linear yang banyak dipakai dalam ilmu teknik, seperti lingkaran, elips, parabola, matriks dan determinan.

Peningkatan topik nomor 7-11 terutama berkaitan dengan tuntutan kebutuhan MKBS dan petunjuk kurikulum PTKSM yang menghendaki bahasan topik-topik tersebut tidak sekedar bersifat penqantar teoritis, tetapi lebih ditekankan pada pendalaman, lanjutan lebih tinggi dalam kaitannya memecahkan berbagai problema teknik mesin, seperti menghitung luas benda putar, hantaran panas, getaran, dan lain-lain.

**c. Materi Matematika yang Dibutuhkan oleh MKBS Lainnya, yang Telah Ada dalam Kurikulum, yang Tetap Harus Dimasukkan dalam Kurikulum Tanpa Peningkatan Lingkup dan Kedalamannya**

Topik yang termasuk dalam kategori ini adalah : (1) Menggambar Kurva, dan (2) Vektor. Dengan dua buah topik kajian, yaitu "Kurva Baku dalam Koordinat Kartesius" dan

"Kurva Baku dalam Koordinat Polar", maka topik "Menggambar Kurva" telah memenuhi fungsi yang ditetapkan, baik secara eksternal (pendukung MKBS) seperti yang diuraikan dalam interpretasi maupun internal (dalam Matematika itu sendiri), yaitu sebagai dasar dalam penerapan "Integral" terutama pada permasalahan mencari luas dan volume benda putar.

Dominasi topik "Vektor" terjadi di semua mata kuliah MKBS yang dijadikan fokus penelitian, sebagaimana yang diuraikan dalam bagian interpretasi. Lingkup dan kedalaman seperti yang telah terdapat dalam kurikulum sudah memenuhi tuntutan kebutuhan, sehingga tidak perlu ditingkatkan.

**d. Materi Matematika yang Dibutuhkan oleh MKBS Lainnya yang Telah Terdapat dalam Kurikulum, Tetapi Tetap Harus Dihilangkan.**

Topik yang termasuk dalam kategori ini adalah "Aljabar". Operasi menambah, mengali, membagi, mengurangi, perpangkatan, akar, dan logaritma merupakan "Operasi Dasar Bilangan" yang mutlak dikuasai dengan "baik" manakala peserta didik / mahasiswa akan mengerjakan persoalan-persoalan Matematika berikutnya.

Untuk bidang teknik mesin produksi atau kejuruan logam, konsep bilangan yang membentuk suatu Sistem Bilangan merupakan materi prasyarat menuju suatu materi berikutnya yang meliputi: (1) Operasi Dasar Bilangan, (2)



Operasi Dasar dengan Ekspresi Aljabar, (3) Akar, (4) Logaritma, dan (5) Persamaan.

Kajian akhir Aljabar disesuaikan dengan tujuan mata kuliah Matematika dengan mendasarkan pada uraian di atas adalah pada topik "Persamaan" (lihat juga bagan 1. hal.15).

Mendasarkan pada konsepsi kriteria sebagaimana disebutkan dalam BAB III (Prosedur Analisis Data), maka tidaklah perlu kesemua topik dalam Aljabar tersebut diajarkan atau dimasukkan dalam kurikulum. Oleh karenanya, topik-topik pendukung "Persamaan" yang meliputi topik-topik tersebut di atas sebaiknya tidak perlu diajarkan. Terlebih dengan lingkup dan kedalaman sebagaimana terdapat dalam kurikulum yang telah ada, mahasiswa sudah sangat familiar dengan topik-topik tersebut, dikarenakan sudah dipelajari, bahkan sejak di jenjang pendidikan dasar.

**e. Materi Matematika dalam Kurikulum yang Berdasarkan Analisis Kebutuhan Tidak Terjaring, Tetapi dengan Mempertimbangkan Ketika Kriteria di atas, Materi tersebut Tetap Harus Dicantumkan dalam Kurikulum.**

Topik "Matriks" dan "Determinan" berdasarkan analisis kebutuhan MKBS lainnya tidak termasuk dalam kategori topik yang dibutuhkan. Mempertimbangkan fungsi dua buah topik tersebut, maka peneliti menyarankan agar tetap dicantumkan dalam kurikulum.

Topik Determinan dan Matriks dalam bidang teknik mesin produksi terutama digunakan untuk menyelesaikan persamaan simultan, penggunaan program linear, analisa statistika (terutama statistik multivariat) serta masalah teknik lainnya. Dan dengan telah dimasukkannya mesin bubut yang menggunakan teknologi Computer Numerical Control (CNC), maka dua topik tersebut bermanfaat terutama pada permasalahan pemrogramannya.

Lingkup dan kedalaman kedua topik dalam kurikulum sudah memenuhi persyaratan dalam pemenuhan fungsinya.

**f. Materi Matematika dalam Kurikulum yang Tidak Dibutuhkan oleh MKBS Lainnya, yang Juga Harus Dihilangkan**

Topik-topik yang termasuk dalam kategori ini adalah: (1) Pertidaksamaan, (2) Himpunan, dan (3) Relasi. Ketiga topik tersebut dihilangkan dengan pertimbangan disamping tidak terjaring dalam analisis kebutuhan MKBS lainnya, juga didasarkan pada pertimbangan bahwa meskipun merupakan topik prasyarat mempelajari "Fungsi" dan "Limit Fungsi", tetapi lingkup dan kedalamannya relatif sama dengan pelajaran di jenjang pendidikan menengah, dan keterkaitan tersebut dipertimbangkan terlalu jauh, sehingga dari segi waktu kurang efisien bila topik tersebut dicantumkan dalam kurikulum.

Dalam bentuk tabulasi, status materi tersebut disajikan sebagai berikut :

TABEL 10

## STATUS KEBUTUHAN MKBS TERHADAP MATERI MATEMATIKA

No	T O P I K (1)	STATUS KEBUTUHAN MKBS TERHADAP MATERI MATEMATIKA (2)					
		1	2	3	4	5	6
1	Aljabar				X		
2	Fungsi		X				
3	Menggambar Kurva			X			
4	Limit Fungsi		X				
5	Matriks					X	
6	Vektor			X			
7	Deret	X					
8	Logaritma						X
9	Persamaan		X				
10	Pertidaksamaan						X
11	Determinan					X	
12	Turunan		X				
13	Integral		X				
14	Himpunan						X
15	Relasi						X
16	Trigonometri		X				
17	Tafsiran Geometris dari Turunan		X				
18	Sentroid & Momen Inertia		X				
19	Turunan Fungsi Beberapa variabel		X				
20	Integral Fungsi Beberapa Variabel		X				

Catatan : Keterangan notasi angka 1,...,6 (kolom 2) lihat

halaman 40.

## **F. Interpretasi Terhadap Permasalahan Proses Belajar Mengajar Mata Kuliah Matematika**

Beberapa permasalahan di sekitar pelaksanaan proses belajar-mengajar pada mata kuliah Matematika adalah sebagai berikut :

Dijumpai fakta bahwa pada awal perkuliahan, atau pada saat menjelaskan satu topik, tujuan instruksional tidak dijelaskan. Muara dari kondisi tersebut adalah ketidaktahuan mahasiswa terhadap tujuan diberikannya mata kuliah yang bersangkutan. Bahwa para mahasiswa telah mempelajari topik-topik yang disajikan (terutama pada Matematika I) pada jenjang pendidikan sebelumnya adalah suatu persoalan lain, dikarenakan tuntutan materi Matematika yang diterima pada jenjang pendidikan tinggi ini memiliki keterkaitan langsung dengan penerapannya dalam pemecahan soal-soal keteknikan. Penjelasan TIU dan TIK serta silabus merupakan aspek esensial dalam membantu mahasiswa mengidentifikasi bahwa materi Matematika yang diterimanya dikhususkan untuk memenuhi fungsi sebagai penunjang mata kuliah keteknikan lainnya. Meskipun dalam kenyataannya (dalam kurikulum yang telah ada) materinya belum maksimal memenuhi fungsi tersebut.

Kondisi tersebut menjadi lebih kompleks bila dikaitkan dengan adanya perbedaan latar belakang pendidikan menengah dari mahasiswa, yaitu berasal dari SMTA Program A1 dan A2, serta STM dimana hal tersebut dapat berpengaruh

pada kesiapan dalam mengikuti mata kuliah Matematika, khususnya pada materi yang bersifat pendalaman, ataupun lanjutan lebih tinggi dari materi yang pernah diterima pada jenjang pendidikan menengah.

Proporsionalitas teori dan soal-soal latihan menjadi permasalahan tersendiri dalam pelaksanaan proses belajar-mengajar Matematika. Ditemui fakta bahwa pada ketiga angkatan, prosentase penyajian teori lebih banyak daripada soal-soal latihan. Dan hanya satu angkatan yang menyatakan bahwa proporsi teori dan latihan sudah seimbang. Permasalahan selanjutnya diletakkan pada apakah soal-soal latihan yang disajikan menyertakan aplikasi teori-teori Matematika dalam penyelesaian soal-soal keteknikan, ataukah masih bersifat pure-mathematics.