

PENDIDIKAN DAN  
ILMU PENDIDIKAN

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN TIM PASCASARJANA**



**PENGEMBANGAN MODEL *INTEGRASI SCIENCE AND MATH*  
BERBASIS MASALAH UNTUK PENDIDIKAN DASAR**

Oleh:

Ketua	: Dr. Yanti Fitria, S.Pd, M.Pd	NIDN: 0020057609
Anggota	: Dr. Risda Amini, MP	NIDN: 0031086303
	Aissy P. Z. (Mahasiswa)	NIM:16124093
	Fiddinya Nurul Hasanah (Mahasiswa)	NIM:16124024

**JURUSAN PENDIDIKAN GURU SEKOLAH DASAR  
FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS  
NEGERI PADANG  
2017**



PENDIDIKAN DAN  
ILMU PENDIDIKAN

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN TIM PASCASARJANA**



**PENGEMBANGAN MODEL *INTEGRASI SCIENCE AND MATH*  
BERBASIS MASALAH UNTUK PENDIDIKAN DASAR**

Oleh:

Ketua	: Dr. Yanti Fitria, S.Pd, M.Pd	NIDN: 0020057609
Anggota	: Dr. Risda Amini, MP	NIDN: 0031086303
	Aissy P. Z. (Mahasiswa)	NIM:16124093
	Fiddinya Nurul Hasanah (Mahasiswa)	NIM:16124024

**JURUSAN PENDIDIKAN GURU SEKOLAH DASAR  
FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS  
NEGERI PADANG  
2017**



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Mode Integrasi Science and Math Berbasis Masalah untuk Pendidikan Dasar  
Peneliti/Pelaksana :  
Nama Lengkap : Dr. Yanti Fitria, S.Pd, M.Pd  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang  
NIDN : 0020057609  
Jabatan Fungsional : Lektor  
Unit : FIP - Jurusan Pendidikan guru Sekolah Dasar  
Nomor HP : 085274947752  
Alamat surel (e-mail) : yantifitria@ymail.com  
Anggota Peneliti :

NO	Nama	NIDN	Jabatan
1	Dr. Risda Amini, MP	0031086303	Anggota Pengusul 1

Anggota Peneliti Mahasiswa

NO	Nama	NIM/TM	Prodi
1	Aissy Putri Zulkarnaini	16124093/2016	Pendidikan Dasar
2	SHINTA SRI WAHYUNI	16124071/2016	Pendidikan Dasar

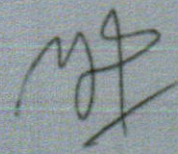
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 75.800.000,00  
Biaya Keseluruhan : Rp 275.800.000,00

Mengetahui,  
Ketua LP2M UNP



(Prof. Dr. Rusdimal, M.Pd)  
NIP/NIK 196303201988031002

Padang, 13 Oktober 2017  
Ketua,



(Dr. Yanti Fitria, S.Pd, M.Pd)  
NIP/NIK 197605202008012020



## ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan IPTEK dan tuntutan lingkungan kerja harus diiringi dengan mahasiswa dituntut untuk mengembangkan kemampuan dan keterampilannya sebagai calon pendidik masa depan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengintegrasikan satu disiplin ilmu dengan disiplin ilmu lain. Hal ini diharapkan dapat mengembangkan kedalaman konten dan hubungan antara disiplin ilmu tersebut serta dapat melatih keterampilan mahasiswa sebagai calon pendidik dalam mengembangkan suatu pembelajaran. Tujuan dari penelitian ini adalah Mengembangkan model integrasi sains dan matematika berbasis masalah untuk pendidikan dasar yang valid dan layak digunakan dalam pembelajaran, mengetahui efektifitas model integrasi sains dan matematika berbasis masalah untuk pendidikan dasar yang dikembangkan dan membantu mahasiswa agar lebih mudah dalam memahami konsep matematika dan konsep sains serta mempercepat kelulusan mahasiswa.

Pada penelitian *tahun pertama* ini sudah mencapai tahap *design* dan *develop*, produk sudah di validasi, namun masih perlu tahapan ujicoba untuk melihat efektifitas produk yang dihasilkan. Pada *tahun kedua* direncanakan akan melanjutkan tahap melihat dampak efektifitas, dan akan dirancang materi integrasi antara matematika dan ipa yang lain (materi kimia dan geometri). Fokus untuk *tahun ketiga* direncanakan mengembangkan integrasi pada materi gabungan fisika, kimia, fisika dan matematika.

Keyword : Integrasi, Sains, Matematika dan penelitian pengembangan



## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
<b>COVER</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	6
C. Pentingnya Penelitian dan Pengembangan .....	6
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	7
A. Integrasi Sains dan Matematika .....	7
1. Pengertian Integrasi Sains .....	7
2. Langkah-Langkah Integrasi Sains dan Matematika .....	8
3. Prinsip-Prinsip Integrasi Sains dan Matematika .....	8
4. Tipe Integrasi Sains dan Matematika .....	10
5. Karakteristik Integrasi Sains dan Matematika .....	11
6. Model Keterpaduan ( <i>Integrated</i> ) .....	13
7. Kelebihan Integrasi Sains dan Matematika .....	22
B. Pembelajaran Berbasis Masalah .....	24
1. Pengertian Pembelajaran Berbasis Masalah .....	24
2. Langkah-Langkah Pembelajaran Berbasis Masalah.....	26
3. Manfaat Pembelajaran Berbasis Masalah .....	28
4. Keunggulan dan Kelemahan Pembelajaran Berbasis Masalah ...	29



<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
A. Subjek dan Lokasi Penelitian .....	32
B. Jenis Penelitian .....	32
C. Prosedur Penelitian dan Pengembangan.....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN .....</b>	<b>61</b>
A. Hasil .....	62
I. Tahap I ( <i>Define</i> atau Tahap Studi Pendahuluan).....	61
B. Pembahasan .....	63
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>72</b>
A. Kesimpulan .....	72
B. Saran .....	72
<b>DAFTAR RUJUKAN .....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>74</b>



## DAFTAR GAMBAR

	Hal
1. Gambar 1.....	21
2. Gambar 2.....	63
3. Gambar 3.....	63
4. Gambar 4.....	64
5. Gambar 5.....	65
6. Gambar 6.....	66
7. Gambar 7.....	66
8. Gambar 8.....	67
9. Gambar 9.....	67
10. Gambar 10.....	67
11. Gambar 11 .....	69
12. Gambar 12.....	70



## DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
1. Cover Bahan Ajar .....	74



## **BAB 1 PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Pendidikan merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas bangsa karena pendidikan merupakan suatu bentuk upaya dalam mencerdaskan kehidupan bangsa. Hal ini tertuang dalam Tujuan Pendidikan Nasional bahwa “Pendidikan Nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat jasmani dan rohani, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab (UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 3)”. Pembangunan hanya dapat dilaksanakan oleh manusia yang dipersiapkan secara matang melalui proses pendidikan. Keberhasilan pendidikan suatu bangsa dapat mempercepat gerak pembangunan yang akan menciptakan kemajuan bagi bangsa.

Nurhadi, dkk. (2007) menyatakan bahwa pendidikan memiliki peranan yang sangat vital bagi perkembangan dan kemajuan suatu negara. Negara dengan penduduk berpendidikan tinggi tentu akan memiliki masa depan yang lebih cerah daripada negara yang rerata tingkat pendidikan penduduknya yang masih rendah. Hal ini juga berkaitan dengan peran pendidikan dalam menumbuhkan kreatifitas dan kecakapan peserta didik dalam mencari solusi dari permasalahan yang dihadapinya. Hal ini merupakan salah dari tujuan yang cukup penting dalam penyelenggaraan pendidikan itu sendiri.

Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah dalam mewujudkan tujuan pendidikan nasional yaitu dengan mempersiapkan calon-calon pendidik yang berkualitas dan profesional. Perguruan Tinggi sebagai suatu lembaga yang bertanggung jawab dalam mengembangkan kemampuan dan keterampilan mahasiswa dalam menyiapkan diri untuk mengabdikan pada bangsa dan negara. Penyiapan pendidik sesuai dengan perkembangan ilmu, teknologi, dan kebutuhan lingkungan kerja sangat dibutuhkan agar tujuan yang diharapkan di awal dapat tercapai secara maksimal.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan tuntutan lingkungan kerja harus diiringi dengan pengembangan kemampuan dan keterampilan mahasiswa sebagai calon pendidik masa depan. Upaya yang dapat dilakukan, salah satunya dengan mengintegrasikan satu disiplin ilmu dengan disiplin ilmu lain. Hal ini diharapkan dapat mengembangkan kedalaman konten dan hubungan antara disiplin ilmu tersebut. Selain itu, upaya ini juga diharapkan dapat melatih keterampilan mahasiswa sebagai calon pendidik dalam mengembangkan suatu pembelajaran.

Secara umum, disiplin ilmu yang mendasar pada pendidikan dasar yaitu sains dan matematika. Pengintegrasian kedua disiplin ilmu ini dalam suatu pembelajaran akan meningkatkan serta memperluas bahasan dari kedua disiplin ilmu ini. Selain itu, kedua disiplin ilmu tersebut dapat saling melengkapi informasi satu sama lainnya. Hal ini selaras dengan Berlin dan White (1992) (dalam Kurt dan Pehlivan, 2013) yang menyatakan bahwa integrasi sains dan matematika sebagai campuran dua bagian dalam suatu jalur yang tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya. Frykholm dan Glasson (2005) dan Furner



dan Kumar (2007) (dalam Kurt dan Pehlivan, 2013) juga menegaskan bahwa integrasi sains dan matematika sebagai pengembangan dari dua disiplin ilmu.

Berdasarkan pengalaman yang pernah dicobakan, penulis mengamati mahasiswa yang sedang belajar konsep dasar IPA SD 1 tentang klasifikasi tumbuhan berdasarkan biji yang diintegrasikan dengan pembelajaran konsep dasar matematika SD 1 yaitu tentang himpunan. Pada saat pembelajaran mahasiswa diminta untuk mencatat ciri-ciri dari setiap tumbuhan kemudian mengelompokkannya berdasarkan jenis akarnya. Kelompok itulah yang disebut dengan himpunan. Mahasiswa diminta menyebutkan anggota dari masing-masing himpunan dan mengelompokkan ke dalam himpunan baru (monokotil dan dikotil). Setelah itu, mahasiswa diminta membandingkan anggota himpunan yang berakar tunggang dan serabut dari tumbuhan monokotil dengan anggota himpunan yang berakar tunggang dan serabut dari tumbuhan dikotil. Selanjutnya mahasiswa diminta menggambarkan hubungan mereka dalam bentuk diagram Venn. Dengan demikian mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep tentang himpunan disamping konsep tentang klasifikasi tumbuhan.

Berdasarkan hal di atas pembelajaran dengan memanfaatkan integrasi sains dan matematika bagi mahasiswa calon pendidik sangat diperlukan. Hal ini dilakukan agar dapat mengembangkan keterampilan dan kemampuan mahasiswa dalam mengembangkan kedua disiplin ilmu tersebut secara terintegrasi. Kondisi ini akan memberikan pengalaman yang luas bagi mahasiswa calon pendidik. Davison, dkk. (1995) juga menegaskan alasan perlunya integrasi sains dan matematika yaitu bahwa matematika tidak harus dipandang sebagai disiplin ilmu yang hanya akan menyelesaikan kepentingan yang berkaitan dengan matematika

itu sendiri, begitu pula sains, tetapi keduanya akan membantu mereka untuk mengerti akan beberapa bagian dari dunia. Mengerti matematika dan mengerti sains menciptakan suatu langkah baru bagi peserta didik untuk melihat dunia, suatu langkah untuk mengembangkan lebih dalam lagi dalam kurikulum matematika. Integrasi sains dan matematika akan memberikan pengalaman belajar berbasis realita yang lebih bagi peserta didik.

Kualitas pengajaran selalu terkait dengan penggunaan model pembelajaran secara optimal yang mengisyaratkan bahwa untuk mencapai kualitas pembelajaran yang tinggi. Perlunya pengembangan dan pemilihan model yang tepat dalam mengintegrasikan sains dan matematika dalam pembelajaran. Hal ini diharapkan dapat mengembangkan kemampuan dan keterampilan mahasiswa calon pendidik dalam mengembangkan suatu pembelajaran di lapangan. Model pembelajaran integrasi yang tepat juga akan meningkatkan minat peserta didik untuk terus menggali dan mengembangkan kemampuan dan keterampilan yang dimilikinya. Kondisi ini akan dapat meningkatkan kualitas dari pendidikan itu sendiri. Furner, dkk. (2007) menyatakan bahwa pendidik harus memiliki pengetahuan mengenai bagaimana peserta didiknya belajar sains dan matematika dan bagaimana cara terbaik dalam membelajarkannya. Pada era yang didominasi dengan perkembangan sains, matematika, dan sains, ini menjadi penting untuk melengkapi pengetahuan dan keterampilan mahasiswa calon pendidik untuk membelajarkan sains dan matematika secara terintegrasi sehingga dapat menyediakan pembelajaran yang bermakna (*meaningfully learning*) bagi peserta didik.



Kuray (2012) dalam Kurt, dkk. (2013) menyarankan dalam integrasi sains dan matematika bahwa pengetahuan konten dari sains dan matematika dapat diatur dan hubungan sasaran hasil dapat diidentifikasi. Bagaimanapun, dia juga berpendapat bahwa integrasi sains dan matematika tidak selalu mungkin dan cocok. Berdasarkan dari saran yang telah dikemukakan, perlu dikembangkan model yang tepat dan seimbang untuk integrasi sains dan matematika yang sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

Menyikapi kondisi di atas, maka pembelajaran yang diselenggarakan hendaknya merupakan pembelajaran yang bermakna. Hal ini diharapkan agar dapat berkesan dan memaksimalkan pengembangan kemampuan dan keterampilan yang dimiliki oleh mahasiswa calon pendidik. Pembelajaran berbasis masalah merupakan salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk mengakomodasi kondisi tersebut. Masalah-masalah yang diberikan merupakan masalah yang sering ditemui dan ada di lingkungan mahasiswa. Hal ini secara tidak langsung dapat membantu mahasiswa dalam menghadapi masalah secara cepat dan tepat. Mahasiswa tidak perlu lama untuk beradaptasi dengan kondisi yang dihadapinya. Kemendikbud tahun 2013, pembelajaran berbasis masalah merupakan suatu metode pembelajaran yang menantang peserta didik untuk “belajar bagaimana belajar”, bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata. Masalah yang diberikan ini digunakan untuk mengikat peserta didik pada rasa ingin tahu pada pembelajaran yang dimaksud.

Berdasarkan paparan di atas maka perlu diadakan penelitian yang berjudul Pengembangan Model Integrasi *Science and Math* Berbasis Masalah Untuk Pendidikan Dasar sebagai salah satu upaya untuk menemukan dan mengembangkan model integrasi yang tepat dalam pembelajaran sains dan matematika di pendidikan dasar.

### **B. Tujuan Penelitian**

Pada penelitian ini, tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan model integrasi sains dan matematika berbasis masalah untuk pendidikan dasar yang valid dan layak digunakan dalam pembelajaran.
2. Mengetahui efektifitas model integrasi sains dan matematika berbasis masalah untuk pendidikan dasar yang dikembangkan.
3. Membantu mahasiswa agar lebih mudah dalam memahami konsep matematika dan konsep sains serta mempercepat kelulusan mahasiswa.

### **C. Pentingnya Penelitian dan Pengembangan**

1. Bagi mahasiswa, diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan pengalaman bagaimana menerapkan model integrasi sains dan matematika berbasis masalah yang tepat dalam pembelajaran untuk pendidikan dasar.
2. Bagi dosen, diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan yang dapat memfasilitasi dan membantu dalam membelajarkan mahasiswa mengenai model integrasi sains dan matematika berbasis masalah yang tepat dalam pembelajaran untuk pendidikan dasar.
3. Bagi lembaga, diharapkan dapat memberikan informasi tambahan dan referensi mengenai model integrasi sains dan matematika berbasis masalah yang tepat dalam pembelajaran untuk pendidikan dasar.



## **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

### **A. Integrasi Sains dan Matematika**

#### **1. Pengertian Integrasi Sains**

Integrasi sains dan matematika telah lama menjadi sorotan dalam dunia pendidikan. Perkembangan sains, matematika, dan teknologi pada abad 21 ini menjadi faktor yang memicu adanya integrasi sains dan matematika. Banyak studi yang dibuat berkenaan dengan integrasi antar dua disiplin ilmu. Kondisi ini diharapkan mampu meningkatkan pengembangan pengetahuan dan keterampilan dan meningkatkan mutu pendidikan.

Berlin dan White (1992) dalam Kurt, dkk. (2013) mendefinisikan integrasi sains dan matematika sebagai campuran dua bagian dalam suatu jalur yang tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya. Mereka berargumen bahwa integrasi ini dapat sukses melalui penggunaan metode dalam sains dalam berbagai mata pelajaran. Lederman dan Niess (1997, 1998), Roebuck dan Warden (1998) dan Huntly (1999) dalam Kurt, dkk. (2013) mendefinisikan integrasi sebagai kondisi campuran. Lehman (1994), Frykholm dan Glasson (2005) dan Furner dan Kumar (2007) dalam Kurt, dkk. (2013) menegaskan bahwa integrasi sains dan matematika sebagai pengembangan dari dua disiplin ilmu. Kiray (2012) dalam Kurt, dkk. (2013) menyarankan setelah identifikasi objektif dari integrasi sains dan matematika, semua kemungkinan interaksi antar dua disiplin ilmu dapat dibagi dari peringkat integrasi dari hubungan yang sederhana sampai praktek campuran.

## 2. Langkah-Langkah Integrasi Sains dan Matematika

Beberapa metode dan model dikembangkan dalam menerapkan integrasi sains dan matematika dalam pembelajaran. Berlin dan White (1994) dalam Kurt, dkk. (2013) mengembangkan model yang dikenal dengan BWISM yang merupakan model pertama di lapangan. BWISM terdiri dari 6 langkah: 1) langkah dalam pembelajaran, menekankan pada partisipasi aktif peserta didik dalam proses pembelajaran; 2) langkah dalam mengetahui, menggunakan pendekatan induktif dan deduktif dan data kualitatif dan kuantitatif untuk memperoleh informasi baru; 3) keterampilan proses dan berpikir, pengenalan keterampilan matematika yang juga melibatkan sains dan keterampilan proses saintifik yang juga melibatkan matematika; 4) konten atau pengetahuan konseptual, pengenalan integrasi sains dan matematika merujuk ke konsep yang hampir sama; 5) sikap dan persepsi, menekankan beberapa sikap, nilai, dan persepsi yang umum dalam matematika dan sains; dan 6) strategi mengajar, menekankan bahwa ada metode yang dapat digunakan dalam pengajaran dari sains dan matematika.

## 3. Prinsip-Prinsip Integrasi Sains dan Matematika

Penerapan integrasi sains dan matematika juga merujuk pada prinsip-prinsip yang telah ditentukan. Davison, Miller dan Metheny (1995) dalam Kurt, dkk. (2013) berpendapat bahwa integrasi sains dan matematika melibatkan 5 prinsip yaitu: 1) *discipline specific integration*, dalam dua atau lebih subkategori dari sains dan matematika yang digabungkan melalui aktivitas pengajaran; 2) *content specific integration*, meliputi beberapa sasaran hasil dari sasaran hasil yang ada dari program sains dan matematika yang dipilih dan digabungkan; 3),



*process integration* digabungkannya keterampilan sains dan matematika; 4) *methodological integration*, meliputi teknik belajar mengajar, metode dan strategi dari penemuan dan siklus belajar yang digunakan; 5) *thematic integration*, meliputi sains dan matematika yang digabungkan dalam sebuah tema. Davison, Miller, dan Metheny (1995) dikemudian menyarankan penggunaan pilihan yang terakhir untuk dirujuk sebagai integrasi sains dan matematika.

Dalam proses pelaksanaan integrasi sains (pembelajaran terpadu) perlu diperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut.

- a. Pendidik hendaknya tidak bersikap otoriter atau menjadi single actor yang mendominasi aktivitas dalam proses pembelajaran.
- b. Pemberian tanggung jawab individu dan kelompok harus jelas dalam setiap tugas yang menuntut adanya kerjasama kelompok.
- c. Pendidik perlu bersikap akomodatif terhadap ide-ide yang terkadang sama sekali tidak terfikirkan dalam perencanaan pembelajaran. proses penilaian integrasi sains (pembelajaran terpadu), perlu diperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut: Memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan penilaian diri (*self-evaluation*) di samping bentuk penilaian lainnya. Pendidik perlu mengajak para peserta didik untuk menilai perolehan belajar yang telah dicapai berdasarkan kriteria keberhasilan pencapaian tujuan atau kompetensi yang telah disepakati.

Lonning dan DeFranco (1997) dalam Kurt, dkk. (2013) membagi hubungan sains dan matematika menjadi 5 subkategori: 1) *independent mathematics*, yang pengajarannya murni matematika; 2) *mathematics focus*, dengan konsep sains yang dipilih digunakan untuk mendukung konsep

matematika; 3) *balanced mathematics and science*, konsep dan aktivitas dari sains dan matematika saling berintegrasi; 4) *science focus*, dengan konsep matematika yang dipilih digunakan untuk mendukung konsep sains; dan 5) *independent science*, yang pengajarannya murni sains. Pendekatan yang hampir sama disetujui oleh Huntly (1998). Demikian juga, dia mengembangkan 5 hubungan berbeda antara sains dan matematika, sebagai berikut: 1) matematika untuk kepentingan matematika, menunjuk sebagai pelajaran matematika; 2) matematika dengan sains, merujuk sebagai penggunaan konten sains atau metode dalam permasalahan matematika; 3) matematika dan sains, menunjuk sebagai penggunaan konten dan metode dari sains dan matematika secara bersama untuk memberikan penjelasan; 4) sains dengan matematika, menunjuk sebagai penggunaan matematikadalam menyelesaikan permasalahan sains; dan 5) sains untuk kepentingan sains, menunjuk sebagai penyelesaian pelajaran sains.

#### **4. Tipe Integrasi Sains dan Matematika**

Berbagai macam integrasi juga dapat diterapkan dalam pembelajaran. Hurley (2001) dalam Kurt, dkk. (2013) juga mengembangkan 5 secara jelas tipe dari integrasi, sebagai berikut: 1) integrasi rangkaian (*sequence integration*), melibatkan rangkaian pengajaran dari sains dan matematika; 2) integrasi sebagian (*partial integration*), melibatkan kombinasi dan pemisahan pengajaran dari sains dan matematika; 3) integrasi bertingkat (*enhanced integration*), melibatkan penggunaan disiplin ilmu yang satu sebagai bagian pokok dan yang lainnya bergantung pada yang lain; 4) integrasi penuh (*total integration*), melibatkan pengajaran yang simultan dan sama antara matematika dan sains; dan 5) integrasi paralel (*parallel integration*), melibatkan pengajaran yang terpisah tetapi simultan



dari pengajaran matematika dan sains. Model integrasi sains dan matematika yang diperkenalkan Kuray (2012) dikenal dengan model seimbang untuk integrasi sains dan matematika. Kuray (2012) dalam Kurt, dkk. (2013) menjelaskan model seimbang tersebut meliputi 5 tahapan, yaitu: 1) pengetahuan konten; 2) keterampilan; 3) proses dalam belajar dan mengajar; 4) karakteristik afektif; dan pengukuran dan penilaian.

### **5. Karakteristik Integrasi Sains dan Matematika**

Integrasi sains (pembelajaran terpadu) memiliki karakteristik tersendiri yang sekaligus merupakan ciri khas model tersebut sebagaimana diungkapkan oleh Tim Pengembang PGSD (1997), yang karakteristiknya dapat disimpulkan sebagaiberikut.

- a. Holistik (menyeluruh): artinya suatu fenomena yang menjadi pusat perhatian dalam pembelajaran terpadu diamati dan dikaji dari beberapa disiplin ilmu sekaligus, tidak dari sudut pandang yang terkotak-kotak. Hal ini dimaksudkan untuk melatih peserta didik memahami fenomena dari segala sisi.
- b. Bermakna; artinya kebermaknaan dalam berkomunikasi dengan adanya keterkaitan antara pengetahuan yang telah dimiliki peserta didik dengan materi yang dipelajari. Dengan demikian, proses pembelajaran dirasakan berarti bagi peserta didik. Rujukan yang nyata dari berbagai konsep dan keterkaitan dengan konsep-konsep lainnya akan menambah kebermaknaan konsep yang dipelajari, sehingga pada akhirnya peserta didik mampu menerapkan perolehan belajarnya untuk memecahkan masalah-masalah yang nyata di dalam kehidupannya.

- c. Otentik; maksudnya peserta didik dapat memahami secara langsung konsep dan prinsip yang ingin dipelajari, melalui hasil interaksi dan belajar dari fakta dan peristiwa. Dengan demikian, informasi dan pengetahuan yang diperoleh peserta didik menjadi lebih otentik.

Aktif; artinya peserta didik terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, baik secara individual maupun kelompok. Dalam pembelajaran terpadu, hasrat, minat, dan kemampuan peserta didik dipertimbangkan, sehingga peserta didik termotivasi untuk mencari informasi dan pengetahuan dalam memahami konsep yang dipelajari.

- d. Kesederhanaan; maksudnya materi disajikan secara sederhana, bermakna, dan mudah dipahami, kewajaran konteks, keluwesan (sesuai dengan kondisi dan kebutuhan setempat), keterpaduan, serta adanya kesinambungan berbagai keterampilan hidup.
- e. Alami; maksudnya pembelajaran terpadu memberikan lingkungan yang memungkinkan peserta didik belajar secara alami, sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik yang selalu mengalami proses dan tidak terisolasi dari lingkungan yang alami.

Sejalan dengan itu, dikemukakan juga bahwa integrasi sains (pembelajaran terpadu) memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

Berpusat pada anak

- a. Memberikan pengalaman langsung pada anak.
- b. Pemisahan antar bidang studi tidak begitu jelas.
- c. Menyajikan konsep dari berbagai bidang studi dalam suatu proses pembelajaran.



d. Bersifat luwes(feksibel).

## 6. Model Keterpaduan (*Intergrated*)

Ada beberapa model keterpaduan. Fogarty (1991), mendefinisikan terdapat sepuluh model keterpaduan secara umum. Model tersebut antara lain *fragmented model*, *connected model*, *nested model*, *sequenced model*, *shared model*, *webbed model*, *threaded model*, *integrated model*, *immersed model*, dan *networked model*

### a. Model Penggalan(*Fragmented*)

Model *fragmented* ditandai oleh ciri pemaduan yang hanya terbatas pada satu mata pelajaran saja. Misalnya, dalam mata pelajaran Bahasa Indonesia, materi pembelajaran tentang menyimak, berbicara, membaca, dan menulis dapat dipadukan dalam materi pembelajaran keterampilan berbahasa. Dalam proses pembelajarannya, butir-butir materi tersebut dilaksanakan secara terpisah-pisah pada jam yang berbeda-beda.

Menurut Padmono dalam bukunya *Pembelajaran Terpadu* melalui Kurikulum Terpadu dalam Satu Disiplin Ilmu, mengatakan bahwa pembelajaran terpadu melalui kurikulum terpadu *fragmented* terjadi jika seorang pendidik memiliki keinginan agar peserta didik setelah menempuh pembelajaran satu kurun waktu tertentu memiliki kemampuan atau kecakapan tertentu. Kelebihan pembelajaran model ini adalah siswa menguasai secara penuh satu kemampuan tertentu untuk tiap mata pelajaran, ia ahli dan terampil dalam bidang tertentu. Sedangkan kekurangannya adalah ia belajar hanya pada tempat dan sumber belajar dan kurang mampu membuat hubungan atau integrasi dengan konsep sejenis.

b. Model Keterhubungan(*Connected*)

Model *connected* dilandasi oleh anggapan bahwa butir-butir pembelajaran dapat dipayungkan pada induk mata pelajaran tertentu. Butir-butir pembelajaran kosakata, struktur, membaca dan mengarang misalnya, dapat dipayungkan pada mata pelajaran Bahasa dan Sastra Indonesia. Penguasaan butir-butir pembelajaran tersebut merupakan keutuhan dalam membentuk kemampuan berbahasa dan bersastra. Hanya saja pembentukan pemahaman, keterampilan dan pengalaman secara utuh tersebut tidak berlangsung secara otomatis. Karena itu, pendidik harus menata butir-butir pembelajaran dan proses pembelajarannya secara terpadu.

Kelebihan yang diperoleh dalam model *connected* ini adalah adanya hubungan antar ide-ide dalam satu mata pelajaran, anak akan memperoleh gambaran yang lebih jelas dan luas dari konsep yang dijelaskan dan peserta didik diberi kesempatan untuk melakukan pedalaman, tinjauan, memperbaiki dan mengasimilasi gagasan secara bertahap. Kekurangan dalam model ini, model ini belum memberikan gambaran yang menyeluruh karena belum menggabungkan bidang-bidang pengembangan/mata pelajaranlain.

c. Model Sarang(*Nested*)

Model *nested* merupakan pepaduan berbagai bentuk penguasaan konsep keterampilan melalui sebuah kegiatan pembelajaran. Misalnya, pada satuan jam tertentu seorang pendidik memfokuskan kegiatan pembelajaran pada pemahaman tata bentuk kata, makna kata, dan ungkapan dengan saran pemuahan keterampilan dalam mengembangkan dayai majinasi, daya berpikir logis, menentukan ciri bentuk dan makna kata-kata dalam puisi, membuat ungkapan dan menulis puisi. Pembelajaran berbagai bentuk penguasaan konsep dan



keterampilan tersebut keseluruhannya tidak harus dirumuskan dalam tujuan pembelajaran.

Keterampilan dalam mengembangkan daya imajinasi dan berpikir logis dalam hal ini disikapi sebagai bentuk keterampilan yang tergarap saat peserta didik memakai kata-kata, membuat ungkapan dan mengarang puisi. Penanda terkuasainya keterampilan tersebut dalam hal ini ditunjukkan oleh kemampuan mereka dalam membuat ungkapan dan mengarang puisi.

Kelebihan model ini yaitu pendidik dapat memadukan beberapa keterampilan sekaligus dalam pembelajaran satu mata pelajaran, memberikan perhatian pada berbagai bidang penting dalam satu saat sehingga tidak memerlukan penambahan waktu dan pendidik dapat memadukan kurikulum secara luas. Kekurangannya adalah apabila tanpa perencanaan yang matang memadukan beberapa keterampilan yang menjadi target dalam suatu pembelajaran akan berdampak pada peserta didik dimana prioritas pelajaran menjadi kabur.

#### d. Model Urutan/Rangkaian(*Sequenced*)

Model *sequenced* merupakan model pemaduan topik-topik antar mata pelajaran yang berbeda secara paralel. Isi cerita dalam roman sejarah misalnya, topik pembahasannya secara paralel atau dalam jam yang sama dapat dipadukan dengan ikhwal sejarah perjuangan bangsa, karakteristik kehidupan sosial masyarakat pada periode tertentu maupun topik yang

menyangkut perubahan makna kata. Topik-topik tersebut dapat dipadukan pembelajarannya pada alokasi jam yang sama. Kelebihannya yaitu dengan menyusun kembali urutan topik, bagian dari unit, pendidik dapat mengutamakan prioritas kurikulum daripada hanya mengikuti urutan yang dibuat penulis dalam buku teks, membantu peserta didik memahami isi pembelajaran dengan lebih kuat dan bermakna. Sedangkan kekurangannya yaitu diperlukan kolaborasi berkelanjutan dan fleksibilitas semua orang yang terlibat dalam *content area* dalam menpendidiktan sesuai peristiwat ini.

f. Model Bagian (*Shared*)

Model *shared* merupakan bentuk pemaduan pembelajaran akibat adanya “*overlapping*” konsep atau ide pada dua mata pelajaran atau lebih. Butir-butir pembelajaran tentang kewarganegaraan dalam PPKN misalnya, dapat bertumpang tindih dengan butir pembelajaran dalam Tata Negara, PSPB, dan sebagainya.

Kelebihannya yaitu lebih mudah dalam menggunakannya sebagai langkah awal maju secara penuh menuju model terpadu yang mencakup empat disiplin ilmu, dengan menggabungkan disiplin ilmu serupa yang saling tumpang tindih akan memungkinkan mempelajari konsep yang lebih dalam. Sedangkan kekurangannya yaitu model integrasi antar dua disiplin ilmu memerlukan komitmen pasangan untuk bekerjasama dalam fase awal, untuk menemukan konsep kurikulum yang tumpang tindih secara nyata diperlukan dialog dan percakapan yang mendalam.



g. Model Jaring Laba-laba(*Webbed*)

Selanjutnya, model yang paling populer adalah model *webbed*. Model ini bertolak dari pendekatan tematis sebagai pemadu bahan dan kegiatan pembelajaran. Dalam hubungan ini tema dapat mengikat kegiatan pembelajaran baik dalam mata pelajaran tertentu maupun lintas mata pelajaran.

Kelebihan pendekatan jaring laba-laba untuk mengintegrasikan kurikulum adalah faktor motivasi sebagai hasil bentuk seleksi tema yang menarik perhatian paling besar, faktor motivasi peserta didik juga dapat berkembang karena adanya pemilihan tema yang didasarkan pada minat peserta didik. Sedangkan kekurangan model ini adalah banyak pendidik sulit memilih tema. Mereka cenderung menyediakan tema yang dangkal sehingga kurang bermanfaat bagi peserta didik, dan pendidik seringkali terfokus pada kegiatan sehingga materi atau konsep menjadi terabaikan.

h. Model Galur/benang(*Threaded*)

Model *threaded* merupakan model pemaduan bentuk keterampilan misalnya, melakukan prediksi dan estimasi dalam matematika, ramalan terhadap kejadian-kejadian, antisipasi terhadap cerita dalam novel, dan sebagainya. Bentuk *threaded* ini berfokus pada apa yang disebut *meta-curriculum*.

Kelebihan dari model ini antara lain: konsep berputar sekitar metakurikulum yang menekankan pada perilaku metakognitif; materi untuk tiap mata pelajaran tetap murni, dan peserta didik dapat belajar bagaimana seharusnya belajar di masa yang akan datang sesuai dengan laju perkembangan era globalisasi. Sedangkan kekurangan yaitu hubungan isi antar materi pelajaran tidak terlalu ditunjukkan sehingga secara eksplisit peserta didik kurang dapat memahami keterkaitan konten antara mata pelajaran satu dengan yang lainnya.

i. Model Keterpaduan (*Integrated*)

Model *integrated* merupakan pemaduan sejumlah topik dari mata pelajaran yang berbeda, tetapi esensinya sama dalam sebuah topik tertentu. Topik evidensi yang semula terdapat dalam mata pelajaran Matematika, Bahasa Indonesia, Pengetahuan Alam, dan Pengetahuan Sosial, agar tidak membuat muatan kurikulum berlebihan cukup diletakkan dalam mata pelajaran tertentu, misalnya Pengetahuan Alam. Contoh lain, dalam teks membaca yang merupakan bagian mata pelajaran.

Bahasa Indonesia, dapat dimasukkan butir pembelajaran yang dapat dihubungkan dengan Matematika, Pengetahuan Alam, dan sebagainya. Dalam hal ini diperlukan penataan area isi bacaan yang lengkap sehingga dapat dimanfaatkan untuk menyampaikan berbagai butir pembelajaran dari berbagai mata pelajaran yang berbeda tersebut. Ditinjau dari penerapannya, model ini sangat baik dikembangkan di SD.



Kelebihan dari model ini yaitu peserta didik saling mengaitkan, saling menghubungkan diantara macam-macam bagian dari mata pelajaran. Keterpaduan secara sukses diimplementasikan, pendekatan belajar yang lingkungan belajar yang ideal untuk hari terpadu (*integrated day*) secara eksternal dan untuk keterpaduan belajar untuk fokus internal. Selain itu model ini juga mendorong motivasi murid. Sedangkan kekurangan yaitu model ini sulit dilaksanakan secara penuh; membutuhkan keterampilan tinggi, percaya diri dalam prioritas konsep, keterampilan dan sikap yang menembus secara urut dari mata pelajaran; dan membutuhkan model tim ahli pada bidang dan merencanakan dan mengajar bersama.

j. Model Celupan/Terbenam (*Immersed*)

Model *immersed* dirancang untuk membantu peserta didik dalam menyaring dan memadukan berbagai pengalaman dan pengetahuan dihubungkan dengan medan pemakaiannya. Dalam hal ini tukar pengalaman dan pemanfaatan pengalaman sangat diperlukan dalam kegiatan pembelajaran.

Kelebihan dari model ini adalah setiap peserta didik mempunyai ketertarikan mata pelajaran yang berbeda maka secara tidak langsung peserta didik yang lain akan belajar dari peserta didik lainnya. Mereka terpacu untuk dapat menghubungkan mata pelajaran yang satu dengan yang lainnya. Sedangkan kekurangan dari model ini adalah peserta didik yang tidak senang membaca akan mendapat kesulitan untuk mengerjakan proyek ini, sehingga peserta didik menjadi kehilangan minat belajar.

k. Model Jaringan(*Networked*)

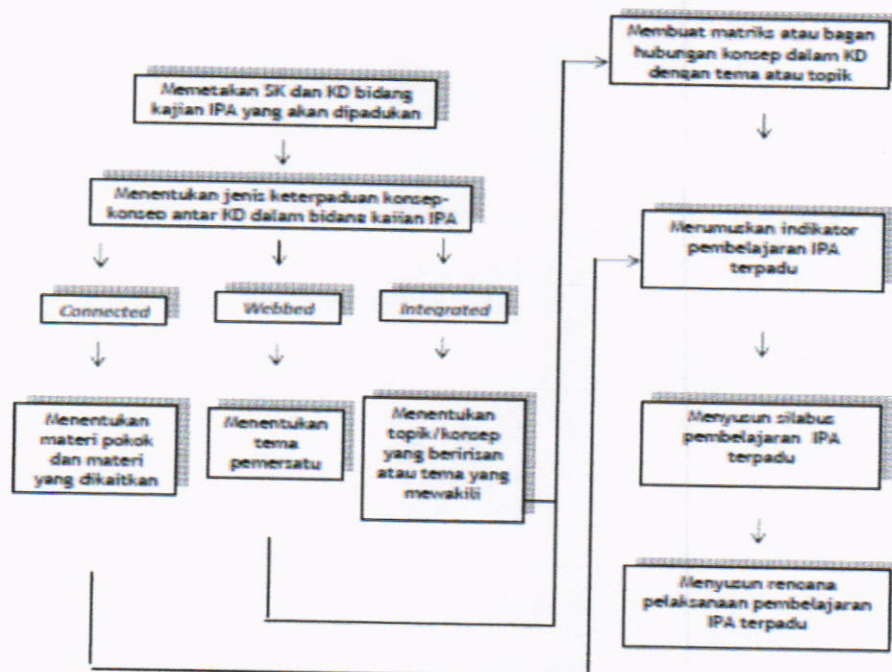
Terakhir, model *networked* merupakan model pemaduan pembelajaran yang mengandaikan kemungkinan perubahan konsepsi, bentuk pemecahan masalah, maupun tuntutan bentuk keterampilan baru setelah peserta didik mengadakan studi lapangan dalam situasi, kondisi, maupun konteks yang berbeda-beda. Belajar disikapi sebagai proses yang berlangsung secara terus-menerus karena adanya hubungan timbal balik antara pemahaman dan kenyataan yang dihadapi peserta didik. Kelebihan dari model ini adalah peserta didik memperluas wawasan pengetahuan pada satu atau dua mata pelajaran secara mendalam dan sempit sarannya. Sedangkan kekurangannya adalah kemungkinan motivasi peserta didik akan berubah kedalaman materi pelajaran menjadi dangkal secara tidak sengaja karena mendapat hambatan dalam mencari sumber (Fogarty,1991).

dijelaskan bahwa sepuluh model tersebut dibagi dalam tiga kategori yaitu *within single disclipines (fragmented, connected, nested)*, *across several disclipines (sequenced, shared, webbed, thresded, integrated)*, *within and across learners (Immersed and networked)*. Dari sepuluh model tersebut, ada tiga model yang sesuai dengan pembelajaran Biologi yaitu *connected, webbed danintegrated*.



### 3. Langkah Pembelajaran IPA Terintegrasi

Langkah perencanaan pembelajaran IPA terintegrasi disajikan berikut ini.



Gambar 1 Contoh langkah Pembelajaran IPA Terintegrasi

Menurut Fogarty (1991) pembelajaran terpadu model *integrated* merupakan pendekatan belajar mengajar yang memadukan empat atau lebih mata pelajaran dengan memprioritaskan konsep-konsep, ketrampilan-ketrampilan atau sikap yang dapat dipadukan dari masing-masing mata pelajaran yang bertolak dari tema sentral. Pembelajaran terpadu model *integrated* secara psikologis dapat memberikan pengalaman yang bermakna bagi anak, karena anak mengalami secara langsung dan menghubungkannya dengan konsep-konsep lain. Hal ini sesuai dengan falsafah *I hear- I forget, I see- I remember, I do- I understand*.

Dengan demikian pembelajaran terpadu model *integrated* dapat memberikan peluang yang besar bagi peningkatan hasil belajar dan pengembangan kreativitas peserta didik secara bermakna ke arah pencapaian tujuan pembelajaran yang optimal. Sesuai taraf perkembangannya peserta didik melihat dunia sekitarnya secara menyeluruh dan belum dapat memisahkan bahan kajian yang satu dengan lainnya. Untuk itu perlu direncanakan suatu model pembelajaran yang bersifat terpadu dengan menggunakan tema sebagai payung untuk mengaitkan beberapa konsep (Fogarty, 1991).

#### **7. Kelebihan dan Manfaat Integrasi Sains dan Matematika**

Kelebihan integrasi sains dan matematika (pembelajaran terpadu) memiliki beberapa keunggulan atau kekuatan dibanding model pembelajaran konvensional, di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. Mendorong pendidik mengembangkan kreativitas. Penerapan model pembelajaran terpadu menuntut pendidik untuk memiliki wawasan, pemahaman, dan kreativitas tinggi karena adanya keharusan untuk memahami keterkaitan antara satu pokok bahasan (substansi) dengan pokok bahasan lain dari berbagai mata pelajaran. Selain itu, pendidik dituntut memiliki kecermatan, kemampuan analitis dan kemampuan kategoris agar dapat memahami keterkaitan dan kesamaan material ataupun metodologi suatu pokok bahasan.
- b. Pendidik dapat mengembangkan situasi pembelajaran yang utuh, dinamis, dan bermakna. Penerapan model ini memberikan peluang



kepada pendidik untuk dapat mengembangkan situasi pembelajaran yang utuh, menyeluruh, dinamis, dan bermakna sesuai dengan keinginan dan kemampuan pendidik maupun kebutuhan pendidik dan kesiapan peserta didik dalam belajar. Dengan demikian, penerapan model pembelajaran terpadu memberikan peluang terjadinya pengembangan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan tema atau pokok bahasan yang disampaikan.

- c. Mempermudah dalam memotivasi peserta didik. Model ini memberikan kemudahan kepada pendidik untuk memberikan motivasi kepada peserta didik dalam mengenal, menerima, menyerap, dan memahami keterkaitan antar konsep, pengetahuan, nilai atau tindakan yang terdapat dalam beberapa pokok bahasan atau bidang studi. Secara psikologis, peserta didik digiring berpikir luas dan mendalam untuk menangkap dan memahami hubungan-hubungan konseptual yang disajikan.
- d. Menghemat waktu, tenaga, dan sarana, serta biaya pembelajaran karena adanya penyederhanaan langkah-langkah pembelajaran. Oleh karena itu, penerapan model ini sangat memungkinkan terciptanya perbaikan proses pembelajaran di dalam kelas, sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas pembelajaran secara umum, yakni terciptanya hubungan yang nyata antara konsep atau teori ilmu dengan lingkungan atau tuntutan lingkungan hidup pesertadidik.

Di bawah ini diuraikan beberapa manfaat yang dapat dipetik dengan pelaksanaan integrasi sains (pembelajaran terpadu), antara lain:

- a. Dengan menggabungkan berbagai mata pelajaran akan terjadi penghematan karena tumpang tindih materi dapat dikurangi bahkan dihilangkan.
- b. Peserta didik dapat melihat hubungan hubungan yang bermakna sebab materi pembelajaran lebih berperan sebagai sarana atau alat daripada tujuan akhir itu sendiri.
- c. Integrasi sains dan matematika (pembelajaran terpadu) dapat meningkatkan taraf kecakapan berpikir peserta didik. Hal ini dapat terjadi karena peserta didik dihadapkan pada gagasan atau pemikiran yang lebih besar, lebih luas dan lebih dalam ketika menghadapi situasi pembelajaran. Kemungkinan pembelajaran yang terpotong- potong sedikit sekali terjadi, sebab peserta didik dilengkapi dengan pengalaman belajar yang lebih terpadu sehingga akan mendapat pengertian mengenai proses dan materi yang lebih terpadu.

## **B. Pembelajaran Berbasis Masalah**

### **1. Pengertian Pembelajaran Berbasis Masalah**

Pembelajaran dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang melibatkan proses mental dan fisik melalui interaksi antar peserta didik, peserta didik dengan pendidik, lingkungan dan sumber belajar lainnya dalam rangka mencapai capaian pembelajaran. Salah satu masalah yang dihadapi dunia pendidikan adalah masalah lemahnya



proses pembelajaran (Suherman, 2005). Dalam proses pembelajaran, peserta didik kurang didorong untuk mengembangkan kemampuan berpikir. Oleh karena itu, pendidikan yang disarankan adalah pendidikan dengan tujuan mengembangkan dan membangun karakter serta potensi yang dimiliki peserta didik.

Savery dan Duffy (1995) menelaah bahwasannya *Problem Base Learning* atau yang lebih dikenal dengan PBL dikembangkan dan diterapkan di sekolah medis. Setelah itu PBL menyebar ke berbagai disiplin ilmu seperti bisnis, pendidikan, arsitektur, hukum, teknik rekayasa, dan sosial. Suherman (2005) menyatakan bahwa model PBL melatih dan mengembangkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah yang berorientasi pada masalah yang autentik dari kehidupan aktual peserta didik untuk merangsang kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Model pembelajaran berbasis masalah dilakukan dengan adanya pemberian rangsangan berupa masalah-masalah yang kemudian dilakukan pemecahan masalah oleh peserta didik yang diharapkan dapat menambah keterampilan peserta didik dalam pencapaian materi pembelajaran. Ada lima strategi dalam menggunakan model pembelajaran berbasis masalah (PBL), yaitu sebagai berikut.

- a. Permasalahan sebagaikajian.
- b. Permasalahan sebagai penjajakanpemahaman.
- c. Permasalahan sebagai contoh.
- d. Permasalahan sebagai bagian yang tak terpisahkan dari proses.

e. Permasalahan sebagai stimulus aktivitasotentik.

## 2. Langkah-Langkah Pembelajaran Berbasis Masalah

Pembelajaran suatu materi dengan menggunakan PBL dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah dengan kedalaman setiap langkahnya disesuaikan dengan materi yang bersangkutan. Adapun langkah-langkah itu di antaranya sebagai berikut.

### a. Konsep Dasar (*Basic Concept*)

Pendidik sebagai fasilitator memberikan konsep dasar, petunjuk, referensi, atau *link* dan *skill* yang diperlukan dalam pembelajaran. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik lebih cepat masuk dalam atmosfer pembelajaran dan mendapatkan peta yang akurat tentang arah dan tujuan pembelajaran.

### b. Pendefinisian Masalah (*Defining the Problem*)

Dalam langkah ini fasilitator menyampaikan skenario atau permasalahan dan peserta didik dalam kelompoknya melakukan berbagai kegiatan. Pertama, *brainstorming* yang dilaksanakan dengan cara semua anggota kelompok mengungkapkan pendapat, ide, dan tanggapan terhadap skenario secara bebas, sehingga dimungkinkan muncul berbagai macam alternatif pendapat. *Kedua*, melakukan seleksi alternatif untuk memilih pendapat yang lebih fokus. *Ketiga*, menentukan permasalahan dan melakukan pembagian tugas dalam kelompok untuk mencari referensi penyelesaian dari isu permasalahan yang didapat. Fasilitator memvalidasi pilihan-pilihan yang diambil peserta didik. Pada akhir

langkah peserta didik diharapkan memiliki gambaran yang jelas tentang apa saja yang mereka ketahui, apa saja yang mereka tidak ketahui, dan pengetahuan apa saja yang diperlukan untuk menjembatannya. Untuk memastikan setiap peserta didik mengikuti langkah ini, maka pendefinisian masalah dilakukan dengan mengikuti petunjuk

c. Pembelajaran Mandiri (*SelfLearning*)

Setelah mengetahui tugasnya, masing-masing peserta didik mencari berbagai sumber yang dapat memperjelas isu yang sedang diinvestigasi. Sumber yang dimaksud dapat dalam bentuk artikel tertulis yang tersimpan di perpustakaan, halaman web, atau bahkan pakar dalam bidang yang relevan. Tahap investigasi memiliki dua tujuan utama, yaitu:

(1) agar peserta didik mencari informasi dan mengembangkan pemahaman yang relevan dengan permasalahan yang telah didiskusikan di kelas, dan (2) informasi dikumpulkan dengan satu tujuan yaitu dipresentasikan di kelas dan informasi tersebut haruslah relevan dan dapat dipahami

d. Pertukaran Pengetahuan (*Exchange Knowledge*)

Setelah mendapatkan sumber untuk keperluan pendalaman materi dalam langkah pembelajaran mandiri, selanjutnya pada pertemuan berikutnya peserta didik berdiskusi dalam kelompoknya untuk mengklarifikasi capaiannya dan merumuskan solusi dari permasalahan kelompok. Pertukaran pengetahuan ini dapat dilakukan dengan cara peserta didik berkumpul sesuai kelompok dan fasilitatornya.



e. Penilaian (*Assessment*)

Penilaian dilakukan dengan memadukan tiga aspek pengetahuan (*knowledge*), kecakapan (*skill*), dan sikap (*attitude*).

### 3. Manfaat Pelaksanaan Pembelajaran Berbasis Masalah

Melalui peningkatan kecakapan dalam algoritma dan penguasaan pengetahuan dasar dalam sains, peserta didik dalam PBL harus belajar proses sains yang bervariasi dan kemampuan berkaitan komunikasi, representasi, pemodelan dan penalaran menurut Smith, Erickson, dan, Lubienski dalam Panji (2009). Adapun manfaat yang diperoleh melalui pembelajaran PBL antara lain:

a. Motivasi (*Motivation*)

PBL membuat peserta didik lebih terlibat dalam pembelajaran sebab mereka terikat untuk merespon dan karena mereka merasa diberi kesempatan untuk mendapatkan hasil (dampak) dari penyelidikan.

b. Relevansi dan Isi (*Relevance and Context*)

PBL menawarkan peserta didik sebuah jawaban yang jelas terhadap pertanyaan, “Mengapa kita perlu mempelajari informasi ini?” dan “Apa saja dari yang sedang saya lakukan di sekolah harus dilakukan dengan sesuatu dalam dunia nyata?”

c. Berpikir Tingkat tinggi (*Higher-Order Thinking*)

Skenario masalah membangkitkan berpikir kritis dan kreatif peserta didik, menebak apa jawaban yang benar yang dikehendaki pendidik untuk saya temukan?

d. Belajar bagaimana belajar (*Learning How ToLearn*)

PBL mengembangkan metakognisi dan pembelajaran diri yang teratur dengan meminta peserta didik untuk menghasilkan cara mereka sendiri mendefinisikan masalah, mencari informasi, menganalisis data dan membuat serta menguji hipotesis, membandingkan strategi lain, dan membaginya dengan peserta didik lain dan strategi dari pembimbing.

e. Otentik(*Authenticity*)

PBL melibatkan peserta didik dalam mempelajari informasi dalam cara yang sama ketika mengingatnya kembali dan menerapkan dalam situasi yang akan datang dan menilai pembelajaran dengan cara mendemonstrasikan pemahaman dan bukan kemahiran belaka.

#### **4.Keunggulan dan Kelemahan Pembelajaran Berbasis Masalah**

Sebagaimana pendekatan pembelajaran lainnya, PBL memiliki keunggulan dan kelemahan yang perlu dicermati untuk keberhasilan penggunaannya. Menurut Kemendikbud tahun 2013 pembelajaran dengan metode PBL memiliki kelebihan sebagai berikut.

- f. Dengan PBL akan terjadi pembelajaran bermakna. Peserta didik yang belajar memecahkan suatu masalah maka mereka akan menerapkan pengetahuan yang dimilikinya atau berusaha mengetahui pengetahuan yang diperlukan. Belajar dapat semakin bermakna dan dapat diperluas ketika peserta didik berhadapan dengan situasi di mana konsep diterapkan.

- g. Dalam situasi PBL, peserta didik mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan secara simultan dan mengaplikasikannya dalam konteks yang relevan.
- h. PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, menumbuhkan inisiatif peserta didik dalam bekerja, motivasi internal untuk belajar, dan dapat mengembangkan hubungan interpersonal dalam bekerja kelompok.

Metode ini memiliki kecocokan terhadap konsep inovasi pendidikan bidang keteknikan, terutama dalam hal sebagai berikut.

- a. Peserta didik memperoleh pengetahuan dasar (*basic sciences*) yang berguna untuk memecahkan masalah bidang keteknikan yang dijumpainya.
- b. Peserta didik belajar secara aktif dan mandiri dengan sajian materi terintegrasi dan relevan dengan kenyataan sebenarnya, yang sering disebut *student-centered*.
- c. Peserta didik mampu berpikir kritis, dan mengembangkan inisiatif.

Kelemahan suatu pembelajaran dengan menerapkan PBL adalah sebagai berikut.

- a. Instrumen penilaian hasil belajar yang valid dan dapat diterima sulit dibuat atau ditafsirkan.
- b. Waktu yang diperlukan dalam pembelajaran lebih banyak.



- c. Kendala pada faktor pendidik yang sulit berubah orientasi dari pendidik mengajar menjadi peserta didikbelajar.
- d. Sulitnya merancang masalah yang memenuhi standar pembelajaran berbasismasalah.
- e. Untuk peserta didik yang malas tujuan dari metode tersebut tidak dapat tercapai.
- f. Membutuhkan banyak waktu dan dana.
- g. Tidak semua mata pelajaran dapat diterapkan dengan metodeini

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Subjek dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan terhadap mahasiswa PGSD di Universitas Negeri Padang. Mahasiswa yang menjadi sampel adalah mahasiswa 17 BKT 10 yang berjumlah sebanyak 30 orang.

#### **B. Jenis Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian pengembangan dengan tujuan menghasilkan dan mengembangkan model integrasi sains dan matematika. Tahapan penelitian dan pengembangan yang digunakan merujuk kepada model pengembangan ADDIE yang terdiri dari 5 tahapan yaitu *analyses, design, develop, implement, dan evaluate* (Branch, 2009).

ADDIE merupakan sebuah proses menghasilkan karena mengaplikasikan konsep-konsep dan teori untuk konteks yang spesifik. ADDIE digunakan dalam lingkungan pendidikan untuk memfasilitasi pembentukan pengetahuan dan keterampilan selama tahap pembinaan pembelajaran. Prinsip dasar ADDIE yaitu semua aktivitas perencanaan pada pembinaan atau membangun pengetahuan dalam beberapa ruang pembelajaran (Branch, 2009).

#### **C. Prosedur Penelitian dan Pengembangan**

Adapun tahapan pengembangan dari model pengembangan ADDIE yang digunakan diantaranya sebagai berikut.

## 1. *Analyze* (Menganalisis)

Tahap *analyze* bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kesenjangan antara harapan dan kenyataan atau masalah yang ditemukan dalam lingkungan pembelajaran. Setelah diperoleh penyebab kesenjangan tersebut maka dapat ditentukan solusi yang memungkinkan untuk menjawab kesenjangan tersebut. Adapun prosedur yang dilakukan dalam tahap *analyze* diantaranya sebagai berikut.

### a. Validasi Kesenjangan Harapan dan Kenyataan

Pada tahapan ini ditelusuri kondisi di lapangan, kondisi ideal yang diharapkan, dan penyebab munculnya kesenjangan. Penyebaran angket analisis kebutuhan yang mengakomodasi masalah yang ada pada proses pembelajaran.

### b. Menentukan Tujuan Pengembangan

Tahap ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan yang ditemukan berdasarkan observasi yang dilakukan pada tahap sebelumnya.

### c. Melakukan Konfirmasi Sasaran Pengembangan

Identifikasi karakteristik meliputi pengalaman, kemampuan, keterampilan, sikap, dan kebutuhan dari subjek yang terlibat dalam permasalahan dan solusi yang ditawarkan. Kondisi ini diperoleh melalui penyebaran angket analisis kebutuhan.

### d. Mengidentifikasi Hal-Hal yang Dibutuhkan dalam Pengembangan Pada tahap ini hal hal yang dibutuhkan dalam pengembangan diidentifikasi.

Berdasarkan hasil identifikasi, sumberdaya yang



dibutuhkan dalam penelitian pengembangan ini yaitu sumber materi mengenai gambaran karakteristik spesies disertai deskripsi terkait spesies tersebut.

e. Menentukan Sistem Pengantar

Pada tahap ini dilakukan analisis bentuk produk yang akan dikembangkan untuk mengatasi permasalahan yang ada. Produk yang akan dikembangkan yaitu digital class sebagai sarana pembelajaran bagi peserta didik.

f. Menyusun Rencana Pelaksanaan Pengembangan

Waktu pelaksanaan penelitian dan pengembangan produk direncanakan pada tahapan ini baik tahapan *design* (merancang), *implement* (menerapkan), dan *evaluate* (mengevaluasi).

**2. Design (Merancang)**

Tahap design bertujuan untuk memverifikasi tujuan yang diharapkan dan metode pengujian yang sesuai. Adapun langkah-langkah yang terkait tahap *design* ini adalah sebagai berikut.

a. Menyusun Daftar Komponen yang Dibutuhkan dalam Produk

Pada tahapan ini, semua komponen yang dibutuhkan dalam produk yang akan dibuat diidentifikasi dan disusun.

b. Menyusun Tujuan Pengembangan Produk

Pada tahapan ini disusun tujuan pengembangan produk. Tujuan pengembangan produk yaitu menghasilkan produk yang valid dan praktis sehingga dapat dimanfaatkan dalam memfasilitasi proses pembelajaran

dan memperkaya sumber belajar yang digunakan. Oleh karena itu, perlu disusun instrumen untuk memvalidasi produk yang dihasilkan.

c. Merancang Instrumen Validasi dan Uji Coba Produk

Pada tahap ini disusun instrumen untuk mengukur ketercapaian tujuan pengembangan produk. Adapun instrumen yang disusun yaitu kelayakan, keterbacaan dan kepraktisan atlas yang dikembangkan.

d. Prediksi Total Pengeluaran dalam Pembuatan Produk

Pada tahapan ini ditentukan total pengeluaran yang akan dikeluarkan dalam pembuatan produk.

**3. *Develop* (Mengembangkan)**

Pada tahapan ini dilakukan pengembangan terhadap produk yang telah dirancang pada tahap sebelumnya kemudian dilakukan validasi terhadap produk tersebut. Adapun langkah-langkah dalam tahap *develop* ini diantaranya sebagai berikut.

a. Membuat Produk sesuai Rancangan

Tahapan ini dilakukan dengan membuat produk sesuai dengan rancangan yang telah direncanakan pada tahapan sebelumnya.

b. Memilih atau Mengembangkan Media Pendukung

Pada tahapan ini ditentukan media pendukung yang berperan dalam pengembangan. Hal ini akan mendukung hasil dari produk yang dikembangkan.

c. Mengembangkan Petunjuk Penggunaan bagi Mahasiswa

Pada tahap ini dibuat petunjuk penggunaan yang membantu peserta didik dalam memanfaatkan produk yang akan dikembangkan. Penyusunan petunjuk penggunaan bertujuan untuk membantu peserta didik dan pendidik dalam menggunakan produk sesuai dengan tuntutan yang diharapkan.

d. Mengembangkan Petunjuk Penggunaan Produk bagi Pendidik

Pada tahap ini disusun petunjuk penggunaan bagi pendidik dalam memanfaatkan produk yang akan dikembangkan. Penyusunan petunjuk penggunaan bertujuan untuk membantu pendidik dalam menggunakan produk sesuai dengan tuntutan yang diharapkan.

e. Melakukan Revisi Formatif

Pada tahapan ini dilakukan perbaikan terhadap produk yang telah dihasilkan sebelum diterapkan dalam pembelajaran. Revisi formatif terhadap produk yang telah dihasilkan dalam penelitian dan pengembangan ini divalidasi oleh ahli materi, ahli pengembangan bahan ajar, dan praktisi pendidikan.

f. Melakukan Uji Coba Pendahuluan

Tahapan akhir dari tahap *develop* adalah uji coba pendahuluan. Uji coba pendahuluan dalam skala kecil dilakukan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap produk yang telah direvisi pada tahap sebelumnya. Uji pendahuluan ini bertujuan untuk: 1) mengetahui dan membenarkan kesalahan-kesalahan yang paling mencolok dalam produk seperti kesalahan ketik, kesalahan huruf, kesalahan letak gambar, dan lain-



lain; 2) menilai kejelasan isi produk, tingkat kemudahan untuk memahami materi, kemenarikan tampilan, dan keterbacaan produk. Kegiatan uji pendahuluan dilakukan dengan pengisian angket tanggapan oleh peserta didik. Komponen yang dinilai oleh peserta didik memuat aspek-aspek: (1) kebahasaan, (2) keterbacaan, (3) penyajian, (4) tampilan, dan (5) manfaat.

#### 4. *Implement* (Menerapkan)

Pada tahap *implement* dilakukan penyiapan kondisi belajar untuk menerapkan produk yang dikembangkan sebagai sumber belajar dalam proses pembelajaran. Setelah kegiatan pembelajaran, subjek uji coba mengisi lembar kepraktisan berkaitan dengan penggunaan produk. Komponen yang dinilai oleh mahasiswa memuat aspek-aspek: (1) kebahasaan, (2) keterbacaan, (3) penyajian, (4) tampilan, (5) kemudahan penggunaan dan (6) manfaat.

Adapun langkah dalam tahap *implement* sebagai berikut.

##### a. Menyiapkan Pendidik

Pada tahapan ini dilakukan penyiapan pendidik untuk menerapkan produk yang dikembangkan sebagai salah satu sumber belajar yang digunakan.

##### b. Menyiapkan Peserta Didik

Pada tahapan ini dilakukan penyiapan peserta didik yang akan ikut serta dalam pembelajaran dengan menggunakan produk yang dikembangkan sebagai salah satu sumber belajar yang digunakan. Pada

tahapan ini ditentukan jumlah peserta didik yang ikut serta, kelas yang akan digunakan, dan jumlah pertemuan.

c. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian penerapan produk dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2017 di Universitas Negeri Padang.

d. Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah mahasiswa program studi pendidikan dasar Universitas Negeri Padang. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara acak.

5. *Evaluate (Mengevaluasi)*

Pada tahapan ini data yang berkaitan dengan hasil validasi, tanggapan, dan kepraktisan dari produk yang dihasilkan dikumpulkan, dianalisa, dan disimpulkan. Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui kualitas dari produk yang dihasilkan. Adapun langkah dalam tahap *evaluate* sebagai berikut.

a. Menganalisa Hasil Evaluasi

Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis data kualitatif dan kuantitatif. Teknik analisis deskriptif kualitatif didasarkan pada saran dan komentar dari hasil review ahli materi, ahli pengembangan bahan ajar, praktisi pendidikan, uji pendahuluan, dan implementasi. Data kuantitatif diperoleh dari 1) skor lembar validasi oleh ahli materi, ahli pengembangan bahan ajar, dan praktisi pendidikan; 2) angket tanggapan dan lembar kepraktisan oleh mahasiswa. Analisis deskriptif kuantitatif

digunakan untuk mengolah data yang diperoleh menjadi bentuk persentase. Teknik persentase digunakan untuk menyajikan data yang merupakan skor penilaian dan tanggapan subjek uji coba terhadap produk atlas yang dikembangkan. Skor dari masing-masing subjek dikonversikan menjadi persentase menggunakan rumus:

$$P = \frac{\sum x_i}{\sum x} \times 100\%$$

Keterangan:

P	= Persentase penilaian
$\sum x_i$	= Jumlah skor dari validator atau subjek uji coba
$\sum x$	= jumlah skor jawaban tertinggi

Selanjutnya untuk menghitung persentase keseluruhan aspek penilaian digunakan rumus:

$$\square = \frac{\sum p}{n}$$

Keterangan:

$\sum p$	= Jumlah persentase keseluruhan aspek penilaian
n	= Banyak komponen

#### b. Menentukan Kriteria Evaluasi

Pada tahapan ini ditentukan kriteria penilaian kualitas kelayakan produk yang telah divalidasi. Kriteria kelayakan produk merujuk pada kriteria yang dikemukakan Purwanto (2009) sebagai berikut.

90% - 100%	= Sangat valid
80% - 89%	= Valid
65% - 79%	= Cukup Valid



55%-64%	= KurangValid
0%-54%	=TidakValid

c. Menentukan Kriteria Keberhasilan Pengembangan Produk

Pada tahapan ini dilakukan evaluasi produk yang telah dikembangkan melalui lembar angket kepraktisan oleh peserta didik dengan membandingkan hasil yang diperoleh dengan kriteria yang telah ditentukan. Kriteria keberhasilan pengembangan produk merujuk pada kriteria yang dikemukakan Purwanto (2009) sebagai berikut.

90%-100%= Sangatbaik

80% - 89% = Baik

65% - 79% = Cukup9

55% - 64% = Kurang

0% - 54% = Kurang Sekali

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian mengenai pengembangan model integrasi *science* dan *math* berbasis PBL untuk materi rangkaian listrik dan logika, kemudian materi klasifikasi tumbuhan dan himpunan dengan tahapan, yaitu: tahap I (*Define*), tahap II (*Design*), tahap III (*Develop*).

#### A. HASIL

##### I. Tahap I (*Define* atau Tahap Studi Pendahuluan)

Pada tahap I yaitu *define* dilakukan analisis pada beberapa aspek, yang meliputi: analisis ujung depan, analisis peserta didik, analisis konsep, analisis tugas dan perumusan tujuan pembelajaran untuk materi rangkaian listrik dan logika, kemudian materi klasifikasi tumbuhan dan himpunan. Adapun hasil analisis tersebut dipaparkan sebagai berikut:

##### 1. Analisis Ujung Depan

Berguna untuk menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran sehingga diperlukan suatu pengembangan bahan ajar tematik terpadu berbasis PBL. Dengan analisis ini akan didapatkan gambaran, fakta, dan alternative penyelesaian masalah dasar yang memudahkan pengembangan bahan ajar. Analisis ini dilakukan secara umum untuk dua pembelajaran sekaligus. Analisis ini difokuskan pada analisis permasalahan yang terdapat pada bahan ajar berupa buku model pembelajaran terintegrasi *science* dan *math* yang memuat materi dan latihan-latihan untuk mahasiswa.

Bahan ajar harus memuat materi yang luas sesuai indikator dan tujuan perkuliahan serta materi di dalam sebuah bahan ajar harus sesuai dengan dunia nyata peserta didik.

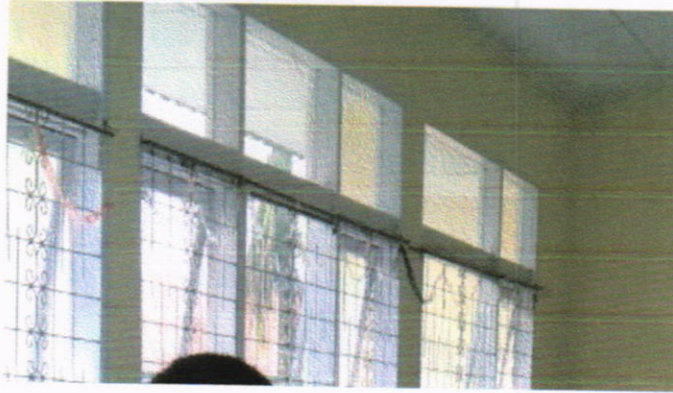
Dari beberapa paparan di atas, masalah dasar yang ditemukan peneliti adalah materi pada buku siswa belum mengorientasikan peserta didik untuk menemukan masalah yang ada di sekitar kehidupan peserta didik, langkah-langkah kegiatan di dalam buku guru belum begitu jelas sehingga guru belum dapat mengorganisasikan dan membimbing peserta didik untuk belajar individu maupun kelompok, materi dan latihan di dalam buku belum menekankan peserta didik untuk mengembangkan hasil karya, materi di dalam buku guru dan buku siswa juga belum mampu menuntut peserta didik untuk dapat menganalisis dan menentukan penyelesaian masalah karena materi pada buku siswa belum mengambil masalah yang akan dihadapi atau sering peserta didik di lingkungannya.



## B. PEMBAHASAN

### PENELITIAN HARI PERTAMA

#### 1. Peneliti Menjelaskan Aturan Dalam Perkuliahan



Gambar 2. Peneliti Menjelaskan Aturan Dalam Perkuliahan

Sebelum perkuliahan dimulai, peneliti memberi arahan kepada mahasiswa tentang perkuliahan yang akan dilakukan yang menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). Arahan ini guna membentuk pemikiran mahasiswa kedepannya dalam perkuliahan Konsep Dasar IPA 1. Pada perkuliahan ini mahasiswa akan dihadapkan dengan materi rangkaian listrik terintegrasi logika matematika.

#### 2. Pemberian Soal Pre Test Kepada Mahasiswa



Gambar 3. Pemberian Soal Pre Test Kepada Mahasiswa

Pre test diberikan dengan maksud untuk mengetahui apakah ada diantara mahasiswa yang sudah mengetahui mengenai materi yang akan diajarkan. Pre test juga bisa di artikan sebagai kegiatan menguji tingkatan pengetahuan dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa terhadap materi yang akan disampaikan, kegiatan pre test dilakukan sebelum kegiatan pengajaran diberikan. Adapun manfaat dari diadakannya pre test adalah untuk mengetahui kemampuan awal mahasiswa dan keterampilan berpikir kritisnya mengenai pelajaran yang disampaikan.

### 3. Pemberian Masalah Kepada Mahasiswa



Gambar 4. Pemberian Masalah Kepada Mahasiswa

Mahasiswa perlu memahami bahwa pembelajaran berdasarkan masalah tidak untuk memperoleh informasi baru dalam jumlah besar, tetapi pembelajaran ini adalah kegiatan penyelidikan terhadap masalah-masalah yang penting dan untuk menjadi pelajar yang mandiri. Masalah yang diberikan kepada mahasiswa yang berkaitan dengan rangkaian listrik dan logika matematika. *Andaikan ada tiga buah lampu identik yang dihubungkan dengan sumber daya yang sama. Dapatkah suatu rangkaian dibuat sedemikian rupa, sehingga satu lampu menyala lebih terang daripada lampu lainnya, dan tetap menyala jika lampu lainnya dilepaskan*

*dari soketnya?* Dari masalah yang diberikan mahasiswa bisa mengungkap permasalahan tersebut dengan cara membuat sebuah rangkaian listrik dan melakukan percobaan.

#### 4. Mengorganisasi Mahasiswa dalam Pembelajaran



Gambar 5. Mengorganisasi Mahasiswa dalam Pembelajaran

Peneliti membagi mahasiswa menjadi 6 kelompok yang masing-masing terdiri dari 5 orang mahasiswa. Mengorganisasikan mahasiswa ke dalam kelompok belajar kooperatif juga diperlukan pengembangan keterampilan kerja sama di antara mahasiswa dan saling *membantu* untuk menyelidiki masalah yang telah diberikan secara bersama



## PENELITIAN HARI KEDUA

1. Mengingatnkan mahasiswa tentang pertemuan sebelumnya



Gambar 6. Mengingatnkan mahasiswa tentang pertemuan sebelumnya

Mengingatnkan *mahasiswat* tentang pertemuan sebelumnya mengenai permasalahan yang telah diberikan kepada masing-masing kelompok belajar.

2. Mahasiswa secara individu bekerja didalam kelompok



Gambar 7. Mahasiswa secara individu bekerja didalam kelompok

3. Setiap *mahasiswa* secara individu bekerja dalam kelompoknya



Gambar 8. Setiap mahasiswa secara individu bekerja dalam kelompoknya

Setiap *mahasiswa* secara individu bekerja dalam kelompoknya diminta menuliskan rumusan masalah yang telah diberikan kepada mahasiswa. Mahasiswa bekerjasama dalam kelompok untuk membuat rangkaian listrik seri, paralel dan campuran. Mahasiswa secara individu menganalisis rangkaian listrik seri, paralel dan campuran untuk menentukan tujuan pembahasan masalah yang telah diberikan sebelumnya.

4. Peneliti mendampingi mahasiswa dalam menyelidiki



Gambar 9. Peneliti mendampingi mahasiswa dalam menyelidiki

*Peneliti* membantu mahasiswa dalam pengumpulan informasi dari membuat rangkaian listrik yang dikaitkan dengan logika matematika. Mahasiswa diberi pertanyaan yang membuat mahasiswa memimikinkan

masalah dan jenis informasi yang dibutuhkan untuk pemecahan masalah sehingga mahasiswa diajarkan menjadi penyelidik yang aktif dan dapat menggunakan metode yang sesuai untuk memecahkan masalah tersebut. Peneliti juga mendorong pertukaran ide secara bebas dan penerimaan sepenuhnya ide-ide tersebut. Puncak kegiatan pembelajaran berdasarkan masalah adalah penciptaan rangkaian listrik dengan mengkaitkan dengan logika dan laporan.



## PENELITIAN HARI KETIGA

### 1. Mengembangkan dan presentasi



Gambar 10. Mengembangkan dan presentasi

*Memastikan* setiap anggota kelompok terlibat pada tahapan sebelumnya. Kelompok yang presentasi dipilih secara random. Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi dan karya kelompoknya. Peneliti membimbing mahasiswa dalam melaksanakan diskusi kelas.

### 2. Menganalisis dan Evaluasi



Gambar 11. Menganalisis dan Evaluasi

*Pertanyaan* yang ditujukan ke kelompok presentasi dapat juga dialihkan ke kelompok lainya. Peneliti bertindak sebagai fasilitator, menyediakan waktu untuk menerima pertanyaan penguat (memfasilitasi pemecahan masalah) pada mahasiswa.

### 3. Pemberian Soal Post Test Kepada Mahasiswa



Gambar 12. Pemberian Soal Post Test Kepada Mahasiswa

Peneliti melakukan evaluasi terhadap hasil kerja mahasiswa dan proses-proses mereka gunakan. Peneliti memberikan post test kepada masing-masing mahasiswa mengenai rangkaian listrik dan logika. Post test merupakan bentuk pertanyaan yang diberikan setelah pelajaran/materi telah disampaikan. Singkatnya, post test adalah evaluasi akhir saat materi yang diajarkan telah diberikan yang mana peneliti memberikan post test dengan maksud apakah mahasiswa sudah memahami mengenai materi yang diberikan dan melihat bagaimana peningkatan berpikir kritis mahasiswa. Manfaat dari diadakannya post test ini adalah untuk memperoleh gambaran tentang kemampuan kognitif dan keterampilan berpikir kritis yang dicapai setelah berakhirnya penyampaian pelajaran. Hasil post test ini dibandingkan dengan hasil pre test yang telah dilakukan sehingga akan diketahui seberapa jauh efek atau pengaruh dari pengajaran yang telah dilakukan, disamping sekaligus dapat diketahui peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Simpulan**

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan model integrasi science and math berbasis PBL untuk pendidikan dasar. Berdasarkan hasil analisis data validasi dan praktikalitas, maka dapat disimpulkan bahwa pengembangan Model Pengembangan Model Integrasi Science and Math sudah valid menurut pandangan para validator.

#### **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dikemukakan, maka dapat disarankan agar:

- a. Dapat mengembangkan model integrasi science and math berbasis PBL ini lebih lanjut pada ruang lingkup yang lebih luas dengan situasi dan kondisi yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih sempurna.
- b. Dapat melakukan uji coba praktikalitas dalam kelompok yang lebih besar.

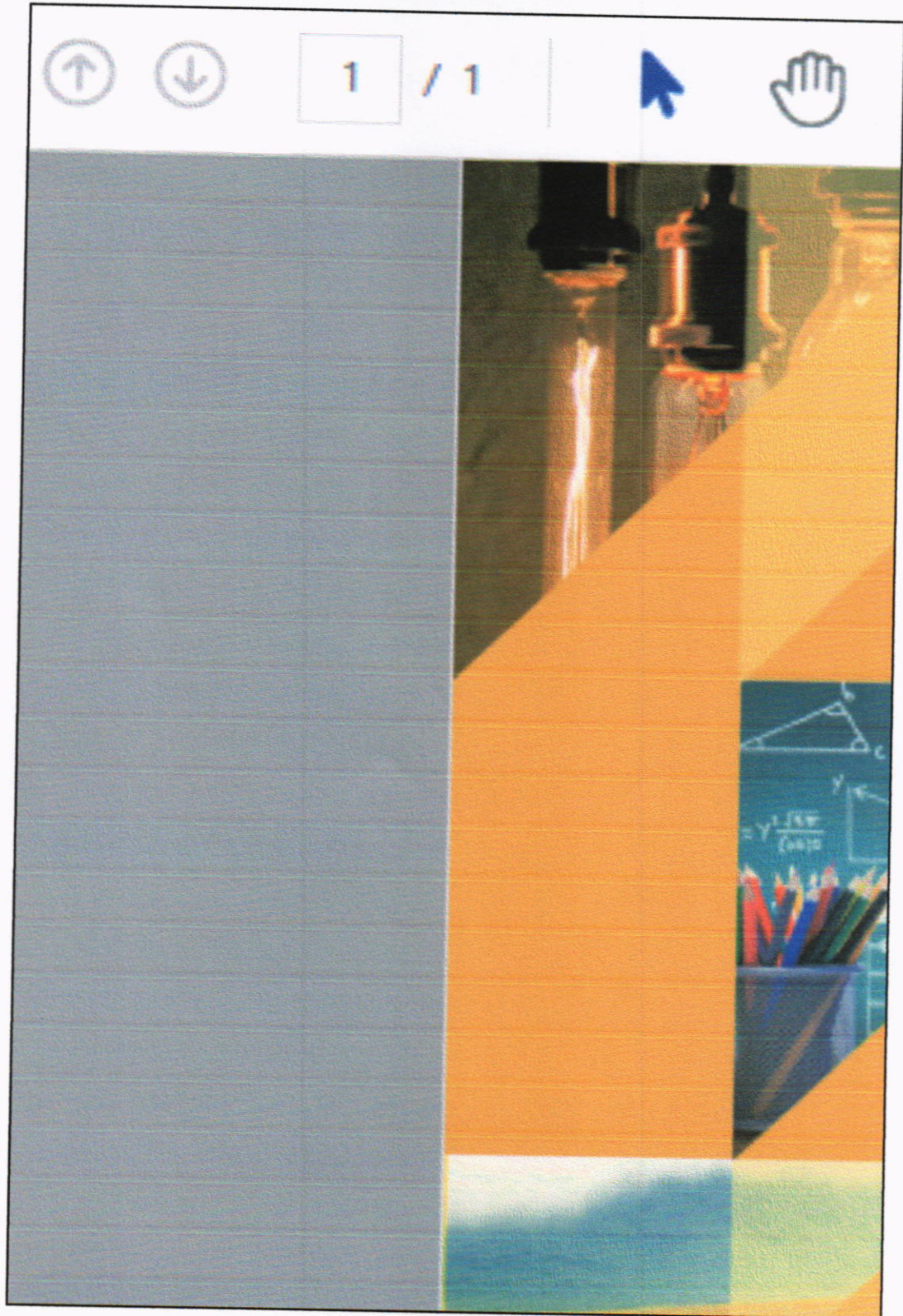


## DAFTAR RUJUKAN

- Branch, Robert Maribe. 2009. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Davison, David M., Kenneth W. Miller, dan Dixie L. Metheny. 1995. What Does Integration of Science and Mathematics Really Mean? *School Science and Mathematics*, 95(5), 226-230.
- Fogarty, R. 1991. *How to Integrated the Curricula*. Illinois: Skylight Publishing.
- Furner, Josept M. dan David D. Kumar. 2007. The Mathematics and Science Integration Argument: A Stand for Teacher Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 185-189.
- Kemendikbud, 2013. *Model Pembelajaran Berbasis Masalah atau Problem Based Learning*. Jakarta.
- Kurt, K. & Pehlivan, M. (2013). Integrated programs for science and mathematics: review of related literature. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(2), 116-121.
- Nurhadi, Burhan, Y., dan Senduk, A. G. 2007. *Pembelajaran Kontekstual dan Penerapannya dalam KBK*. Bengkulu: Universitas Negeri Bengkulu.
- Panji. (2009). *Pembelajaran Berbasis Masalah(Problem Based Learning)*, (Online) (<http://pengalaman.reviu.html>) diakses tanggal 2 November 2012.
- Purwanto, Ngalim. 2009. *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Savery, J.R., dan T.M. Duffy, (1995). *Problem Based Learning: An instructional Model and Its Constructivist Framework*. Educational Technology.
- Suherman, E. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI.

LAMPIRAN 1

COVER BAHAN AJAR





BAHAN AJAR

2017



Yanti Fitria  
Yullys Helsa  
Fiddinya Nurul H.  
Aisy Putri Z.

---

# MODEL PEMBELAJARAN SAINS TERINTEGRASI MATH

---

UNIVERSITAS NEGERI PADANG



# RANGKAIAN LISTRIK & LOGIKA

Bahan ajar ini berjudul "Rangkaian Listrik & Logika" ini terdiri dari 4 BAB. Pada bagian pertama membahas tentang Rangkaian Listrik, pada bagian kedua membahas tentang Rangkaian Listrik Seri & Paralel, pada bagian ketiga membahas tentang Logika, dan pada bagian terakhir membahas mengenai Aplikasi Logika & Rangkaian Listrik. Tiap-tiap topik dalam bahan ajar ini dilengkapi dengan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian diharapkan mahasiswa tidak hanya paham secara teoritis tetapi juga mampu memecahkan masalah yang biasa dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, tiap-tiap pembahasan juga dilengkapi dengan kegiatan dan evaluasi yang bervariasi sehingga dapat mengasah kemampuan berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan evaluasi yang diberikan baik secara teoritis maupun aplikasinya.



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanya untuk Allah semata, Tuhan yang menguasai seluruh alam dan ilmu pengetahuan yang sangat luas ini, karena berkat rahmat dan hidayah yang tak berhingga banyaknya Allah berikan, penulis dapat menyelesaikan penyusunan model pembelajaran sains terintegrasi math.

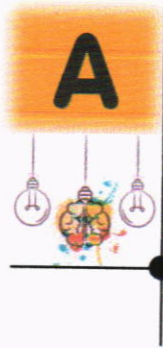
Bahan ajar model pembelajaran sains terintegrasi math terdiri dari 5 BAB, yaitu Rangkaian Listrik, Rangkaian Listrik Seri & Paralel, Logika, Aplikasi Logika & Rangkaian Listrik, dan Himpunan. Tiap – tiap pokok bahasan disertakan pula aplikasi yang berkaitan. Dengan harapan dapat memperkaya khasanah pengetahuan mahasiswa terhadap topik yang telah dibahas sebelumnya beserta aplikasi yang biasa dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Penulis menyadari bahwa penyusunan bahan ajar model pembelajaran sains terintegrasi math ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan baik berupa kritik, saran, maupun koreksi yang membangun. Semoga bahan ajar model pembelajaran sains terintegrasi math ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar.....</b>	<b>ii</b>
<b>Daftar Isi.....</b>	<b>iii</b>
<b>Peta Konsep.....</b>	<b>iv</b>
A...Rangkaian Listrik.....	1
B...Rangkaian Listrik Seri & Paralel.....	4
C...Logika.....	16
D...Aplikasi Logika & Rangkaian Listrik.....	24
E... Himpunan.....	30
<b>Daftar Pustaka.....</b>	<b>61</b>





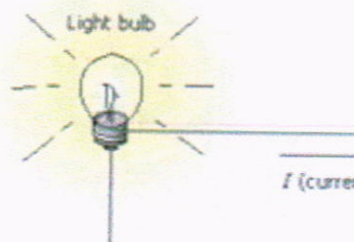
# RANGKAIAN LISTRIK

## A. DEFINISI RANGKAIAN LISTRIK

Berbicara mengenai **Rangkaian Listrik**, tentu tidak dapat dilepaskan dari pengertian dari rangkaian itu sendiri. Rangkaian adalah interkoneksi dari sekumpulan elemen atau komponen penyusunnya ditambah dengan rangkaian penghubungnya dimana disusun dengan cara-cara tertentu dan minimal memiliki satu lintasan tertutup. Dengan kata lain, hanya dengan satu lintasan tertutup saja kita dapat menganalisis suatu rangkaian. Sedangkan yang dimaksud dengan satu lintasan tertutup adalah satu lintasan saat kita mulai dari titik yang dimaksud akan kembali lagi ketitik tersebut tanpa terputus dan tidak memandang seberapa jauh atau dekat lintasan yang kita tempuh.

Maka dapat dikatakan bahwa *Rangkaian Listrik* adalah suatu kumpulan elemen atau komponen listrik yang saling dihubungkan dengan cara-cara tertentu dan paling sedikit mempunyai satu lintasan tertutup. Komponen-komponen listrik tersebut terdiri dari komponen pen-*supply* energi listrik (seperti baterai) dan komponen pengguna energi listrik (seperti bola lampu- resistor. Arus listrik akan mengalir dalam suatu rangkaian setidaknya:

1. Memiliki sumber tegangan untuk membuat arus mengalir.
2. Memiliki komponen pengguna energi yang di-*supply* sumber tegangan, dan
3. Merupakan rangkaian tertutup.



**Gambar 1** Rangkaian Listrik Sederhana

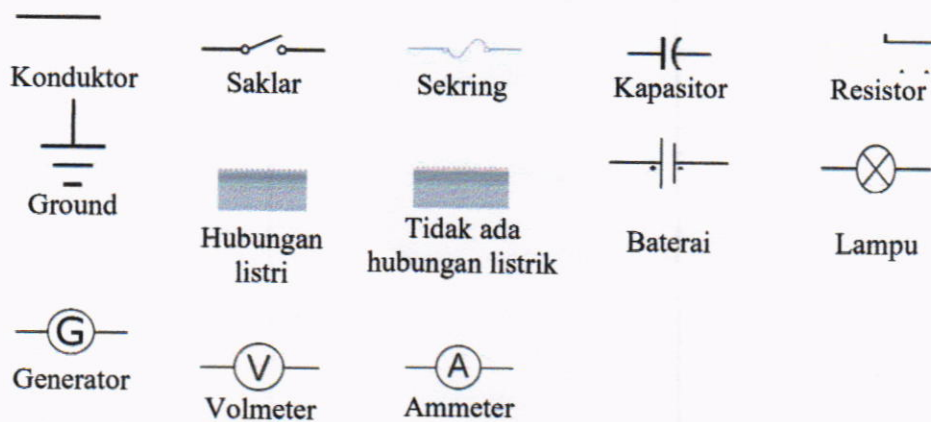
**Sumber:** <https://monochromerainbow21.files.wordpress.com/2013/05 /rangkaiantertutup.jpg>

Gambar di atas merupakan contoh untuk sebuah rangkaian listrik sederhana. Pada gambar tersebut komponen pen-*supply* energi adalah baterai. Sementara bola lampu bertindak sebagai komponen pengguna energi, dan rangkaian tertutup, sehingga arus dapat mengalir.

Pertanyaan, apakah bila tidak ada bola lampu arus tidak akan mengalir? Dalam syarat yang ke-2 dikatakan harus terdapat suatu komponen yang menggunakan energi listrik yang dikosongkan oleh sumber teganga. Hal tersebut dikarenakan agar kedua ujung penghantar listrik memiliki potensial yang berbeda sehingga arus dapat terus mengalir. Namun, tanpa bola lampupun arus listrik dapat mengalir, karena dalam penghantar listrik pun memiliki hambatan sehingga sebenarnya kawat penghantar pun bertindak sebagai komponen pengguna energi listrik.

## B. DIAGRAM RANGKAIAN

Rangkaian sederhana sering dilukis dengan suatu diagram rangkaian listrik, dengan komponen rangkaiannya diagram menggunakan simbol-simbol standar. Diagram seperti ini disebut skema rangkaian. Beberapa simbol yang digunakan dalam skema rangkaian tampak pada *Gambar 2*.



*Gambar 2* Simbol-simbol standar yang biasa digunakan untuk menyusun rangkaian listrik

*Sumber: Depdiknas 2004*

### Kegiatan

Gunakan simbol-simbol yang sesuai dan rancanglah gambar yang menunjukkan sebuah catu daya dalam suatu rangkaian dengan dua buah lampu. Kemudian, gambarkan rangkaian dengan ammeter untuk mengukur arus listrik antara catu daya dan kedua bola lampu (ammeter diletakkan sebelum masuk lampu). Buatlah gambar ketiga dan keempat untuk menunjukkan ammeter pada



posisi mengukur aliran arus listrik diantara kedua lampu, dan pada posisi sesudah meniggalkan kedua lampu.

**Mengetes Prediksi Anda** Apakah prediksi Anda mengatakan bahwa arus di antara lampu-lampu, dan arus meninggalkan kedua lampu lebih besar atau lebih kecil daripada sebelum rneasuki lampu-lampu? Mengapa? Buatlah rangkaian untuk menyelidikinya. Catatlah hasilnya.

Untuk menggambar diagram skema dapat dilakukan dengan menggunakan strategi berikut dan selalu menggunakan arus konvensional. Ammeter untuk mengukur arus dan voltmeter untuk mengukur beda potensial. Setiap alat memiliki dua terminal yang biasanya ditandai dengan + dan - . Ketika voltmeter digunakan, voltmeter mengukur beda potensial diantara ujung-ujung suatu komponen dalam rangkaian. Ketika menghubungkan voltmeter dalam rangkaian, selalu menghubungkan kutub + voltmeter ke salah satu ujung komponen rangkaian yang lebih dekat dengan kutub positif baterai dan menghubungkan kutub lain voltmeter ke bagian lain dari komponen rangkaian. Rangkaian semacam ini disebut **rangkaiian paralel**, sebab komponen rangkaian dan voltmeter dihubungkan paralel satu dengan yang lain dalam rangkaian. Beda potensial diantara ujung-ujung voltmeter sama dengan beda potensial diantara ujung-ujung komponen rangkaian.

Ammeter mengukur arus yang melewati komponen rangkaian. Arus yang sama yang melewati komponen harus malalui ammeter, sehingga hanya ada satu jalan arus. Rangkaian ini disebut **rangkaiian paralel**. Untuk menambahkan ammeter dalam suatu rangkaian, harus memindahkan kabel yang dihubungkan dengan komponen tangkaiian, dan menghubungkannya dengan ammeter. Selanjutnya harus menghubungkan kabel lain dari kutub kedua ammeter ke komponen rangkaian.

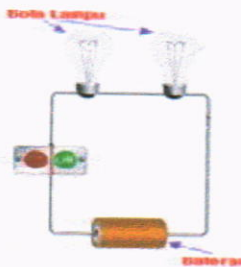




# RANGKAIAN LISTRIK SERI & PARALEL

## A. RANGKAIAN LISTRIK SERI

Dua buah lampu yang sama disusun secara seri dan dihubungkan ke sebuah baterai ditunjukkan oleh **Gambar 3**. Sebelum selesai menghubungkannya, prediksikan kecerahan dari dua lampu tersebut. Kecerahan lampu bergantung pada arus yang melaluinya. Kita barangkali pernah berpikir bahwa hanya lampu yang lebih dekat pada kutub + baterai yang akan menyala, karena seluruh arus akan diubah menjadi cahaya. Namun, barangkali kita juga pernah berpikir bahwa lampu kedua juga menyala, tetapi lebih redup daripada lampu pertama karena energi listrik akan diubah ke dalam bentuk panas dan ke dalam bentuk cahaya. Konsekuensinya energi listrik pada lampu kedua menjadi lebih kecil. Akhirnya, barangkali kita juga pernah berpikir bahwa kedua lampu akan menyala sama cerah (sama terang) karena arus merupakan aliran muatan, dan karena muatan meninggalkan lampu pertama dan melalui lampu kedua sehingga arus pada kedua lampu sama. Dari ketiga pemikiran di atas manakah yang benar?



**Gambar 3** Rangkaian Listrik Seri

Sumber: <http://mataratu22.blogspot.co.id/2013/04/komponen-rangkaian-seri-dan-paralel.html>

Jika kita mempertimbangkan model sungai gunung untuk rangkaian ini, maka pemikiran yang terakhir adalah benar. Pada rangkaian jenis ini, muatan hanya mengikuti satu jalur. Muatan tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, jadi jumlah muatan yang meninggalkan rangkaian dan jumlah muatan yang memasuki rangkaian tersebut harus sama. Ini berarti bahwa arus disetiap tempat pada rangkaian adalah sama. Jika kita merangkai tiga ammeter ke dalam rangkaian seperti pada **Gambar 4**, maka ketiga ammeter memiliki nilai yang sama. Suatu rangkaian seperti ini, dimana seluruh arus mengalir melalui setiap alat adalah sama disebut **Rangkaian Seri**.

Tetapi jika arusnya sama, bagaimana dengan pemikiran kedua? Apakah yang berubah dalam lampu untuk menghasilkan energi panas dan energi cahaya? Ingat bahwa data adalah laju energi yang diubah, yang dinyatakan dalam persamaan  $P = I \cdot V$ . Jadi jika ada perbedaan potensial atau ada tegangan pada lampu, maka energi listrik diubah menjadi energi bentuk lain. Hambatan lampu ditentukan melalui persamaan

$$R = \frac{V}{I}$$

Jadi perbedaan potensial atau tegangan dirumuskan sebagai

$$V = I \cdot R$$

Ket: R = Hambatan

V = Rasio atau perbandingan antara beda potensial

I = Arus

atau ada tegangan pada lam

bentuk lain. Hambatan lampu

Jadi perbedaan potensial at:

*Gambar 4 Ammeter ini menunjukkan bahwa arus yang mengalir pada sebuah rangkaian seri dimana-mana adalah sama.*

*Sumber: Depdiknas 2004*

Sifat-sifat Rangkaian Seri adalah sebagai berikut:

1. Arus yang mengalir pada masing beban adalah sama.
2. Tegangan sumber akan dibagi dengan jumlah tahanan seri jika besar tahanan sama. Jumlah penurunan tegangan dalam rangkaian seri dari masing-masing tahanan seri adalah sama dengan tegangan total sumber tegangan.
3. Banyak beban listrik yang dihubungkan dalam rangkaian seri, tahanan total rangkaian menyebabkan naiknya penurunan arus yang mengalir dalam rangkaian. Arus yang mengalir tergantung pada jumlah besar tahanan beban dalam rangkaian.
4. Jika salah satu beban atau bagian dari rangkaian tidak terhubung atau putus, aliran arus terhenti.

Contoh paling sederhana penerapan rangkaian listrik seri dalam kehidupan sehari-hari (di rumah) yaitu:

1. Lampu hias pohon Natal model lama (yang baru pakai rangkaian elektronik & lampu LED) merupakan rangkaian seri beberapa lampu (12V di-seri 20 pcs) sehingga dapat menerima tegangan sesuai dengan jala-jala (220V).





2. Lampu TL (tube Lamp) atau orang bilang lampu neon, model lama yang masih memakai ballast, di dalam box nya memakai rangkaian seri antara jala-jala dengan ballastnya.
3. Di dalam setrika listrik ada rangkaian seri dengan bimetal (temperatur kontrol), demikian juga kulkas.
4. Sakelar/switch merupakan penerapan rangkaian seri dengan beban.

**a. Berapa besarnya arus dalam rangkaian seri?**

Dari model sungai gunung, Anda mengetahui bahwa jumlah air yang turun dari puncak gunung melalui setiap riam adalah sama dengan jumlah air yang masuk ke permukaan laut. Dalam rangkaian listrik, sumber tegangan di berikan oleh generator atau sumber energi lain. Tegangan sumber,  $V_{sumber}$  adalah sama dengan jumlah penurunan potensial sepanjang lampu A dan lampu B. berapa arus yang mengalir melalui rangkaian dinyatakan oleh persamaan berikut:

$$V_{sumber} = V_A + V_B$$

Karena arus  $I$  yang melalui lampu sama, maka  $V_A = I R_A$  dan  $V_B = I R_B$

Karena itu,  $V_{sumber} = I R_A + I R_B$  atau  $V_{sumber} = I (R_A + R_B)$

Arus melalui rangkaian dinyatakan dalam persamaan :

$$I = \frac{V_{sumber}}{R_A + R_B}$$

Aplikasi persamaan ini adalah pada sejumlah hambatan yang disusun secara seri, dan bukan hanya untuk dua hambatan yang disusun secara seri, tetapi juga untuk lebih dari dua hambatan yang disusun secara seri. Untuk kasus di atas, arus yang sama bisa terjadi pada resistor tunggal  $R$ , yang memiliki hambatan yang sama dengan jumlah hambatan kedua lampu tersebut. Hambatan tunggal  $R$  seperti ini disebut hambatan pengganti dari suatu rangkaian. Untuk resistor yang dirangkai secara seri, hambatan pengganti sama dengan jumlah semua hambatan:

$$R = R_A + R_B + \dots$$

**Catatan** bahwa hambatan pengganti dari beberapa resistor yang dihubungkan seri, akan lebih besar daripada hambatan pada tiap-tiap resistor penyusunnya. Karena itu, jika tegangan baterai tidak berubah, maka penambahan



alat yang disusun secara seri (yang berarti memperbesar hambatan pengganti) akan menurunkan arus. Untuk menentukan arus  $I$  yang melalui rangkaian seri, pertama-tama menghitung hambatan pengganti  $R$ , dan kemudian menggunakan persamaan berikut untuk menghitung  $I$ .

$$I = \frac{V_{\text{sumber}}}{R}$$

## Kegiatan

### Hambatan Seri

Rangkaian sebuah catu daya, sebuah resistor dan sebuah ammeter dalam sebuah rangkaian seri. Prediksikan apa yang akan terjadi dengan arus sesaat yang mengalir dalam rangkaian, jika resistor yang sama ditambahkan secara seri dalam rangkaian? Prediksikan arus yang mengalir ketika dalam rangkaian terdapat tiga resistor yang sama, yang terangkai secara seri. Jelaskan prediksi Anda.

### Analisis dan Kesimpulan.

Buat tabel data untuk menunjukkan hasilnya. Sertakan Penjelasannya.

### b. Penurunan Potensial dalam Sebuah Rangkaian Seri

Penurunan potensial atau tegangan pada setiap resistor dalam rangkaian seri dapat dihitung dengan melihat kembali persamaan yang menyatakan:  $R = \frac{V}{I}$  atau  $V = I \cdot R$ .

Pertama-tama hitunglah hambatan pengganti  $R$ , dalam rangkaian dengan menghitung jumlah dari seluruh hambatan. Kemudian ukurlah arus (dimanapun tempatnya dalam rangkaian, besarnya sama), dan gunakan hambatan pengganti dalam persamaan. Jadi  $I = \frac{V}{R}$ , dengan  $V$  adalah tegangan. Dengan mengalikan arus yang mengalir dalam rangkaian  $I$  dengan hambatan tiap-tiap resistor, akan dihasilkan tegangan antara ujung-ujung setiap resistor tersebut.

Suatu aplikasi penting dari resistor-resistor yang disusun secara seri adalah dapat digunakan sebagai pembagi tegangan. Suatu pembagi tegangan dalam sebuah rangkaian seri digunakan untuk menghasilkan sumber tegangan yang dikehendaki, dari suatu sumber tegangan lain seperti baterai yang mempunyai tegangan lebih besar. Andaikata kita memiliki sebuah baterai 9 V tetapi memerlukan sumber tegangan 5 V. Sebuah pembagi tegangan dapat menghasilkan

tegangan 5 volt tersebut. Perhatikan rangkaian yang ditunjukkan pada **Gambar 5**, dua resistor  $R_A$  dan  $R_B$  dihubungkan secara seri dengan baterai sebesar  $V$ . Hambatan pengganti dalam rangkaian adalah  $R = R_A + R_B$ . Arus  $I$  yang mengalir dalam tangkaiian dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{R_A + R_B}$$

dinyatakan sebagai b

**Gambar 5** Nilai  $R_A$  dan  $R_B$  digunakan untuk memilih besarnya tegangan dan  $R_B$  adalah pembagi tegangan  
**Sumber:** Depdiknas2004

Tegangan 5 V adalah tegangan  $V_B$  sepanjang resistor  $R_B$ , yakni

$$V_B = I \cdot R_B$$

Substitusi  $I$  dari persamaan sebelumnya, diperoleh:

$$V_B = I \cdot R_B = \frac{V}{R_A + R_B} \cdot R_B$$

atau

$$V_B = \frac{V \cdot R_B}{R_A + R_B}$$

Pembagi tegangan sering digunakan sebagai sensor seperti photoresistor. Hambatan sebuah photoresistor bergantung pada jumlah cahaya yang mengenainya. Photoresistor dibuat dari semikonduktor misalnya silikon, selenium, dan cadmium sulfida. Photoresistor khas dapat memiliki hambatan 400  $\Omega$  ketika cahaya mengenainya tetapi memiliki hambatan 400.000  $\Omega$ . ketika berada dalam ruangan gelap. Tegangan keluaran pada pembagi tegangan yang menggunakan sebuah photoresistor bergantung pada jumlah cahaya yang mengenai sensor photoresistor. Rangkaian ini dapat digunakan sebagai meter cahaya.



### Contoh Soal

**Gambar 4** menunjukkan sebuah baterai  $9,0\text{ V}$  dihubungkan dengan dua buah resistor,  $400\ \Omega$  dan  $500\ \Omega$  yang disusun secara seri, dengan sebuah pembagi tegangan. Berapakah tegangan pada hambatan  $500\ \Omega$ ?

#### Penyelesaian

Diketahui

$$V_{\text{sumber}} = 9,0\text{ V}$$

$$R_A = 400\ \Omega$$

$$R_B = 500\ \Omega$$

Ditanya

$$R_B = ?$$

dinyatakan sebagai b

**Gambar 5**

Hitunglah hambatan pengganti  $R$

Gunakan  $I = \frac{V}{R}$  untuk menghitung arus yang mengalir melalui rangkaian.

Gunakan  $V_B = I \cdot R_B$  untuk menghitung besarnya tegangan pada hambatan  $R_B$

$$R = R_A + R_B.$$

$$V_B = I \cdot R_B = \frac{V_{\text{sumber}}}{R_A + R_B} \cdot R_B$$

$$V_B = \frac{9,0\text{ V}}{400\ \Omega + 500\ \Omega} \cdot 500\ \Omega = 5\text{ V}$$

### Evaluasi

Sebuah hambatan  $20,0\ \Omega$  dan sebuah hambatan  $30,0\ \Omega$  dihubungkan dan diberikan beda potensial atau tegangan sebesar  $220\text{ V}$ .

- Berapa hambatan pengganti rangkaian?
- Berapa arus yang mengalir dalam rangkaian?
- Berapa tegangan pada tiap-tiap resistor?
- Berapa tegangan dari dua resistor bersama-sama?



## B. RANGKAIAN LISTRIK PARALEL

Perhatikan rangkaian yang ditunjukkan pada **Gambar 6**. Berapa besar arus yang mengalir di dalam rangkaian? Arus dari generator dapat melalui setiap resistor dari tiga buah resistor. Suatu rangkaian, dimana ada beberapa jalan berbeda yang dialiri arus disebut rangkaian paralel. Tiga buah resistor disusun secara paralel dan ujung-ujung ketiga jalur hubungkan secara bersama-sama. Dalam model sungai gunung untuk rangkaian, setiap rangkaian digambarkan dengan tiga jalur sungai yang menuruni gunung. Beberapa jalur barangkali melalui aliran sungai yang besar, sedangkan beberapa jalur lainnya melalui aliran sungai yang kecil. Walaupun demikian, berapapun jumlah cabang atau jalur yang dilalui air,

berapapun



**Gambar 6** Jalur paralel untuk arus dalam diagram, analog dengan jalur sungai yang menuruni gunung.

*Sumber: Depdiknas2004*

jumlah total aliran air ke bawah menuruni gunung sebelum dan sesudah pecah menjadi beberapa cabang adalah sama, dan jarak vertikal jatuhnya air dari puncak gunung ke dataran juga sama.

Mirip dengan model tersebut, dalam rangkaian listrik paralel, arus total adalah jumlah dari arus-arus yang melewati setiap jalur, dan beda potensial atau tegangan sepanjang setiap jalur adalah sama.

Berapakah arus yang melalui tiap-tiap resistor? Ini bergantung pada hambatan setiap resistor. Sebagai contoh yaitu pada **Gambar 7**, beda potensial setiap resistor adalah  $12V$ . Arus yang melalui sebuah resistor diberikan oleh  $I = \frac{V}{R}$ , sehingga kita dapat menghitung arus yang melalui hambatan  $48\Omega$  adalah  $I = \frac{12V}{48\Omega} = 0,25A$ . Untuk menghitung arus yang melalui dua resistor yang lain, maka harus menghitung arus total yang dibangkitkan oleh generator, yakni sama dengan jumlah arus yang melewati tiga jalur. Pada kasus ini sebesar  $1,75A$ .

Apakah yang akan terjadi jika hambatan  $12\Omega$  diambil dari rangkaian? Apakah arus yang melewati hambatan  $48\Omega$  berubah? Apakah arus hanya bergantung pada beda potensial dan hambatannya? Apakah kasus ini juga sama jika dilakukan pada hambatan  $24\Omega$ . Cabang rangkaian paralel tidak bergabung

satu dengan yang lain. Pada **Gambar 7** tersebut, arus total yang dibangkitkan generator adalah  $1,75A$ .

tidak bergabung satu dengan yang lain yang dibangkitkan generator adalah



**Gambar 7** Dalam sebuah rangkaian paralel, kebalikan resistansi total adalah sama dengan jumlah kebalikan tiap resistansi

**Sumber:** Depdiknas2004

Sebuah hambatan tunggal sebagai hambatan pengganti akan dilewati arus  $1,75A$  apabila tegangan sebesar  $12V$  diaplikasikan sepanjang hambatan tersebut. Untuk memperoleh besarnya hambatan ini digunakan persamaan:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{120V}{38A} = 3,2\Omega$$

**Catatan**, hambatan ini adalah lebih kecil daripada hambatan tiap-tiap resistor dari ketiga resistor yang dihubungkan secara paralel dalam rangkaian tersebut. Penempatan dua atau lebih resistor dalam rangkaian paralel, selalu mengurangi besar hambatan pengganti pada rangkaian tersebut. Hambatan tersebut menurun karena setiap resistor baru menambah jalur arus baru, dan meningkatkan arus total karena beda potensial tidak berubah.

Untuk menghitung hambatan pengganti pada rangkaian paralel, pertama-tama kita harus tahu bahwa arus total adalah jumlah arus yang melalui cabang.

Sifat-sifat Rangkaian Paralel adalah sebagai berikut:

1. Tegangan pada masing-masing beban listrik sama dengan tegangan sumber.
2. Masing-masing cabang dalam rangkaian parallel adalah rangkaian individu. Arus masing-masing cabang adalah tergantung besar tahanan cabang.
3. Sebagaimana besar tahanan dirangkai dalam rangkaian parallel, tahanan total rangkaian mengecil, oleh karena itu arus total lebih besar. (Tahanan total dari rangkaian parallel adalah lebih kecil dari tahanan yang terkecil dalam rangkaian.)
4. Jika terjadi salah satu cabang tahanan parallel terputus, arus akan terputus hanya pada rangkaian tahanan tersebut. Rangkaian cabang yang lain tetap bekerja tanpa terganggu oleh rangkaian cabang yang terputus tersebut.



## Kegiatan

### Hambatan Paralel

Rangkakan sebuah catu daya, sebuah resistor dan sebuah ammeter. Prediksikan apa yang akan terjadi dengan arus dalam rangkaian tersebut, pada saat hambatan yang sama ditambahkan dalam rangkaian. Prediksikan arus yang mengalir ketika dalam rangkaian terdapat tiga atau empat hambatan secara paralel. Jelaskan prediksimu.

### Analisis dan Kesimpulan

Buatlah tabel data untuk menunjukkan hasilnya. Sertakan penjelasan Anda. (Termasuk ide tentang hambatan).

Jika  $I_A$ ,  $I_B$ , dan  $I_C$  adalah arus yang melalui cabang dan  $I$  adalah arus total, maka  $I = I_A + I_B + I_C$

Beda potensial diantara ujung-ujung tiap-tiap resistor adalah sama, sehingga arus yang melalui tiap-tiap resistor, misalnya  $R_A$  dapat ditentukan dari  $I_A = \frac{V}{R_A}$ . Dengan demikian:

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_A} + \frac{V}{R_B} + \frac{V}{R_C}$$

Dengan membagi kedua sisi dengan  $V$ , maka diperoleh sebuah persamaan untuk hambatan pengganti tiga resistor paralel, yaitu:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}$$

Persamaan ini dapat digunakan untuk sejumlah resistor dalam rangkaian paralel.

### Contoh Soal



Tiga buah resistor masing-masing  $60\Omega$  ,  $30\Omega$  dan  $20\Omega$  dihubungkan paralel dengan sebuah baterai  $9,0V$  sebagaimana tampak pada **Gambar 8**.

- Tentukan arus yang melalui tiap-tiap cabang dari rangkaian.
- Tentukan hambatan pengganti rangkaian
- Tentukan arus yang melalui baterai

### Penyelesaian

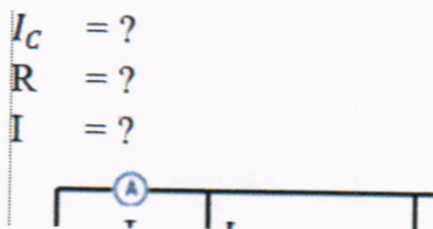
Diketahui

$$R_A = 6,0 \Omega$$

$$R_B = 30,0 \Omega$$

$$R_C = 45,0 \Omega$$

$$V = 9,0 V$$



**Gambar 8**

Ditanya

$$I_A = ?$$

$$I_B = ?$$

$$I_C = ?$$

$$R = ?$$

$$I = ?$$

Strategi

- Tegangan tiap-tiap resistor adalah sama, sehingga gunakan  $I = \frac{V}{R}$  untuk tiap cabang.
- Gunakan Frsamaaan hambatan pengganti untuk rangkaian paralel
- Gunakan  $I = \frac{V}{R}$  untuk menentukan arus total.

$$I_A = \frac{V}{R_A} = \frac{9,0V}{6,0V} = 1,5 A$$

$$I_B = \frac{V}{R_B} = \frac{9,0V}{30,0V} = 0,3 A$$

$$I_C = \frac{V}{R_C} = \frac{9,0V}{45,0V} = 0,2 A$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{6} + \frac{1}{30} + \frac{1}{45} = \frac{2}{9\Omega}$$

$$R = 4,5 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{9,0V}{4,5V} = 2,0 A$$

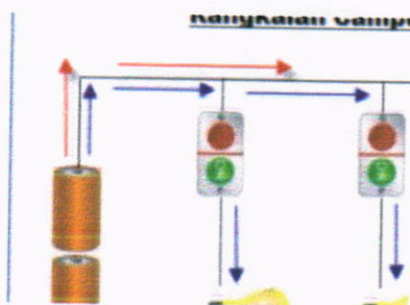
### Evaluasi

Resistor  $12,0 \Omega$ , resistor  $18,0 \Omega$  dan resistor  $36,0 \Omega$  dalam sebuah tape recorder disusun secara paralel kemudian dihubungkan dengan sebuah baterai  $9,0 V$ .

- Berapa hambatan pengganti dalam rangkaian paralel?
- Berapa arus yang masuk dalam rangkaian?
- Berapa arus yang melalui tiap-tiap cabang dalam rangkaian?

### C. RANGKAIAN LISTRIK CAMPURAN

Rangkaian listrik campuran (seri-paralel) merupakan rangkaian listrik gabungan dari rangkaian listrik seri dan rangkaian listrik paralel. Untuk mencari besarnya hambatan pengganti rangkaian listrik gabungan seri -paralel adalah dengan mencari besarnya hambatan tiap tiap model rangkaian (rangkaian seri dan rangkaian paralel), selanjutnya mencari hambatan gabungan dari model rangkaian akhir yang didapat. Misalnya seperti rangkaian di atas, maka model rangkaian akhir yang didapat adalah model rangkaian seri, sehingga hambatan total rangkaian dicari dengan persamaan hambatan pengganti rangkaian hambatan seri.



Gambar 9 Rangkaian Listrik Campuran

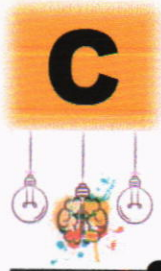
Sumber: <http://palleko.blogspot.co.id/2012/06/rangkaian-campuran.html>

Perbedaan rangkaian seri dan paralel adalah sebagai berikut:

- Rangkaian seri besar arus listriknya sama besar, tapi besar tegangannya berbeda-beda tergantung besar hambatan pada rangkaian tersebut.

2. Rangkaian paralel, besar tegangan adalah sama untuk masing hambatan yang terpasang, tetapi arusnya berbeda tergantung besar hambatan yang terpasang.
3. Rangkaian seri, total hambatan dijumlah semua, sedangkan rangkaian paralel, jumlah hambatan adalah  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \dots$
4. Jumlah total hambatan pada rangkaian seri, lebih besar dari rangkaian paralel.
5. Total daya yang diserap rangkaian seri biasanya lebih besar dibanding rangkaian paralel.





# LOGIKA

## A. SEJARAH LOGIKA MATEMATIKA

Logika berasal dari kata Yunani kuno (logos) yang berarti hasil pertimbangan akal pikiran yang diutarakan lewat kata dan dinyatakan dalam bahasa. Logika adalah salah satu cabang filsafat. Logika merupakan sebuah ilmu pengetahuan dimana obyek materialnya adalah berpikir (khususnya penalaran/proses penalaran) dan obyek formal logika adalah berpikir/ penalaran yang ditinjau dari segi ketepatannya.



**Gambar 10** Thales  
**Sumber:** <http://miftakhu.ljannah96.blogspot.co.id/2015/06/tokoh-tokoh-filsafat-matematikafilasafat.html>

Logika matematika dimulai saat Thales. Thales mengatakan bahwa air adalah arke (Yunani) yang berarti prinsip atau asas utama alam semesta. Saat itu Thales telah mengenalkan logika induktif. Sejak saat Thales sang filsuf mengenalkan pernyataannya, logika telah mulai dikembangkan.

Kaum Sofis beserta Plato (427 SM-347 SM) juga telah merintis dan memberikan saran-saran dalam bidang ini.

Pada masa Aristoteles logika masih disebut dengan analitica, yang secara khusus meneliti berbagai argumentasi yang berangkat dari proposisi yang benar, dan dialektika yang secara khusus meneliti



**Gambar 11** Plato  
**Sumber:** <https://penakampusadra.wordpress.com>

argumentasi yang berangkat dari proposisi yang masih diragukan kebenarannya. Inti dari logika Aristoteles adalah silogisme.

Logika masuk kedalam kategori matematika murni karena matematika adalah logika yang tersistematisasi. Matematika adalah pendekatan logika kepada metode ilmu ukur yang menggunakan tanda-tanda atau simbol-simbol matematik (logika simbolik). Logika tersistematisasi dikenalkan oleh dua orang dokter medis, Galenus (130-201 M) dan Sextus Empiricus (sekitar 200 M) yang mengembangkan logika dengan menerapkan metode geometri.

Puncak logika simbolik terjadi pada tahun 1910-1913 dengan terbitnya Principia Mathematica tiga jilid yang merupakan karya bersama Alfred North Whitehead (1861 - 1914) dan Bertrand Arthur William Russel (1872 - 1970).

## B. DASAR-DASAR LOGIKA

Konsep bentuk logis adalah inti dari logika. Konsep itu menyatakan bahwa kesahihan (validitas) sebuah argumen ditentukan oleh bentuk logisnya, bukan oleh isinya. Dalam hal ini logika menjadi alat untuk menganalisis argumen, yakni hubungan antara kesimpulan dan bukti atau bukti-bukti yang diberikan (premis). Logika silogistik tradisional Aristoteles dan logika simbolik modern adalah contoh-contoh dari logika formal.

Dasar penalaran dalam logika ada dua, yakni deduktif dan induktif. Penalaran deduktif kadang disebut logika deduktif adalah penalaran yang membangun atau mengevaluasi argumen deduktif. Argumen dinyatakan deduktif jika kebenaran dari kesimpulan ditarik atau merupakan konsekuensi logis dari premis-premisnya. Argumen deduktif dinyatakan valid atau tidak valid, bukan benar atau salah. Sebuah argumen deduktif dinyatakan valid jika dan hanya jika kesimpulannya merupakan konsekuensi logis dari premis-premisnya. Penalaran induktif kadang disebut logika induktif adalah penalaran yang berangkat dari serangkaian fakta-fakta khusus untuk mencapai kesimpulan umum. Tabel di bawah ini menunjukkan beberapa ciri utama yang membedakan penalaran induktif dan deduktif.

Deduktif	Induktif
Jika semua premis benar maka kesimpulan pasti benar	Jika premis benar, kesimpulan mungkin benar, tapi tak pasti benar.



Semua informasi atau fakta pada kesimpulan sudah ada, sekurangnya secara implisit, dalam premis.	Kesimpulan memuat informasi yang tak ada, bahkan secara implisit, dalam premis.
--	---

*Tabel 1 Penalaran induktif dan deduktif*

## C. PERNYATAAN, KALIMAT TERBUKA & NILAI KEBENARAN

### 1. Pernyataan

Pernyataan adalah suatu kalimat yang menerangkan (menyatakan) sesuatu yang hanya bernilai benar atau salah saja, tetapi tidak keduanya.

#### Contoh

- “6 adalah bilangan genap”, kalimat ini *benar*.
- “12 adalah bilangan ganjil”, kalimat ini *salah*.

Kalimat yang dapat digolongkan pernyataan adalah kalimat-kalimat yang menerangkan sesuatu (disebut kalimat deklaratif). Namun, perlu diingat bahwa tidak semua kalimat deklaratif itu merupakan pernyataan. Perhatikan kalimat-kalimat deklaratif berikut ini.

- Menara itu tinggi.
- Nasi soto enak.
- Letak kota Surabaya jauh.

Kalimat-kalimat di atas dapat bernilai benar saja atau salah saja, tetapi bersifat relative (bergantung pada keadaan). Kalimat-kalimat seperti ini juga bukan pernyataan.

### 2. Kalimat Terbuka

Kalimat terbuka adalah kalimat yang memuat peubah/variabel, sehingga belum dapat ditentukan nilai kebenarannya (benar atau salah).

#### Contoh

- $2x + 3 = 11$
- $Y - 3 < 4$
- Himpunan penyelesaian persamaan  $x + 4 = 10$  ( $x$  peubah pada himpunan bilangan real) adalah  $HP = \{6\}$ .



### 3. Notasi dan Nilai Kebenaran Suatu Pernyataan

Dalam logika matematika, suatu pernyataan biasa dinotasikan dengan huruf kecil  $p, q, r, \dots$ , dan sebagainya. Benar atau salahnya suatu pernyataan dapat ditentukan dengan memakai dasar empiris dan dasar tak-empiris.

- Dasar Empiris, yaitu menentukan benar atau salahnya sebuah pernyataan berdasarkan fakta yang ada atau yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.
- Dasar Tak-Empiris, yaitu menentukan benar atau salahnya sebuah pernyataan dengan memakai bukti atau perhitungan dalam matematika.

Untuk pernyataan yang bernilai benar dikatakan mempunyai nilai kebenaran B (benar), sedangkan untuk pernyataan yang salah dikatakan mempunyai nilai kebenaran S (salah). Kata nilai kebenaran dilambangkan dengan memakai huruf Yunani (dibaca: tau).

#### Contoh Soal

- $p : 12 + 3 = 7$
- $q : \text{manusia bernafas dengan paru-paru.}$

sehingga:

- $(p) = S$  (dibaca: nilai kebenaran dari pernyataan  $p$  adalah salah).
- $(q) = B$  (dibaca: nilai kebenaran dari pernyataan  $q$  adalah benar).

#### Evaluasi

Tentukan nilai kebenaran dari pernyataan-pernyataan berikut

- $p : 35$  habis dibagi 2
- $q : \text{satu jam sama dengan 360 detik}$
- $r : \text{jumlah besar sudut dalam lingkaran adalah } 360^\circ$

### D. PERNYATAAN MAJEMUK

Pernyataan majemuk adalah gabungan dari dua atau lebih pernyataan sederhana dengan menggunakan kata hubung logika. Nilai kebenaran pernyataan majemuk tergantung pada nilai kebenaran pernyataan-pernyataan yang

membentuknya. Berikut ini, kita akan mempelajari bentuk-bentuk pernyataan majemuk antara lain konjungsi, disjungsi, implikasi, dan biimplikasi.

## 1. Konjungsi

Konjungsi merupakan salah satu bentuk pernyataan majemuk yang menggunakan kata hubung logika “dan”. Konjungsi dari dua pernyataan sederhana  $p$  dan  $q$  dinotasikan sebagai

$$p \wedge q$$

*Dibaca p dan q*

**Catatan**, bentuk konjungsi  $p \wedge q$  dapat juga dibaca sebagai:

- $p$  dan  $q$
- $p$  tetapi  $q$
- $p$  meskipun  $q$
- $p$  walaupun  $q$

Suatu konjungsi akan bernilai benar, jika kedua pernyataan pembentuknya bernilai benar dan bernilai salah, jika salah satu atau keduanya bernilai salah. Perhatikan tabel kebenaran konjungsi di samping!

salah, jika salah :  
bernilai salah. Perha  
konjungsi di samping!

### Contoh Soal

Tentukan nilai kebenaran dari bentuk konjungsi berikut !  
Pulau Jawa lebih luas daripada Pulau Irian dan 2 adalah bilangan genap.

#### Penyelesaian

$p$  : Pulau Jawa lebih luas daripada Pulau Irian.

$q$  : 2 adalah bilangan genap.

Karena  $\tau(p) = S$ , maka  $\tau(q) = B$ , maka berdasarkan tabel kebenaran konjungsi diperoleh  $\tau(p \wedge q) = S$ .

## 2. Disjungsi

Disjungsi merupakan salah satu bentuk pernyataan majemuk yang menggunakan kata hubung logika “atau”. Disjungsi dari dua pernyataan sederhana  $p$  dan  $q$  dinotasikan sebagai

$$p \vee q$$

Dibaca  $p$  atau  $q$

Suatu disjungsi memiliki nilai kebenaran salah, jika kedua pernyataan pembentuknya bernilai salah. Akan tetapi, bernilai benar jika salah satu atau keduanya bernilai benar. Perhatikan tabel kebenaran disjungsi di samping! konjungsi di samping!

$q$  : Yogyakarta kota pendidikan.  
Karena  $\tau(p) = E$   
berdasarkan tabel kebenaran disjungsi  
diperoleh  $\tau(p \vee q) = B$

### Contoh Soal

Tentukan nilai kebenaran dari bentuk disjungsi berikut !  
 $2_{\log} 3 \cdot 3_{\log} 8 = 3$  atau Yogyakarta kota pendidikan.

#### Penyelesaian

$$p : 2_{\log} 3 \cdot 3_{\log} 8 = 3$$

$q$  : Yogyakarta kota pendidikan.

Karena  $\tau(p) = B$ , maka  $\tau(q) = B$ , maka berdasarkan tabel kebenaran disjungsi diperoleh  $\tau(p \vee q) = B$ .

## 3. Implikasi

Implikasi merupakan salah satu bentuk pernyataan majemuk yang menggunakan kata hubung logika “jika ... maka ...”. Bentuk implikasi dari dua pernyataan sederhana  $p$  dan  $q$  dinotasikan sebagai

$$p \Rightarrow q$$

Dibaca jika  $p$ , maka  $q$

Pernyataan implikasi  $p \Rightarrow q$  memiliki nilai kebenaran salah, jika anteseden  $p$  bernilai benar dan konsekuen  $q$  bernilai salah. Perhatikan tabel kebenaran implikasi di samping! samping!

$p$  :  $\log 5 + \log 15 = \log 75$   
 $q$  :  $\log 15 - \log 5 = \log 3$   
Karena  $\tau(p) = B$   
implikasi diperoleh  $\tau(p \Rightarrow q) = B$





### Contoh Soal

Tentukan nilai kebenaran dari bentuk implikasi berikut !  
Jika  $\log 5 + \log 15 = \log 20$ , maka  $\log 15 - \log 5 = \log 3$

#### Penyelesaian

$$p : \log 5 + \log 15 = \log 20.$$

$$q : \log 15 - \log 5 = \log 3.$$

Karena  $\tau(p) = S$ , maka  $\tau(q) = B$ , maka berdasarkan tabel kebenaran implikasi diperoleh  $\tau(p \Rightarrow q) = B$ .

#### 4. Biimplikasi

Biimplikasi merupakan salah satu bentuk pernyataan majemuk yang menggunakan kata hubung logika “jika ... dan hanya jika ...”. Bentuk biimplikasi dari dua pernyataan sederhana  $p$  dan  $q$  dinotasikan sebagai

$$p \Leftrightarrow q$$

*Dibaca p jika dan hanya jika q*

Biimplikasi memiliki nilai kebenaran benar, jika anteseden  $p$  dan konsekuen  $q$  memiliki nilai kebenaran yang sama. Perhatikan tabel kebenaran biimplikasi di samping!

$$p : \log 10 = 1$$

$$q : 2^4 = 16.$$

Karena  $\tau(p)$   
biimplikasi di

### Contoh Soal

Tentukan nilai kebenaran dari bentuk disjungsi berikut !  
 $2_{\log} 16 = 4$  jika dan hanya jika  $2^4 = 16$ .

#### Penyelesaian

$$p : 2_{\log} 16 = 4$$

$$q : 2^4 = 16.$$

Karena  $\tau(p) = B$ , maka  $\tau(q) = B$ , maka berdasarkan tabel kebenaran biimplikasi diperoleh  $\tau(p \Leftrightarrow q) = B$ .

### Evaluasi

1. Diketahui  $p$ : Nisa siswa SMA 1 Cirebon.  
 $q$ : Nisa anak yang malas.  
Nyatakan bentuk logika berikut dalam kalimat  $p \wedge q$ !
2. Tentukan nilai  $x$  agar pernyataan  $p(x) \Leftrightarrow q(x)$  berikut merupakan biimplikasi bernilai benar!  
 $p(x)$ :  $3x^2 - 2x = 5$   
 $q(x)$ : Persegi menempati bingkainya dengan 6 cara.



# APLIKASI LOGIKA & RANGKAIAN LISTRIK

Logika matematika dalam kehidupan sehari-hari digunakan dalam berbagai hal, salah satunya adalah Salah satu aplikasi logika matematika yang sering dijumpai adalah dalam rangkaian listrik. Telah diketahui bersama bahwa terdapat jenis rangkaian listrik seri dan paralel, yaitu :

## 1. Rangkaian Seri

Misalkan terdapat dua buah saklar  $p$  dan  $q$ , maka rangkaian seri dapat digambarkan sebagai berikut.

### 1. Rangkaian Seri

*Gambar 12 Saklar  $p$  dan  $q$  Rangkaian Seri*

*Sumber: [http://logmat.freeservers.com/fungsi\\_boolean.html#saklar\\_seri](http://logmat.freeservers.com/fungsi_boolean.html#saklar_seri)*

Jika saklar terbuka, maka disimbolkan dengan  $b$  (buka), dan jika tertutup akan disimbolkan dengan  $t$  (tutup). Dari rangkaian seri terdapat 4 kemungkinan posisi saklar sehingga lampu akan menyala atau tidak, yaitu :

- Jika saklar  $p$  tertutup dan  $q$  tertutup, maka arus listrik dapat mengalir sehingga dapat menyalakan lampu.
- Jika saklar  $p$  tertutup dan  $q$  terbuka, maka arus listrik dapat mengalir melewati  $p$  tetapi tidak dapat melewati  $q$ , sehingga lampu tidak dapat menyala.
- Jika saklar  $p$  terbuka dan  $q$  tertutup, maka arus listrik tidak bisa melewati  $p$  sehingga tidak dapat menyalakan lampu meskipun saklar  $q$  tertutup.
- Jika saklar  $p$  terbuka dan  $q$  terbuka, maka arus listrik tidak dapat mengalir sehingga tidak dapat menyalakan lampu.

Dari 4 kemungkinan di atas, dapat disimpulkan dalam tabel berikut.





$p$	$q$	Lampu
t	t	Menyala
t	b	Mati
b	t	Mati
b	b	Mati

**Tabel 5** Hubungan Konjungsi dengan Rangkaian Seri

Jika diperhatikan, tabel di atas identik dengan tabel kebenaran pada operasi konjungsi ( $\wedge$ ), yakni dengan mengganti “t” dengan “B”, “b” dengan “S”, “menyala” dengan “B”, dan “mati” dengan “S”.

## 2. Rangkaian Paralel

Misalkan terdapat dua buah saklar  $p$  dan  $q$ , maka rangkaian paralel dapat digambarkan sebagai berikut.

### 2. Rangkaian Paralel

Misalkan terdapat dua buah saklar  
digambarkan sebagai berikut.

**Gambar 13** Saklar  $p$  dan  $q$  Rangkaian Paralel

**Sumber:** [http://logmat.freesevers.com/fungsi\\_boolean.html#saklar\\_seri](http://logmat.freesevers.com/fungsi_boolean.html#saklar_seri)

Jika saklar terbuka, maka disimbolkan dengan b (buka), dan jika tertutup akan disimbolkan dengan t (tutup). Dari rangkaian seri terdapat 4 kemungkinan posisi saklar sehingga lampu akan menyala atau tidak, yaitu :

- Jika saklar  $p$  tertutup dan  $q$  tertutup, maka arus listrik dapat mengalir sehingga dapat menyalakan lampu.
- Jika saklar  $p$  tertutup dan  $q$  terbuka, maka arus listrik dapat mengalir melewati  $p$  sehingga dapat menyalakan lampu.
- Jika saklar  $p$  terbuka dan  $q$  tertutup, maka arus listrik tidak bisa melewati  $p$  tetapi dapat mengalir melewati  $q$ , sehingga dapat menyalakan lampu.
- Jika saklar  $p$  terbuka dan  $q$  terbuka, maka arus listrik tidak dapat mengalir sehingga tidak dapat menyalakan lampu.

Dari 4 kemungkinan di atas, dapat disimpulkan dalam tabel berikut.

$p$	$q$	Lampu
t	t	Menyala
t	b	Menyala
b	t	Menyala
b	b	Mati

**Tabel 6** Hubungan Disjungsi dengan Rangkaian Paralel



Jika diperhatikan, tabel di atas identik dengan tabel kebenaran pada operasi disjungsi ( $\vee$ ), yakni dengan mengganti “t” dengan “B”, “b” dengan “S”, “menyala” dengan “B”, dan “mati” dengan “S”.

### Contoh Soal

Buatlah rangkaian listriknya jika diketahui simbol logika  $(p \vee q) \wedge r$ .

#### Penyelesaian

Dari simbol logika tersebut bahwa simbol  $(p \vee q)$  merupakan simbol untuk rangkaian paralel, sedangkan “ $\wedge$ ” merupakan simbol untuk rangkaian seri. Maka rangkaian untuk  $(p \vee q) \wedge r$  adalah sebagai berikut

### Kegiatan

#### Masalah

Andaikan ada tiga buah lampu identik yang dihubungkan dengan sumber daya yang sama. Dapatkah suatu rangkaian dibuat sedemikian rupa, sehingga satu lampu menyala lebih terang daripada lampu lainnya, dan tetap menyala jika lampu lainnya dilepaskan dari soketnya? Coba buat disain rangkaiannya.

#### Hipotesis

Satu lampu akan menyala lebih terang daripada dua lampu lainnya dan tetap menyala dengan terang yang sama ketika dua lampu lainnya dilepaskan dari soketnya.

#### Alat dan Bahan

Catu daya dengan tegangan yang dapat diubah, kabel listik dengan jepitan dan soket untuk tiga lampu yang sama.

#### Rencana Percobaan

1. Sketlah suatu rangkaian seri dan ramalkan terang relatif tiap-tiap lampu. Ramalkan apa yang akan terjadi pada lampu lainnya ketika satu lampu dilepaskan hingga lampu itu mati.





2. Sketlah suatu rangkaian paralel dan ramalkan terang relatif tiap-tiap lampu. Ramalkan apa yang akan terjadi pada lampu lainnya ketika satu lampu dilepaskan hingga lampu itu mati.

### **Analisis dan Kesimpulan**

1. **Interpretasi Data** Apakah syarat yang diperlukan pada rangkaian seri? Jelaskan.
2. **Interpretasi Data** Apakah syarat yang diperlukan pada rangkaian paralel? Jelaskan.
3. **Perumusan hipotesis** Jelaskan rangkaian yang memecahkan masalah dipandang dari segi arus.
4. **Perumusan Hipotesis** Gunakan definisi hambatan untuk menjelaskan mengapa satu lampu terang dan dua lampu lainnya sama-sama redup.
5. **Membuat Ramalan** Ramalkan bagaimana perbandingan tegangan ketika diukur melewati tiap-tiap lampu dalam rangkaian terhubung.
6. **Menguji Kesimpulan** Gunakan voltmeter untuk memeriksa ramalan Anda. Gambar suatu rangkaian gabungan. Beri lampu dengan label P, Q, dan R. Akankah setiap bola lampu mempunyai terang yang sama? Ramalkan apa yang akan terjadi pada dua lampu lainnya ketika masing-masing lampu diputar lepas hingga lampu itu mati. Apa kaitan dari logika dengan rangkaian listrik? Setelah itu buatlah tabel kebenaran dari ketiga lampu tersebut.
7. **Pemeriksaan Rencana** Tunjukkan rangkaian dan ramalan Anda pada Instruktur Anda sebelum memulai membuat rangkaian.





1. Perhatikan gambar dibawah ini!  
 an berikut : tenggorok

g tenggorok

ernapasan pada manusi

- Dari gambar diatas, jabarkan apa persamaan dan perbedaan pada kedua rangkaian tersebut?
- Menurutmu rangkaian yang manakah umum digunakan dirumah-rumah? Kenapa demikian!

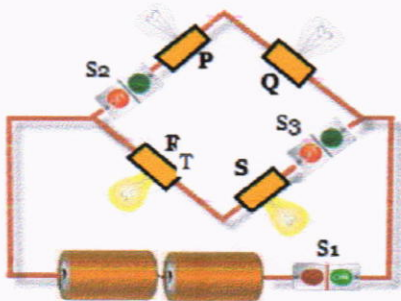
2. Perhatikan gambar berikut!



rangkaian campuran (seri dan paralel), mahasiswa dapat membangun	
--	--

Gambar diatas merupakan sketsa instalasi listrik dan lampu di simbolkan dengan  $\otimes$ . Jika semua lampu mempunyai daya yang sama dan menyala bersamaan. Lampu dimanakah yang paling terang? Sertai dengan alasanmu!

3. Amati gambar dibawah ini!



Apa yang menyebabkan 2 lampu mati? Buatlah kesimpulan dan pernyataan majemuknya berdasarkan gambar rangkaian listrik di atas!

4.  $(p \wedge q) \vee \{(r \vee s) \wedge (t \vee u)\}$

Berdasarkan pernyataan majemuk di atas, jelaskan serta kaitkan dengan rangkaian listrik? Sertai dengan sketsa rangkaian listriknya!

5. Amatilah gambar dibawah ini!



Berdasarkan gambar diatas.

- Hitunglah hambatan total dari rangkaian resistor diatas?
- Buatlah rangkaian resistor diatas lebih sederhana!



# HIMPUNAN

Tujuan Instruksional Umum :

Setelah mengikuti pokok bahasan ini mahasiswa dapat menggunakan operasi pada himpunan untuk memecahkan masalah dan mengidentifikasi suatu himpunan terhadap klasifikasi tumbuhan

Tujuan Instruksional Khusus :

Setelah diberikan penjelasan mengenai operasi pada himpunan, mahasiswa minimal 80% dapat :

- a. Menentukan irisan dari dua atau lebih himpunan
- b. Menentukan gabungan dari dua atau lebih himpunan
- c. Menentukan komplemen dari suatu himpunan
- d. Memeriksa apakah suatu relasi merupakan suatu relasi biner
- e. Memeriksa apakah suatu pemetaan bersifat injektif, surjektif atau bijektif
- f. Menentukan operasi biner jika diberikan suatu operasi pada himpunan tertentu
- g. Mengidentifikasi sifat-sifat dari operasi biner apakah tertutup, komutatif, asosiatif memiliki identitas dan adanya invers untuk setiap elemen himpunan itu

Deskripsi Singkat :

Himpunan didefinisikan sebagai kumpulan objek-objek dengan suatu sifat/ciri tertentu. Dalam bab ini akan dibahas mengenai teori himpunan, relasi dan pemetaan yang akan mendasari pokok-pokok bahasan bab-bab berikutnya.



Secara harfiah himpunan mengandung pengertian sebagai suatu kumpulan atau koleksi/gabungan dari objek-objek. Objek-objek ini biasa disebut juga anggota atau unsur atau elemen dari himpunan tersebut. Jadi himpunan dapat didefinisikan sebagai kumpulan objek-objek dengan suatu sifat/ciri tertentu, dengan kata lain himpunan adalah kumpulan suatu objek yang mempunyai ciri dan karakteristik yang sama. Suatu himpunan biasa dinotasikan dengan menggunakan huruf besar / kapital, misalkan A, B, C, ..., X, Y, Z. Sedangkan unsur-unsur atau anggota-anggota dinotasikan dengan huruf kecil, misalkan, a, b, c, k, ...

Misalkan suatu  $x$  menyatakan anggota dari himpunan A maka dinotasikan dengan " $x \in A$ " dan misalkan  $y$  menyatakan bukan anggota dari himpunan A maka dinotasikan " $y \notin A$ ". Sedangkan himpunan yang tidak mempunyai anggota disebut himpunan kosong, dan dinotasikan dengan  $\emptyset$  atau  $\{ \}$ .

Contoh 1.1 :

Misalkan  $Z^+$  adalah himpunan semua bilangan bulat positif, ditulis  $Z^+ = \{0,1,2,3, \dots\}$ , maka  $2 \in Z^+$ , tetapi  $-1 \notin Z^+$

Contoh 1.2 :

Misalkan  $2Z^+$  adalah himpunan semua bilangan bulat positif, ditulis  $2Z^+ = \{0,2,4,6, \dots\}$ , maka  $2 \in 2Z^+$ , tetapi  $3 \notin 2Z^+$

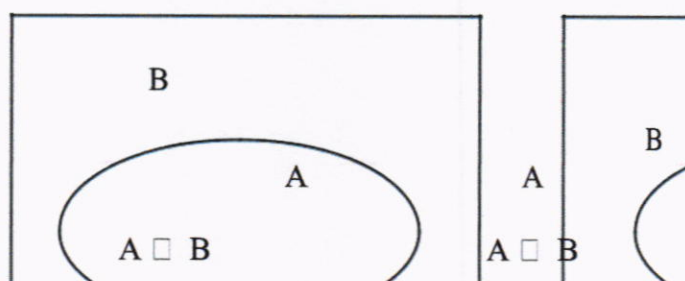
Definisi 1.1 :

Suatu himpunan A dikatakan merupakan himpunan bagian dari himpunan B, jika setiap anggota dari himpunan A merupakan anggota dari himpunan B, yang dilambangkan dengan  $A \subset B$ .

Definisi 1.2 :

Suatu himpunan A dikatakan merupakan himpunan bagian sejati (proper subset) dari himpunan B, jika  $A \subset B$  dan terdapat sedikitnya satu unsur dari B yang bukan anggota dari A, yang dilambangkan dengan  $A \subsetneq B$ .

Dengan kata lain,  $A \subsetneq B$  artinya  $A \subset B$  tetapi B bukan merupakan himpunan bagian dari A, dilambangkan dengan  $B \not\subset A$ . Bisa juga diartikan  $A \subsetneq B$  jika dan hanya jika  $A \subset B$ , dimana  $A \neq B$  ( $A \subset B \iff A \subsetneq B$ , dimana  $A \neq B$ ).



Gambar 1.1.  
Himpunan Bagian dan Himpunan Bagian Sejati

Contoh 1.3 :

Tunjukkan bahwa himpunan bilangan asli  $N$  merupakan himpunan bagian sejati dari himpunan bilangan bulat  $Z$ , himpunan bilangan bulat  $Z$  merupakan himpunan bagian sejati dari himpunan bilangan rasional  $Q$  dan himpunan bilangan rasional  $Q$  merupakan himpunan bagian sejati dari himpunan bilangan real  $R$ .

Penyelesaian:

Diketahui :

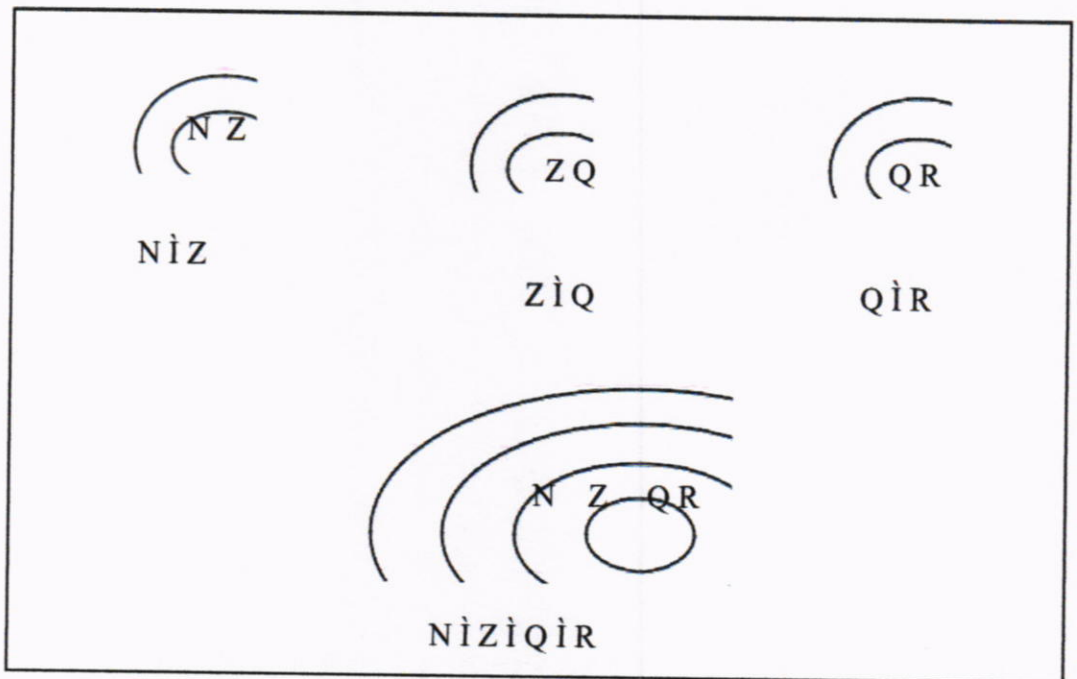
$$N = \{\text{himpunan bilangan asli}\} = \{1, 2, 3, \dots\}$$

$$Z = \{\text{himpunan bilangan bulat}\} = \{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$$

$$Q = \{\text{himpunan bilangan rasional}\} = \{\dots, -2, -1, 5, -1, -0,5, 0, 0,5, 1, \dots\}$$

$R = \{\text{himpunan bilangan real}\} = \{\dots, -2, -1,5, -1, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{4}, 0, 0,25, \frac{1}{2}, \dots\}$

Disini akan ditunjukkan bahwa  $N \hat{=} Z$ ,  $Z \hat{=} Q$ , dan  $Q \hat{=} R$ , sehingga  $N \hat{=} Z \hat{=} Q \hat{=} R$ .



Gambar 1.2.  
Himpunan Bagian Sejati dari sistem bilangan real

Definisi 1.3 :

A gabungan B ditulis dengan  $A \cup B$  adalah himpunan yang semua anggotanya merupakan anggota A atau anggota B, disimbolkan dengan  $A \cup B = \{x \in A \text{ atau } x \in B\}$ .

Definisi 1.4 :

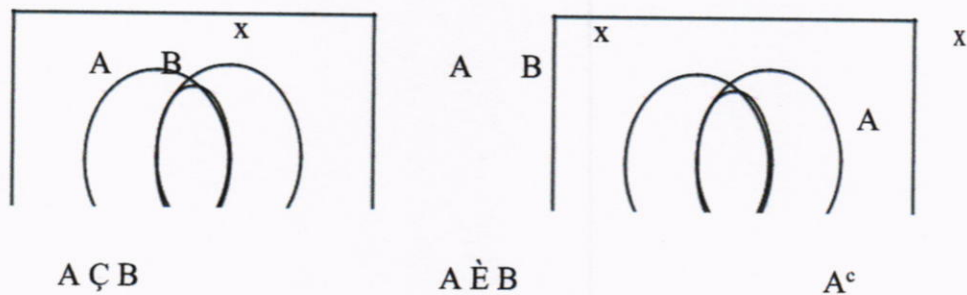
A irisan B ditulis dengan  $A \cap B$  adalah himpunan yang semua anggotanya merupakan anggota A sekaligus anggota B, disimbolkan dengan

$A \cap B = \{x \in A \text{ dan } x \in B\}$ .



Definisi 1.5 :

Komplemen dari suatu himpunan A adalah himpunan anggota-anggota x dengan  $x \notin A$ , yang dinyatakan dengan  $A^c$ .



Gambar 1.3.

Diagram Venn suatu gabungan, irisan dan komplemen

Contoh 1.4 :

Himpunan  $A = \{a, b, c, d, e, f\}$  dan himpunan  $B = \{d, e, f, g\}$ , maka  $A \cap B = \{d, e, f\}$  dan  $A \setminus B = \{a, b, c, d, e, f, g\}$ .

Dari definisi-definisi yang ada diperoleh sifat-sifat dari himpunan, sebagai berikut :

Teorema 1.1 :

Untuk sebarang dua himpunan A dan B diperoleh:

- (i)  $A \subset B \iff A \cap B = A$
- (ii)  $A \subset B \iff A \setminus B = B$

Bukti :

- (i) Harus dibuktikan  $A \subset B \implies A \cap B = A$  dan  $A \cap B = A \implies A \subset B$

a.  $A \subset B \implies A \cap B = A$

Misalkan  $x \in A$  dan  $x \in B$ , maka  $x \in A \cap B$

$A \cap B \subset A \implies A \cap B \in A$  dan  $A \cap B \in B$ ,

maka  $A = A \cap B$

b.  $A \cap B = A \cap A^c$

B Misalkan  $x \in$

A dan  $x \in B$

$x \in A \cap B = A$  maka  $A \cap B \subseteq A$  sehingga  $A \cap B = A$

dari persamaan a dan b, terbukti bahwa  $A \cap B \iff A \cap B = A$

(ii) Harus dibuktikan  $A \cap B \iff A \cap B = B$  dan  $A \cap B = B \iff A \cap B$

a.  $A \cap B \iff A \cap B = B$

Misalkan  $x \in A$  atau  $x \in B$ , maka  $x \in$

keduanya  $x \in A \cap B$ ,  $x \in A$  atau  $x \in B$

maka  $B = A \cap B$

b.  $A \cap B = B \iff A \cap B$

Misalkan  $x \in A$  atau  $x \in B$ , maka  $x \in$  keduanya

$x \in A \cap B = B$  maka  $A \cap B \subseteq B$  sehingga  $A \cap B$

dari persamaan a dan b, terbukti bahwa  $A \cap B \iff A \cap B = B$

Teorema 1.2 :

Untuk sebarang tiga himpunan A, B dan C diperoleh:

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$$

Bukti :

Yang perlu dibuktikan dari  $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$  adalah :

a.  $A \cap (B \cup C) \subseteq (A \cap B) \cup (A \cap C)$

Misalkan  $x \in A$  dan  $x \in B$ ,  $x \in C$

$x \in A \cap (B \cup C)$

$x \in A$  dan  $x \in (B \cup C)$

$x \in A$  dan  $\{x \in B \text{ atau } x \in C\}$



$\{x \in A \text{ dan } x \in B\}$  atau  $\{x \in A \text{ dan } x \in C\}$  atau  $x \in (A \cap B)$  atau  $x \in (A \cap C)$  atau  $x \in (A \cap B) \cap (A \cap C)$   
 sehingga  $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$

b.  $(A \cap B) \cup (A \cap C) \subseteq A \cap (B \cup C)$

$(B \cup C)$  Misalkan  $x \in A$

dan  $x \in B$ ,  $x \in C$

$x \in (A \cap B) \cup (A \cap C)$

$x \in (A \cap B)$  atau  $x \in (A \cap C)$

$\{x \in A \text{ dan } x \in B\}$  atau  $\{x \in A \text{ dan } x \in C\}$

$x \in A$  dan  $\{x \in B \text{ atau } x \in C\}$

$x \in A$  dan  $x \in (B \cup C)$

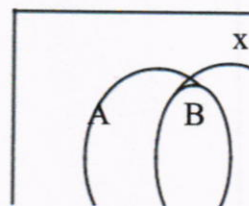
$x \in A \cap (B \cup C)$

sehingga  $(A \cap B) \cup (A \cap C) \subseteq A \cap (B \cup C)$

dari persamaan a dan b, terbukti bahwa  $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$

Definisi 1.6 :

Selisih himpunan A dan B adalah  $A - B = \{x \mid x \in A \text{ dan } x \notin B\}$



A - B

Gambar 1.4.

Diagram Venn suatu selisih dari dua himpunan

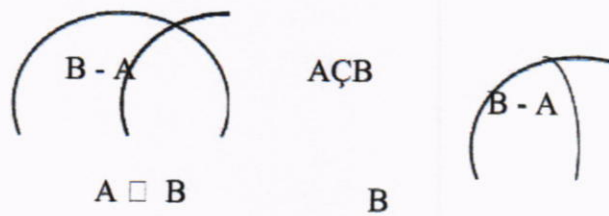


Jika himpunan A mempunyai  $n$  unsur maka ditulis  $|A| = n$ , jika dua himpunan A dan B masing-masing mempunyai  $n$  dan  $m$  unsur, maka ditulis  $|A| = n$  dan  $|B| = m$ .

Teorema 1.3 :

Untuk dua himpunan A dan B yang mempunyai masing-masing  $n$  dan  $m$  unsur, maka  $|A \dot{\cup} B| = |A| + |B| - |A \cap B| = n + m - |A \cap B|$

Bukti:



Gambar 1.5.

Diagram Venn gabungan himpunan-himpunan yang saling lepas

Dari gambar 1.5. diilustrasikan  $A \dot{\cup} B$  dapat dinyatakan sebagai gabungan dari himpunan-himpunan yang lepas  $A$  dan  $B - A$ , dan  $B$  dapat dinyatakan sebagai gabungan himpunan-himpunan yang lepas  $A \cap B$  dan  $B - A$ , sehingga di peroleh:

$$|B| = |B - A| + |A \cap B|, \text{ maka } |B - A| = |B| - |A \cap B|$$

$$\begin{aligned} |A \dot{\cup} B| &= |A| + |B - A| \\ &= |A| + |B| - |A \cap B| \\ &= n + m - |A \cap B| \end{aligned}$$

Definisi 1.7 :

Himpunan kuasa (Power Set) dari  $A$  adalah himpunan yang terdiri dari himpunan bagian dari  $A$ . Banyaknya anggota himpunan kuasa dari himpunan yang mempunyai  $n$  anggota ( $n$  bilangan bulat) adalah  $2^n$ .

Contoh 1.7 :

Himpunan kuasa (Power Set) dari  $A = \{a, b, c\}$  adalah  $2^3 = 8$  yaitu  $\{\emptyset, \{a\}, \{b\}, \{c\}, \{a,b\}, \{a,c\}, \{b,c\}, \{a,b,c\}\}$

Jika suatu himpunan semua anggotanya adalah himpunan disebut keluarga (family) atau koleksi himpunan dinotasikan dengan huruf cantik.

Contoh 1.8 :

Misalkan  $R_1 = \{1,2\}$ ,  $R_2 = \{1,4\}$ ,  $R_3 = \{1,2,3\}$  maka keluarga (koleksi) dari himpunan tersebut adalah  $\mathcal{R} = \{R_1, R_2, R_3\}$

Suatu himpunan semesta biasa dinotasikan dengan  $S$ , yaitu himpunan yang anggotanya adalah anggota dari semua himpunan yang dibicarakan.

Definisi 1.8 :

Misalkan  $\mathcal{R}$  suatu keluarga (koleksi) himpunan tak kosong, maka :

- Gabungan himpunan-himpunan di  $\mathcal{R}$  adalah himpunan yang didefinisikan dengan:

$$\bigcup_{R \in \mathcal{R}} R = \{r \in S, r \in R \text{ untuk suatu } R \in \mathcal{R}\}$$

Himpunan ini memuat semua anggota (di S) yang menjadi anggota dari sebarang satu himpunan di  $\mathcal{R}$ .

- Irisan himpunan-himpunan di  $\mathcal{R}$  adalah himpunan yang didefinisikan dengan:

$$\bigcap_{R \in \mathcal{R}} R = \{r \in S, r \in R \text{ untuk suatu } R \in \mathcal{R}\}$$

Himpunan ini memuat semua anggota (di S) yang menjadi anggota dari sebarang satu himpunan di  $\mathcal{R}$ .

Contoh 1.9 :

Misalkan  $\mathcal{R} = \{R_1, R_2, R_3\}$  adalah keluarga (koleksi) dari himpunan seperti pada contoh 8, maka:

a.  $\bigcup_{i=1}^3 R_i = \{1,2,3,4\}$

b.  $\bigcap_{i=1}^3 R_i = \{1\}$

## 1.2. Relasi

Definisi 1.9 :

Misalkan A dan B merupakan dua himpunan tak kosong, maka suatu relasi T biner dari A ke B adalah suatu himpunan bagian dari  $A \times B$ . Jika  $A = B$ , maka T disebut relasi biner pada A.

Contoh 1.10 :



Relasi  $<$  pada himpunan  $A = \{a,b,c\}$  adalah himpunan  $\{(a,b), (a,c), (b,c)\}$  dan relasi  $\square$  pada  $A$  adalah  $\{(a,a), (a,b), (a,c), (b,b), (b,c), (c,c)\}$

Bila  $T$  suatu relasi pada  $A$  maka  $(a,b) \square T$ , ditulis dengan  $aTb$ .

Definisi 1.10 :

Misalkan  $T$  suatu relasi pada  $A$  maka  $T$  disebut :

- Refleksif jika  $aTa$  berlaku  $\square a \square A$
- Simetris jika  $aTb$  maka  $bTa$  berlaku  $\square a,b \square A$
- Transitif jika  $aTb$  dan  $bTc$ , maka  $aTc$  berlaku  $\square a,b,c \square A$
- Trikotomi jika  $\square a,b \square A$  tepat salah satu berlaku :  $\square aTb$  atau  $a = b$  atau  $bTa$

Dari definisi didapatkan :

- $T$  disebut relasi ekuivalen pada  $A$ , jika  $T$  repleksif, simetris, dan transitif.
- $T$  disebut relasi terurut parsial pada  $A$  jika  $T$  refleksif, anti simetris, dan transitif.
- $T$  disebut relasi terurut total jika  $T$  transitif dan trikotomi.

Contoh 1.11 :

Kesamaan merupakan suatu relasi ekuivalen pada sebarang himpunan.

Contoh 1.12 :

Kesebangunan adalah suatu relasi ekuivalen pada himpunan semua segitiga.

Contoh 1.13 :

$<$  adalah suatu relasi terurut total pada himpunan semua bilangan real (rasional, bulat, asli)

Contoh 1.14 :

$\leq$  adalah suatu relasi terurut parsial pada himpunan semua bilangan real (rasional, bulat, asli)

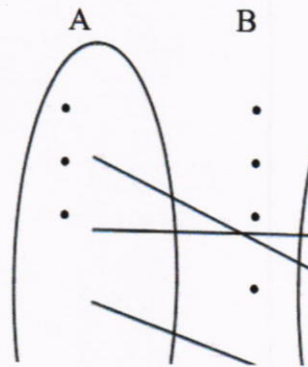
### 1.3. Pemetaan

Definisi 1.11 :

Misalkan  $A, B$  himpunan tak kosong, fungsi atau pemetaan dari  $A$  ke  $B$  adalah suatu himpunan bagian  $f$  dari  $A \times B$  demikian sehingga untuk setiap  $a \in A$  terdapat satu  $b \in B$  dengan  $(a,b) \in f$ . Himpunan  $A$  disebut daerah asal (domain) dari  $f$  dan himpunan  $B$  disebut daerah kawan (kodomain).

Dengan kata lain, misalkan  $A, B$  suatu himpunan tak kosong. Suatu pengaitan  $f$  dari  $A$  ke  $B$  disebut pemetaan atau fungsi jika :

1. Untuk setiap  $a \in A$  terdapat  $b \in B$  sehingga  $f(a) = b$
2. Untuk sebarang  $a_1, a_2 \in A$  dengan  $a_1 \neq a_2$  maka  $f(a_1) \neq f(a_2)$



Gambar 1.6.  
Pemetaan dari  $A \times B$

Pada gambar 1.6. ditunjukkan bahwa setiap anggota A dipetakan tepat pada satu anggota B, didefinisikan  $A \times B = \{(a,b) \mid a \in A \text{ dan } b \in B\}$ . Dalam koordinat kartesius pemetaan  $A \times B \rightarrow B \times A$

Contoh 1.15 :

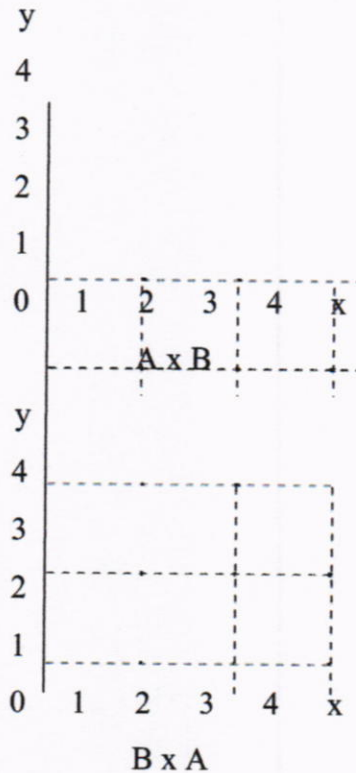
Jika  $A, B \subset \mathbb{R}$  didefinisikan  $A = \{x \mid 1 \leq x \leq 4\} = \{1, 2, 3, 4\}$  dan  $B = \{x \mid 2 \leq x \leq 3\} = \{2, 3\}$ . Tunjukkan bahwa  $A \times B \rightarrow B \times A$  !

Penyelesaian :

Relasi terhadap  $A \times B = \{(1,2), (1,3), (2,2), (2,3), (3,2), (3,3), (4,2), (4,3)\}$

Relasi terhadap  $B \times A = \{(2,1), (2,2), (2,3), (2,4), (3,1), (3,2), (3,3), (3,4)\}$

Dari Gambar 1.7. terlihat grafik kartesius  $A \times B \rightarrow B \times A$ .



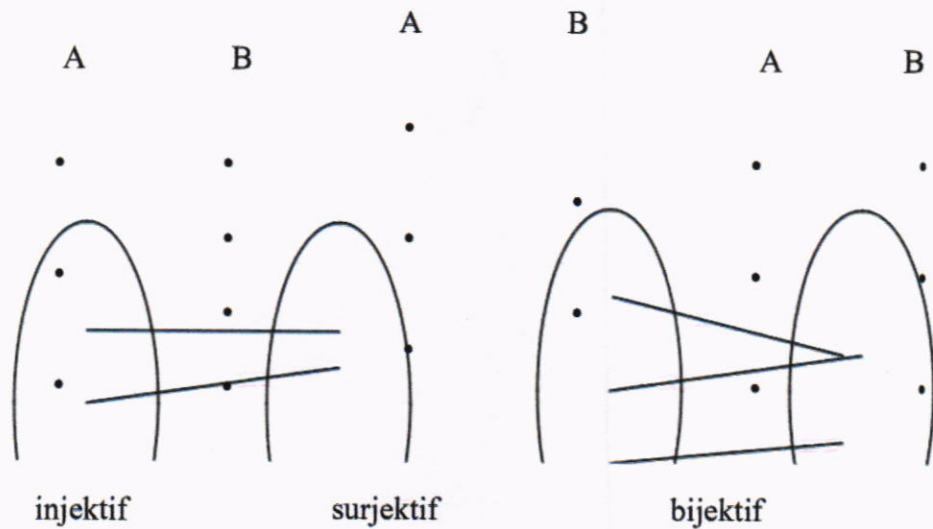
Gambar 1.7.  
Grafik Kartesius  $A \times B$  dan  $B \times A$



Definisi 1.12 :

Misalkan  $A, B$  himpunan tak kosong

1. Suatu pemetaan  $f$  dari  $A$  ke  $B$  disebut pemetaan 1 – 1 (injektif) jika untuk sebarang  $a_1, a_2 \in A$  dengan  $f(a_1) = f(a_2)$  maka  $a_1 = a_2$ .
2. Suatu pemetaan  $f$  dari  $A$  ke  $B$  disebut pemetaan onto / pada (surjektif) jika untuk setiap  $b \in B$  terdapat  $a \in A$  sehingga  $f(a) = b$ .
3. Suatu pemetaan  $f$  dari  $A$  ke  $B$  disebut pemetaan bijektif (korespondensi 1 – 1) jika  $f$  pemetaan 1 – 1 (injektif) dan onto / pada (surjektif)



Gambar 1.8.  
Pemetaan injektif, surjektif dan bijektif

Definisi 1.13 :

Misalkan  $f, g : A \rightarrow B$ , suatu fungsi  $f$  dikatakan sama dengan  $g$  ditulis  $f = g$  jika  $f(a) = g(a)$ ,  $\forall a \in A$ .

Jika  $A, B$ , dan  $C$  himpunan dan  $f : A \rightarrow B$ ,  $g : B \rightarrow C$  fungsi, maka

$g \circ f : A \rightarrow C$  adalah fungsi yang didefinisikan dengan  $(g \circ f)(a) = g(f(a))$  untuk setiap  $a \in A$ . Fungsi  $g \circ f$  ini disebut komposisi dari  $f$  dan  $g$ .

Teorema 1.4 :

Komposisi fungsi adalah asosiatif yaitu jika  $f : A \rightarrow B$ ,  $g : B \rightarrow C$  dan  $h : C \rightarrow D$  fungsi, maka  $h \circ (g \circ f) = (h \circ g) \circ f$

Bukti :

Misalkan  $a \in A$ , maka

$$h \circ (g \circ f)(a) = (h \circ g) \circ f(a)$$

$$h((g \circ f)(a)) = (h \circ g)(f(a))$$

$$h(g(f(a))) = h(g(f(a)))$$

Definisi 1.14 :

Misalkan  $f : A \rightarrow B$  suatu fungsi. Fungsi  $g : B \rightarrow A$  disebut :

1. Balikan kiri dari  $f$  jika  $g \circ f = i_A$
2. Balikan kanan dari  $f$  jika  $f \circ g = i_B$
3. Balikan dari  $f$  jika  $g$  balikan kiri sekaligus balikan kanan dari  $f$ , yaitu  $g \circ f = i_A$  dan  $f \circ g = i_B$ . Bila  $A = B$  maka dapat disingkat  $g \circ f = i_A = f \circ g$

Contoh 1.16 :

Misalkan  $f : \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$  dengan  $f(x) = 3x$ ,  $\forall x \in \mathbb{Z}$  dan  $g : \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$  dengan  $g(x) = \frac{x}{3}$ ,  $\forall x \in \mathbb{Z}$ . Tunjukkan bahwa  $g$  balikan kiri dan juga balikan kanan

dari  $f$ !

Penyelesaian :

$(g \circ f)(x) = g(f(x)) = g(3x) = x = i_Z, \forall x \in Z$  menunjukkan bahwa  $g$  adalah balikan kiri dari  $f$ .

$(f \circ g)(x) = f(g(x)) = \frac{x}{3} = i_{3Z}, \forall x \in 3Z$  menunjukkan bahwa  $g$

adalah balikan kanan dari  $f$ .

Dikarenakan  $g \circ f = i_Z$  dan  $f \circ g = i_{3Z}$  maka  $g$  saling berbalikan dengan  $f$ .

Definisi 1.15 :

Misalkan  $A$  dan  $B$  suatu himpunan tak kosong. Himpunan  $A$  dan  $B$  dikatakan ekuivalen jika dan hanya terdapat  $f : A \rightarrow B$  fungsi korespondensi 1 - 1.

Contoh 1.17 :

Himpunan  $Z$  dan  $3Z$  adalah ekuivalen, karena terdapat pengaitan  $f(n) = 3n$  untuk  $n \in Z$  yang mendefinisikan fungsi korespondensi 1 - 1.

Definisi 1.16 :

Misalkan  $A$  suatu himpunan tak kosong. Himpunan  $A$  dikatakan hingga (finite), jika terdapat  $n$  bilangan bulat positif demikian sehingga  $A$  dan  $\{1, 2, 3, \dots, n\}$  adalah ekuivalen. Sedangkan himpunan  $A$  dikatakan tak hingga (infinite) jika  $A$  dan  $\{1, 2, 3, \dots, n\}$  tidak ekuivalen untuk setiap  $n$  bilangan bulat positif.

Contoh 1.18 :

Misalkan  $H$  adalah himpunan semua bilangan bulat positif yang kurang dari 30, maka  $G$  adalah suatu himpunan hingga.

#### 1.4. Sifat-sifat Operasi Biner



Sebelum membicarakan sifat-sifat operasi biner pada himpunan bilangan bulat, terlebih dahulu akan diuraikan secara singkat mengenai himpunan bilangan bulat. Sudah diterangkan sebelumnya bahwa himpunan semua bilangan bulat  $\{\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots\}$  disimbolkan dengan  $Z$ . Untuk himpunan bagian dari  $Z$  yaitu  $\{\dots, -3, -2, -1\}$  dan  $\{0, 1, 2, 3, \dots\}$  berturut-turut merupakan himpunan semua bilangan bulat negatif dan himpunan semua  $Z^-$  dan  $Z^+$ . Secara singkat dapat ditulis sebagai berikut :

$$Z = \{\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots\}$$

$$Z^- = \{\dots, -3, -2, -1\}$$

$$Z^+ = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$$

Pada himpunan bilangan bulat  $Z$  dikenal dua operasi baku penjumlahan / aditif (+) dan perkalian / multifikatif (·).

Sebagaimana telah diketahui setiap pasang bilangan bulat dapat ditambahkan (dijumlahkan) maupun dikalikan, begitu pula setiap pasang bilangan rasional atau bilangan real. Ide penambahan atau perkalian akan

didefinisikan secara lebih umum sebagai operasi biner dalam suatu himpunan, secara singkat akan dijelaskan dalam definisi berikut :

Definisi 1.17 :

Misalkan  $S$  adalah suatu himpunan sebarang yang tak kosong, maka pemetaan  $S \times S \rightarrow S$  disebut operasi biner.

Misalkan  $f$  suatu operasi biner dalam  $S$ , yaitu suatu pemetaan dari  $S \times S$  ke  $S$ , dan misalkan  $(a,b) \in S \times S$  dengan  $f(a,b) \in S$ , maka ditulis  $a * b = c$  (dibaca  $a$  operasi biner  $b$  sama dengan  $c$ ). Jadi sesuai dengan konsep pemetaan, sesungguhnya pasangan terurut  $(a,b) \in S \times S$  dikaitkan dengan  $c$ , yang dinotasikan dengan  $(a,b) \mapsto c$ .

Definisi 1.18 :

Sifat operasi biner (\*) pada suatu himpunan bilangan bulat  $Z$  disimbolkan dengan  $(Z, *)$

1. Tertutup

Misalkan  $a$  dan  $b$  adalah suatu anggota himpunan tak kosong, maka  $a$  dan  $b$  tertutup terhadap bilangan bulat  $Z$  bila  $a * b \in Z$

2. Komutatif

Misalkan  $a, b \in Z$  maka  $a * b = b * a$

3. Asosiatif

4. Adanya unsur satuan atau

identitas Misalkan  $a \in Z$  maka

$$a * e = e * a = a$$

5. Adanya unsur balikan atau invers

Misalkan  $a \in Z$  maka  $a * a^{-1} = a^{-1}$

$$* a = e$$



Contoh 1.19 :

Misalkan suatu himpunan yang tak kosong  $S = \{a, b, c, d\}$ , didefinisikan  $x * y = y$  untuk setiap  $x, y \in S$  adalah suatu operasi biner dalam  $S$ . Tunjukkan operasi biner dari himpunan tersebut.

Penyelesaian:

Disini akan ditunjukkan daftar operasi biner dalam bentuk tabel (yang dinamakan daftar Cayley), biasa dipakai untuk mendefinisikan suatu operasi biner dalam himpunan yang banyak anggota / unturnya terhingga.

Tabel. 1.1.

Daftar Cayley (Operasi Biner)

$S = \{a, b, c, d\}$  yang didefinisikan  $x * y = y \quad x, y \in S$

		y			
		*	a	b	c
x	a	a	b	c	d
	b	a	b	c	d
	c	a	b	c	d
	d	a	b	c	d

Cara membaca daftar Cayley seperti pada tabel 2.1. adalah sebagai berikut :

1. Unsur yang mau dioperasikan dari sebelah kiri kita baca kolom paling kiri, misalkan ambil unsur  $x$ .



2. Kemudian unsur  $x$  mau dioperasikan dengan unsur  $y$  dari sebelah kanan.
3. Unsur yang terakhir ini dibaca pada baris yang paling atas, sehingga unsur  $x * y$  adalah unsur yang sekelompok dengan  $y$  dan sebaris dengan  $x$ .

Dengan demikian dalam daftar Cayley yang terdapat dalam tabel 2.1. dapat kita baca :

$a * a = a$	$b * a = a$	$c * a = a$	$d * a = a$
$a * b = b$	$b * b = b$	$c * b = b$	$d * b = b$
$a * c = c$	$b * c = c$	$c * c = c$	$d * c = c$
$a * d = d$	$b * d = d$	$c * d = d$	$d * d = d$

Contoh 1.20 :

Misalkan suatu himpunan yang tak kosong  $Z^+$  adalah himpunan bilangan bulat positif, didefinisikan  $x * y = |x - y|$  bila  $x \neq y$  dan  $x * x = x$  untuk setiap  $x, y \in Z^+$ . Tunjukkan apakah operasi binernya tertutup, komutatif dan asosiatif.

Penyelesaian :

a. Tertutup

Misalkan  $x = 2$

dan  $y = 3$ ,  $x * y$

$$= 2 * 3 = 1$$

$$x * x = 2 * 2 = 2$$

$x * y$  dan  $x * x$  tertutup terhadap  $Z^+$ , sehingga  $x, y \in Z^+$

b. Komutatif

$x, y \in Z^+$ , misalkan  $x = 2$  dan  $y = 3$

$$x * y = 2 * 3 = |2 - 3| = 1$$

$$y * x = 3 * 2 = |3 - 2| = 1$$

$$x * y = y * x \text{ komutatif}$$

c. Asosiatif

$x, y, z \in Z^+$ , misalkan  $x = 2$  dan  $y = 3, z = 4$

$$(x * y) * z = (2 * 3) * 4 = |2 - 3| * 4 = |1 - 4|$$

$$= 3 * x * (y * z) = 2 * (3 * 4) = 2 * |3 - 4| = |2 -$$

$$1| = 1 \quad (x * y) * z \neq x * (y * z) \text{ tidak asosiatif}$$

Dari definisi sebelumnya mengenai operasi biner, bila operasi biner mempunyai satu atau lebih operasi biner yang merupakan dasar-dasar Struktur Aljabar, didefinisikan :

Definisi 1.19 :

Struktur Aljabar adalah ilmu yang mempelajari suatu himpunan dengan satu atau lebih operasi biner yang diberlakukan pada sistem aljabar tersebut.

Misalkan  $S$  suatu himpunan yang dilengkapi dengan sekelompok operasi biner  $*$  dan  $o$ , maka  $S$  menjadi satu struktur aljabar dengan dua operasi biner yang dinotasikan  $(S, *, o)$  atau  $(S, o, *)$

Contoh 1.21 :

Himpunan semua bilangan bulat  $Z$  terhadap operasi penjumlahan dan perkalian merupakan suatu struktur aljabar, yang dinotasikan dengan  $(Z, +, \cdot)$ .

Definisi 1.20 :

Grupoid adalah suatu struktur aljabar yang mempelajari hanya satu operasi biner (terhadap penjumlahan atau perkalian).

Contoh 1.22 :

Misalkan  $S$  adalah suatu himpunan tak kosong, didefinisikan  $x \cdot y = y$  untuk setiap  $x, y \in S$ , maka  $(S, \cdot)$  adalah merupakan grupoid.

Contoh 1.23 :

Misalkan  $S$  adalah suatu himpunan tak kosong, didefinisikan  $x + y = y$  untuk setiap  $x, y \in S$ , maka  $(S, +)$  adalah merupakan grupoid.

Pada sub bab selanjutnya akan dijelaskan secara lebih mendalam mengenai struktur aljabar yang berupa grupoid terhadap penjumlahan dan perkalian.

## 1.5. Rangkuman

1. Himpunan adalah kumpulan suatu objek yang mempunyai ciri dan karakteristik yang sama, himpunan dinyatakan dengan huruf besar dan anggota / unsurnya dengan huruf kecil.



2. Gabungan adalah himpunan yang semua anggotanya merupakan anggota A atau anggota B, disimbolkan dengan  $A \cup B = \{x \in A \text{ atau } x \in B\}$ . Irisan adalah himpunan yang semua anggotanya merupakan anggota A sekaligus anggota B, disimbolkan dengan  $A \cap B = \{x \in A \text{ dan } x \in B\}$ . Komplemen dari suatu himpunan A adalah himpunan anggota-anggota x dengan  $x \notin A$ , yang dinyatakan dengan  $A^c$ .
3. T disebut relasi ekuivalen pada A, jika T refleksif, simetris, dan transitif. T disebut relasi terurut parsial pada A jika T refleksif, anti simetris, dan transitif. T disebut relasi terurut total jika T transitif dan trikotomi.
4. Dua pemetaan (fungsi) dikatakan sama jika domain dan kodomain dari keduanya sama, dan nilai fungsi dimana-mana sama.
5. Misalkan A dan B adalah himpunan tak kosong. Pemetaan f dari A ke B disebut pemetaan 1 – 1 (injektif) jika untuk sebarang  $a_1, a_2 \in A$  dengan  $f(a_1) = f(a_2)$  maka  $a_1 = a_2$ . Pemetaan f dari A ke B disebut pemetaan onto / pada (surjektif) jika untuk setiap  $b \in B$  terdapat  $a \in A$  sehingga  $f(a) = b$ . Pemetaan f dari A ke B disebut pemetaan bijektif (korespondensi 1 – 1) jika f pemetaan 1 – 1 (injektif) dan onto/pada (surjektif)
6. Sifat-sifat operasi biner (\*) pada suatu himpunan bilangan bulat Z disimbolkan dengan  $(Z, *)$  terhadap penjumlahan ataupun perkalian adalah :
  - Tertutup
  - Komutatif
  - Asosiatif



- Adanya unsur satuan atau identitas
  - Adanya unsur balikan atau invers
7. Struktur Aljabar adalah ilmu yang mempelajari suatu himpunan dengan satu atau lebih operasi biner yang diberlakukan pada sistem aljabar tersebut.
  8. Grupoid adalah suatu struktur aljabar yang mempelajari hanya satu operasi biner (terhadap penjumlahan atau perkalian).

#### 1.6. Soal-soal Latihan

1. Misalkan A, B dan C himpunan tak kosong. Buktikan :
  - a.  $A \dot{\cup} (B \dot{\cap} C) = (A \dot{\cap} B) \dot{\cup} (A \dot{\cap} C)$
  - b.  $|A \dot{\cup} B \dot{\cup} C| = |A| + |B| + |C| - |A \dot{\cap} B| - |A \dot{\cap} C| - |B \dot{\cap} C| + |A \dot{\cap} B \dot{\cap} C|$
  - c.  $A - (B \dot{\cup} C) = (A - B) \dot{\cap} (A - C)$
2. Seratus Mahasiswa diberikan kuisisioner tentang mata kuliah yang digemarinya. Tujuh puluh orang suka mata kuliah Kalkulus, lima puluh lima orang suka mata kuliah Aljabar dan 45 orang suka mata kuliah Differensial. Juga 36 orang mengatakan suka mata kuliah Kalkulus dan Aljabar, 22 orang suka mata kuliah Kalkulus dan Differensial, 16 orang suka mata kuliah Aljabar dan Differensial, dan 3 orang suka ketiga mata kuliah tersebut. Berapa banyak mahasiswa yang tidak suka ketiga mata kuliah tersebut dan gambarkan diagramnya !
3. Himpunan semesta  $S = \{x \mid x \text{ bilangan bulat}; -5 \leq x \leq 20\}$ , diketahui  $A = \{-5, -3, -1, 1, 3, 5, 7\}$ ,  $B = \{-2, 0, 2, 4, 5, 6\}$  dan  $C = \{5, 7, 19, 20\}$

- a. Tentukan  $(A \dot{\cup} B) \dot{\cap} (A \dot{\cup} C)$ , lalu bandingkan dengan  $A \dot{\cup} (B \dot{\cap} C)$
- b. Tentukan  $(A \dot{\cup} B)^c$  dan  $(B \dot{\cap} C)^c$ , lalu bandingkan dengan  $A^c \dot{\cap} B^c$  dan  $B^c \dot{\cup} C^c$
4. Tentukan relasi  $<$  dan  $\leq$  pada himpunan  $A = \{1, 2, 3, 4\}$ .
5. Tunjukkan bahwa :
- a. Kesamaan merupakan suatu relasi ekuivalen pada sebarang himpunan.
- b. Kesebangunan adalah suatu relasi ekuivalen pada himpunan semua segitiga.
- c.  $<$  adalah suatu relasi terurut total pada himpunan semua bilangan real (rasional, bulat, asli)
- d.  $\leq$  adalah suatu relasi terurut parsial pada himpunan semua bilangan real (rasional, bulat, asli)
6. Misalkan A dan B dua himpunan masing-masing mempunyai n unsur. Tunjukkan bahwa banyaknya bijektif dari A ke B adalah  $n!$ .
7. Jika  $f : A \rightarrow B$ ,  $g : B \rightarrow C$ ,  $h : C \rightarrow D$ , pemetaan sedemikian hingga  $g \circ f = h \circ f$  dan f surjektif. Buktikan bahwa  $g = h$ .
8. Misalkan  $X = \{0, 1, 2, 3\}$  dimana  $X \subseteq \mathbb{Z}$ .

Diketahui :

$$a * b = c \qquad 3 * 2 = 1$$

$$3 * 1 = 0 \qquad 3 * 3 = 2$$

Buatlah tabel operasi biner dan jelaskan sifat-sifatnya.

9. Untuk sebarang  $m, n \in \mathbb{Z}$ . Didefinisikan  $m * n = m + n + 1$ . Tunjukkan :



- a. E himpunan bilangan genap yang tidak tertutup terhadap operasi biner.
- b. K himpunan bilangan ganjil yang tertutup terhadap operasi biner
10. Tunjukkan sifat-sifat operasi biner dari  $a + b$  dan  $a \cdot b$  di  $Z^+$  jika  $a, b \in Z^+$ .

## LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA KONSEP HIMPUNAN

Alokasi waktu : 6 x 50 menit (2 x Pertemuan)

Tujuan : memahami konsep himpunan

Himpunan merupakan konsep dasar dalam matematika memiliki peranan penting dalam membangun pola pikir manusia. Belajar himpunan dimulai dengan mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik. Siswa diajak untuk mengobservasi objek, menentukan ciri dan karakteristik objek, mengelompokkan objek berdasarkan ciri dan karakteristik suatu objek dan menentukan anggota dan bukan anggota suatu himpunan. Kegiatan ini akan mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan logis siswa. Selain itu, memahami konsep himpunan akan membuat siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan himpunan mereka dalam berbagai konteks dan bidang ilmu. Siswa akan memiliki kemampuan dalam mengelompokkan konsep, membedakan contoh dan non contoh dari suatu konsep. Kemampuan ini merupakan kemampuan dasar yang harus dimiliki oleh siswa dalam membangun ilmu pengetahuan. Oleh sebab itu, himpunan dijadikan pengetahuan dasar matematika yang wajib diikuti oleh mahasiswa dari beberapa program studi.

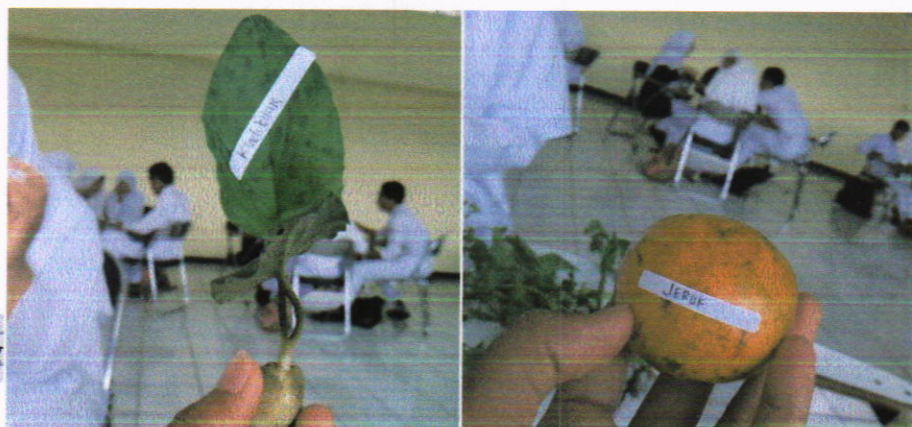
Banyaknya program studi yang menjadikan pengetahuan dasar matematika sebagai mata kuliah wajib menuntut adanya pembaharuan pembelajaran

matematika ditingkat perguruan tinggi. Hal ini disebabkan adanya perbedaan kemampuan dan pemahaman matematika siswa. Oleh Karena itu, dikembangkan suatu desain pembelajaran yang memadukan objek yang dekat dengan, pengetahuan dasar yang dimiliki dan keterampilan dalam mendeduksi suatu kesimpulan dari data dan fakta yang mereka temukan. Aktivitas yang dalam desain pembelajaran ini adalah menggabungkan konsep klasifikasi makhluk hidup yang diajarkan pada mata kuliah biologi umum. Dalam penelitian ini, kegiatan dikhususkan pada pengelompokkan tumbuhan berdasarkan akar dan biji. Mahasiswa diminta untuk membawa berbagai jenis tumbuhan, mengobservasi dan menuliskan ciri-ciri tumbuhan, mengelompokkan tumbuhan kedalam empat kelompok yaitu akar tunggang, akar serabut, monokotil dan dikotil. Perlakuan diberikan kepada mahasiswa PGSD dari berbagai konsentrasi pendidikan sehingga desain ini bisa dijadikan contoh pembelajaran yang teritegrasi. Mahasiswa juga diharapkan mampu merancang pembelajaran tematik dimana satu aktivitas pembelajaran bisa digunakan untuk beberapa konsep dari beberapa disiplin ilmu. Aktivitas-aktiivtas tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

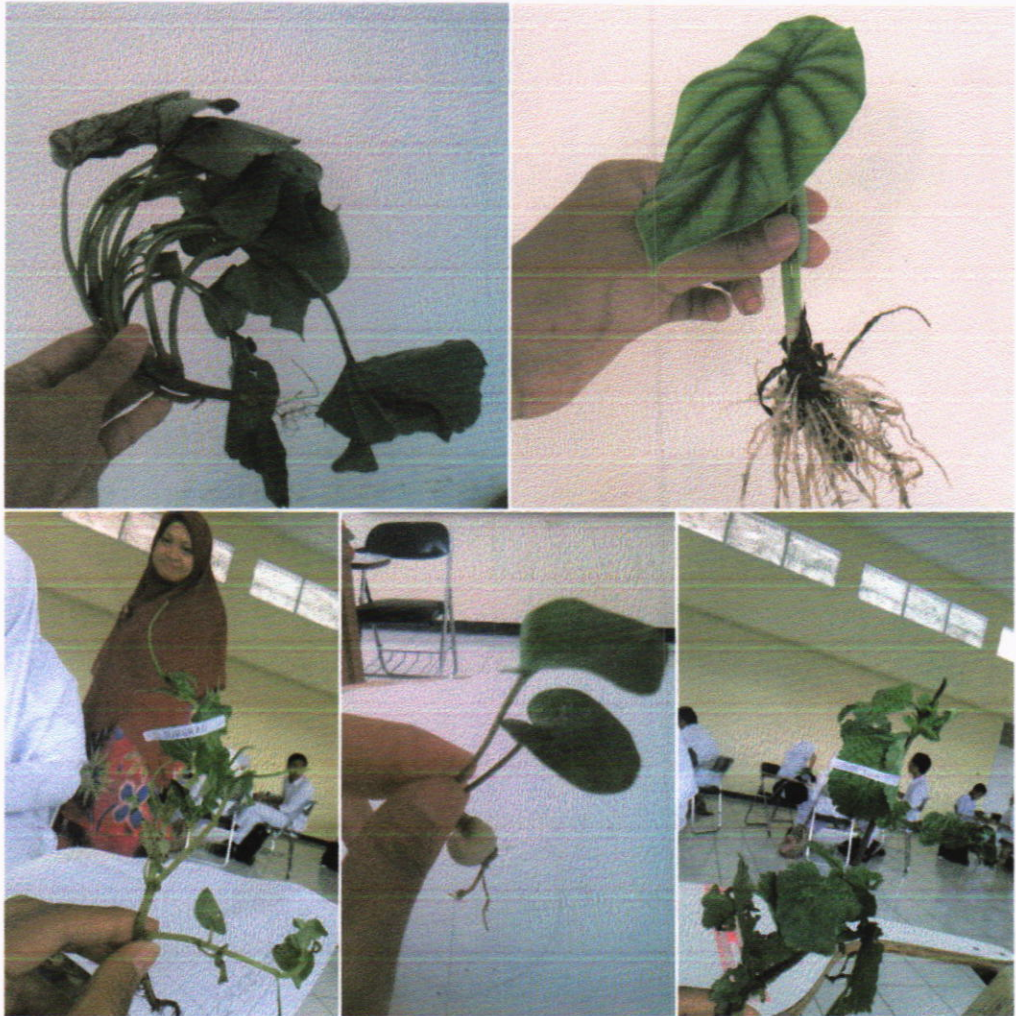
Aktivitas 1: memahami himpunan sebagai kumpulan objek yang memiliki karakteristik yang sama (sejenis)

Dalam menanamkan konsep himpunan merupakan kumpulan objek yang memiliki karakteristik dan ciri yang sama (sejenis), konsep klasifikasi makhluk hidup pada biologi digunakan sebagai konteks dalam desain pembelajaran ini. Aktivitas-aktivitas yang dirancang untuk itu adalah sebagai berikut:

1. Sebelum pertemuan pertama pada materi himpunan, dosen meminta mahasiswa untuk membawa berbagai jenis tumbuhan sebanyak mungkin yang bisa mereka dapatkan. (jika tidak memungkinkan dosen dapat menyediakan gambar berbagai jenis tumbuhan);







2. Mahasiswa dibagi dalam beberapa kelompok;
3. Mahasiswa diminta mengamati tumbuhan yang ada pada kelompok mereka;
4. Mahasiswa diminta untuk mencatat masing-masing tumbuhan dan ciri-ciri masing-masing tumbuhan.



5. Mahasiswa diminta untuk mengelompokkan tumbuhan tersebut berdasarkan akarnya.
6. Mahasiswa diminta untuk menarik kesimpulan dari kedua kelompok tersebut.
7. Dosen memberikan pertanyaan, jika satu kelompok disebut suatu himpunan, Apa yang dapat mereka simpulkan tentang defenisi dari himpunan?
8. Mahasiswa diminta untuk kembali mengamati dan mempelajari hasil kerja mereka?
9. Mahasiswa diminta untuk memberi nama himpunan yang mereka dapatkan.

Aktifitas ini mengarahkan mahasiswa untuk dapat memahami konsep himpunan dari pengalaman yang mereka alami. Mereka diarahkan untuk melihat data dan fakta yang mereka miliki sebelum mengambil kesimpulan. Pada akhirnya mahasiswa diharapkan mampu merumuskan defenisi himpunan secara benar berdasarkan apa yang mereka miliki.

Aktivitas 2: menentukan anggota dan bukan anggota suatu suatu himpunan.

Aktivitas ini merupakan lanjutan dari aktivitas 1. Tujuan kegiatan ini untuk mengetahui pemahaman mahasiswa tentang konsep himpunan. Aktivitas utama pada fase ini adalah diskusi. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan adalah:

1. Mahasiswa diminta untuk memperhatikan kembali kelompok tumbuhan yang didapatkan.
2. Mahasiswa diminta untuk menyebutkan kembali anggota masing-masing himpunan dan alasan mereka
3. Mahasiswa diminta mengelompokka tumbuhan yang ada ke himpunan baru (monokotil dan dikotil)

Dengan dibentuknya himpunan baru, mahasiswa kembali mengidentifikasi ciri-ciri masing-masing tumbuhan. Kegiatan ini diharapkan mampu menguatkan pemahaman siswa untuk defenisi himpunan, dan anggota dan bukan anggota suatu himpunan. (diharapkan ada beberapa tumbuhan yang berakar serabut tetapi tidak monokotil)

### Aktivitas 3: hubungan himpunan dan diagram venn

Tujuan aktivitas ini yaitu menemukan konsep himpunan bagian, gabungan himpunan, irisan himpunan, symbol, komplemen suatu himpunan dan diagram venn. Konteks dan masalah yang diberikan adalah sama. Mahasiswa tetap melanjutkan aktivitas klasifikasi tumbuhan tetapi dengan focus kegiatan yang berbeda. Aktivitas-aktivitas yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mahasiswa diminta untuk mempresentasikan hasil pengelompokkannya dalam presentasi yang lebih simple dan tidak dalam bentuk list nama tumbuhan (Pada kegiatan ini diharapkan mahasiswa dapat menggunakan symbol pada masing-masing tumbuhan. Simbol bisa berupa huruf awal dari masing-masing tumbuhan atau pemberian nomor pada masing-masing tumbuhan. Mahasiswa akan menghadapi beberapa kendala ketika menggunakan huruf awal tumbuhan, yaitu bagi tumbuhan yang memiliki huruf awal yang sama. Kegiatan ini diharapkan mampu menanamkan konsep symbol dapat berupa apa saja tergantung dari definisi yang diberikan oleh pemberi symbol. Dengan kata lain, symbol adalah kondisi yang ditetapkan dan disetujui secara bersama. Selanjutnya, aktivitas ini mahasiswa juga diharapkan mampu mulai mengenal konsep diagram venn)
2. Mahasiswa diminta melihat, mengamati dan mengobservasi hubungan dari masing-masing himpunan. Mahasiswa di diminta membandingkan anggota himpunan tumbuhan berakar serabut dengan monokotil, akar tunggang dengan dikotil, dan lain-lain. Masing-masing kelompok tumbuhan harus dibandingkan. Pada tahap ini mahasiswa diharapkan mampu mengenali konsep hubungan dari himpunan yang ada.
3. Mahasiswa diminta untuk menggambarkan hubungan yang mereka temukan dalam representasi sederhana (diagram venn)
4. Mahasiswa diminta untuk menentukan atau mengeneralisasi semesta pembicaraan (tumbuhan) dan meletakkan himpunan tersebut dalam semesta tersebut.



5. Mahasiswa diminta menuliskan laporan tentang materi yang dipelajari dan konsep yang ditemukan.

Kegiatan ini diharapkan mampu membangun pengetahuan dasar mahasiswa tentang konsep himpunan dan menjadi dasar dalam pengembangan pengetahuan formal mahasiswa.

Aktivitas IV: pengembangan pengetahuan formal mahasiswa konsep himpunan.

Dengan dilaluinya aktivitas I sampai III diharapkan mahasiswa mampu memahami tahap pengembangan pengetahuan format. Aktivitas pada tahap ini sudah mulai memperkenalkan konsep himpunan bilangan dan hubungan serta operasi himpunan dengan menggunakan konsep-konsep abstrak. Aktivitas utama masih tetap terlibat proses mengamati/mengobservasi, menentukan karakteristik, memahami dan mengkaji apa yang ditemukan, menyimpulkan konsep yang didapatkan. Perbedaan mendasar dari aktivitas sebelumnya terletak pada konteks atau masalah yang digunakan. Pada tahap ini konteks atau masalah yang digunakan sudah ditingkatkan menjadi sesuatu yang lebih abstrak, tetapi mahasiswa telah memiliki konsep dasar yang akan membantu mereka dalam membangun konsep.

Tujuan utama dari aktivitas ini adalah membuat mereka terlepas dari zona aman mereka yaitu konteks real menjadi konteks abstrak.





## DAFTAR PUSTAKA

- Depdiknas. 2004. *Materi Pelatihan Terintegrasi Sains*. Jakarta: Depdiknas.
- Muchyidin, Arif. 2016. *Membangun Konsep, Memecahkan Masalah dengan Matematika*. Bandung: Cv. Confident.
- Nurmaya & Tsena C.W. 2013. *Logika Matematika*. [http://matematika.bilanganbulat.weebly.com/uploads/2/5/4/7/25479803/pdf\\_logika\\_matematika.pdf](http://matematika.bilanganbulat.weebly.com/uploads/2/5/4/7/25479803/pdf_logika_matematika.pdf). Diakses pada tanggal 9 September 2017.
- Retmayiti, Wira. 2014. *Rangkaian Listrik Seri & Paralel*. <http://aneka-praktikum.blogspot.co.id/2014/12/rangkaian-listrik-seri-paralel.html>. Diakses pada tanggal 9 September 2017.