

# **EKUIVALENSI TOPOLOGI PADA RUANG TOPOLOGI**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga  
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana S-1**



**Diajukan Oleh**

**DEWI FATIMAH**

**05610002**

**Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Februari, 2010**



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/719/2010

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Ekuivalensi Topologi Pada Ruang Topologi

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Dewi Fatimah

NIM : 0561 0002

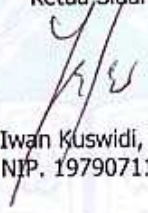
Telah dimunaqasyahkan pada : 9 Maret 2010

Nilai Munaqasyah : A / B

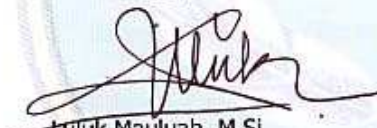
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

  
Iwan Kuswidi, M.Sc  
NIP. 19790711 200604 1 002

Penguji I


  
Luluk Mauluah, M.Si  
NIP. 19700802 200312 2 001

Penguji II

  
Muhammad Wakhid Musthofa, M.Si  
NIP. 19800402 200501 1 003

Yogyakarta, 15 Maret 2010  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



  
Dra. Malzer Said Nahdi, M.Si  
NIP. 19550427 198403 2 001



### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal :

Lam :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : DEWI FATIMAH

NIM : 05610002

Judul Skripsi : Equivalensi Topologi pada Ruang Topologi

Sudah dapat diajukan kembali kepada fakultas Sains dan Teknologi Jurusan/Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana strata Satu dalam Sains (Matematika)

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 12 Februari 2010

Pembimbing

Iwan Kuswidi, S.Pd.I

NIP. 097907112006041002



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal :

Lam :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : DEWI FATIMAH

NIM : 05610002

Judul Skripsi : Equivalensi Topologi pada Ruang Topologi

Sudah dapat diajukan kembali kepada fakultas Sains dan Teknologi Jurusan/Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana strata Satu dalam Sains (Matematika)

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 12 Februari 2010

Pembimbing

Yudi Ari Adi, S.Si, M.Si

NIP.

## PERNYATAAN KEASLIAN

KATA PENGANTAR

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Februari 2010



**DEWI FATIM**  
NIM. 05610002



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

Terlaksananya penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari beberapa pihak. Oleh Karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Amin Abdullah, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dra. Maizer Said Nahdi, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta atas pemberian kesempatan pada peneliti untuk melakukan studi ini.
3. Ibu Dra. Khurul Wardati, M.Si selaku Pembantu Dekan I dan pembimbing akademik atas bimbingan dan arahnya selama kegiatan perkuliahan.
4. Ibu Sri Utami Zuliana, S.Si, M.Sc selaku Ketua Prodi Matematika.
5. Bapak Yudi Ari Adi, S.Si, M.Si., selaku pembimbing skripsi atas bimbingan, arahan, motivasi, dan ilmu yang diberikan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Iwan Kuswidi, S.Si, selaku pembimbing skripsi atas bimbingan, arahan, motivasi, dan ilmu yang diberikan dalam penyusunan skripsi ini.

7. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Matematika, dan Staf Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi atas bimbingan dan bantuan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi hingga selesai.
8. Teman-teman Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
9. Ibu Bapakku tercinta atas motivasi, semangat kasih sayang, dan bantuannya baik secara materi dan non materi, sehingga karya pertama ini dapat terwujud.
10. Adik- adikku tersayang, Nanang, Rais, dek Risky, dek Nurul yang telah memberikan motivasi, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Semoga Allah SWT memberikan imbalan dan pahala yang berlipat ganda serta menjadikan amalan tersebut sebagai salah satu tiket untuk menuju hari yang lebih kekal nanti, Amin.

Akhirnya penulis mengharapkan skripsi ini bermanfaat kepada penulis khususnya dan para pembaca yang budiman pada umumnya, Penulis sadar bahwa dalam penulisan skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis selalu membuka diri akan segala masukan yang bersifat membangun untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

Klaten, 1 februari 2010

DEWI FATIMAH

PERSEMBAHAN

SEIRING RASA SYUKUR KEHADIRAT ALLAH SWT,

KUPERSEMBAHKAN SKRIPSI INI:

KEPADA ALMAMATER-KU TERCINTA...

UIN SUNAN KALIJAGA SERTA....

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI



## *MOTTO*

*Allah SWT memerintahkan kita untuk mau berpikir tentang penciptaan-Nya yang begitu menakjubkan, rumit, dan kompleks. Namun semua itu telah Allah SWT tundukan untuk kita. Ini sebagai tanda bahwa manusia memiliki kemampuan (dari Allah) untuk menundukan apa yang ada di langit dan di bumi.*

*Sesungguhnya waktu adalah hidup, dan hidup sendiri adalah menjalani waktu. Sejauh mana kita menghargai waktu, berarti sejauh itulah kita menghargai hidup kita.*

*Merumuskan Visi dan Misi adalah salah satu bentuk dalam mengambil keputusan, bahkan pengambilan keputusan yang cukup fundamental. Visi dan Misi kita akan menjiwai segala gerak dan tindakan di masa datang.*

*Menciptakan kebiasaan baru adalah salah satu dari kunci sukses. Jika kita ingin sukses kita harus mulai menciptakan kebiasaan-kebiasaan yang akan membawa kita kepada kesuksesan.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
HALAMAN MOTTO .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
ARTI LAMBANG DAN SIMBOL.....	ix
ABSTRAKSI .....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Batasan masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Tinjauan Pustaka .....	3
1.7 Metodologi Penelitian .....	4
1.8 Sistematika Penulisan.....	5

BAB II DASAR TEORI .....	7
2.1 Himpunan.....	7
2.2 Relasi.....	8
2.2.1 Relasi Ekuivalen.....	9
2.3 Fungsi.....	10
2.4 Himpunan Berindeks.....	16
2.5 Ruang metrik.....	18
BAB III RUANG TOPOLOGI .....	19
3.1 Definisi Ruang Topologi.....	19
3.2 Beberapa Topologi Khusus .....	20
3.3 Perbandingan antara dua Topologi.....	24
3.4 Himpunan tertutup.....	25
3.5 <i>Interior, Eksterior, Titik Limit, dan Boundary</i> .....	27
3.6 Ruang Bagian Topologi.....	30
3.7 Penutup suatu Himpunan.....	31
3.8 Basis untuk suatu Topologi.....	33
3.9 Subbasis untuk Suatu Topologi.....	35
3.10 Persekitaran ( <i>Neighbourhoods</i> ).....	37
3.11 Ruang Terpisah ( <i>Hausdroff</i> ).....	40
3.12 Fungsi Kontinu.....	42
3.13 Definisi Kontinu di titik.....	57
3.14 Definisi Kontinu Sekuensial.....	59
3.15 Fungsi terbuka dan Fungsi tertutup.....	60

BAB IV Ekuivalensi Topologi pada Ruang Topologi.....	61
4.1 Definisi Ekuivalensi Topologi.....	61
4.2 Teorema Homeomorfisma.....	64
PENUTUP .....	72
4.1 Kesimpulan .....	72
4.2 Saran-saran .....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	74



# EKUIVALENSI TOPOLOGI PADA RUANG TOPOLOGI

Oleh : Dewi Fatimah (05610002)

## ABSTRAKSI

Penelitian ini membahas tentang ruang topologi, meliputi pengertian, sifat-sifat topologi, basis, subbasis, ruang bagian topologi, closure, interior, eksterior, titik limit, himpunan tertutup, persekitaran, ruang Hausdorff, fungsi kontinu dan homeomorfisma pada ruang topologi.

Ruang topologi adalah sebuah himpunan yang mempunyai suatu topologi. Topologi dari himpunan  $X$  adalah koleksi yang berisi himpunan - himpunan bagian dari  $X$  yang gabungan dan irisan dari setiap anggotanya termasuk dalam koleksi ini, topologi  $X$  juga harus memuat himpunan kosong dan  $X$  sendiri.

Tujuan penelitian ini antara lain (1) mengkaji konsep ruang topologi dan (2) mengkaji tentang ruang topologi yang saling ekuivalen.

Metode yang digunakan adalah penelitian studi literature dimana penelitian akan mempelajari beberapa sumber tertulis tentang ekuivalensi topologi pada ruang topologi.

Salah satu masalah dasar dalam topologi adalah menentukan apakah dua ruang topologi saling ekuivalen atau tidak. Dua ruang topologi  $X$  dan  $Y$  disebut homeomorfik atau topologi ekuivalen bila terdapat fungsi bijektif  $f : X \rightarrow Y$  sedemikian hingga  $f$  dan  $f^{-1}$  merupakan fungsi kontinu dan kemudian disebut homeomorfisma.

Homeomorfisma adalah suatu fungsi bijektif (1-1, dan onto) pada ruang topologi dan invers dari kedua fungsi tersebut adalah kontinu. Jika  $f : X \rightarrow Y$  adalah sebuah homeomorfisma maka kita akan mengatakan bahwa  $X$  adalah homeomorfik ke  $Y$  didefinisikan  $X \cong Y$ . Homeomorfisma merupakan hubungan yang ekuivalen pada ruang topologi.

Kata kunci : Ekuivalensi Topologi, Homeomorfisma.

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. LATAR BELAKANG MASALAH**

Sistem bilangan real merupakan salah satu pokok bahasan dalam matematika yang berkembang pesat. Pada sistem bilangan real terdapat bermacam-macam operasi aljabar (seperti perkalian, penjumlahan), urutan ( $<, >, \leq, \geq$ ), fungsi jarak dan sifat-sifat lainnya. Sisi lain dari perkembangan sistem bilangan real adalah tercetusnya generalisasi dalam banyak pokok bahasan. Notasi-notasi topologi dan lain-lain dikembangkan dari sejumlah sifat yang terdapat dalam bilangan real. Keberadaan fungsi jarak pada sistem bilangan real telah mendorong terbentuknya teori ruang metrik. Demikian pula generalisasi sejumlah sifat interval tertutup pada sistem bilangan real telah membangun terbentuknya ruang topologi. Dalam ruang topologi akan dibahas pengertian dan sifat-sifat ruang topologi, fungsi kontinu dan homeomorfisma yang identik dengan isomorfisma yang ditemukan pada pembahasan aljabar abstrak seperti grup dan ring.

Ruang topologi adalah sebuah himpunan yang mempunyai suatu topologi. Topologi dari himpunan  $X$  adalah koleksi yang berisi himpunan - himpunan bagian dari  $X$  yang gabungan dan irisan dari setiap anggotanya termasuk dalam koleksi ini, topologi  $X$  juga harus memuat himpunan kosong dan  $X$  sendiri. Salah satu hal yang menjadi masalah dasar dalam topologi adalah menentukan apakah dua ruang ekuivalen secara topologi atau tidak. Dua ruang

yang ekuivalen secara topologi akan memiliki kesamaan dalam semua sifat topologi sehingga jika diketahui terdapat suatu sifat topologi yang berlaku pada sebuah ruang topologi, sifat tersebut juga berlaku pada ruang lain yang ekuivalen secara topologi.

## **B. BATASAN MASALAH**

Pada suatu penelitian sangat penting diadakan pembatasan masalah untuk menghindari kesimpang-siuran terhadap obyek dari penelitian. Permasalahan yang terdapat dalam penelitian ini adalah ruang topologi yang akan dibatasi pada ekuivalensi topologi. Sebelum kita mempelajari ekuivalensi topologi kita harus mengetahui dulu apa itu ruang topologi yang terbentuk oleh ruang metrik dan juga landasan-landasan teori yang menuju kearah ekuivalensi topologi, dan sebagai kesimpulan dari skripsi ini kita akan mencari apa saja syarat untuk menjadikan dua ruang topologi dikatakan saling ekuivalen.

## **C. RUMUSAN MASALAH**

Dari latar belakang dan batasan masalah dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- a) Apakah yang dimaksud ruang topologi.
- b) Apa saja syarat untuk menjadikan dua ruang topologi dikatakan saling ekuivalen (ekuivalensi topologi).



#### **D. TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan penelitian ini adalah :

- a) Mengkaji konsep ruang topologi.
- b) Mengkaji tentang ruang topologi yang saling ekuivalen.

#### **E. MANFAAT PENELITIAN**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut :

- a) Memberikan pengetahuan tentang gambaran ekuivalensi topologi.
- b) Memberikan pengetahuan tentang gambaran ruang topologi, ruang metrik serta materi-materi dasar sebagai landasan teori tentang ekuivalensi topologi pada ruang topologi.
- c) Memberikan motivasi kepada para peneliti untuk lebih banyak mengembangkan tentang ekuivalensi topologi pada ruang topologi dan juga teorema-teorema yang berkaitan dengan ruang topologi khususnya dan umumnya pada bidang matematika analisis.

#### **F. TINJAUAN PUSTAKA**

Pertama-tama dalam tulisan ini akan diperkenalkan pengertian-pengertian dasar yang menjadi dasar dalam pembahasan inti tulisan ini, untuk hal tersebut penulis berpegang pada skripsi dari Rifki Ismail yang berjudul *Sifat-sifat Ruang Topologi Terhubung* mahasiswa F MIPA UGM tahun 2004, skripsi ini membahas ruang topologi yang saling terhubung dan yang kedua skripsi dari

Muhammad Tari yang berjudul *Beberapa Sifat Ruang Topologi* mahasiswa F MIPA UGM tahun 1998. Pada skripsi ini saya akan membahas secara mendetail ekuivalensi topologi sifat – sifat serta contoh – contohnya.

## **G. METODOLOGI PENELITIAN**

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian studi literatur dimana peneliti akan mempelajari beberapa sumber tertulis tentang ekuivalensi topologi pada ruang topologi. Sifat penelitian dalam studi literatur ini adalah kuantitatif. Sifat studi literatur dalam matematika adalah melakukan klarifikasi dari semua teori yang ada baik definisi maupun teorema.

Dalam skripsi ini peneliti akan membahas yang pertama dasar teori yang mendasari terbentuknya ruang topologi yaitu teori himpunan, relasi, fungsi dan juga sedikit tentang ruang metrik, yang kedua yaitu pengertian ruang topologi beserta sifat-sifatnya, dibahas tentang ekuivalensi topologi, bagaimana ekuivalensi topologi itu fungsi kontinu dan teorema-teorema yang ada di dalamnya, yang terakhir akan dibahas apa saja syarat untuk menjadikan dua ruang topologi menjadi saling ekuivalen.

Setelah penulis melakukan penelitian dari berbagai literatur kemudian penulis mempresentasikannya kepada para dosen pembimbing tugas akhir. Hal ini dilakukan agar penulis mendapatkan pemahaman yang benar tentang apa yang dipelajari dan mendapatkan tambahan informasi serta saran dari para dosen pembimbing tugas akhir agar lebih mudah dalam melakukan penelitian.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber-sumber tertulis. Sumber-sumber ini dapat berupa buku-buku dan hasil penelitian yang dapat mendukung penelitian ini.

## H. SISTEMATIKA PENULISAN

Hasil penelitian studi literatur ini akan dibagi dalam lima bab sebagai berikut:

**BAB I. PENDAHULUAN,** Bab ini akan menjadi dasar bagi pembahasan pada bab-bab selanjutnya. Bab ini terdiri dari latar belakang yang berisi tentang alasan penelitian ini dilakukan, batasan masalah yang berisi tentang ruang lingkup persoalan yang akan dibahas pada penelitian ini. Rumusan masalah berisi tentang hal-hal apa saja yang akan dibahas di dalam penelitian ini. Tujuan penelitian berisi tentang tujuan yang ingin dicapai oleh penulis, manfaat penelitian, tinjauan pustaka berisi tentang beberapa sumber yang mendukung penelitian serta sistematika penelitian.

**BAB II LANDASAN TEORI,** Pada bab ini akan dibahas tentang landasan teori yang digunakan sebagai dasar pemikiran dalam pembahasan. Landasan teori yang digunakan antara lain tentang konsep himpunan, relasi, fungsi dan ruang metrik.

**BAB III RUANG TOPOLOGI,** Bab ini mempelajari tentang pengertian ruang topologi, himpunan tertutup, penutup suatu himpunan, interior, eksterior, titik limit, persekitaran, *boundary*, ruang bagian topologi, basis topologi, subbasis topologi, ruang terpisah, dan fungsi kontinu.

**BAB IV EKUIVALENSI TOPOLOGI**, Bab ini merupakan salah satu pembahasan yang akan dicapai penulis, bab ini berisi tentang sifat-sifat yang menjadikan dua atau lebih dari ruang topologi yang saling ekuivalen yang akhirnya ruang topologi tersebut menjadi ekuivalensi topologi yang analog dengan isomorfisma pada struktur aljabar.

#### **BAB V PENUTUP**

Bab ini akan berisi kesimpulan dari hasil penelitian studi literatur yang dilakukan penulis serta saran-saran yang membangun serta mengembangkan lagi tentang konsep ekuivalensi topologi.

## BAB V

### PENUTUP

#### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jika diberikan  $X$  himpunan tidak kosong dan  $\tau \subset P(X)$ .  $\tau$  adalah suatu topologi pada  $X$  jika memenuhi kondisi- kondisi berikut :
  - a.  $X$  dan  $\emptyset$  termuat dalam  $\tau$ .
  - b. Irisan berhingga anggota  $\tau$  termuat di dalam  $\tau$ .
  - c. Gabungan sembarang himpunan anggota  $\tau$  termuat di dalam  $\tau$ .
2. Suatu ruang topologi  $(X, \tau)$  adalah suatu himpunan  $X$  dengan kelas  $\tau$  yang anggota-anggotanya subset-subset dari  $X$ , memenuhi beberapa aksioma. Antara dua ruang topologi  $(X, \tau)$  dan  $(Y, \tau^*)$  terdapat banyak fungsi  $f: X \rightarrow Y$  yang dapat dibahas dalam fungsi kontinu, fungsi terbuka, dan fungsi tertutup karena fungsi-fungsi tersebut menyangkut banyak aspek di dalam struktur dari ruang-ruang topologi  $(X, \tau)$  dan  $(Y, \tau^*)$ .
3. Dua ruang topologi  $X$  dan  $Y$  disebut homeomorfik atau topologi ekuivalen, bila pada fungsi bijektif  $f: X \rightarrow Y$  sedemikian hingga  $f$  dan  $f^{-1}$  adalah kontinu dan kemudian disebut homeomorfisma.

4. Homeomorfisma adalah suatu fungsi bijektif (1-1, dan onto) pada ruang topologi dan invers dari kedua fungsi tersebut kontinu. Jika  $f : X \rightarrow Y$  adalah sebuah homeomorfisma maka kita akan mengatakan bahwa  $X$  adalah homeomorfik terhadap  $Y$  didefinisikan  $X \cong Y$ . Homeomorfisma merupakan hubungan yang ekuivalen pada ruang topologi.

#### **SARAN-SARAN**

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan diatas, dapat diambil beberapa saran agar dapat memperbaiki skripsi ini dan melakukan pengembangan lebih lanjut yaitu dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut tentang ekuivalensi topologi (homeomorfisma), homeomorfisma masih menjadi dasar teori untuk melanjutkan pembahasan mengenai topologi seperti conectednes, compacnes, topologi quotient dan masih luas lagi bahasan mengenai topologi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Darmawijaya, Soeparna, Dr.Prof. 2006, *Pengantar Analisis real* , Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada.
- Kartono, Nurwiyati, F,W, *Pengantar Topologi*, Andi offset Yogyakarta, 1964.
- Millewski, E.G.,1994, *The Topology Problem Solves*, Descart and Education Association, New Jersey.
- Munkres, J.R, 1978, *Topologi A Firs Course*, Prentice Hall of India New Delhi.
- Simmons, G.F,1963, *Introduction to Topology and Modern Analisis*, Mc Graw Hill, Kogakusha.
- Sukirman, 2003, *Pengantar Aljabar Abstrak (Pengantar Teori Grup)* Yogyakarta, Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Wahyudin, 1987. *Dasar-dasar Topologi*, Bandung, Transisto.