

PERANAN DOMAIN PENAFSIRAN DALAM MENENTUKAN JENIS KUANTOR ¹⁾

Septilia Arfida ²⁾

Jurusan Teknik Informatika, Informatics & Business Institute Darmajaya
Jl. Z.A Pagar Alam No.93
Bandar Lampung Indonesia 35142 Telp: (0721)-787214 Fax (0721)-700261 ext 112
Email: septiliatime@gmail.com

ABSTRACT

Logic holds an important role in Computer Academic is used as a basic for programming language, Data Base, Artificial Intelligent, Software Engineering, and etc. It can be concluded that if we want to learn about computer, so it will be connected to logic. Logic is one of knowledge which can't stand alone. It can be used to evaluate and organize the structure of arguments and statements which are collected from the study of the argument and formal system effect to daily human language.

Quantifier is a sentence that contains that quantity of expression involved eg existing objects, all, some, not all, and others. Quantifier consists of two forms Universal Quantifier and Existential Quantifier. Universal Quantifier has the word - a word that implies a general and comprehensive while Existential Quantifier have words – words that contain some special meaning. Domain of quantifier interpretation is very important to determine the type of quantifier which would be used and affect its symbol.

Key Word: Quantity Object, Universal Quantifier and Existential Quantifier, and Domain

ABSTRAK

Logika memegang peranan sangat penting di bidang ilmu komputer yang digunakan sebagai dasar untuk Bahasa Pemrograman, Basis Data, Kecerdasan Buatan, Rekayasa Perangkat Lunak dan lain-lain. Jika ingin mempelajari ilmu komputer, maka tidak dapat terlepas dari masalah logika. Logika sebagai salah satu bidang ilmu yang bisa berdiri sendiri, dapat digunakan untuk mengevaluasi dan mengelompokkan struktur dari argumen - argumen dan pernyataan – pernyataan yang diperoleh dari studi tentang pengaruh formal sistem dan argumen pada bahasa manusia sehari-hari.

Kuantor merupakan kalimat ekspresi yang memuat kuantitas obyek yang terlibat misalnya ada, semua, beberapa, tidak semua dan lain-lain. Kuantor terdiri dari dua bentuk yaitu Kuantor Universal dan Kuantor Eksistensial. Kuantor Universal memiliki kata – kata yang mengandung makna umum dan menyeluruh sedangkan Kuantor Eksistensial memiliki kata – kata yang mengandung makna khusus sebagian. Domain penafsiran kuantor sangat penting untuk menentukan jenis kuantor yang akan digunakan serta mempengaruhi simbolnya.

Kata Kunci : Kuantitas Obyek, Kuantor Universal dan Eksistensial, Domain

I. PENDAHULUAN

Logika adalah ilmu tentang penalaran (*reasoning*). Penalaran berarti mencari bukti validitas dari suatu argumen, mencari konsistensi dari pernyataan – pernyataan, dan membahas materi tentang kebenaran dan ketidakbenaran.

Logika Klasik atau Logika Tradisional, pertama kali diperkenalkan oleh Aristoteles, seorang filsuf dan ahli sains dari Yunani, sehingga logika yang diperkenalkannya disebut Logika Aristoteles. Aristoteles mengembangkan suatu aturan – aturan untuk penalaran silogistik yang benar. Menurutny, suatu silogisme adalah suatu argumen yang terbentuk dari pernyataan – pernyataan dengan salah satu atau keempat bentuk berikut ini:

1. Semua A adalah B
2. Tidak A adalah B
3. Beberapa A adalah B
4. Beberapa A adalah tidak B

Huruf A dan B di atas menggantikan suatu kata benda, misalnya “manusia”, “hewan”, “mawar”, dan sebagainya, yang disebut *terms of syllogism*. Suatu silogisme yang berbentuk sempurna disebut *well-formed syllogism*, jika memiliki dua buah premis dan satu kesimpulan, di mana setiap premis memiliki satu pokok (*term*) bersama

dengan kesimpulan dan satu lagi pokok bersama dengan premis lainnya. Dalam logika klasik, aturan – aturan telah dirumuskan agar suatu *well-formed syllogism* dapat dipastikan merupakan suatu bentuk argumen yang valid atau tidak valid.

Logika Modern atau Logika Simbolik dikembangkan dari Logika Aristoteles oleh Augustus De Morgan dan George Boole, para ahli matematika Inggris dari pertengahan abad XIX. Logika modern mengenalkan simbol – simbol untuk kalimat yang lengkap dan perangkai- perangkai (*connectives*) yang akan merangkainya, misalnya “and”, “or”, “if...then...”, dan sebagainya. Dalam bentuk yang biasa, semua *well-formed sentences* di dalam logika modern memiliki satu nilai saja dari dua nilai berikut yaitu benar (*true*) atau salah (*false*). Nilai benar dapat diganti angka 1 sedangkan nilai salah diganti dengan angka 0. Inilah yang disebut logika dua nilai (*two –valued-logic* atau *bivalent*), karena hanya memiliki dua kemungkinan nilai yaitu benar atau salah.

Ekspresi logika adalah istilah lain dari logika proposisional, nama lain dari bentuk – bentuk logika termasuk proposisi majemuk. Dengan kata lain ekspresi logika adalah

proposisi- proposisi yang dibangun dengan variabel – variabel logika yang berasal dari pernyataan atau argumen. Jadi variabel logika atau variabel proposisional merupakan huruf – huruf tertentu yang dirangkai dengan perangkat logika, dapat dinamakan ekspresi logika

atau formula. Setiap ekspresi logika dapat bersifat atomik atau majemuk tergantung dari variabel proposisional yang membentuknya bersama perangkat yang relevan. Proposisi atomik berisi satu variabel proposisional sedangkan proposisi majemuk berisi minimum satu perangkat dengan lebih dari satu variabel proposisional. *Well formed formulae* (wff)

adalah proposisi majemuk yang memiliki fpe. Proposisi – proposisi dengan perangkat – perangkat yang berada di dalam tanda kurung disebut *fully parenthesized expression* (fpe).

Logika predikat merupakan pengembangan logika proposisional dengan masalah pengkuantoran dan menambah istilah – istilah baru, misalnya *universe of discourse*, *term*, kuantor dan sebagainya.

Setiap perangkat pada logika memiliki nilai kebenarannya masing – masing sesuai dengan jenis perangkat logika yang digunakan. Perangkat – perangkat logika yang digunakan adalah:

Tabel 1. Perangkat dan simbolnya

Perangkat	Simbol
Dan (and)	$\wedge$
Atau (or)	$\vee$
Tidak / Bukan (not)	$\neg$
Jika ... maka... (if...then...)	$\rightarrow$
Jika dan hanya jika (if and only if)	$\leftrightarrow$

Perangkat logika atau operator dalam bentuk simbol dipergunakan untuk membuat bentuk – bentuk logika atau ekspresi logika.

Konjungsi (*conjunction*) adalah kata lain dari perangkat “dan (and)”. Perangkat atau operator $\wedge$ disebut perangkat *binary* (*binary logical*

connective) karena merangkai dua variabel proposisional.

Negasi digunakan untuk menggantikan perangkat “tidak (not)”. Negasi berarti hanya kebalikan dari nilai variabel proposisional yang dinegasinya. Perangkat $\neg$ disebut perangkat *unary* atau

monadic karena hanya dapat merangkai satu variabel proposisional.

Implikasi menggantikan perangkai “ jika... maka... (if... then...)”. Perangkai logika yang memakai tanda $\rightarrow$ disebut implikasi (*material implication*). Implikasi juga disebut *conditional*, atau mengkondisikan satu kemungkinan saja dari sebab dan akibat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Ekspresi – ekspresi logika memiliki berbagai bentuk, mulai dari yang rumit sampai dengan yang sederhana. Bentuk yang rumit adalah bentuk dengan banyak jenis perangkai, variabel proposisional, dan tanda kurung sedangkan bentuk yang sederhana memiliki sedikit jenis perangkai, sedikit variabel proposisional, dan tanda kurung sehingga mudah dibaca.

Ekspresi logika adalah istilah lain dari logika proposisional, nama lain dari bentuk – bentuk logika termasuk proposisi majemuk. Dengan kata lain ekspresi logika adalah

proposisi- proposisi yang dibangun dengan variabel – variabel logika yang berasal dari pernyataan atau argumen.

Logika predikat merupakan pengembangan logika proposisional dengan masalah pengkuantoran dan

menambah istilah – istilah baru, misalnya *universe of discourse*, *term*, kuantor dan sebagainya.

Kuantor adalah kalimat ekspresi yang memuat kuantitas obyek yang terlibat misalnya ada, semua, beberapa, tidak semua dan lain-lain. Proses pemberian kuantor disebut pengkuantoran.

Penafsiran memegang peranan penting pada logika predikat karena penafsiran digunakan untuk membedakan antara argumen yang kuat secara logis dengan yang tidak logis. Domain atau semesta pembicaraan penafsiran kuantor sangat penting untuk menentukan jenis kuantor yang akan digunakan serta mempengaruhi penulisan simbolnya dan sekaligus menghindari terjadinya ambiguitas atau salah penafsiran.

III. METODE YANG DIGUNAKAN

Kuantor terdiri dari dua bentuk yaitu Kuantor Universal dan Kuantor Eksistensial. Kuantor Universal memiliki kata – kata yang mengandung makna umum dan menyeluruh sedangkan Kuantor Eksistensial memiliki kata – kata yang mengandung makna khusus sebagian. *Domain* penafsiran kuantor sangat penting untuk menentukan jenis

kuantor yang akan digunakan serta mempengaruhi simbolnya.

Cara terbaik untuk membuat notasi simbol dengan logika predikat adalah dengan contoh – contoh yang relevan, seperti berikut ini:

Dumbo adalah seekor gajah, sehingga notasi nya adalah:

$G(d)$

Notasi di atas dapat dibaca “gajah Dumbo” atau dengan pernyataan lain “Dumbo si gajah”. Inilah yang dinamakan fungsi proposisi. Perannya sama dengan variabel proposisional pada logika proposisional sehingga disebut juga fungsi proposisional. Predikat pada notasi di atas menggunakan huruf besar, sedangkan variabel atau konstanta individual (objek) menggunakan huruf kecil.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuantor yang menggunakan kata “semua”, atau kata apa saja yang artinya sama dengan “semua”, misalnya “setiap” menggunakan simbol $\forall$. Kuantor yang menggunakan simbol $\exists$ disebut kuantor universal (*universal quantifier*). Kuantor universal menunjukkan bahwa sesuatu bernilai benar untuk semua individual – individualnya, seperti contoh pernyataan berikut ini:

- Semua gajah memiliki gading.

Notasinya dapat ditulis: $G(x) \rightarrow D(x)$

Notasi tersebut dapat dibaca seperti berikut:

“Jika x adalah gajah, maka x memiliki gading”

Tetapi dalam logika predikat masih ada persoalan yang tersisa, yaitu bagaimana membuat notasi yang mampu menunjukkan “semua gajah”, karena x masih dapat diartikan mungkin saja hanya ada satu gajah. Selanjutnya, notasi akan ditulis sebagai berikut:

$(\forall x)(G(x) \rightarrow D(x))$

Jadi notasi tersebut dapat dibaca:

“Untuk semua x, jika x seekor gajah, maka x memiliki gading”

Kuantor dan variabel terikat (*bound variable*) yang mengikutinya diperlakukan sebagai satu unit dan unit tersebut bertindak seperti suatu perangkat *unary*. Seperti pada perangkat negasi pada logika proposisional yang hanya merangkai satu proposisi.

Pernyataan – pernyataan yang berisi kata “semua”, “setiap” atau kata lain yang sama artinya, menggunakan kuantor universal seperti contoh pernyataan berikut ini:

“ Semua bilangan prima adalah ganjil”,
maka notasinya ditulis sebagai berikut:

$$(\forall x) (P(x) \rightarrow O(x))$$

Di mana P mengganti “bilangan prima”,
sedangkan O mengganti “ganjil (odd)”
sehingga dapat dibaca “untuk semua x,
jika x adalah bilangan prima, maka x
adalah ganjil”.

Untuk memperjelas tahapan
pengkuantoran universal, berikut
contohnya:

- Semua mahasiswa harus rajin belajar.

Langkah pertama mencari lingkup (*scope*)
dari kuantor universal:

“Jika x adalah mahasiswa, maka x harus
rajin belajar”

Selanjutnya akan ditulis:

Mahasiswa (x) → harus rajin belajar (x)

Langkah ke dua adalah memberi kuantor
universal di depannya:

$$(\forall x) (Mahasiswa(x) \rightarrow harus\ rajin\ belajar(x))$$

Langkah ke tiga, merubah menjadi suatu
fungsi:

$$(\forall x) (M(x) \rightarrow B(x))$$

Perhatikan penulisan fungsi tersebut
terutama pada peletakan tanda kurung
biasa. Tanda kurung biasa yang berada di
dalam tanda kurung di belakang kuantor
universal diperlakukan mirip proposisi

majemuk, sedangkan kuantor universal
mirip perangkai *unary*. Pengkuantoran
universal (*universal quantification*) dari
suatu proposisi $A(x)$ adalah benar untuk
semua nilai x pada *universe of discourse*-
nya.

Kuantor yang menggunakan kata
“ada” atau kata apa saja yang artinya
sama dengan “tidak semua”, atau
“beberapa” menggunakan simbol $\exists$.
Kuantor yang menggunakan simbol $\exists$
disebut kuantor eksistensial (*existensial
quantifier*). Kuantor eksistensial
menunjukkan bahwa sesuatu kadang –
kadang bernilai benar untuk individual –
individualnya, seperti contoh pernyataan
berikut ini:

“ Ada bilangan prima yang genap”, maka
notasinya ditulis sebagai berikut:

$$(\exists x) (P(x) \wedge E(x))$$

Di mana P mengganti “bilangan prima”,
sedangkan E mengganti “genap (even)”
sehingga dapat dibaca “ada x, yang x
adalah bilangan prima dan x adalah
genap”.

Untuk memperjelas tahapan
pengkuantoran eksistensial, berikut
contohnya:

- Ada pelajar memperoleh beasiswa.

Langkah pertama mencari lingkup (*scope*)
dari kuantor eksistensial:

“Ada x yang x adalah pelajar, dan x memperoleh beasiswa”

Selanjutnya akan ditulis:

Pelajar (x) $\wedge$ memperoleh beasiswa (x)

Langkah ke dua adalah memberi kuantor eksistensial di depannya:

$(\exists x) (\text{Pelajar} (x) \wedge \text{memperoleh beasiswa} (x))$

Langkah ke tiga, merubah menjadi suatu fungsi:

$(\exists x) (P(x) \wedge B(x))$

Perhatikan penulisan fungsi tersebut terutama pada peletakan tanda kurung biasa. Tanda kurung biasa yang berada di dalam tanda kurung di belakang kuantor eksistensial diperlakukan mirip proposisi majemuk, sedangkan kuantor eksistensial mirip perangkat *unary* sama seperti kuantor universal. Pengkuantoran eksistensial (*existensial quantification*) dari suatu proposisi yang berbentuk $A(x)$, atau pemberian nilai dari proposisi $A(x)$ dengan x pada suatu *universe of discourse* yang menggunakan kuantor eksistensial, ada yang bernilai benar.

Untuk mempermudah pemberian nilai pada pengkuantoran universal dan pengkuantoran eksistensial, berikut tabelnya:

Tabel 2. Tabel Pemberian Nilai Kuantor

Pernyataan	Jika Benar	Jika Salah
$(\forall x) A(x)$	$A(x)$ benar untuk semua x	Ada x yang mana $A(x)$ salah
$(\exists x) A(x)$	Ada x yang $A(x)$ benar	$A(x)$ salah untuk semua x

Tanda kurung biasa yang menyertai penulisan fungsi proposisi di belakang kuantor sangat penting, sedangkan tanda kurung kuantor boleh dihilangkan, seperti contoh di bawah ini:

$\forall x (M(x) \rightarrow B(x))$

$\exists y (M(y) \rightarrow B(y))$

Berikut adalah contoh pernyataan untuk semakin memahami cara menulis simbol dengan logika predikat dimana huruf besar menggantikan predikat dan huruf kecil menggantikan variabel (objek):

1. Ariyandi seorang mahasiswa, notasinya: $M(a)$
2. Jika Ariyandi rajin belajar, maka ia akan lulus, notasinya: $B(a) \rightarrow L(a)$
3. Semua mawar berwarna merah, notasinya: $(\forall y) (M(y) \rightarrow R(y))$
4. Beberapa mahasiswa lulus sarjana, notasinya: $(\exists x) (M(x) \wedge L(x))$

Variabel umum tidak selalu menggunakan huruf kecil x , tetapi yang penting konsisten.

Situasi – situasi yang melibatkan penggunaan kuantor:

- Jika pernyataan memakai kuantor universal ($\forall$), maka digunakan perangkat implikasi ($\rightarrow$), yaitu “jika semua....., maka”
- Jika pernyataan memakai kuantor eksistensial ($\exists$), maka digunakan perangkat konjungsi ($\wedge$), yaitu “Ada yang dan.....”

Contoh di atas berhubungan dengan predikat *unary* atau relasi satu tempat (objek hanya satu), dan tentu saja penulisan simbol harus mampu menunjukkan predikat *n-ary*, yaitu relasi di mana objeknya sebanyak n buah. Berikut contohnya:

1. Setiap orang mencintai Yogyakarta, notasinya: $(\forall x) C(x, j)$
2. Ariyandi mengenal setiap orang, notasinya: $(\forall x) K(a, x)$

Domain penafsiran kuantor sangat penting untuk menentukan jenis kuantor yang akan digunakan serta mempengaruhi simbolnya, seperti contoh di bawah ini:

“Setiap orang mencintai Yogyakarta”.

Simbolnya dengan logika predikat adalah:

$$(\forall y) C(y, j)$$

Simbol tersebut dapat dibaca “untuk semua y , y mencintai Yogyakarta”. Permasalahan yang terjadi adalah *domain* penafsiran seseorang untuk y bisa berbeda – beda. Ada yang menganggap y adalah manusia, tetapi mungkin orang lain menganggap y bisa makhluk hidup apa saja, misal ayam, kerbau, bahkan mungkin y menjadi benda apa saja. Oleh karena itu untuk memastikan bahwa *domain* penafsiran hanya orang, maka penulisan simbol harus diperbaiki: $(\forall y) (O(y) \rightarrow C(y, j))$

Simbol tersebut dapat dibaca: “untuk semua y , jika y adalah orang, maka y mencintai Yogyakarta”. Lebih tepat lagi, dapat dibaca: ““untuk semua y , jika y memiliki property berupa O , maka y membawa relasi C ke j ”

Menulis simbol yang tepat harus menempatkan terlebih dahulu *domain* penafsiran karena *domain* penafsiran sangat mempengaruhi penulisan dan sekaligus menghindari terjadinya ambiguitas atau salah penafsiran. Contoh *domain* penafsiran yang bersifat umum antara lain manusia, hewan, tumbuh – tumbuhan, bilangan prima dan lain lain, yang selanjutnya akan menggunakan kuantor universal. Akan tetapi, jika tertentu saja atau tidak semuanya, misal beberapa manusia atau seorang manusia

saja, akan menggunakan kuantor eksistensial.

Kuantor universal dan kuantor eksistensial memiliki hubungan yang erat. Hubungan tersebut dapat ditunjukkan secara matematis dengan menggunakan suatu pernyataan yang relevan dan mampu menunjukkan hubungan tersebut, berikut contohnya:

- Semua orang tidak kaya raya, maka simbolnya ditulis sebagai berikut:

$$(\forall x) (O(x) \rightarrow \neg K(x))$$

Simbol tersebut dapat dibaca "untuk semua x, jika x adalah orang, maka x tidak kaya raya".

Pernyataan di atas tidak benar, karena kenyataannya ada saja orang kaya raya di setiap negara walaupun jumlah orang tidak kaya raya jauh lebih banyak. Jadi pernyataan tersebut dapat diperbaiki maksudnya, maka akan menjadi sebagai berikut:

- Tidak semua orang kaya raya

Tentunya pernyataan ini lebih tepat karena orang dapat menafsirkan bahwa ada orang kaya, tetap ada juga yang tidak kaya. Tidak ada masalah ambiguitas pada pernyataan ini, sehingga penulisan simbolnya adalah:

$$\neg (\forall x) (O(x) \rightarrow K(x))$$

Munculnya perangkat konjungsi ($\wedge$) dapat mengingatkan pada situasi umum yang melibatkan kuantor eksistensial ($\exists$), akan diperoleh: $(\exists x) (O(x) \wedge \neg K(x))$

Simbol tersebut dapat dibaca "ada x, dan x adalah orang dan x tersebut tidak kaya raya" dan pasti dapat diartikan sama dengan pernyataan "tidak semua orang kaya raya".

Proses pengkuantoran terkadang dijumpai pada lebih dari satu subhimpunan atau subkumpulan dari *universe of discourse*-nya. Misalkan ada universe of discourse berupa himpunan seluruh mahasiswa di Indonesia, maka subhimpunan dapat berupa mahasiswa di Jakarta, dan bisa juga subsubhimpunan mahasiswa Jakarta di Perguruan Tinggi tertentu. Tentu saja hal ini akan mempengaruhi pengkuantoran, berikut contoh pernyataannya:

1. Semua singa adalah binatang
2. Beberapa singa mengaum

Pada pernyataan pertama, jika *universe of discourse* semua singa saja, maka dapat dibaca "jika x adalah singa, maka x adalah binatang", sehingga ekspresinya menjadi:

$$(\forall x) (\text{singa}(x) \rightarrow \text{binatang}(x))$$

Diubah menjadi simbol ekspresi, maka akan menjadi:

$$(\forall x) (A(x) \rightarrow B(x))$$

Dengan demikian dapat dibaca: “Semua individual x dengan properti A juga akan memiliki properti B ”.

Pada pernyataan kedua, dengan *universe of discourse* semua binatang dapat diartikan “Ada binatang, dan binatang itu singa dan singanya mengaum”, atau secara singkat “ x adalah singa dan x mengaum” sehingga ekspresinya:

$$\text{singa}(x) \wedge \text{mengaum}(x)$$

Dengan pernyataan “Ada beberapa singa mengaum”, maka akan didapat ekspresi:

$$(\exists x) (\text{singa}(x) \wedge \text{mengaum}(x))$$

Kemudian ubah menjadi simbol ekspresi:

$$(\exists x) (A(x) \wedge B(x))$$

Simbol ekspresi di atas dapat dibaca:

“Ada individual x dengan properti A juga memiliki properti B ”. Jadi sekali lagi, kuantor universal menggunakan perangkat implikasi, sedangkan kuantor eksistensial menggunakan perangkat konjungsi. Berikut contoh pemakaian kata “hanya”:

Hanya singa mengaum.

Pernyataan tersebut dapat diubah menjadi logika predikat dengan dibaca “Yang mengaum hanyalah singa”, atau “Jika ia mengaum, maka ia singa”, maka

pernyataan tersebut akan menjadi ekspresi berikut ini:

$$(\forall x) (\text{mengaum}(x) \rightarrow \text{singa}(x))$$

Diubah ke dalam bentuk simbol:

$$(\forall x) (B(x) \rightarrow A(x))$$

Contoh pada pernyataan berikut:

Semua orang mencintai Ariyandi.

Selanjutnya ditulis: $(\forall x) C(x, a)$

Dibaca: “untuk semua x , x mencintai Ariyandi”

Akan tetapi sebaiknya ditegaskan kembali bahwa x adalah orang, sehingga di dapat notasi simbolnya: $(\forall x) (O(x) \rightarrow C(x, a))$

Jadi dapat dibaca “untuk semua x , jika x orang, maka x mencintai Ariyandi”

V. KESIMPULAN

Kuantor merupakan kalimat ekspresi yang memuat kuantitas obyek yang terlibat misalnya ada, semua, beberapa, tidak semua dan lain-lain. Proses pemberian kuantor disebut pengkuantoran. Kuantor terdiri dari dua bentuk yaitu Kuantor Universal yang memiliki kata – kata yang mengandung makna umum dan menyeluruh sedangkan Kuantor Eksistensial memiliki kata – kata yang mengandung makna

husus sebagian. *Domain* penafsiran kuantor sangat penting untuk menentukan jenis kuantor yang akan digunakan serta mempengaruhi simbolnya.

Kuantor Universal menunjukkan semua bernilai benar. Kuantor Eksistensial menunjukkan sekurang-kurangnya satu bernilai benar. Variabel atau objek dapat terdiri dari satu atau lebih. Kuantor universal biasanya berhubungan dengan perangkai $\rightarrow$ (implikasi), sedangkan kuantor eksistensial berhubungan dengan perangkai $\wedge$ (and) dan keduanya dapat saling menggantikan.

Semua kuantor dapat diberi tanda negasi jika pernyataannya tepat dan kuantor dapat digantikan manfaatnya dengan perangkai yang relevan. Peletakkan urutan kuantor sangat penting karena pernyataan dapat berubah arti jika tidak tepat. Fungsi proposisional dapat dikembangkan menjadi lebih rumit jika pernyataannya memerlukan hal tersebut. Pemilihan kuantor sangat dipengaruhi oleh *universe of discourse* – nya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Ben-Ari, Mordechai. 2001. *Mathematical Logic for Computer Science*. 2nd Edition. London: Springer-Verlag.

Enderton, Herbert B. 2001. *A Mathematical Introduction to Logic* 2nd Edition. San Diego, California: A Harcourt Science and Technology Company.

Mathematical Logic for Computer Science, F. Soesianto dan Djoni Dwiyo, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.

F. Soesianto, Djoni Dwijono, *Logika Proposisional*, Andi, Yogyakarta, 2003.