

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
ARTI SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah .....	6
1.4 Tujuan Penelitian .....	8
1.5 Manfaat Penelitian .....	8
1.6 Keaslian dan Kontribusi Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	10
2.1 Penelitian Terkait .....	10
2.1.1 Konversi Data ke Skema Basis Data NoSQL Berorientasi Dokumen .....	10
2.1.2 Konversi Data ke Skema Basis Data NoSQL Berorientasi Kolom.....	12
2.1.3 Komparasi Penelitian-Penelitian Terkait .....	15
2.2 Landasan Teori.....	21
2.2.1 Basis data NoSQL.....	22
2.2.2 <i>Graph Transforming Algorithm</i> .....	25
2.2.3 <i>Multiple Nested Schema</i> .....	32
2.3 Pertanyaan Penelitian.....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	38
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	38
3.2 Tahapan-tahapan Penelitian .....	41



3.3	Pengembangan Metode Yang Diusulkan.....	43
3.4	Evaluasi Metode Yang Telah Dikembangkan.....	69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		71
4.1	Penerapan Metode Yang Diusulkan.....	71
4.2	Simulasi Konversi dan Migrasi Data .....	90
4.3	Komparasi Hasil.....	96
4.4	Validasi Hasil.....	120
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		125
5.1	Kesimpulan .....	125
5.2	Saran .....	126
DAFTAR PUSTAKA.....		127
LAMPIRAN .....		135

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komparasi penelitian terkait. ....	16
Tabel 2.2 Perbandingan basis data NoSQL dengan SQL .....	24
Tabel 4.1 Perbandingan skema NoSQL yang dihasilkan masing-masing metode pada eksperimen pertama. ....	97
Tabel 4.2 Daftar penggunaan <i>space</i> dari setiap skema NoSQL .....	103
Tabel 4.3 Hasil Kruskal-Wallis <i>test</i> .....	109
Tabel 4.4 Hasil <i>post hoc test</i> dengan prosedur Steel-Dwass-Critchlow-Fligner.....	109
Tabel 4.5 Hasil <i>summary statistics</i> eksperimen pertama .....	110
Tabel 4.6 Daftar <i>query</i> dengan pemfilteran sederhana pada eksperimen pertama.....	111
Tabel 4.7 Daftar <i>query</i> dengan pemfilteran kompleks pada eksperimen pertama .....	112
Tabel 4.8 Hasil Friedman's <i>test</i> .....	113
Tabel 4.9 Hasil <i>post hoc test</i> dengan prosedur Nemenyi .....	114
Tabel 4.10 Detail nilai <i>p-value</i> .....	114
Tabel 4.11 Perbandingan skema NoSQL yang dihasilkan pada eksperimen kedua. ....	115
Tabel 4.12 Daftar <i>query</i> dengan pemfilteran sederhana pada eksperimen kedua.....	117
Tabel 4.13 Daftar <i>query</i> dengan pemfilteran kompleks pada eksperimen kedua .....	118
Tabel 4.14 Hasil Mann-Whitney <i>test</i> .....	120
Tabel 4.15 Hasil <i>summary statistics</i> eksperimen kedua.....	120

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Mind mapping</i> penelitian terkait yang telah dilakukan .....	19
Gambar 2.2 Diagram <i>fishbone</i> penelitian terkait yang telah dilakukan .....	20
Gambar 2.3 Contoh mekanisme konversi pada <i>Graph Transforming Algorithm</i> .....	27
Gambar 2.4 Contoh <i>transitive dependency</i> pada <i>graph</i> .....	28
Gambar 2.5 Contoh <i>subtype-supertype relationship</i> dalam skema basis data relasional..	29
Gambar 2.6 <i>Digraph</i> hasil konversi dari contoh kasus pada Gambar 2.5.....	30
Gambar 2.7 Contoh <i>multigraph</i> yang memiliki <i>loop</i> dan <i>multiple edges</i> .....	30
Gambar 2.8 Contoh kasus yang membuat <i>graph</i> memiliki <i>loop</i> dan <i>multiple edges</i> .....	31
Gambar 2.9 Contoh konversi <i>single</i> tabel dari skema basis data relasional ke skema basis data NoSQL .....	33
Gambar 2.10 Contoh konversi <i>single nested</i> dari skema basis data relasional ke skema basis data NoSQL .....	33
Gambar 2.11 Tahap awal penanganan konversi <i>multiple nested</i> dari skema relasional ke skema basis data NoSQL .....	34
Gambar 2.12 Tahap lanjutan penanganan konversi <i>multiple nested</i> dari skema relasional ke skema basis data NoSQL .....	35
Gambar 2.13 Contoh matriks <i>adjacency</i> .....	36
Gambar 3.1 Tahapan penelitian .....	41
Gambar 3.2 Algoritme untuk menangani <i>transitive dependency</i> .....	45
Gambar 3.3 Algoritme untuk menangani <i>multiple edges</i> dua arah .....	48
Gambar 3.4 Algoritme untuk menangani <i>loop</i> .....	50
Gambar 3.5 Penyelesaian <i>loop</i> kemudian <i>multiple edges</i> .....	52
Gambar 3.6 Penyelesaian <i>multiple edges</i> kemudian <i>loop</i> .....	53
Gambar 3.7 Penyelesaian sebagian <i>multiple edges</i> kemudian <i>loop</i> .....	54
Gambar 3.8 <i>Enhanced Graph Transforming Algorithm</i> (EGTA) .....	56
Gambar 3.9 Contoh penerapan matriks <i>adjacency</i> .....	58
Gambar 3.10 Contoh matriks <i>adjacency</i> yang berisi tabel dengan hubungan jamak dua arah, dan mengacu diri sendiri .....	60
Gambar 3.11 Contoh matriks <i>adjacency</i> yang terdapat <i>subtype-supertype relationship</i> ..	61
Gambar 3.12 <i>Enhanced Multiple Nested Schema</i> (EMNS) .....	63



Gambar 3.13 Generalisasi atribut.....	67
Gambar 3.14 Skenario evaluasi yang dilakukan .....	69
Gambar 4.1 Skema relasional pada eksperimen pertama.....	72
Gambar 4.2 <i>Graph</i> yang terbentuk pada eksperimen pertama.....	72
Gambar 4.3 Penyelesaian eksperimen pertama menggunakan EGTA.....	73
Gambar 4.4 Hasil penyelesaian eksperimen pertama menggunakan EGTA .....	74
Gambar 4.5 Langkah 1-3 penyelesaian eksperimen pertama menggunakan EMNS .....	75
Gambar 4.6 Langkah 4-7 penyelesaian eksperimen pertama menggunakan EMNS .....	76
Gambar 4.7 Matriks <i>adjecancy</i> yang terbentuk pada eksperimen pertama.....	77
Gambar 4.8 Skema relasional pada eksperimen kedua .....	79
Gambar 4.9 <i>Graph</i> yang terbentuk pada eksperimen kedua .....	80
Gambar 4.10 Tahap penyelesaian <i>loop</i> pertama pada eksperimen kedua menggunakan EGTA.....	81
Gambar 4.11 Tahap penyelesaian <i>loop</i> kedua pada eksperimen kedua menggunakan EGTA.....	81
Gambar 4.12 Penyelesaian <i>multiple edges</i> dua arah pada eksperimen kedua menggunakan EGTA.....	82
Gambar 4.13 Penyelesaian <i>transitive dependency</i> pada eksperimen kedua menggunakan EGTA.....	83
Gambar 4.14 Tahap akhir penyelesaian eksperimen kedua menggunakan EGTA .....	83
Gambar 4.15 Hasil penyelesaian eksperimen kedua menggunakan EGTA .....	84
Gambar 4.16 Matriks <i>adjecancy</i> yang terbentuk pada eksperimen kedua.....	85
Gambar 4.17 Penyelesaian hubungan tabel dengan dirinya sendiri pada eksperimen kedua menggunakan EMNS .....	86
Gambar 4.18 Tahapan penyelesaian hubungan jamak dua arah pada eksperimen kedua menggunakan EMNS .....	87
Gambar 4.19 Tahapan penyelesaian <i>transitive dependency</i> pada eksperimen kedua menggunakan EMNS .....	88
Gambar 4.20 Tahapan penyelesaian eksperimen kedua menggunakan EMNS .....	89
Gambar 4.21 Skema simulasi proses konversi dan migrasi data pada eksperimen pertama menggunakan EGTA .....	90
Gambar 4.22 Skema simulasi proses konversi dan migrasi data pada eksperimen pertama menggunakan <i>Graph Transforming Algorithm</i> .....	91

Gambar 4.23 Skema simulasi proses konversi dan migrasi data pada eksperimen pertama menggunakan <i>Multiple Nested Schema</i> .....	92
Gambar 4.24 Simulasi proses konversi dan migrasi data pada eksperimen pertama menggunakan konsep DDI.....	93
Gambar 4.25 Skema simulasi proses konversi dan migrasi data pada eksperimen pertama menggunakan EMNS .....	93
Gambar 4.26 Simulasi proses konversi dan migrasi data pada eksperimen kedua menggunakan EGTA .....	95
Gambar 4.27 Simulasi proses konversi dan migrasi data pada eksperimen kedua menggunakan EMNS .....	96
Gambar 4.28 Perbandingan penggunaan ruang penyimpanan untuk keseluruhan data dalam eksperimen pertama .....	98
Gambar 4.29 Perbandingan jumlah maksimal ruang penyimpanan yang terpakai untuk redundansi data .....	102
Gambar 4.30 Perbandingan <i>space performance</i> antara EGTA dan <i>Graph Transforming Algorithm</i> .....	104
Gambar 4.31 Perbandingan <i>space performance</i> antara EMNS dan <i>Multiple Nested Schema</i> .....	105
Gambar 4.32 Perbandingan <i>space performance</i> antara EGTA, Konsep DDI, dan EMNS .....	105
Gambar 4.33 Perbandingan <i>query performance</i> antara EGTA dan <i>Graph Transforming Algorithm</i> .....	107
Gambar 4.34 Perbandingan <i>query performance</i> antara EMNS dan <i>Multiple Nested Schema</i> .....	107
Gambar 4.35 Perbandingan <i>query performance</i> antara EGTA, EMNS, dan Konsep DDI .....	108
Gambar 4.36 Perbandingan waktu <i>query</i> dengan pemfilteran sederhana pada eksperimen pertama.....	112
Gambar 4.37 Perbandingan waktu <i>query</i> dengan pemfilteran kompleks pada eksperimen pertama.....	113
Gambar 4.38 Perbandingan <i>space performance</i> pada eksperimen kedua.....	115
Gambar 4.39 Diagram <i>Venn</i> dari persamaan 4.14 .....	116
Gambar 4.40 Perbandingan waktu <i>query</i> dengan pemfilteran sederhana dalam eksperimen kedua.....	119



Gambar 4.41 Perbandingan waktu <i>query</i> dengan pemfilteran kompleks dalam eksperimen kedua.....	119
Gambar 4.42 Perbandingan penggunaan total <i>space</i> pada masing-masing skema NoSQL dalam kasus basis data <i>Northwind</i> .....	121
Gambar 4.43 Perbandingan <i>query performance</i> pada masing-masing skema NoSQL dalam kasus basis data <i>Northwind</i> .....	122
Gambar 4.44 Alur pemilihan metode konversi data .....	123

## ARTI SINGKATAN DAN LAMBANG

<b>SQL</b>	= <i>Structured Query Language</i>
<b>NoSQLDB</b>	= <i>Not Only SQL Database</i>
<b>EGTA</b>	= <i>Enhanced Graph Transforming Algorithm</i>
<b>EMNS</b>	= <i>Enhanced Multiple Nested Schema</i>
<b>3V</b>	= <i>Volume, Variety, Velocity</i>
<b>RDBMS</b>	= <i>Relational Database Management System</i>
<b>CoNoSQLDB</b>	= <i>Column oriented NoSQL Database</i>
<b>BASE</b>	= <i>Basic Availability, Soft state, and Eventual consistency</i>
<b>ACID</b>	= <i>Atomicity, Consistency, Isolation, and Durability</i>
<b>ERM</b>	= <i>Entity Relation Model</i>
<b>CDBS</b>	= <i>Column-bases Database Schema</i>
<b>DDI</b>	= <i>Denormalization, Duplication, and Intelligent keys</i>
<b>RP</b>	= <i>Research Problem</i>
<b>RO</b>	= <i>Research Objective</i>
<b>RQ</b>	= <i>Research Question</i>
$\pi$	= <i>Project</i>
$\sigma$	= <i>Select</i>
$\bowtie$	= <i>Natural Join</i>
$\subseteq$	= <i>Subset</i>
$\subset$	= <i>Proper Subset</i>
$\cap$	= <i>Intersection</i>
$\cup$	= <i>Union</i>
$\wedge$	= <i>And</i>
$\vee$	= <i>Or</i>
$\in$	= <i>Set Element</i>
$\forall$	= <i>Universal Quantifier</i>