

PENGEMBANGAN LOGICAL DATA MODEL UNTUK SISTEM INFORMASI PENGGUNAAN RUANG PERKULIAHAN

Berliyanto

*Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
berli@itbu.ac.id*

Abstrak

Pengelolaan ruangan kelas untuk perkuliahan merupakan proses bisnis yang umum dilakukan oleh perguruan tinggi. Sistem informasi berpotensi untuk membuat proses tersebut menjadi lebih mudah dan cepat. Rancangan database yang baik diperlukan agar sistem informasi yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan informasi yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model dan rancangan data untuk sistem informasi pengelolaan ruang perkuliahan. Ada tiga pertanyaan yang terjawab oleh penelitian ini. Pertama apa saja kebutuhan informasi yang harus dipenuhi? Kedua, seperti apa model dan rancangan data yang memenuhi kebutuhan tersebut? Dan ketiga, sejauh mana rancangan data yang dihasilkan dapat diimplementasikan? Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah 5 *information requirements*, *logical data model*, spesifikasi rancangan data, dan kode *data definition language* untuk diimplementasikan ke dalam DBMS.

Kata kunci: *logical data model*, rancangan database, sistem informasi, database relasional.

1. PENDAHULUAN

Semua perguruan tinggi di Indonesia yang menyelenggarakan perkuliahan tatap muka membutuhkan ruangan kelas sebagai tempat untuk belajar-mengajar. Dalam banyak skenario, jumlah ruangan yang dapat dimiliki oleh perguruan tinggi lebih sedikit dibandingkan jumlah kelas atau perkuliahan yang harus dilakukan setiap minggunya. Hal tersebut merupakan keterbatasan yang harus diatasi oleh perguruan tinggi agar tidak menjadi masalah yang pada akhirnya menghambat penyelenggaraan perkuliahan. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penjadwalan dan pengelolaan ruangan kelas yang baik.

Pengelolaan ruang kelas yang baik perlu dilakukan oleh semua perguruan tinggi, namun demikian pelaksanaannya memiliki tantangan tersendiri. Beberapa permasalahan sering terjadi dalam proses pengelolaan ruangan. Misalnya, penggunaan ruangan yang bentrok karena pencatatan penggunaan ruangan yang tidak dapat diakses dengan cepat. Permasalahan lain misalnya, kapasitas ruangan yang tidak sebanding dengan jumlah peserta kelas dalam satu sesi perkuliahan. Atau sebaliknya, ruangan kelas dengan kapasitas besar digunakan untuk kelas kecil.

Tidak hanya itu, terkadang isu kelayakan kelas juga menjadi permasalahan sendiri. Misalnya ada fasilitas di dalam kelas yang rusak sehingga dapat mengganggu pembelajaran. Semua permasalahan dalam pengelolaan penggunaan ruangan kelas tersebut dialami oleh setiap perguruan tinggi. Permasalahan tersebut harus diselesaikan karena pengelolaan ruangan kelas merupakan proses bisnis yang penting bagi perguruan tinggi.

Seiring perkembangan teknologi yang sangat pesat, pemanfaatan sistem informasi dapat membantu organisasi, termasuk perguruan tinggi, dalam menjalankan setiap proses bisnisnya. Tidak terkecuali untuk proses pengelolaan penggunaan ruangan perkuliahan oleh perguruan tinggi. Atau dengan kata lain, perguruan tinggi dapat memanfaatkan sistem informasi untuk membantu proses pengelolaan ruangan perkuliahan agar lebih mudah. Bentuk kemudahan yang diberikan oleh sistem informasi antara lain adalah penyediaan informasi yang lebih cepat, otomatisasi proses monitoring ruangan, dan kemudahan dalam penyusunan jadwal penggunaan ruangan perkuliahan. Beban kerja tenaga kependidikan menjadi lebih ringan dengan memanfaatkan sistem informasi. Selain itu, risiko terjadinya kesalahan akibat kelalaian manusia juga dapat

diminimalisir. Secara umum, sistem informasi diperlukan oleh perguruan tinggi untuk mengelola ruang perkuliahan.

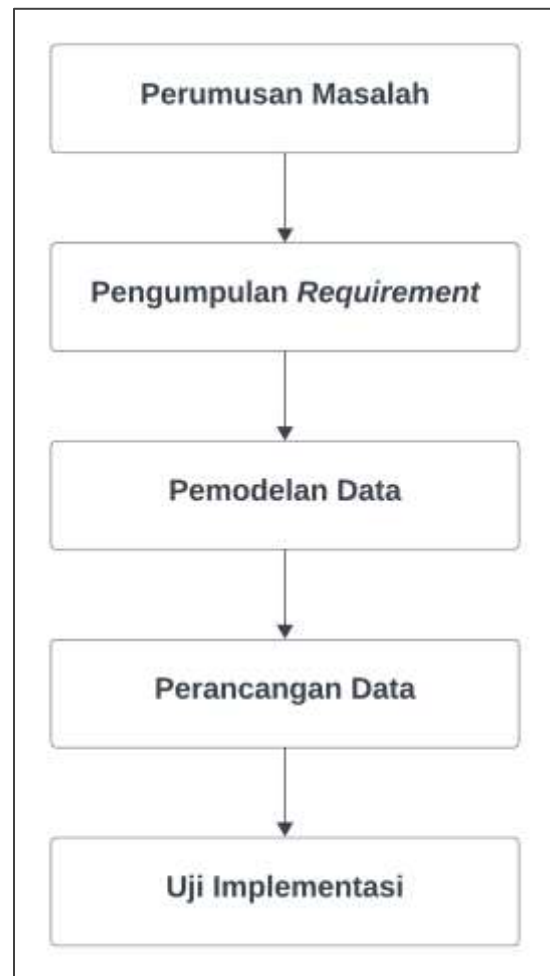
Salah satu komponen sistem informasi adalah data. Setiap sistem informasi yang baik membutuhkan rancangan data yang baik juga (Ramez & Shamkant, 2017). Ukuran baik atau tidaknya sebuah rancangan data adalah seberapa jauh rancangan tersebut dapat memenuhi kebutuhan informasi yang ada. Dalam penelitian ini, kebutuhan informasinya adalah yang berkaitan dengan proses pengelolaan penggunaan ruang perkuliahan. Penelitian ini memiliki fokus pada perancangan data untuk sistem informasi penggunaan ruang perkuliahan. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan rancangan data secara sistematis dan sesuai dengan kebutuhan yang secara umum ada pada setiap perguruan tinggi di Indonesia. Untuk mencapai tujuan tersebut, ada pertanyaan penelitian yang menjadi acuan dalam penelitiannya ini, yaitu:

1. Apa saja kebutuhan informasi (*information requirement*) yang ada untuk sistem pengelolaan ruang perkuliahan?
2. Seperti apa model dan rancangan data yang dapat memenuhi setiap kebutuhan informasi tersebut?
3. Sejauh mana rancangan data yang dihasilkan bisa diimplementasikan?

Setelah menjawab tiga pertanyaan penelitian tersebut maka didapatkan sebuah rancangan data yang sesuai untuk sistem informasi penggunaan ruang perkuliahan.

2. METODOLOGI

Penentuan metodologi dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan pertanyaan penelitian yang ada. Secara umum pendekatan yang digunakan mengikuti pendekatan kualitatif dengan langkah-langkah perancangan *database* yang disarankan oleh Connolly dan Begg (2020). Gambar 1 menunjukkan langkah atau tahap penelitian yang dilakukan untuk menjawab ketiga pertanyaan penelitian. Seperti yang terlihat pada Gambar 1, terdapat lima langkah penelitian yang dilakukan. Mulai dari perumusan masalah hingga langkah yang terakhir adalah uji implementasi.



Gambar 1 Langkah-langkah Penelitian
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah perumusan masalah. Tujuan dari langkah pertama ini adalah memberikan konteks permasalahan yang diselesaikan dan lingkup dari penelitian yang dilakukan. Hasil dari perumusan masalah adalah ditetapkannya tiga pertanyaan penelitian. Ketiga pertanyaan penelitian tersebut adalah seperti yang tuliskan pada bagian pendahuluan sebelumnya. Langkah pertama ini sangat penting karena menentukan pemilihan metode dan teknik yang dilakukan pada langkah-langkah setelahnya.

Langkah kedua di dalam penelitian ini adalah pengumpulan *information requirement*. Langkah ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang pertama. *Requirement* dikumpulkan dengan melakukan observasi terhadap perguruan tinggi di Indonesia dan juga dengan melakukan *document review* terhadap standar mutu untuk proses pengelolaan ruang

perkuliahan. Hasil yang didapatkan dari langkah kedua ini adalah daftar kebutuhan informasi yang diperlukan oleh sistem informasi pengelolaan ruang perkuliahan.

Langkah ketiga adalah pemodelan data. Bersama dengan langkah keempat, langkah ketiga ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang kedua. Model yang dihasilkan pada langkah ketiga dibuat berdasarkan kebutuhan informasi (requirement) pada langkah sebelumnya. Lalu setelah model selesai dibangun, rancangan data dibuat berdasarkan model tersebut pada langkah yang keempat. Teknik pemodelan yang digunakan adalah entity relationship diagram (ERD). Teknik ini umum telah terbukti dapat menghasilkan *logical data model* yang mudah dipahami baik oleh para praktisi ataupun akademisi (Coronel & Morris, 2022). Hasil dari langkah ketiga adalah *logical data model* untuk *relational database*. Sedangkan hasil dari langkah keempat adalah rincian rancangannya.

Langkah terakhir atau langkah yang kelima adalah uji implementasi. Di sini, rancangan yang dihasilkan pada langkah sebelumnya dicoba untuk diimplementasikan. *Database management system* (DBMS) yang digunakan untuk uji implementasi adalah MySQLi. DBMS ini sudah memenuhi kebutuhan penelitian dan salah satu yang umum digunakan untuk mengelola *relational database*. Sebuah purwarupa sederhana dibuat selama proses uji implementasi ini. Namun demikian data yang digunakan saat uji implementasi bukan data yang sebenarnya. Fokus uji implementasi ini adalah memastikan relasi antar tabel dan data yang dimodelkan mampu memenuhi semua kebutuhan yang ada pada level praktis. Langkah kelima ini sekaligus menemukan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang ketiga. Dengan kata lain, semua pertanyaan penelitian terjawab setelah kelima langkah penelitian selesai dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelima langkah penelitian yang telah dilakukan menghasilkan luarannya masing-masing. Pada bagian ini, setiap luaran tersebut diuraikan secara terpisah. Pembahasannya disajikan dalam bagian-bagian yang terpisah.

3.1 Data Requirement

Apa saja yang merupakan persyaratan data (*data requirement*) disajikan dalam bentuk skenario penggunaan. Tabel 1 menunjukkan daftar skenario penggunaan sistem informasi penggunaan ruang perkuliahan. Skenario penggunaan yang ada pada Tabel 1 merupakan persyaratan sistem (system requirement) yang harus dipenuhi.

Tabel 1 Skenario Penggunaan Sistem
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Kode	Skenario Penggunaan
[RQ01]	Jadwal penggunaan ruangan mengikuti jadwal perkuliahan tatap muka.
[RQ02]	Informasi perkuliahan dapat disajikan pada setiap ruangan berikut dengan mata kuliah dan dosennya.
[RQ03]	Sistem menyediakan informasi ketersediaan dan kapasitas ruangan.
[RQ04]	Sistem secara otomatis mencegah penggunaan ruangan dengan jadwal perkuliahan yang bentrok.
[RQ05]	Sistem mencatat status dan keterangan tambahan untuk ruangan yang sedang dalam pemeliharaan atau perbaikan fasilitas di dalamnya.

Ada lima skenario penggunaan untuk sistem informasi yang dirancang. Kelima skenario tersebut adalah seperti yang disajikan pada Tabel 1. Fungsi utama ruang perkuliahan adalah sebagai tempat perkuliahan tatap muka berlangsung. Melihat fakta tersebut, maka jadwal penggunaan ruangan sama dengan jadwal perkuliahan. Oleh karena itu pada [RQ01] dinyatakan bahwa jadwal penggunaan ruangan mengikuti jadwal perkuliahan tatap muka.

Penyajian informasi kepada pengguna juga harus bersifat lengkap dan informatif. Setidaknya ada tiga informasi yang diperlukan oleh pengguna untuk setiap kelas yang menggunakan ruangan, yaitu: mata kuliah, dosen pengajar, jadwal, dan ruangan. Kebutuhan tersebut dinyatakan pada [RQ02]. Selain ketiga informasi tersebut, informasi terkait ketersediaan dan kapasitas ruangan juga diperlukan oleh staf yang bertugas mengelola penggunaan ruangan. Oleh karena itu, [RQ03] ditambahkan ke dalam daftar kebutuhan data.

Kebutuhan lainnya yang harus dipenuhi terkait dengan proses penentuan jadwal ruangan. Isu yang sering muncul adalah jadwal yang bentrok dan kondisi ruangan yang tidak layak untuk digunakan walaupun jadwalnya tersedia. [RQ04] dan [RQ05] merupakan dua skenario yang ditambahkan ke dalam *requirement* untuk mengatasi masalah tersebut. Tidak diperbolehkan ada dua perkuliahan dengan jadwal yang sama di dalam satu ruangan kelas. Oleh karena itu sistem perlu mencegah pemberian jadwal yang bentrok kepada ruangan yang ada.

Lima skenario yang ada pada Tabel 1 diasumsikan sebagai data *requirement* yang menjadi acuan untuk menentukan model datanya. *Requiereement* ini juga yang digunakan sebagai ukuran keberhasilan pengembangan model data. Atau dengan kata lain, model yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi lima skenario penggunaan tersebut. Adapun model dan rancangan data diuraikan pada bagian selanjutnya.

3.2 Model dan Rancangan Data

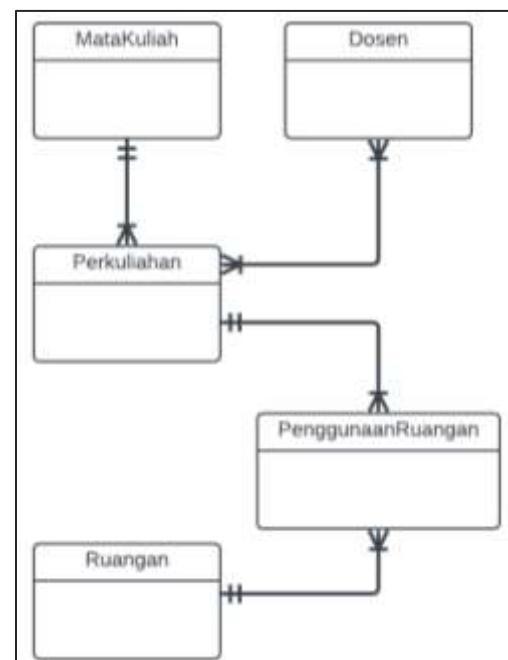
Berdasarkan *requirement* yang didapatkan, diputuskan bahwa jenis database yang digunakan adalah *relational database*. Selanjutnya disusun sebuah *logical data model* menggunakan notasi *entity relationship diagram* (ERD). Dari skenario-skenario penggunaan yang ada pada Tabel 1, dihasilkan lima entitas data yang bisa memenuhinya. Tabel 2 menunjukkan daftar entitas yang dihasilkan tersebut.

Tabel 2 Entitas dan Skenario yang Terkait
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Entitas	Skenario Terkait
Ruangan	[RQ01], [RQ02], [RQ03], [RQ05]
PenggunaanRuangan	[RQ01], [RQ02]
Perkuliahan	[RQ01], [RQ04]
MataKuliah	[RQ02]
Dosen	[RQ02]

Tabel 2 menunjukkan semua entitas yang dihasilkan berikut dengan skenario yang dipenuhinya. Sebagai contoh, entitas Ruangan

diperlukan untuk memenuhi empat skenario, yaitu [RQ01], [RQ02], [RQ03], dan [RQ05]. Sementara itu entitas Perkuliahan disertakan untuk memenuhi skenario [RQ01] dan [RQ04]. Pada akhirnya, lima skenario penggunaan sistem yang ada dapat dipenuhi semuanya oleh lima entitas. Setelah semua entitas berhasil didapatkan, maka disusunlah sebuah model dalam bentuk ERD.



Gambar 2 Entity Relationship Diagram (ERD)

Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Logical data model yang dihasilkan penelitian ini adalah seperti yang terlihat pada Gambar 2. Proses penyusunannya diawali dengan melakukan analisis hubungan antar entitas yang ada. Hasilnya digambarkan dalam bentuk ERD pada Gambar 2. Hubungan antar entitas dinyatakan dalam garis yang menghubungkannya. Misalnya, salah satu entitas yang penting, yaitu Ruangan, memiliki relasi dengan entitas PenggunaanRuangan. Sementara itu entitas Perkuliahan berelasi dengan entitas Dosen, MataKuliah, dan PenggunaanRuangan. Demikian seterusnya hingga didapatkan sebanyak lima entitas dan empat bentuk relasi seperti yang disajikan pada Gambar 2.

Selain menunjukkan relasi antar entitas, ERD pada Gambar 2 juga menunjukkan *cardinality*. Misalnya hubungan *one-to-many*

yang ada antara entitas Ruangan dengan PenggunaanRuangan. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap entitas Ruangan dapat terhubung oleh lebih dari satu atau banyak entitas PenggunaanRuangan. Sedangkan setiap entitas PenggunaanRuangan hanya bisa berelasi dengan satu entitas Ruang saja. Dari empat relasi yang ada, hanya relasi antara Perkuliahan dan Dosen saja yang berjenis *many-to-many*. Relasi tersebut mengacu pada skenario perkuliahan yang bisa diajarkan lebih dari satu dosen, dan seorang dosen juga dapat mengajar di satu atau lebih perkuliahan. Tahap pemodelan data dalam bentuk logical data model selesai setelah setiap entitas, relasi, dan *cardinality* berhasil diidentifikasi.

Tabel 3 Atribut untuk Setiap Entitas
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Entitas	Atribut Utama
Ruangan	idRuang (PK); namaRuang; kapasitas
PenggunaanRuangan	idPR (PK); keteranganPR; jamMulai; jamSelesai; hariPR.
Perkuliahan	idPerkuliahan (PK); namaPerkuliahan;
MataKuliah	idMK (PK); namaMK; sksMK;
Dosen	idDosen (PK); namaDosen; prodiDosen;

Atribut-atribut utama dari masing-masing entitas ditentukan terlebih dahulu sebelum mengimplementasikan model data yang dibuat. Tabel 3 menunjukkan setiap atribut utama yang ada pada masing-masing entitas. Setiap entitas dibuatkan id untuk menjadi *primary key*. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi setiap baris datanya. Entitas yang memiliki atribut utama paling banyak adalah PenggunaanRuangan dengan 5 atribut. Atribut jamMulai, jamKeluar, dan hariPR diperlukan untuk menyatakan jadwal ruangan yang ada. Model, rancangan, dan spesifikasi data yang

sudah didapatkan sampai tahap ini kemudian diuji coba implementasinya menggunakan *Database Management System* (DBMS). Sebagai catatan, spesifikasi entitas pada Tabel 3 masih belum memuat atribut yang menunjukkan relasi antar entitasnya.

3.3 Uji Implementasi pada DBMS

Uji implementasi model dan rancangan data merupakan tahap terakhir yang dilakukan pada penelitian ini. Implementasi dilakukan pada DBMS MySQL. Alasan memilih MySQL adalah karena merupakan salah satu DBMS yang umum digunakan untuk database relasional pada aplikasi berbasis *website* (Date, 2019). Namun demikian, model dan rancangan data yang dihasilkan penelitian ini tidak mengikat pada satu DBMS saja. Selama mendukung database relasional, maka DBMS apapun dapat digunakan.

Tabel 4 *Data Definition Language* untuk Tabel Ruangan, PenggunaanRuangan, dan MataKuliah
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

```
CREATE TABLE `Ruangan` (
  `idRuang` int(10) NOT NULL,
  `namaRuang` char(20) NOT NULL,
  `kapasitas` INT(5) NOT NULL,
  `keterangan` varchar(100) NOT NULL
) ENGINE=InnoDB DEFAULT
CHARSET=utf8;

CREATE TABLE
`PenggunaanRuangan` (
  `idPR` int(10) NOT NULL,
  `keteranganPR` varchar(50) NOT
  NULL,
  `idPerkuliahan` int(10) NOT NULL
  `idRuang` int(10) NOT NULL
) ENGINE=InnoDB DEFAULT
CHARSET=utf8;

CREATE TABLE `MataKuliah` (
  `idMK` int(10) NOT NULL,
  `namaMK` char(50) NOT NULL,
  `sksMK` int(2) NOT NULL
) ENGINE=InnoDB DEFAULT
CHARSET=utf8
```

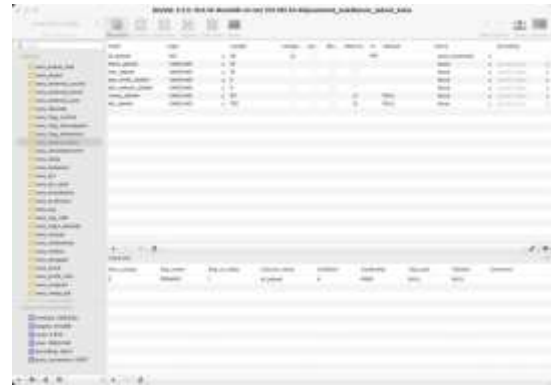
Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan *data definition language* (DDL) untuk implementasi rancangan data pada DBMS MySQL. Total ada sebanyak 6 buah tabel yang diperlukan. Bila dibandingkan dengan jumlah entitas, maka terdapat satu buah tabel tambahan yang dihasilkan. Tambahan tabel tersebut dibutuhkan untuk implementasi dua entitas yang memiliki relasi *many-to-many* (M:N). Dalam hal ini entitas yang memiliki relasi seperti itu adalah Perkuliahan dengan Dosen. Tabel tambahan ini diperlukan untuk memenuhi *many-to-many relationship* pada database relasional (Harrington, 2016). Sementara itu, entitas lainnya diimplementasikan dalam bentuk tabel dan tetap menggunakan nama yang sama seperti yang sebelumnya diuraikan pada Tabel 3.

Tabel 5 *Data Definition Language* untuk Tabel Mahasiswa dan Kelas
Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

```
CREATE TABLE `Perkuliahan` (  
  `idPerkuliahan` int(10) NOT NULL,  
  `namaPerkuliahan` varchar(128) NOT NULL,  
  `idMK` int(10) NOT NULL,  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;  
  
CREATE TABLE `Dosen` (  
  `idDosen` int(10) NOT NULL,  
  `namaDosen` char(50) NOT NULL,  
  `prodiDosen` int(1) NOT NULL,  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;  
  
CREATE TABLE `Dosen_MK` (  
  `idDosenMK` int(10) NOT NULL,  
  `idDosen` int(10) NOT NULL,  
  `idMK` int(10) NOT NULL  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;
```

Seperti yang ada pada Tabel 4 dan 5, semua *primary key* (PK) untuk masing-masing tabel memiliki tipe data integer (INT). Selain itu, setiap *primary key* tersebut bersifat *auto increment*. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk otomatisasi proses ketika baris-baris data

ditambahkan nantinya. Sebagai tambahan, pengaturan seperti ini lebih menjamin konsistensi pengelolaan relasi antar tabel, terutama dalam proses pengubahan data apabila diperlukan.



Gambar 3 Perangkat Lunak Sequel Pro
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Alat bantu berupa perangkat lunak yang digunakan dalam uji implementasi ini adalah Sequel Pro. Penggunaan *software* ini dilakukan untuk visualisasi rancangan database yang diusulkan. Gambar 3 menunjukkan tangkapan layar dari salah satu antarmuka Sequel Pro. Tidak ada alasan khusus lain terkait penggunaan Sequel Pro. Pada dasarnya menggunakan MySQL client apa pun bisa selama dapat mengeksekusi *data definition language* yang ada pada Tabel 4 dan Tabel 5. Uji implementasi ini merupakan langkah terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dirumuskan setelah semua langkah penelitian berhasil dilakukan. Tahap perumusan kesimpulan ini merupakan tahap penutup pada penelitian. Ada 3 (tiga) buah kesimpulan yang dihasilkan. Setiap kesimpulan tersebut merupakan jawaban untuk masing-masing pertanyaan penelitian.

Penelitian ini mengidentifikasi sebanyak 5 (lima) kebutuhan data (*data requirements*). Kebutuhan data tersebut disajikan dalam bentuk skenario penggunaan. Semua daftar kebutuhan yang didapatkan tersebut merupakan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang pertama.

Logical data model dan *rancangan database* untuk sistem informasi penggunaan ruang perkuliahan juga dihasilkan oleh

penelitian ini. Dari kebutuhan data yang ada, dihasilkan sebanyak 5 buah entitas yang memiliki relasi satu sama lain. Kelima entitas tersebut adalah: Ruang, Perkuliahan, PenggunaanRuang, MataKuliah, dan Dosen. Sebuah ERD untuk menunjukkan relasi antar entitas juga dibuat dalam penelitian ini. Setiap entitas tersebut kemudian dispesifikasikan atribut-atribut utama yang diperlukan. Model, rancangan, dan spesifikasi data yang dihasilkan ini merupakan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang kedua.

Pertanyaan penelitian yang ketiga atau yang terakhir terjawab melalui penelitian ini setelah uji implementasi dilakukan. Kode *data definition language* (DDL) ditulis dalam penelitian ini berdasarkan model dan rancangan data yang dihasilkan sebelumnya. DDL ini dibuat untuk mengimplementasikan rancangan data ke dalam bentuk *database* relasional. DBMS yang digunakan untuk membaca DDL tersebut adalah MySQL dan terbukti dapat mengeksekusinya dengan baik. Hasil uji implementasi ini menjadi jawaban atas pertanyaan penelitian yang ketiga. Apabila DDL yang dihasilkan dapat

diimplementasikan pada MySQL, maka ada kemungkinan dapat juga diimplementasikan pada DBMS yang lainnya selama mendukung *database* relasional. Semua tujuan penelitian ini dapat dikatakan tercapai karena setiap pertanyaan penelitiannya telah terjawab.

DAFTAR PUSTAKA

- Connolly, T., & Begg, C. (2019) *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management, 6th edition*. Pearson.
- Coronel, C., & Morris, S. (2022). *Database Systems: Design, Implementation, & Management (MindTap Course List) 14th Edition*. Cengage
- Date, C. (2019). *Database Design and Relational Theory: Normal Forms and All That Jazz 2nd ed. Edition*. Apress
- Ramez, E., & Shamkant, N. (2017). *Fundamentals of Database System*. Pearson.
- Harrington, J. (2016). *Relational Database Design and Implementation: Clearly Explained 4th Edition*. Morgan Kaufmann.