

Periode : Semester Ganjil  
Tahun : 2023  
Skema Penelitian : Penelitian Dasar  
Tema RIP Penelitian : Pengembangan Teknologi Informasi & Komunikasi

**LAPORAN KEMAJUAN  
PROGRAM PENELITIAN**

**ANALISIS PETA JALAN METODE PADA *ARTIFICIAL INTELLIGENCE*  
*ENGINEERING***



**Oleh:**

**Ketua : Sandfreni, S.SI, M.T. (0304029101)**  
**Anggota : M. Bahrul Ulum, S.Kom, M.Kom (0306048801)**  
**Anik Hanifatul Azizah, S.Kom, M.IM (0417089101)**

**Mahasiswa : Erieke Aningtyas (20200801230)**  
**Selma Angelica Uli (20200801325)**  
**Noviyana (20200801048)**  
**Ari Candra Kusuma (20200801224)**  
**Ridho Mifdhahul Khoir (20210801199)**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL**  
**PROGRAM PENELITIAN UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**Lembar Pengesahan Laporan Akhir  
Program Penelitian  
Universitas Esa Unggul**

1. Judul Kegiatan Penelitian : ANALISIS PETA JALAN METODE AI ENGINEERING
2. Nama Mitra Sasaran :
3. Ketua Tim
  - a. Nama Lengkap : SANDFRENI, S.SI, M.T
  - b. NIDN : 0304029101
  - c. Jabatan Fungsional : Lektor (300)
  - d. Fakultas/ Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer/ Fasilkom/Program Studi Sistem Informasi
  - e. Bidang Keahlian : TEKNIK INFORMATIKA
  - f. Nomor Telepon/ HP : +628112778791
  - g. Email : sandfreni@esaunggul.ac.id
4. Jumlah Anggota Dosen : 2 orang
5. Jumlah Anggota Mahasiswa : 5 orang
6. Lokasi Kegiatan Mitra
  - Alamat
  - Kabupaten/ Kota
  - Provinsi
7. Periode/ Waktu Kegiatan : 1 Agustus 2023 s/d 29 Desember 2023
8. Luaran yang Dihasilkan : Jurnal Nasional terakreditasi Sinta 4
9. Usulan/ Realisasi Anggaran
  - a. Dana Internal : 10.000.000
  - b. Sumber Dana Lain (1) :

Jakarta, 29 Juli 2024  
Ketua Peneliti,



(SANDFRENI, S.SI, M.T)  
NIDN/K. 0304029101

Menyetujui,  
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



(Dr. VITRI TUNDJUNGSAARI, ST., M.Sc.,  
M.M)  
NIP/NIK. 222010872

Mengetahui,  
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian  
Masyarakat Universitas Esa Unggul

(LARAS SITOAYU, S.Gz, M.K.M)  
NIK. 215080596

## IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian: Analisis Peta Jalan Metode *Artificial Intelligence Engineering*
2. Tim Peneliti:

| No | Nama dan Gelar Akademik            | Jabatan | Bidang Keahlian          | Instansi Asal          | Alokasi Waktu (Jam/Minggu) |
|----|------------------------------------|---------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1. | Sandfreni, S.SI, M.T               | Ketua   | Rekayasa Kebutuhan       | Universitas Esa Unggul | 3                          |
| 2. | Muhammad Bahrul Ulum, S.Kom, M.Kom | Anggota | Rekayasa Perangkat Lunak | Universitas Esa Unggul | 3                          |
| 3. | Anik Hanifatul Azizah, S.Kom, M.IM | Anggota | Sistem Informasi         | Universitas Esa Unggul | 3                          |
| 4. | Ridho Mifdhahul Khoir              | Anggota | Mahasiswa                | Universitas Esa Unggul | 1                          |
| 5. | Erieke Aningtyas                   | Anggota | Mahasiswa                | Universitas Esa Unggul | 1                          |
| 6. | Selma Angelica Uli                 | Anggota | Mahasiswa                | Universitas Esa Unggul | 1                          |
| 7. | Noviyana                           | Anggota | Mahasiswa                | Universitas Esa Unggul | 1                          |
| 8. | Ari Candra Kusuma                  | Anggota | Mahasiswa                | Universitas Esa Unggul | 1                          |

3. Obyek penelitian
  - Objek penelitian mengidentifikasi tantangan-tantangan *software engineering* pada perangkat lunak berbasis *Artificial Intelligence*.
  - Pengetahuan yang diperoleh dari studi ini akan menjadi landasan penting bagi pengembangan perangkat lunak berbasis AI yang lebih sukses dan efisien di masa depan. Dengan memahami tantangan-tantangan yang ada, para pengembang dan peneliti dapat menghindari kesalahan yang sering terjadi dan mengoptimalkan proses pengembangan perangkat lunak AI untuk mencapai kualitas yang lebih baik dan hasil yang lebih memuaskan.
4. Masa Pelaksanaan Penelitian:  
Mulai : Bulan : Juli Tahun : 2023



Berakhir : Bulan : Desember Tahun : 2023

5. Jumlah Anggaran yang diusulkan:

Tahun 2023 : Rp. 10.000.000,- (Sepuluh Juta Rupiah)

6. Lokasi Penelitian:

Laboratorium Komputer Universitas Esa Unggul

7. Hasil yang Ditargetkan:

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi positif bagi perkembangan AI Engineering dan pengembangan perangkat lunak berbasis AI secara lebih luas. Dengan mengetahui tantangan-tantangan software engineering pada perangkat lunak AI, kita dapat menciptakan solusi yang lebih inovatif dan efektif untuk menghadapi tantangan di masa depan dalam dunia yang semakin bergantung pada teknologi AI.

8. Instansi Lain yang Terlibat: Tidak ada.

9. Luaran yang Ditargetkan

| No. | Luaran                                | Deskripsi                                           |
|-----|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1.  | Publikasi pada Jurnal Nasional        | 1 (Satu) Jurnal Nasional                            |
| 2.  | Dampak ( <i>outcome</i> ) Hasil Riset | Hasil Analisis <i>Roadmap Method AI Engineering</i> |
| 3.  | Dokumentasi hasil Produk              | Ada                                                 |

10. Keterangan Lain yang Dianggap Perlu: Tidak ada.

## DAFTAR ISI

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| IDENTITAS DAN URAIAN UMUM .....                                       | 4         |
| DAFTAR ISI .....                                                      | 6         |
| Daftar Tim Pelaksana Penelitian .....                                 | 8         |
| Universitas Esa Unggul .....                                          | 8         |
| <b>BAB I .....</b>                                                    | <b>10</b> |
| <b>PENDAHULUAN .....</b>                                              | <b>10</b> |
| 1.1 Latar Belakang .....                                              | 10        |
| 1.2 Permasalahan .....                                                | 11        |
| 1.3 Tujuan penelitian .....                                           | 11        |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                                          | 12        |
| 1.5 Hasil yang diharapkan .....                                       | 13        |
| <b>BAB II .....</b>                                                   | <b>14</b> |
| <b>RENSTRA DAN PETA JALAN PENELITIAN PERGURUAN TINGGI .....</b>       | <b>14</b> |
| <b>BAB III .....</b>                                                  | <b>14</b> |
| <b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                         | <b>14</b> |
| 3.1 <i>Artificial Intelligence (AI)</i> .....                         | 14        |
| 3.2 <i>Artificial Intelligence Engineering (AI Engineering)</i> ..... | 14        |
| 3.3 <i>Systematic Literature Review</i> .....                         | 16        |
| 3.3.1 <i>Planning</i> .....                                           | 18        |
| 3.4.1.1 <i>Requirement Identification of SLR</i> .....                | 18        |
| 3.4.1.2 <i>Review Protocol</i> .....                                  | 18        |
| 3.4.2 <i>Implementation</i> .....                                     | 19        |
| 3.4.2.1 <i>Research Identification</i> .....                          | 19        |
| 3.4.2.2 <i>Literature Selection Results</i> .....                     | 19        |
| 3.4.2.3 <i>Literature Quality Test Results</i> .....                  | 19        |
| 3.4.2.4 <i>Data Extraction Results</i> .....                          | 19        |
| 3.4.2.5 <i>Data Synthesis Results</i> .....                           | 19        |
| 3.4.3 <i>Reporting</i> .....                                          | 20        |
| 3.5 Ringkasan Studi Literatur .....                                   | 20        |
| <b>BAB IV .....</b>                                                   | <b>21</b> |
| <b>METODE PENELITIAN .....</b>                                        | <b>21</b> |
| 4.1 <i>Metode Penelitian</i> .....                                    | 21        |
| <b>BAB V .....</b>                                                    | <b>24</b> |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI .....</b>         | <b>24</b> |
| 5.1 <b>Tinjauan Literatur Review .....</b>         | <b>24</b> |
| 5.1.1 <b>Identifikasi Kebutuhan SLR.....</b>       | <b>24</b> |
| 5.1.2 <b>Protokol Peninjauan .....</b>             | <b>25</b> |
| 5.2 <b>Pengumpulan Data .....</b>                  | <b>27</b> |
| 5.2.1 <b>Implementasi.....</b>                     | <b>27</b> |
| 5.2.1.1 <b>Identifikasi Penelitian .....</b>       | <b>27</b> |
| 5.2.1.2 <b>Hasil Pemilihan Literatur.....</b>      | <b>27</b> |
| 5.2.1.3 <b>Hasil Uji Kualitas Literatur.....</b>   | <b>28</b> |
| 5.2.1.4 <b>Hasil Ekstraksi Data.....</b>           | <b>29</b> |
| 5.2.1.5 <b>Hasil Sintesis Data.....</b>            | <b>29</b> |
| 5.2.1.6 <b>Reporting.....</b>                      | <b>30</b> |
| 5.3 <b>Analisis Data .....</b>                     | <b>34</b> |
| 5.4 <b>Klasifikasi Tantangan .....</b>             | <b>40</b> |
| 5.5 <b>Prioritas Tantangan.....</b>                | <b>43</b> |
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>           | <b>45</b> |
| 6.1 <b>KESIMPULAN.....</b>                         | <b>45</b> |
| 6.2 <b>SARAN .....</b>                             | <b>45</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                         | <b>47</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                               | <b>48</b> |
| Lampiran 1: Surat Pernyataan Ketua Pelaksana ..... | 48        |
| Lampiran 2: Biodata Peneliti.....                  | 49        |
| Lampiran 3: Logbook Penelitian.....                | 60        |
| Lampiran 4: Laporan Keuangan .....                 | 62        |
| Lampiran 5: Artikel Jurnal.....                    | 64        |

**Daftar Tim Pelaksana Penelitian**  
**Universitas Esa Unggul**

1. Ketua :

Nama : Sandfreni, S.SI, M.T.  
NIDN : 034029101  
Jabatan Fungsional : Lektor (200)  
Fakultas / Prodi : Ilmu Komputer/Sistem Informasi  
Tugas :  
1. Melakukan Studi Literatur *Review AI Engineering*  
2. Mengidentifikasi Tantangan pada AI Engineering  
3. Menganalisis Data  
4. Membuat laporan akhir

2. Anggota :

Nama : Muhammad Bahrul Ulum, S.Kom, M.Kom  
NIDN : 0306048801  
Jabatan Fungsional : Lektor (200)  
Fakultas / Prodi : Ilmu Komputer/Teknik Informatika  
Tugas :  
1. Studi Literature bidang *Artificial Intelligence*  
2. Menganalisa hasil identifikasi  
3. Melakukan perbandingan metode

3. Anggota :

Nama : Anik Hanifatul Azizah  
NIDN : 0417089101  
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
Fakultas / Prodi : Ilmu Komputer/Sistem Informasi  
Tugas :  
1. Studi Literature bidang *Software Engineering*  
2. Menganalisa hasil perbandingan metode  
3. Mambantu Membuat laporan akhir

4. Anggota :

Nama : Ridho Mifdhahul Khoir  
NIM : 20210801199  
Fakultas / Prodi : Ilmu Komputer/Teknik Informatika  
Tugas :  
1. Membantu melakukan SLR dalam e-library IEEE dengan metode Kitchenham untuk menentukan data diawal

2. Anggota :

Nama : Erieke Aningtyas  
NIM : 20200801230  
Fakultas / Prodi : Ilmu Komputer/Teknik Informatika  
Tugas :



1. Membantu melakukan SLR dalam e-library Springer dengan metode Kitchenham untuk menentukan data diawal

3. Anggota :

Nama : Selma Angelica Uli  
NIM : 20200801325  
Fakultas / Prodi : Ilmu Komputer/Teknik Informatika  
Tugas :

1. Membantu melakukan SLR dalam e-library ACM dengan metode Kitchenham untuk menentukan data diawal

4. Anggota :

Nama : Noviyana  
NIM : 20200801048  
Fakultas / Prodi : Ilmu Komputer/Teknik Informatika  
Tugas :

1. Membantu melakukan SLR dalam e-library Scopus dengan metode Kitchenham untuk menentukan data diawal

5. Anggota :

Nama : Ari Candra Kusuma  
NIM : 20200801224  
Fakultas / Prodi : Ilmu Komputer/Teknik Informatika  
Tugas :

1. Membantu melakukan SLR dalam e-library Proquest dengan metode Kitchenham untuk menentukan data diawal



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) merupakan simulasi dari kecerdasan yang dimiliki oleh manusia yang dimodelkan didalam suatu program agar bisa berpikir seperti halnya manusia. Menurut McLeod dan Schell, kecerdasan buatan merujuk pada proses memberikan kemampuan terhadap program untuk menunjukkan perilaku yang dianggap setara dengan perilaku yang ditampilkan oleh manusia.

AI telah digunakan dalam berbagai bidang, oleh karena itu dengan berkembangnya AI dapat menciptakan suatu system yang lebih efisien dan mampu mengatasi masalah kompleks secara lebih baik jika digabungkan dengan rekayasa perangkat lunak atau yang lebih dikenal saat ini dengan *Artificial Intelligence Engineering* (*AI Engineering*). *AI Engineering* muncul sebagai disiplin ilmu yang penting dalam dunia teknologi dengan potensi untuk menghasilkan solusi inovatif dalam berbagai bidang, mulai dari pengembangan perangkat lunak hingga manajemen proyek (Giray, 2021).

*AI Engineering* dapat ditelusuri kembali ke perkembangan pesat dalam bidang kecerdasan buatan. Kemajuan teknologi dalam pembelajaran mesin (*machine learning*), deep learning, dan pemrosesan bahasa alami (*natural language processing*) telah memberikan pondasi yang kuat bagi penerapan AI dalam pengembangan perangkat lunak dan sistem.

Penerapan AI dalam *AI Engineering* memiliki potensi untuk mengubah paradigma pengembangan perangkat lunak tradisional. Dalam *AI Engineering*, teknik-teknik AI digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pengembangan perangkat lunak. Contohnya, *machine learning* dapat digunakan untuk mengotomatisasi tugas-tugas rutin dalam pengembangan perangkat lunak, sehingga menghemat waktu dan sumber daya manusia (Fischer et al., 2020). *Deep learning* dapat digunakan untuk mengembangkan sistem cerdas yang mampu memproses dan memahami data yang kompleks. Pemrosesan bahasa alami memungkinkan sistem untuk berinteraksi dengan pengguna melalui antarmuka yang lebih intuitif. Selain itu, *AI Engineering* juga dapat membantu dalam pengelolaan proyek perangkat lunak (Batarseh, n.d.). Dengan menggunakan teknik AI, sistem dapat menganalisis data proyek, mengidentifikasi risiko, dan memberikan

estimasi waktu dan biaya yang lebih akurat. Hal ini dapat membantu tim pengembang mengambil keputusan yang lebih baik dan meningkatkan efisiensi proyek secara keseluruhan.

Pengembangan perangkat lunak berbasis Artificial Intelligence (AI) telah menjadi bidang yang semakin menarik perhatian dalam dunia teknologi. AI menawarkan potensi untuk menciptakan solusi inovatif dan transformasional dalam berbagai industri, seperti kesehatan, otomotif, keuangan, dan lainnya. Namun, pengembangan perangkat lunak AI juga membawa tantangan-tantangan unik yang perlu diidentifikasi dan diatasi untuk mencapai keberhasilan dalam implementasinya.

Oleh karena itu akan dilakukan analisis peta jalan terhadap AI Engineering dengan menggunakan metode *systematic literature review (SLR)* untuk melakukan identifikasi tantangan-tantangan *software engineering* pada perangkat lunak berbasis *Artificial Intelligence*.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah dijelaskan pada Subbab kecerdasan buatan atau AI telah mengalami perkembangan pesat dan telah digunakan dalam berbagai bidang. Dengan integrasi AI dalam pengembangan perangkat lunak, terbuka peluang untuk menciptakan sistem yang lebih efisien dan mampu mengatasi masalah kompleks. Namun, penerapan AI dalam AI Engineering juga membawa tantangan-tantangan yang perlu diidentifikasi dan dipahami untuk mencapai hasil yang optimal.

Rumusan masalah yang dituliskan dalam pertanyaan penelitian untuk kemudian dijawab melalui penelitian ini yaitu, mengidentifikasi tantangan-tantangan *software engineering* pada perangkat lunak berbasis *Artificial Intelligence*.

## 1.3 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tantangan-tantangan *software engineering* pada perangkat lunak berbasis *Artificial Intelligence*. Melalui *systematic literature review (SLR)*, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pandangan yang

holistik mengenai tantangan-tantangan khusus yang terkait dengan pengembangan perangkat lunak berbasis AI.

Tantangan-tantangan ini mencakup aspek-aspek seperti definisi dan persyaratan kontekstual, atribut dan persyaratan data, metrik kinerja model pembelajaran mesin, faktor manusia, perbedaan dalam membangun aplikasi dan platform untuk model pembelajaran mesin, serta kendala-kendala dalam pengelolaan proyek perangkat lunak AI. Dengan memahami tantangan-tantangan ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga dalam menghadapi dan mengatasi permasalahan yang kompleks dalam pengembangan perangkat lunak berbasis AI dan meningkatkan efisiensi serta kualitas sistem AI secara keseluruhan.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari studi mandiri ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang tantangan-tantangan yang dihadapi dalam pengembangan perangkat lunak berbasis Artificial Intelligence. Dengan mengidentifikasi dan menganalisis tantangan-tantangan tersebut, penelitian ini akan memberikan wawasan berharga bagi para praktisi dan peneliti di bidang AI Engineering, software engineering, dan AI secara keseluruhan.

Pengetahuan yang diperoleh dari studi ini akan menjadi landasan penting bagi pengembangan perangkat lunak berbasis AI yang lebih sukses dan efisien di masa depan. Dengan memahami tantangan-tantangan yang ada, para pengembang dan peneliti dapat menghindari kesalahan yang sering terjadi dan mengoptimalkan proses pengembangan perangkat lunak AI untuk mencapai kualitas yang lebih baik dan hasil yang lebih memuaskan.

Secara keseluruhan, manfaat dari studi ini adalah memberikan kontribusi positif bagi perkembangan AI Engineering dan pengembangan perangkat lunak berbasis AI secara lebih luas. Dengan mengetahui tantangan-tantangan software engineering pada perangkat lunak AI, kita dapat menciptakan solusi yang lebih inovatif dan efektif untuk menghadapi tantangan di masa depan dalam dunia yang semakin bergantung pada teknologi AI.

## 1.5 Hasil yang diharapkan

Tabel 1. Tabel Luaran yang Ditargetkan

| o. | Luaran                                | Deskripsi                                           |
|----|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| .  | Publikasi pada Jurnal Nasional        | 1 (Satu) Jurnal Nasional                            |
| .  | Dampak ( <i>outcome</i> ) Hasil Riset | Hasil Analisis <i>Roadmap Method AI Engineering</i> |
| .  | Dokumentasi hasil Produk              | Ada                                                 |



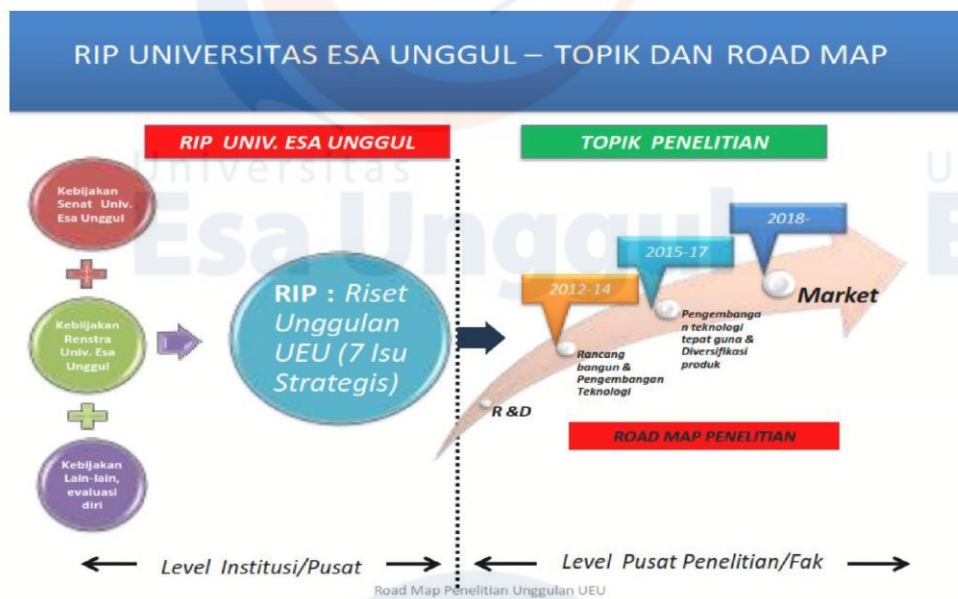
## BAB II

### RENSTRA DAN PETA JALAN PENELITIAN PERGURUAN TINGGI

Payung Penelitian Unggulan Universitas Esa Unggul sampai dengan tahun 2021 adalah Mewujudkan Hasil Penelitian Berkualitas dan Sustainable. Untuk mewujudkan payung penelitian tersebut, seluruh program-program penelitian diarahkan dalam mengatasi Tujuh Tema Sentral yang menjadi unggulan Universitas Esa Unggul, yaitu pada Masalah:

1. Pengentasan Kemiskinan (Poverty Alleviation) dan Ketahanan & Keamanan Pangan (Food Safety & Security)
2. Pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan (New And Renewable Energy)
3. Kualitas Kesehatan, Penyakit Tropis, Gizi & Obat-Obatan (Health, Tropical Diseases, Nutrition & Medicine)
4. Penerapan Pengelolaan Bencana (Disaster Management) dan Integrasi Nasional & Harmoni Sosial (Nation Integration & Social Harmony)
5. Implementasi Otonomi Daerah & Desentralisasi (Regional Autonomy & Decentralization)
6. Pengembangan Seni & Budaya/Industri Kreatif (Arts & Culture/ Creative Industry) dan Teknologi Informasi & Komunikasi (Information & Communication Technology)
7. Pembangunan Manusia & Daya Saing Bangsa (Human Development & Competitiveness)

Adapun topik-topik penelitian yang diangkat menyesuaikan pada Penerapan atau Kajian Aspek Sumber Daya yang berhubungan dengan Pendidikan, Sosial dan Budaya, Lembaga, Teknologi Informasi untuk mendukung kebijakan makro pemerintah dalam pengentasan. Dengan topik-topik diatas maka ditetapkan menjadi roadmap penelitian Universitas Esa Unggul (Gambar 1).



Gambar 2.1 Basic Roadmap Penelitian Universitas Esa Unggul

Kebijakan program prioritas penelitian untuk dijadikan pedoman dan arah pengembangan penelitian di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Esa Unggul (Fasilkom-UEU) adalah:

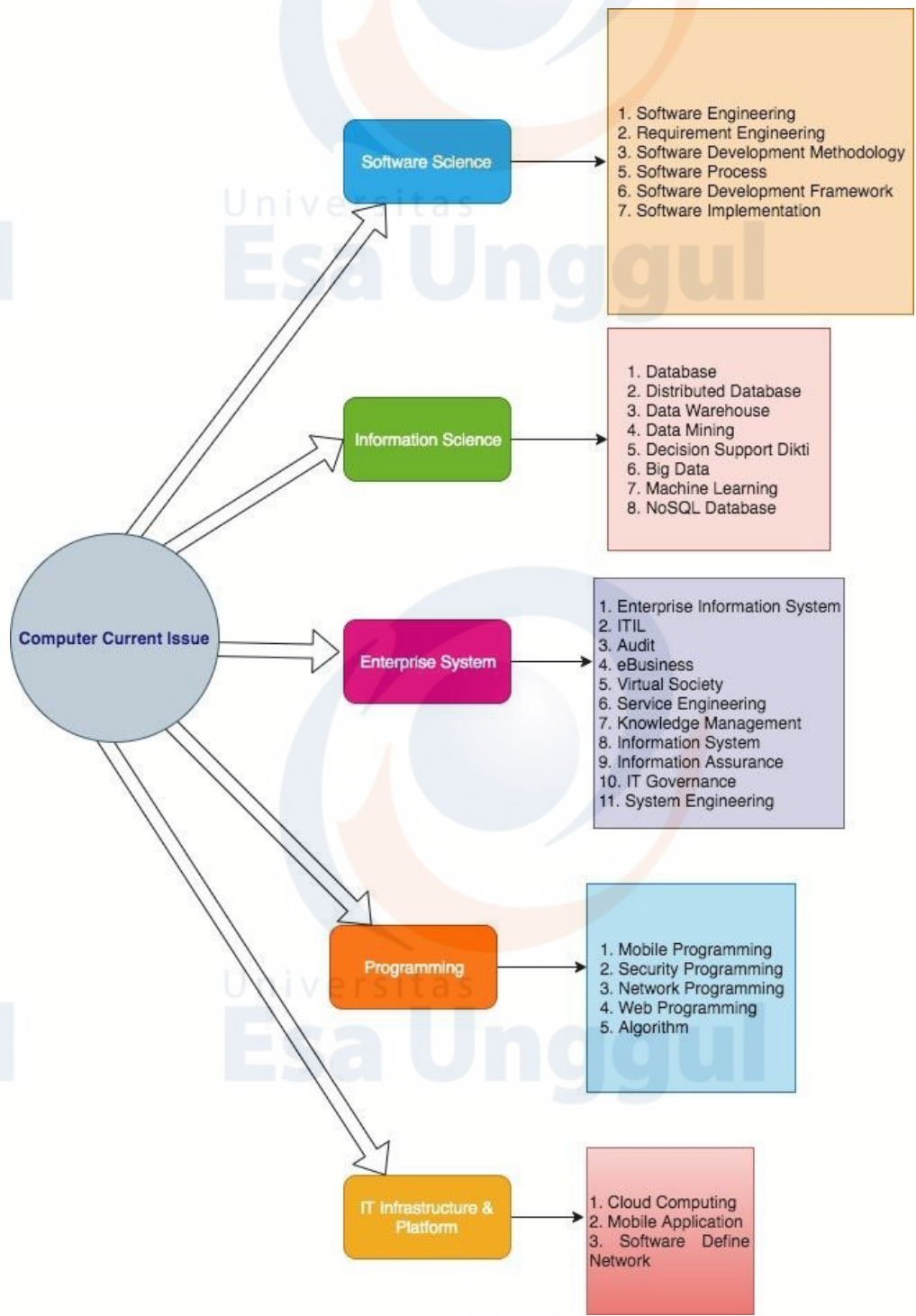
1. Mengintegrasikan Lab-lab yang ada berbasis pada kompetensi keilmuan, dan terwujudnya jalinan pengembangan iptek dengan sasaran menjadi pusat penelitian unggulan di tingkat fakultas.
2. Meningkatkan peran Laboratorium dalam kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.
3. Menentukan Road map unggulan Fasilkom-UEU.
4. Memfasilitasi Doktor untuk memotori penelitian yang mengarah pada penelitian kompetitif tingkat nasional dan internasional
5. Mendorong Dosen Fasilkom untuk melakukan kerjasama penelitian dengan pihak stakeholder.
6. Program pembinaan penelitian dosen muda oleh Doktor.
7. Mengidentifikasi potensi sumberdaya dan permasalahan lokal yang bisa diangkat menjadi penelitian untuk kepentingan masyarakat.
8. Membangun inkubator penelitian ditingkat program studi bersinergi dengan Fakultas

dan Universitas.

#### 9. Membangun sistem data base produk penelitian dan sumber daya.

Strategi pengembangan Rencana Induk Penelitian (RIP) Fasilkom-UEU sesuai dengan tujuan pengembangan penelitian Fasilkom-UEU yang dapat menghasilkan penelitian serta penerapan dan inovasi teknologi informasi tepat guna dalam rangka terciptanya kemampuan individu, organisasi, dan masyarakat berbasis pengetahuan dan teknologi. Teknologi merupakan suatu industri yang berkembang pesat di dunia dan sangat membutuhkan inovasi-inovasi terbaru didalamnya. Fasilkom-UEU memiliki potensi menjawab tantangan tersebut. Untuk menjawab tantangan tersebut, maka penyusunan Rencana Induk Penelitian (RIP) merupakan hal yang penting untuk dilakukan. RIP yang dirancang tersusun dari Roadmap-Roadmap yang mempertimbangkan faktor lingkungan eksternal (peluang dan tantangan) dan lingkungan internal (kekuatan dan kelemahan) Fasilkom-UEU. Selain itu, juga didasarkan pada ketersediaan sumberdaya, serta dinamika akademis yang berkembang baik di tingkat nasional maupun internasional. Adapun Garis besar RIP bidang penelitian dan PkM dari Fasilkom-UEU dirancang berdasarkan pada beberapa strategi yang tercakup didalamnya. Roadmap penelitian Fasilkom-UEU dapat dilihat pada Gambar 2.





Gambar 2.2 Roadmap Penelitian Fasilkom-UEU



## **BAB III**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **3.1 Artificial Intelligence (AI)**

Walaupun dapat diperdebatkan, ide kecerdasan buatan mulai diperbincangkan dikalangan peneliti setelah adanya pemikiran Alan Turing mengenai kecerdasan pada mesin komputasi, yang dipublikasikan pada di tahun 1950 (Winston, 2017). Turing memunculkan suatu pertanyaan, ‘Dapatkah mesin berpikir?’, dari pertanyaan tersebut diturunkan suatu test yang sangat terkenal, yang dimanakan “Turing Test”. Pada test ini manusia yang bertindak sebagai pengintrogasi mencoba untuk membedakan mesin dan manusia sesungguhnya berdasarkan jawaban dalam bentuk text yang diberikan oleh kedua objek tersebut. Menurut Russel dan Norvig pada bukunya (Russell & Norvig, 2021), terdapat peneliti mengaitkan kecerdasan terhadap kinerja manusia, dan sebagian lagi mengaitkannya dengan rasionalitas, yaitu melakukan “*the right thing*”. Berdasarkan apa yang menjadi topik pembahasan juga dapat dibedakan menjadi dua, yaitu terkait proses berpikir atau reasoning dan peneliti yang lain berfokus pada perilaku yang cerdas. Berdasarkan variabilitas tersebut, definisi kecerdasan buatan dapat dibedakan menjadi 4:

1. Sistem yang berpikir seperti manusia
2. Sistem yang bertindak seperti manusia
3. Sistem yang berpikir secara rasional
4. Sistem yang bertindak secara rasionak

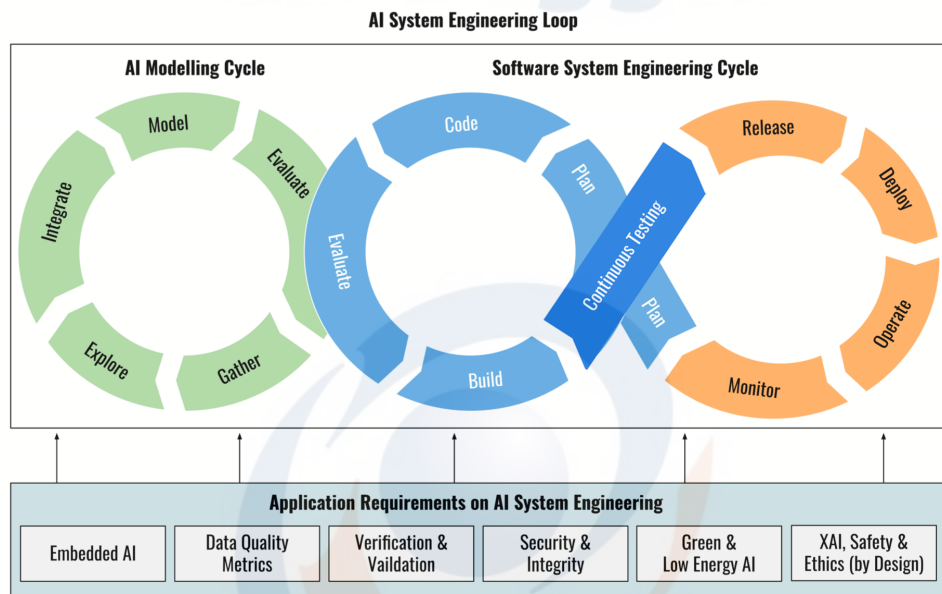
*Masing-masing definisi tersebut memiliki metode dan pendekatan yang berbeda.*

Secara umum menciptakan kecerdasan buatan dapat dibagi menjadi beberapa sub problem[2], diantaranya, *reasoning, knowledge representation, learning, natural language processing, dan perception*. Melalui penelitian pada bidang-bidang tersebut saat ini industry telah memperkenalkan aplikasi-aplikasi kecerdasan buatan yang telah umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya seperti *speech recognition, virtual agent customer service, computer vision, recommendation engine, dan automated stock trading*.

#### **3.2 Artificial Intelligence Engineering (AI Engineering)**

*AI Engineering* adalah bidang yang menggabungkan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dengan rekayasa perangkat lunak dan pengembangan sistem.

Pada AI Engineering selain terdapat software system engineering cycle, seperti pada tradisioanl perangkat lunak, terdapat tambahan AI modelling cycle, yang bertujuan untuk secara terus menerus melakukan evaluasi model yang digunakan, agar didapatkan behaviour system AI yang diharapkan (Gambar 2-1). Sebagai tamabahan AI system juga memiliki kebutuhan tambahan seperti *data quality metrics*, *explainable AI (XAI)* dan *ethics*.



Gambar 3.1 *AI Engineering System Loop* (Fischer et al., 2020)

Dalam *AI Engineering*, teknik-teknik AI digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan berbagai aspek dalam rekayasa perangkat lunak, termasuk analisis data, pengujian perangkat lunak, pengelolaan proyek, pengoptimalan sistem, dan interaksi antarmuka pengguna. Misalnya, *machine learning* digunakan untuk membuat model prediktif yang dapat memperoleh wawasan dari data dan membantu dalam pengambilan keputusan (Kotti et al., 2023). *Deep learning* digunakan untuk memproses data yang kompleks, seperti gambar atau suara, dan mempelajari pola yang mendalam (Wen et al., 2012). Pemrosesan bahasa alami digunakan untuk memungkinkan sistem untuk berinteraksi dengan pengguna melalui bahasa manusia.

Dalam konteks *AI Engineering*, beberapa topik penelitian yang relevan meliputi aplikasi AI dalam pengembangan perangkat lunak, pengenalan pola, pengujian perangkat lunak berbasis AI, otomasi proses pengembangan perangkat lunak, pengelolaan proyek berbasis AI, dan pengoptimalan sistem menggunakan teknik AI. Selain itu, etika dan

keamanan dalam pengembangan AI juga menjadi aspek penting yang diteliti dalam *AI Engineering*.

*AI Engineering* merupakan bidang yang penting karena menggabungkan kecerdasan buatan (AI) dengan rekayasa perangkat lunak dan pengembangan system (Horneman et al., 2019). Ada beberapa alasan mengapa *AI Engineering* menjadi semakin signifikan:

1. Meningkatnya Permintaan Solusi AI: Dengan perkembangan teknologi, organisasi dan perusahaan semakin menyadari potensi dan manfaat yang ditawarkan oleh AI. Permintaan untuk solusi AI yang inovatif dan efisien meningkat, baik dalam pengembangan perangkat lunak maupun dalam pengelolaan proyek.
2. Potensi Perbaikan Kualitas dan Efisiensi: Penggunaan AI dalam rekayasa perangkat lunak dapat membantu meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pengembangan. Misalnya, teknik machine learning dapat digunakan untuk menganalisis data dan mengidentifikasi pola yang kompleks, memungkinkan pengembang perangkat lunak untuk membuat keputusan yang lebih baik dan menghasilkan solusi yang lebih baik.
3. Otomatisasi Tugas Rutin: AI Engineering memungkinkan otomatisasi tugas-tugas rutin dalam pengembangan perangkat lunak, seperti pengujian, debugging, dan pemeliharaan sistem. Hal ini dapat menghemat waktu dan upaya manusia, memungkinkan mereka untuk fokus pada tugas-tugas yang lebih kompleks dan kreatif.
4. Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik: AI dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang data dan informasi yang tersedia, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik dan lebih akurat dalam pengembangan perangkat lunak. Dengan analisis yang lebih cermat dan prediksi yang lebih akurat, pengembang dapat menghindari risiko dan mengoptimalkan kinerja sistem.
5. Inovasi dan Kemajuan Teknologi: AI Engineering terus mendorong inovasi dan kemajuan teknologi di bidang rekayasa perangkat lunak. Penggunaan teknik AI yang baru dan berkembang dapat menghasilkan solusi yang lebih cerdas dan efektif dalam mengatasi tantangan dalam pengembangan perangkat lunak.

### **3.3 Systematic Literature Review**

*Systematic Literature Review* (SLR) adalah metode penelitian yang sistematis dan terstruktur untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan menyintesis literatur yang relevan dalam bidang penelitian tertentu. Tujuan utama dari SLR adalah menyajikan tinjauan yang obyektif, komprehensif, dan terkini mengenai topik penelitian yang ditentukan.

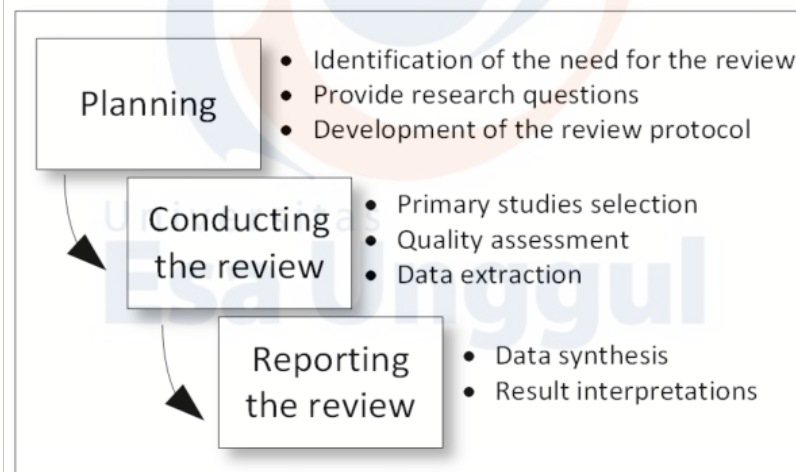


Proses SLR melibatkan langkah-langkah yang terdefinisi dengan jelas, termasuk merumuskan pertanyaan penelitian yang spesifik, mengidentifikasi kriteria inklusi dan eksklusi untuk pemilihan literatur, melakukan pencarian literatur yang komprehensif dan terstruktur, mengklasifikasikan dan mengevaluasi literatur yang ditemukan, serta menyusun sintesis hasil dari literatur yang relevan. SLR memberikan beberapa keuntungan, antara lain (Kitchenham, 2007):

- a. **Objektivitas:** Dalam SLR, proses seleksi literatur dilakukan secara sistematis dengan menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan sebelumnya. Hal ini membantu mengurangi bias seleksi dan memastikan obyektivitas dalam pemilihan literatur.
- b. **Komprehensif:** Dengan melakukan pencarian literatur yang komprehensif dan melibatkan berbagai sumber yang relevan, SLR dapat memberikan tinjauan yang menyeluruh tentang topik penelitian yang ditentukan.
- c. **Pengambilan Keputusan yang Terinformasi:** Melalui evaluasi dan sintesis literatur yang relevan, SLR memberikan pemahaman yang lebih baik tentang tren, temuan, dan bukti yang ada dalam bidang penelitian tertentu. Hal ini membantu dalam pengambilan keputusan yang terinformasi dan identifikasi arah penelitian selanjutnya.
- d. **Identifikasi Kesenjangan Penelitian:** Dengan menganalisis literatur yang ada, SLR dapat mengidentifikasi kesenjangan dalam pengetahuan dan menyoroti area di mana penelitian lebih lanjut diperlukan.

Pedoman dan Lembar Kerja Individual Tinjauan Literatur Sistematis (Systematic Literature Review/SLR) versi 1.0 merupakan kumpulan tahapan dalam melakukan SLR yang diadopsi dari metode Kitchenham versi 1.0 dan 2.3 (Kitchenham, 2007). Ada tiga tahapan yang dilakukan dalam SLR secara individual yaitu perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan (Gambar 1).





Gambar 3.2 SLR Methodology (Kitchenham, 2007)

### 3.3.1 *Planning*

#### 3.4.1.1 *Requirement Identification of SLR*

Tahapan ini melibatkan mengidentifikasi persyaratan atau kebutuhan khusus untuk SLR yang akan dilakukan. Hal ini melibatkan pemahaman yang mendalam tentang tujuan dan lingkup tinjauan literatur yang akan dilakukan. Beberapa pertanyaan penting yang harus dijawab dalam tahap ini adalah:

- Apa tujuan utama dari tinjauan literatur ini?
- Apa ruang lingkup penelitian yang ingin diakui dalam tinjauan literatur?
- Apa masalah atau pertanyaan penelitian yang ingin dijawab dengan melakukan SLR?
- 

#### 3.4.1.2 *Review Protocol*

Tahapan ini melibatkan pengembangan protokol tinjauan literatur yang rinci. Protokol tinjauan adalah dokumen yang merinci langkah-langkah dan metode yang akan digunakan dalam melakukan SLR. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan protokol tinjauan adalah:

- Kriteria inklusi dan eksklusi untuk pemilihan literatur.
- Metode pencarian literatur yang akan digunakan.
- Skema pemilihan literatur dan alur kerja yang akan diikuti.
- Metode evaluasi dan analisis literatur yang akan dilakukan.
- Format dan struktur pelaporan hasil tinjauan literatur.

Dengan mengidentifikasi persyaratan SLR dan mengembangkan protokol tinjauan yang baik, tahap perencanaan memastikan bahwa tinjauan literatur dilakukan secara sistematis, terstruktur, dan dapat diulang. Hal ini penting untuk memastikan kualitas dan keandalan SLR yang dilakukan.

### **3.4.2 Implementation**

#### **3.4.2.1 Research Identification**

Tahapan ini melibatkan penerapan protokol tinjauan literatur yang telah dikembangkan untuk mengidentifikasi penelitian yang relevan dalam basis data dan sumber informasi yang ditentukan. Pada tahap ini, peneliti melakukan pencarian literatur menggunakan kata kunci dan string pencarian yang telah ditentukan.

#### **3.4.2.2 Literature Selection Results**

Setelah melakukan implementasi penelitian, literatur yang ditemukan kemudian disaring berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Hasil seleksi ini mencakup daftar literatur yang memenuhi kriteria inklusi dan akan digunakan untuk tahap berikutnya.

#### **3.4.2.3 Literature Quality Test Results**

Tahap ini melibatkan penilaian kualitas literatur yang dipilih. Peneliti melakukan evaluasi terhadap kualitas metodologi penelitian dalam literatur yang relevan. Hal ini dapat melibatkan penggunaan alat penilaian kualitas literatur yang telah ditentukan sebelumnya atau mempertimbangkan faktor-faktor kualitas tertentu dalam penelitian.

#### **3.4.2.4 Data Extraction Results**

Tahap ini melibatkan ekstraksi data relevan dari literatur yang telah dipilih. Data yang diekstraksi dapat mencakup informasi tentang penelitian, metode, temuan, dan variabel lain yang relevan untuk pertanyaan penelitian yang sedang diteliti.

#### **3.4.2.5 Data Synthesis Results**

Tahap ini melibatkan analisis dan sintesis data yang diekstraksi dari literatur. Data yang relevan dianalisis untuk mengidentifikasi pola, tren, dan temuan penting. Hasil analisis dan sintesis ini digunakan untuk menghasilkan jawaban atas pertanyaan penelitian yang sedang diteliti.

Dengan melalui tahapan implementasi ini, peneliti dapat mengumpulkan literatur yang relevan, mengevaluasi kualitas literatur, mengeluarkan data yang relevan, dan menyintesis data untuk menghasilkan wawasan yang signifikan terkait pertanyaan penelitian yang diteliti.

### 3.4.3 Reporting

Tahapan pelaporan (Reporting) dalam metode SLR Kitchenham adalah tahapan akhir dalam proses SLR. Setelah melalui tahapan perencanaan, implementasi, dan analisis data, tahapan pelaporan bertujuan untuk menyajikan temuan dan hasil tinjauan literatur secara jelas dan sistematis.

## 3.5 Ringkasan Studi Literatur

Penulis melakukan studi literatur dengan tujuan untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang pengembangan perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence, AI*). Dalam studi ini, menerapkan metode *Systematic Literature Review* (SLR) yang dikembangkan oleh Kitchenham. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis literatur yang relevan dengan pengembangan perangkat lunak AI. Melalui penerapan metode SLR, penulis berharap mendapatkan wawasan yang mendalam tentang *AI Engineering*. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi tantangan-tantangan yang dihadapi dalam pengembangan perangkat lunak AI dari perspektif rekayasa perangkat lunak.

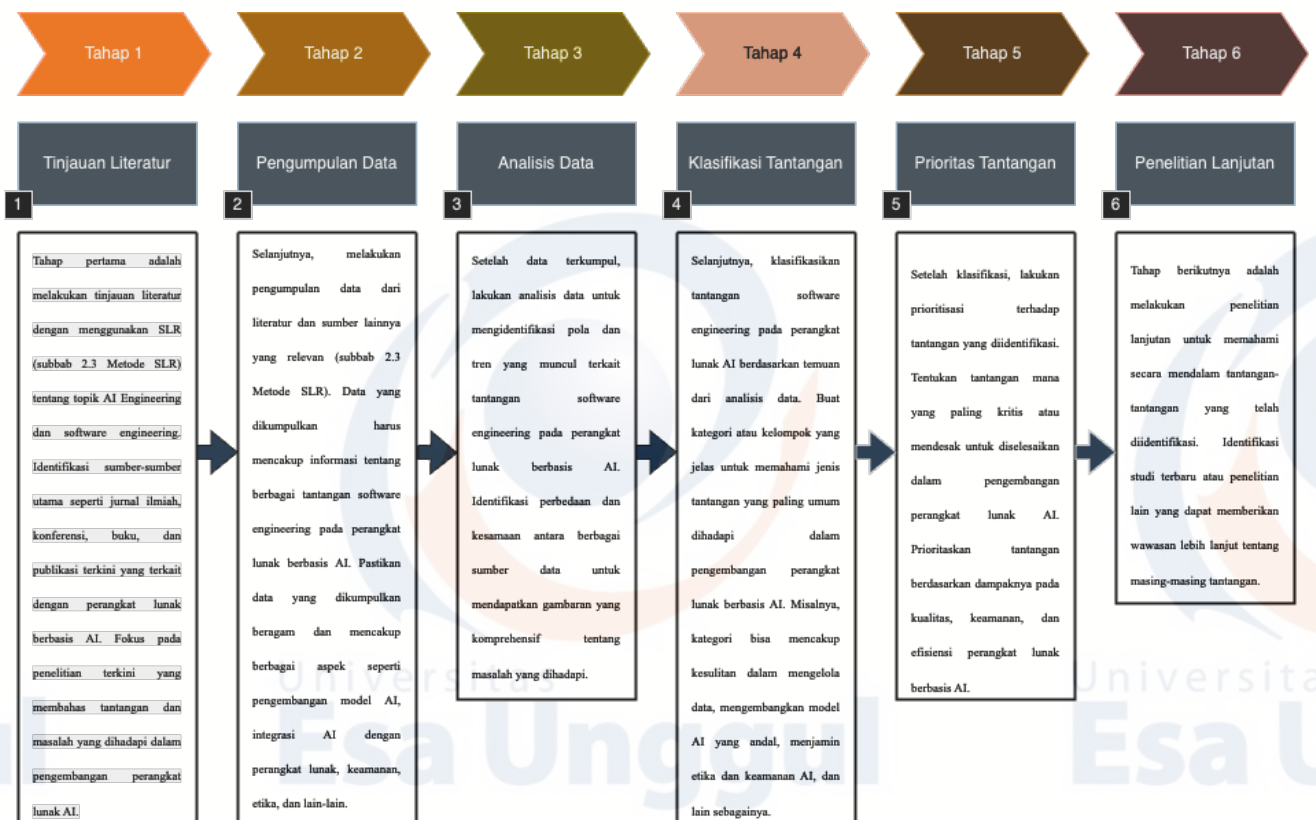
Penelitian ini memiliki kontribusi penting dalam mengidentifikasi dan memahami tantangan yang spesifik dalam pengembangan perangkat lunak berbasis AI. Dengan memahami tantangan-tantangan tersebut, penelitian ini berupaya memberikan landasan yang kuat untuk mengatasi hambatan dalam mengembangkan perangkat lunak AI yang dapat diandalkan, aman, dan efektif. Dengan demikian, melalui studi literatur ini, penelitian berusaha untuk memperluas pemahaman tentang *AI Engineering* dan memberikan kontribusi praktis dalam menghadapi tantangan *software engineering* yang terkait dengan pengembangan perangkat lunak berbasis AI.



## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1 Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam studi mandiri ini adalah analisis peta jalan *AI Engineering* yang akan digunakan dalam mengidentifikasi tantangan-tantangan software engineering pada perangkat lunak berbasis *Artificial Intelligence*.



Gambar 4.1 Peta Jalan Metodologi AI Engineering

Langkah pertama adalah melakukan studi pustaka terhadap berbagai sumber yang relevan untuk mendapatkan wawasan tentang tantangan yang telah diidentifikasi sebelumnya yang mana menggunakan *Systematic Literature Review/SLR*. Metode *Systematic Literature Review (SLR)* yang dikembangkan oleh Barbara Kitchenham adalah salah satu pendekatan yang paling terkenal dan umum digunakan dalam melakukan tinjauan pustaka sistematis (Kitchenham, 2007). Berikut adalah langkah-langkah utama dalam metode SLR Kitchenham:

- a. Merumuskan Pertanyaan Penelitian: Langkah pertama adalah merumuskan pertanyaan penelitian yang spesifik dan jelas. Pertanyaan penelitian harus memandu pencarian literatur dan membatasi ruang lingkup penelitian.
- b. Menentukan Kriteria Inklusi dan Eksklusi: Kriteria inklusi dan eksklusi harus ditetapkan untuk memilih literatur yang sesuai dengan topik penelitian. Kriteria ini dapat mencakup jenis publikasi, tahun publikasi, metode penelitian yang digunakan, dan lain-lain.
- c. Melakukan Pencarian Literatur: Pencarian literatur dilakukan secara komprehensif dan sistematis dengan menggunakan basis data ilmiah yang relevan. Pencarian dapat dilakukan menggunakan kata kunci dan string pencarian yang relevan dengan pertanyaan penelitian.
- d. Seleksi dan Penyaringan: Setelah pencarian dilakukan, literatur yang ditemukan kemudian disaring berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Pemilihan literatur dilakukan secara independen oleh dua atau lebih peneliti untuk meminimalkan bias.
- e. Evaluasi Kualitas dan Ekstraksi Data: Literatur yang lolos seleksi kemudian dievaluasi secara kualitas untuk menilai kevalidan dan keandalan penelitian. Data yang relevan, termasuk temuan, metode, dan hasil, diekstraksi dari setiap artikel yang disertakan dalam tinjauan.
- f. Analisis dan Sintesis: Data yang diekstraksi dari literatur kemudian dianalisis dan disintesis untuk menarik kesimpulan yang relevan terkait dengan pertanyaan penelitian. Ini melibatkan pengelompokan temuan yang serupa dan mengidentifikasi pola dan tren yang muncul dari literatur yang dianalisis.
- g. Penyajian dan Interpretasi Hasil: Hasil SLR disajikan dalam laporan penelitian yang sistematis dan terstruktur. Temuan dan kesimpulan dari tinjauan pustaka diinterpretasikan dan dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dan pengembangan penelitian lanjutan.

SLR sering digunakan dalam penelitian ilmiah dan dapat digunakan dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk *AI Engineering*, untuk mengumpulkan dan menganalisis literatur yang relevan. Selanjutnya, akan dilakukan analisis data dari sumber-sumber yang berbeda untuk mengidentifikasi pola dan tren terkait masalah yang dihadapi.

Setelah itu, tantangan-tantangan akan diklasifikasikan ke dalam kategori yang sesuai, seperti kesulitan dalam mengelola data, mengembangkan model AI yang andal, dan menjamin etika serta keamanan AI. Selanjutnya, akan dilakukan prioritas terhadap

tantangan-tantangan tersebut berdasarkan dampaknya pada kualitas, keamanan, dan efisiensi perangkat lunak berbasis AI. Peta Jalan ini akan membantu dalam menyusun strategi penanganan yang efektif untuk mencapai pengembangan perangkat lunak AI yang sukses dan inovatif.



## BAB V

### HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

#### 5.1 Tinjauan Literatur Review

##### 5.1.1 Identifikasi Kebutuhan SLR

Mengapa membutuhkan tinjauan literatur mengenai *Artificial Intelligence Engineering*?

1. Mendapatkan Pemahaman yang Mendalam: Tinjauan literatur memungkinkan kita untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang konsep, metode, dan teknik yang digunakan dalam *AI Engineering*. Dengan mempelajari literatur yang relevan, kita dapat memahami dasar teoritis dan praktik terkini yang terkait dengan penggunaan kecerdasan buatan dalam rekayasa perangkat lunak dan pengembangan sistem.
2. Identifikasi Tren dan Inovasi Terkini: Tinjauan literatur membantu dalam mengidentifikasi tren terkini dan inovasi dalam *AI Engineering*. Kita dapat melihat perkembangan terbaru dalam penggunaan teknik kecerdasan buatan, seperti machine learning, deep learning, dan pemrosesan bahasa alami dalam konteks rekayasa perangkat lunak. Ini memungkinkan kita untuk tetap mendapatkan pembaruan dan menyesuaikan pendekatan kita dengan kemajuan terkini.
3. Mengidentifikasi Kesenjangan Penelitian: Tinjauan literatur membantu dalam mengidentifikasi kesenjangan dalam penelitian yang ada dalam *AI Engineering*. Kita dapat melihat apa yang telah diteliti sebelumnya dan menemukan area di mana penelitian lebih lanjut diperlukan. Hal ini penting untuk mengarahkan fokus penelitian ke arah yang lebih relevan dan inovatif.
4. Menginformasikan Pengambilan Keputusan: Tinjauan literatur memberikan landasan pengetahuan yang kuat untuk pengambilan keputusan yang terinformasi dalam *AI Engineering*. Kita dapat melihat bukti empiris yang ada, evaluasi hasil penelitian sebelumnya, dan mengevaluasi kekuatan dan kelemahan dari berbagai pendekatan yang telah diusulkan. Hal ini membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dalam implementasi AI dalam rekayasa perangkat lunak dan pengembangan sistem.

5. Memastikan Keberlanjutan dan Keandalan Penelitian: Dengan melakukan tinjauan literatur yang sistematis, kita dapat memastikan keberlanjutan dan keandalan penelitian dalam *AI Engineering*. Dengan memeriksa literatur yang ada, kita dapat mengonfirmasi dan menguji ulang temuan sebelumnya, serta memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang topik penelitian yang sedang diteliti.

Melalui tinjauan literatur yang komprehensif, kita dapat membangun pemahaman yang kuat tentang *AI Engineering*, mengidentifikasi kesenjangan penelitian, menginformasikan pengambilan keputusan, dan memastikan keberlanjutan penelitian dalam bidang ini.

### 5.1.2 Protokol Peninjauan

#### 1. PICOC

Tabel 4.1 PICOC

|                       |                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>(Population)</i>   | Praktisi, Peneliti, Organisasi yang terlibat dalam pengembangan perangkat lunak dan system dengan AI                                                                          |
| <i>(Intervention)</i> | Penerapan teknik, metode, algoritma                                                                                                                                           |
| <i>(Comparison)</i>   | Penggunaan teknik kecerdasan buatan dengan pendekatan konvensional dalam pengembangan perangkat lunak.                                                                        |
| <i>(Outcome)</i>      | Peningkatan efisiensi pengembangan perangkat lunak, kualitas perangkat lunak yang dihasilkan, keberlanjutan sistem AI, atau adopsi teknologi AI oleh praktisi dan organisasi. |
| <i>(Context)</i>      | Industri, domain aplikasi, organisasi                                                                                                                                         |

#### 2. Research Question SLR

Hal apa saja yang ditemui dalam mengidentifikasi tantangan-tantangan *software engineering* pada perangkat lunak berbasis *Artificial Intelligence*.

#### 3. Year, Type and Sources

Literary Years: From 2018 To 2023.

Tabel 4.2 Type

| Type                        | Checklist ( √ or - ) |
|-----------------------------|----------------------|
| Journal                     | √                    |
| Conference paper/ Prosiding | √                    |
| Books                       | -                    |
| Book Section/Chapter        | -                    |
| Trade Publication           | -                    |

Tabel 4.3 Sources

| Sources             | Checklist (√ or -) |
|---------------------|--------------------|
| Scopus              | √                  |
| ScienceDirect       | √                  |
| ACM Digital Library | √                  |
| Emerald Insight     | -                  |
| ProQuest            | -                  |
| EBSCOhost           | -                  |
| IEEE Xplore         | √                  |
| Google Scholar      | -                  |
| Springerlink        | -                  |

#### 4. Inclusion and Exclusion Criteria

Tabel 4.4 Inclusion and Exclusion Criteria

| Stages                                 | Inclusion Criteria                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Exclusion Criteria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Initiation                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sesuai dengan <i>keywords</i></li> <li>- English</li> <li>- Tahun publikasi 2018-2023</li> </ul>                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selain Bahasa Inggris</li> <li>- Tahun publikasi diluar 2018-2023</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 |
| Stage 1 (Title and Abstract selection) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terdapat pembahasan yang beririsan antara pengembangan perangkat lunak dan <i>artificial intelligence</i>.</li> </ul>                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Artificial Intelligence</i> yang tidak berkaitan dengan pengembangan perangkat lunak</li> </ul>                                                                                                                                                                                           |
| Stage 2 (Full-Text Selection)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembahasan pengembangan perangkat lunak pada perangkat lunak berbasis <i>Artificial Intelligence</i></li> <li>- Pembahasan tantangan-tantangan dan usulan pada proses pengembangan perangkat lunak tersebut.</li> <li>- <i>Open access paper</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak membahas mengenai pengembangan perangkat lunaknya.</li> <li>- Tidak membahas tantangan-tantangan pada pengembangan perangkat lunak.</li> <li>- Penggunaan <i>artificial intelligence</i> pada pengembangan perangkat lunak.</li> <li>- Makalah teks yang tidak bisa diakses</li> </ul> |

#### 5. Checklist of Quality Test

Tabel 4.5 Checklist of Quality Test

| Checklist | Checklist of Question                                                                                             |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1-       | Apakah artikel tersebut dengan jelas menggambarkan tujuan penelitian?                                             |
| C2-       | Apakah artikel menulis tinjauan literatur, latar belakang dan konteks penelitian?                                 |
| C3-       | Apakah artikel menyajikan karya terkait dari penelitian sebelumnya untuk menunjukkan kontribusi utama penelitian? |



|     |                                                                                                   |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C4- | Apakah artikel menjelaskan arsitektur yang diusulkan atau metodologi yang digunakan?              |
| C5- | Apakah artikel tersebut dengan jelas menjelaskan faktor-faktor kritis dan berbagi pengetahuan?    |
| C6- | Apakah artikel tersebut memiliki hasil penelitian?                                                |
| C7- | Apakah artikel menyajikan kesimpulan yang relevan dengan tujuan/masalah penelitian?               |
| C8- | Apakah artikel tersebut merekomendasikan pekerjaan di masa depan atau perbaikan untuk masa depan? |

#### 6. Data Extraction Strategy

Bagaimana Anda mengekstrak literatur yang dipilih?

Jawaban: Ekstraksi data akan dilakukan dengan format sebagai berikut: referensi, proses *AI Engineering*, tujuan *AI Engineering*, jenis penelitian, fitur utama, metode penelitian, tantangan dalam *AI Engineering*, keluaran, dan catatan tambahan.

#### 7. Data Synthesis Strategy

Metode apa yang digunakan untuk melakukan sintesis data?

Jawaban: Sintesis data akan dilakukan dengan menggunakan dua tabel yang masing-masing menjawab *Research Question*.

## 5.2 Pengumpulan Data

### 5.2.1 Implementasi

#### 5.2.1.1 Identifikasi Penelitian

Identifikasi penelitian dilakukan dengan menggunakan string pencarian boolean pada database elektronik jurnal yang telah ditentukan di awal. Alat yang digunakan untuk memudahkan identifikasi manajemen referensi adalah desktop dan web Mendeley.

#### 5.2.1.2 Hasil Pemilihan Literatur

Tabel 4.6 Hasil Pemilihan Literatur

| Source                 | Initiation | Stage 1<br>(Title and<br>abstract<br>selection) | Stage 2<br>(Full text<br>selection) |
|------------------------|------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Scopus                 | 100        | 6                                               | 5                                   |
| Science Direct         | 50         | 3                                               | 1                                   |
| ACM Digital<br>Library | 120        | 10                                              | 3                                   |
| IEEE Xplore            | 130        | 15                                              | 10                                  |
| <b>Total</b>           | <b>400</b> | <b>34</b>                                       | <b>19</b>                           |

### 5.2.1.3 Hasil Uji Kualitas Literatur

Tabel 4.7 Hasil Uji Kualitas Literatur

| Source         | Literature                                    | Criteria |      |      |   |      |     |     |     | Total |
|----------------|-----------------------------------------------|----------|------|------|---|------|-----|-----|-----|-------|
|                |                                               | 1        | 2    | 3    | 4 | 5    | 6   | 7   | 8   |       |
| IEEE Xplore    | (Heyn et al., 2021)                           | 1        | 1    | 0.5  | 1 | 0.25 | 1   | 0.5 | 1   | 6.25  |
| ACM            | (Amershi et al., 2019)                        | 1        | 1    | 0.5  | 1 | 0.5  | 0.5 | 0.5 | 1   | 6.0   |
| Science Direct | (Fischer et al., 2020)                        | 1        | 0.5  | 1    | 1 | 0.25 | 1   | 1   | 0.5 | 6.25  |
| IEEE Xplore    | (Lu, Zhu, Xu, Whittle, Douglas, et al., 2022) | 1        | 0.5  | 0.5  | 1 | 1    | 0   | 1   | 1   | 6.0   |
| IEEE Xplore    | (Lu, Zhu, Xu, Whittle, & Xing, 2022)          | 0.25     | 1    | 1    | 1 | 1    | 1   | 0   | 0   | 5.25  |
| IEEE Xplore    | (Kwak, 2022)                                  | 1        | 0.25 | 0.25 | 1 | 1    | 1   | 1   | 1   | 6.5   |
| IEEE Xplore    | (Khomh et al., 2018)                          | 1        | 1    | 0.25 | 1 | 0.5  | 1   | 0.5 | 1   | 6.25  |
| IEEE Xplore    | (Syahputri et al., 2020)                      | 1        | 0.5  | 0.5  | 1 | 0.5  | 1   | 0.5 | 0.5 | 5.50  |
| IEEE Xplore    | (Belani et al., 2019)                         | 1        | 0.5  | 0.5  | 1 | 1    | 1   | 0.5 | 1   | 6.5   |
| IEEE Xplore    | (Habiba et al., 2022)                         | 1        | 0.5  | 0.25 | 1 | 0.5  | 1   | 1   | 0   | 5.25  |
| IEEE Xplore    | (Lavazza & Morasca, 2021)                     | 1        | 0.5  | 1    | 1 | 0.25 | 1   | 0.5 | 1   | 6.25  |
| IEEE Xplore    | (Yoshioka et al., 2021)                       | 1        | 1    | 1    | 1 | 0.5  | 1   | 0.5 | 1   | 7.00  |
| ACM            | (Islam, 2021)                                 | 1        | 0.25 | 0.5  | 1 | 1    | 1   | 0.5 | 0   | 5.50  |
| ACM            | (Serban et al., 2020)                         | 1        | 1    | 0    | 1 | 1    | 1   | 1   | 1   | 7.00  |
| Scopus         | (Ahmad et al., 2023)                          | 1        | 1    | 1    | 1 | 0.5  | 1   | 1   | 1   | 7.50  |
| Scopus         | (Kuzhabekova & Lee, 2020)                     | 1        | 1    | 0.5  | 1 | 0.5  | 1   | 0.5 | 0   | 5.50  |
| Scopus         | (Agbese et al., 2023)                         | 1        | 1    | 0.25 | 1 | 0.5  | 1   | 1   | 0   | 5.75  |
| Scopus         | (Ahmad et al., 2023)                          | 1        | 1    | 0.5  | 1 | 1    | 1   | 1   | 0   | 6.50  |
| Scopus         | (Barletta et al., 2023)                       | 1        | 1    | 0.5  | 1 | 0.5  | 0.5 | 1   | 1   | 6.50  |

| Source              | Final Paper |
|---------------------|-------------|
| Scopus              | 5           |
| ScienceDirect       | 1           |
| ACM Digital Library | 3           |
| IEEE Xplore         | 10          |
| <b>Total</b>        | <b>19</b>   |

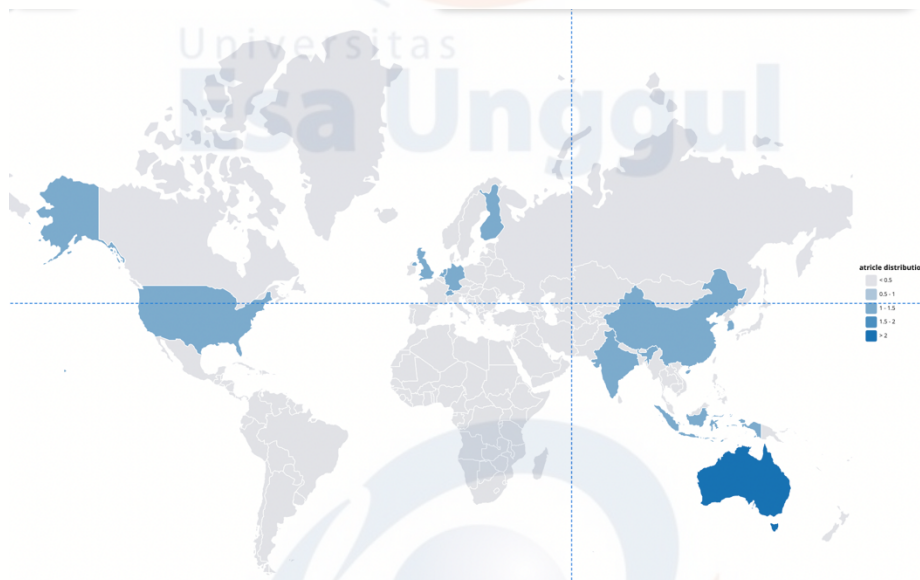
| Year | Number of paper |
|------|-----------------|
| 2023 | 4               |
| 2022 | 4               |
| 2021 | 4               |
| 2020 | 3               |
| 2019 | 2               |
| 2018 | 2               |

#### 5.2.1.4 Hasil Ekstraksi Data

Attached Extraction file Final\_Ekstraksi\_SLR\_Sandfreni\_PenelitianInternal.xls

#### 5.2.1.5 Hasil Sintesis Data

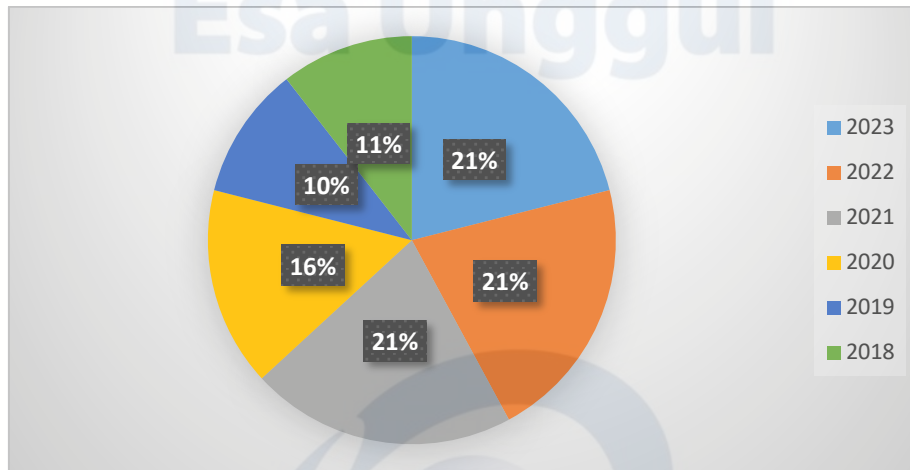
Penelitian dengan *AI Engineering* paling banyak dipublikasikan dari Australia dengan 4 (empat) artikel, disusul Austria dan Italia dengan 2 (dua) artikel, dan negara lain sebanyak 1 (satu artikel).



Gambar 4.1 Distribusi Artikel Menurut Negara

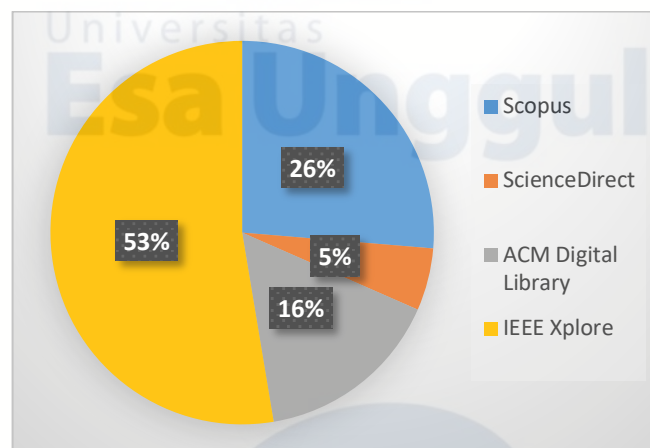


Dari segi waktu terbit, penelitian ini paling banyak terbit pada tahun 2021 sampai dengan 2023 sebanyak 12 (dua belas) artikel dimana di setiap tahunnya terdapat 4 (empat) artikel, disusul tahun 2020 sebanyak 3 (tiga) artikel, tahun 2019 dan 2018 masing-masing sebanyak 2 (dua) artikel.



Gambar 4.2 Jumlah distribusi artikel per tahun

Berdasarkan komposisi penerbit artikel penelitian, isu berbagi pengetahuan di penjara diterbitkan oleh penerbit IEEE Xplore dengan persentase 53%, diikuti oleh Scopus 26%, ACM Digital Library 16 %, dan Science Direct 5%.



Gambar 4.3 Jumlah distribusi artikel berdasarkan sumber

### 5.2.1.6 Reporting

Software engineering adalah suatu proses pengembangan perangkat lunak yang terdiri dari berbagai macam fase dan praktis yang perlu dilaksanakan oleh setiap pemangku kepentingan dengan tujuan agar perangkat lunak yang dibangun

tepat guna dan tepat biaya. Berbagai macam metode pengembangan perangkat lunak telah diajukan, menjadi standar dan diadopsi di industri. Mulai dari yang paling tradisional seperti waterfall yang cocok digunakan pada perangkat lunak yang kebutuhannya sudah jelas di awal pengembangan, sampai agile yang mengakomodasi perubahan-perubahan kebutuhan perangkat lunak, seiring dengan pengembangan dan operasional perangkat lunak tersebut.

Proses pengembangan metode pembangunan perangkat lunak disesuaikan dengan kebutuhan pasar pada saat itu. Pada awal-awal berkembangnya industri perangkat lunak, perangkat lunak yang dikembangkan memiliki tujuan untuk mengoptimasi proses bisnis spesifik pada bidang-bidang tertentu, Misalnya perangkat lunak yang disematkan pada sistem kendali pesawat terbang, ditujukan untuk membantu pilot lebih mudah dalam mengendalikan pesawat, mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan faktor keselamatan pesawat terbang. Perangkat lunak seperti ini memiliki karakteristik kebutuhan yang jelas di awal, dan melibatkan *domain knowledge* yang terbatas dan spesifik pada industri tersebut. Perangkat lunak tipe ini diharapkan memiliki kebutuhan yang sudah pasti diawal, karena dengan kompleksitas dan sifat *mission critical* nya, perubahan kebutuhan di tengah-tengah pembangunan perangkat lunak akan menimbulkan resiko tidak hanya dari sisi biaya, namun juga dari sisi keselamatan penggunaan perangkat lunak tersebut. Pada saat itu maka metode pengembangan perangkat lunak yang cocok dan umum digunakan adalah waterfall, dimana proses pengembangan dilakukan tahap demi tahap dari mulai *requirement elicitation* sampai proses *deployment*. Pada metode ini semua *requirement* yang didefinisikan harus dapat di telusuri sampai level *design*, implementasi, *testing* dan operasional.

Seiring dengan kemajuan teknologi *digital*, penetrasi penggunaan perangkat lunak sudah sampai ke rumah-rumah, dan individu-individu masyarakat awam. Dengan meningkatnya kemampuan komputasi *mobile device*, memungkinkan setiap orang yang memiliki *mobile device*, memiliki akses langsung terhadap perangkat lunak, dan menjadi konsumen langsung perangkat lunak tersebut. Perangkat lunak pada saat itu bukan hanya digunakan di kantor-kantor pada saat kerja, tetapi sudah menjadi alat untuk mendukung kegiatan sehari-hari individu masyarakat. Seperti untuk berkomunikasi, petunjuk jalan, tempat jual beli, memesan makanan, melakukan pembayaran, dll. Pengguna perangkat lunak

menjadi sangat beragam, dan untuk memenangkan persaingan tentu saja perusahaan pembuat perangkat lunak tersebut harus cepat beradaptasi dengan kebutuhan masyarakat dan trend yang terjadi di pasar. Ini menyebabkan perubahan yang signifikan dalam proses pembangunan perangkat lunak, tim bisnis dan produk akan selalu muncul dengan ide-ide baru untuk memenangkan hati pelanggan. Dan ini harus diimbangi dengan kemampuan mendeliver fitur-fitur baru perangkat lunak dengan cepat. Didorong dengan kebutuhan bisnis seperti itu pengadopsian *agile software development* semakin pesat.

Metode pengembangan software tersebut mengizinkan untuk melakukan perubahan dan penambahan perangkat lunak dan mendeliver requirement tersebut dengan cepat. *Agile software development* tidak dengan mudah diimplementasikan begitu saja, tetapi juga didukung dengan teknologi atau *tool* lain seperti *code versioning* dan *collaboration, testing automation, deployment automation* yang saat ini dikenal dengan istilah *continuous integration/continuous delivery (CI/CD)*.

Dari contoh-contoh peristiwa pengembangan perangkat lunak di atas, setiap perkembangan suatu teknologi akan mendorong kebutuhan baru dalam pengembangan perangkat lunak. Kebutuhan ini disertai dengan tantangan-tantangan yang perlu dipecahkan dengan paradigma pengembangan perangkat lunak yang baru yang didukung dengan teknologi atau *tool* yang dapat digunakan dalam proses pengembangan perangkat lunak tersebut.

Pada saat ini menambahkan kemampuan artificial intelligence (AI) pada perangkat lunak telah menjadi trend dan diimplementasikan secara *real* pada industry. Mulai dari rekomendasi iklan yang ditampilkan pada layanan web berdasarkan riwayat penelusuran halaman web sampai *self-driving car*. *Artificial Intelligence (AI)* memiliki ide untuk menyematkan kemampuan berfikir, nalar dan mengambil tindakan manusia ke dalam suatu mesin. Mesin diharapkan tidak hanya dapat melakukan komputasi secara cepat, mengeksekusi tugas berdasarkan instruksi dan logic yang sudah didefinisikan sebelumnya, tetapi mesin juga diharapkan dapat belajar dari masukan-masukan data yang didapatkan dalam proses operasionalnya, dan membuat dan menurunkan aturan-aturan baru secara otonom.

Terdapat karakteristik yang berbeda antara tradisional perangkat lunak dan perangkat lunak berbaasiskan Artificial Intelligence. Pada tradisional perangkat



lunak instruksi logic dan aturan yang akan dieksekusi oleh perangkat lunak sudah didefinisikan dari awal, dann tidak akan ada perubahan selama proses operasional perangkat lunak tersebut. Perubahan rule hanya dapat dilakukan dengan melakukan perubahan code perangkat lunak tersebut. Hal ini membuat perilaku perangkat lunak tradisional lebih prediktif. Berdasarkan input tersebut, seseorang dapat dengan mudah memprediksi output yang diberikan oleh perangkat lunak tradisional.

Pada perangkat lunak berbasis AI, terdapat kemampuan belajar yang diimplementasikan pada perangkat lunak tersebut. Hal ini membuat perilaku perangkat lunak dapat berubah-ubah sejalan dengan pengoperasian perangkat lunak tersebut. Karakteristik ini memunculkan isu-isu baru terkait keselamatan penggunaan perangkat lunak yang perlu ditangani dalam pengembangan perangkat lunak berbasis AI, seperti *trustworthiness*, *explainability* dan *responsible AI*.

Selain itu terdapat proses engineering tambahan pada pengembangan perangkat lunak berbasis AI yang tidak terdapat pada pengembangan perangkat lunak tradisional. Seperti *data engineering*, *data training*, *model development*, dan *learning monitoring and evaluation* setelah deployment. Hal ini juga tentunya memberikan tantangan yang baru, yang belum ditemukan pada proses pengembangan perangkat lunak sebelumnya.

Tantangan pada pengembangan perangkat lunak berbasis AI disajikan dalam table berikut:

Tabel 4.8 Referensi

| No | Challenge                       | Reference                        |
|----|---------------------------------|----------------------------------|
| 1  | Software Development Life Cycle | [2][3][5][7][12][13][15][18][19] |
| 2  | Requirement Engineering         | [1][8][9][10][11][14][16][17]    |
| 3  | Responsible AI                  | [4][5][12][15][16][17]           |
| 4  | Trustworthiness                 | [6][17][18]                      |
| 5  | Explainability AI               | [3][9][17]                       |

### 5.3 Analisis Data

Analisis data dari berbagai sumber dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang tantangan software engineering pada perangkat lunak berbasis AI. Berikut adalah tabel yang berisi referensi serta penjelasan mengenai tantangan-tantangan software engineering pada perangkat lunak berbasis Artificial Intelligence yang diidentifikasi dalam berbagai sumber:

Tabel 4.9 Referensi Artikel

| No | Reference              | Judul                                                                 | Tantangan, Issue atau Pengajuan Metode Pengembangan Perangkat Lunak Berbasis Artificial Intellegince                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | (Heyn et al., 2021)    | Requirement Engineering Challenges for AI-intense Systems Development | Kategorisasi 4 permasalahan untuk kebutuhan dan rekayasa <i>AI-intense system</i> :<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definisi dan persyaratan kontekstual</li> <li>2. Atribut dan persyaratan data</li> <li>3. Metrik kinerja, reproduktifitas, komparabilitas, dan pemantauan real-time dari model pembelajaran mesin yang terlatih</li> <li>4. Faktor manusia</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2  | (Amershi et al., 2019) | Software Engineering for Machine Learning: A Case Study               | Penjelasan mengenai sebuah studi di mana kita mempelajari bagaimana berbagai tim perangkat lunak Microsoft membangun aplikasi perangkat lunak dengan fitur AI yang berfokus pada pelanggan.<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Microsoft telah mengintegrasikan proses rekayasa perangkat lunak Agile yang sudah ada dengan alur kerja khusus AI yang didasarkan pada pengalaman sebelumnya dalam mengembangkan aplikasi AI dan ilmu data awal.</li> <li>2. Telah dilakukan upaya pertama untuk menciptakan metrik kematangan proses untuk membantu tim-tim mengidentifikasi sejauh mana mereka telah melangkah dalam perjalanan mereka dalam membangun aplikasi AI.</li> <li>3. Analisis perbedaan mendasar dalam membangun aplikasi dan platform untuk melatih dan mengoperasikan model pembelajaran mesin, dibandingkan dengan domain aplikasi sebelumnya. <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Pertama, pembelajaran mesin bergantung pada data. Jumlah upaya dan ketelitian yang diperlukan untuk menemukan, mencari, mengelola, dan versi data jauh lebih kompleks dan berbeda dibandingkan dengan kode perangkat lunak.</li> <li>3.2 Kedua, membangun untuk dapat disesuaikan dan diperluasnya model membutuhkan tim tidak hanya memiliki keterampilan rekayasa perangkat lunak, tetapi juga pengetahuan yang cukup mendalam tentang pembelajaran mesin untuk membangun, mengevaluasi, dan menyelaraskan model dari awal.</li> </ol> </li> </ol> |

|   |                                               |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                               |                                                                                          | <p>3.3 Ketiga, lebih sulit untuk mempertahankan batas modul yang ketat antara komponen pembelajaran mesin dibandingkan dengan modul rekayasa perangkat lunak.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3 | (Fischer et al., 2020)                        | AI System Engineering—Key Challenges and Lessons Learned                                 | <p>Tantangan utama dalam rekayasa sistem kecerdasan buatan (AI)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan sistem AI melibatkan kompleksitas yang lebih tinggi daripada pengembangan perangkat lunak tradisional. Beberapa tantangan utama yang diidentifikasi termasuk perencanaan dan desain sistem yang efisien, pengelolaan data yang besar dan heterogen, pemilihan dan evaluasi algoritma yang tepat, serta integrasi yang baik antara komponen AI dengan infrastruktur teknologi yang ada.</li> <li>• Domain aplikasi yang menjadi target sistem AI. Mengembangkan sistem AI yang efektif, diperlukan pemahaman yang baik tentang konteks dan kebutuhan pengguna serta pemilihan metrik evaluasi yang sesuai.</li> <li>• Selama pengembangan sistem AI, pentingnya pengujian dan validasi yang baik untuk memastikan kualitas dan keandalan sistem. Hal ini melibatkan pengujian tidak hanya pada tingkat komponen AI, tetapi juga pada tingkat sistem secara keseluruhan.</li> <li>• Memberikan rekomendasi praktis bagi para praktisi yang terlibat dalam rekayasa sistem AI. Beberapa rekomendasi tersebut termasuk adopsi pendekatan berorientasi pada data, pemilihan algoritma yang tepat berdasarkan kebutuhan, pemantauan dan pemeliharaan yang berkelanjutan terhadap sistem AI, serta penggunaan metodologi dan alat bantu yang tepat untuk pengembangan sistem AI.</li> <li>• Tantangan kunci dalam rekayasa sistem kecerdasan buatan dan memberikan wawasan berharga yang dapat membantu para praktisi dalam menghadapi dan mengatasi tantangan tersebut.</li> </ul> |
| 4 | (Lu, Zhu, Xu, Whittle, Douglas, et al., 2022) | Software engineering for Responsible AI: An empirical study and operationalised patterns | <p>Studi terhadap pengimplementasian prinsip etis pada perangkat lunak AI yang bertanggung jawab. Penemuannya antara lain adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pelaksanaan ethical risk assessment yang dilakukan saat ini berpola dilakukan sekali lalu dilupakan dan ini dilakukann hanya pada tahap-tahap tertentu pengembangan perangkat lunak.</li> <li>2. Kebutuhan etis dihilangkan atau dinyatakan sebagai tujuan high level, dan tidak dispesifikasikan secara eksplisit dan dapat diverifikasi sebagai output system.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



|   |                                      |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                      |                                                                                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Kebutuhan etis tidak terexplorasi pada level arsitektur dan desain system.</li> <li>4. Terbatasnya <i>guidance</i> untuk memonitor dan memvalidasi capaian kebutuhan etis pada sistem <i>artificial intelligence</i> yang sudah dideploy dan berjalan</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5 | (Lu, Zhu, Xu, Whittle, & Xing, 2022) | Towards a Roadmap on Software Engineering for Responsible AI                                     | <p>Mengajukan road-map <i>software engineering</i> dalam pengembangan <i>responsible AI</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membangun tata kelola multi level untuk <i>responsible AI system</i>.</li> <li>2. Menyiapkan proses pengembangan yang menyertakan praktik berorientasikan proses untuk <i>responsible AI system</i>.</li> <li>3. Membangun <i>responsible-AI-by-design</i> kedalam <i>AI systems</i> melalui gaya, pola dan teknik arsitektur pada level sistem</li> </ol>                                                                                  |
| 6 | (Kwak, 2022)                         | TrustOps: A risk-based AI engineering process                                                    | <p>Mengajukan methodology (TrustOps) untuk mengelola resiko terkait <i>trustworthiness</i> pada pengembangan dan pengoperasian <i>AI system</i>. Konsep kunci dari methodology yang diajukan adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifikasi resiko dilakukan dengan <i>top-down</i> metodologi sesuai prinsip dan kebutuhan yang ditentukan oleh standard seperti EU, ISO/IEC dan UNESCO.</li> <li>2. Atribut etis (<i>Fairness, Safety Robustness and Security, Transparency, Accountability</i>) dipertimbangkan bersamaan dengan identifikasi resiko</li> </ol> |
| 7 | (Syahputri et al., 2020)             | Does System Based on Artificial Intelligence Need Software Engineering Method? Systematic Review | <p>Studi pada paper ini menunjukkan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 73% system AI menggunakan methodology SE baik keseluruhan atau pada fase tertentu pada pengembangannya.</li> <li>2. Penggunaan methodology meningkatkan kepuasan pengguna dalam menggunakan sistem.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8 | (Belani et al., 2019)                | Requirements Engineering Challenges in Building AI-Based Complex Systems                         | <p>Mengajukan taxonomy of requirement engineering (RE) for AI untuk membantu pembangunan system berbasis AI yang kompleks. Taxonomi ini memetakan antara aktivitas RE (<i>elicitation, analysis, specification, validation, management, documentation</i>) terhadap entitas terkait AI (<i>data, model, system</i>)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                |

|    |                           |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | (Habiba et al., 2022)     | Can Requirements Engineering Support Explainable Artificial Intelligence? Towards a User-Centric Approach for Explainability Requirements | <p>Challenge pada proses Requirement Engineering Explainable AI:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tidak ada nya peran mediator.</li> <li>2. Tidak ada definisi yang mudah dimengerti mengenai <i>explainability</i></li> <li>3. Kurangnya pendekatan yang berpusat terhadap pemangku kepentingan.</li> <li>4. Tidak ada vocabulary yang umum dimengerti oleh semua pemangku kepentingan.</li> </ol> <p>Framework <i>requirement engineering</i> yang diajukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengidentifikasian pemangku kepentingan</li> <li>2. Pengidentifikasian kebutuhan</li> <li>3. Membangun vocabulary yang umum</li> <li>4. Negosiasi dan validasi kebutuhan</li> <li>5. Klasifikasi kebutuhan</li> </ol> |
| 10 | (Lavazza & Morasca, 2021) | Understanding and Modeling AI-Intensive System Development                                                                                | Paper ini mengajukan penggunaan notasi yang diajukan pada paper “The meaning of Requirement” untuk menjelaskan AI intensive system (AIIS) beserta sifat kekhasannya. Notasi ini dapat meningkatkan penjelasan yang lebih menyeluruh terhadap AIIS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 11 | (Yoshioka et al., 2021)   | Landscape of Requirements Engineering for Machine Learning-based AI Systems                                                               | <p>Klasifikasi masalah RE pada pengembangan Machine Learning:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algoritma atau arsitektur ML: CNN/RNN, SVM, random forest, pembelajaran tanpa pengawasan, pembelajaran penguatan, dll.</li> <li>2. Requirement specification model: i*, KAOS, UML, Safety-case.</li> <li>3. Domain aplikasi: Otomotif, penerbangan, Kesehatan.</li> <li>4. Stakeholder: Ilmuwan data, pakar domain dll</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 12 | (Islam, 2021)             | Software Engineering Methods for Responsible Artificial Intelligence                                                                      | Mengajukan desain framework untuk menganalisa nilai etis yang diselaraskan dengan tujuan system dan menyediakan mekanisme untuk melakukan interpretasi, formal represntasi, validasi dan verifikasi nilai-nilai tersebut.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 13 | (Serban et al., 2020)     | Adoption and Effects of Software Engineering Best Practices in Machine Learning                                                           | <p>Identifikasi SE practices pada machine learning(ML). Melakukan survey kepada praktisi untuk mengetahui adopsi dari praktis tersebut dan efek yang didapatkan dari praktis tersebut. Dari hasil studi ditemukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Team yang lebih besar cenderung mengadopsi praktis yang lebih banyak dan tradisional SE praktis lebih sedikit diadopsi dibandingkan praktis yang spesifik terkait ML.</li> <li>2. Model statistik dapat dengan akurat memprediksi efek yang didapatkan seperti agility, software quality and tracebility, dari pengadopsian spesifik praktis.</li> </ol>                                                                                                                       |

|    |                         |                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                         |                                                                                                 | 3. Praktis yang penting tapi memiliki tingkat adopsi yang rendah, dan praktis yang kurang penting tetapi diadopsi oleh kebanyakan praktisi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14 | (Ahmad et al., 2023b)   | Requirements practices and gaps when engineering human-centered Artificial Intelligence systems | <p><i>Gaps</i> yang ditemukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kebanyakan tools yang digunakan tidak dilengkapi dengan fitur untuk mengelola AI-based software, sehingga ditemukan masalah kualitas kebutuhan AI yang didapatkan.</li> <li>2. Praktis yang berpusatkan kepada manusia perlu disertakan pada proses RE</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 15 | (Barletta et al., 2023) | A Rapid Review of Responsible AI frameworks: How to guide the development of ethical AI         | <p>Temuan terhadap framework SDLC yang sudah ada untuk responsible AI:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tidak ada standar mengenai best practice apa yang perlu diikuti agar perangkat lunak memenuhi nilai etika <i>responsible AI</i>.</li> <li>2. Sangat sedikit framework yang mencakup seluruh SDLC fase dan menyediakan dukungan terhadap praktisi yang ingin mengembangkan, menguji dan <i>deploy</i> aplikasi <i>responsible AI</i>.</li> <li>3. Pada literatur atau industry saat ini tidak ada framework yang lengkap, seragam, terorganisasi dengan baik, dan mudah digunakan oleh semua pemangku kepentingan pada keseluruhan proses SDLC.</li> </ol>                                                                                                                                                |
| 16 | (Agbese et al., 2023)   | Implementing AI Ethics: Making Sense of the Ethical Requirements                                | <p>Studi mengenai penerapan kebutuhan etik berdasarkan hasil interview terhadap SE executive di 10 perusahaan perangkat lunak Finlandia. Dari hasil interview ini ditemukan bahwa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SE management level menengah dan tinggi memiliki pemahaman mengenai kebutuhan etik yang tidak lengkap.</li> <li>2. Kebutuhan etik memiliki nilai teknis dan pemenuhan peraturan namun tidak memiliki nilai finansial.</li> <li>3. Kebutuhan etik dapat ditingkatkan sebagai inisiatif atas keberlangsungan finansial perusahaan dan kebutuhan resiko etik.</li> <li>4. Kebutuhan etik dapat diimplementasikan sebagai kebutuhan legal.</li> <li>5. Kebutuhan etik dapat diimplementasikan sebagai resiko etik dan kebutuhan keberlanjutan menggunakan framework yang disesuaikan.</li> </ol> |
| 17 | (Ahmad et al., 2023)    | Requirements engineering for artificial intelligence systems: A                                 | <p>Challenge in RE for AI:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifikasi kebutuhan atas AI</li> <li>2. Mespesifikasikan kebutuhan untuk AI systems.</li> <li>3. Menggunakan RE tool yang ada untuk membangun AI.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



|    |                              |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                              | systematic mapping study                                                                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Bagaimana menentukan modeling language yang digunakan</li> <li>5. Bagaimana menghubungkan <i>gap</i> antara kebutuhan dari engineer, data scientist, dan ML specialist.</li> <li>6. Bagaimana menangani issue seperti trade-off, menyediakan teknik untuk metode RE yang baru.</li> <li>7. Evaluasi empiris terhadap etik, <i>explainability</i>, dan Trusts.</li> <li>8. Terbatasnya studi mengenai Human-centered AI.</li> </ol>                                            |
| 18 | (Cepeda Zapata et al., 2023) | Challenges Associated with the Adoption of Artificial Intelligence in Medical Device Software | <p>SDLC Challenge in adopting AI in medical device software (MDS):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat perbedaan fungsional antara tradisional MDS dan AI based MDS.</li> <li>2. Dibutuhkan SDLC framework yang baru karena AI based MDS karena AI terdapat proses data engineering, model training dan testing.</li> <li>3. Framework yang baru ini mengakomodasi kebutuhan terkait regulasi, untuk menjamin <i>trustworthy</i> dan keamanan <i>AI devices</i> dari awal pengembangannya</li> </ol> |
| 19 | (Prasad et al., 2022)        | Comparative Evaluation of Machine Learning Development Lifecycle Tools                        | <p>Studi ini melakukan perbandingan <i>ML tool</i> yang tersedia di pasar berdasarkan hasil Analisa dan persepsi penulis. Dari paper ini disimpulkan AWS sagemaker framework sangat baik untuk membangun model yang sederhana dan secara cepat dapat mendeploy model tersebut ke <i>cloud</i>. Namun Azure ML, membelikin pilihan yang lebih flexible untuk <i>predictive analytics</i>.</p>                                                                                                                            |

Berikut adalah hasil analisis data untuk mengidentifikasi pola dan tren terkait tantangan AI Engineering dari berbagai sumber:

1. Tantangan dalam Pengembangan Model AI:

Hampir semua sumber data mengidentifikasi tantangan ini sebagai masalah utama dalam AI Engineering. Perkembangan model AI yang andal memerlukan pemahaman mendalam tentang algoritma, pemrosesan data yang tepat, dan evaluasi model yang cermat. Pola yang muncul adalah kesulitan dalam memilih dan mengoptimalkan algoritma yang sesuai untuk tugas yang dihadapi. Kesamaan dari berbagai sumber adalah perlunya upaya lebih lanjut dalam mengembangkan teknik untuk meningkatkan interpretabilitas model AI.

2. Tantangan Etika dan Keamanan AI:

Etika dan keamanan adalah perhatian utama di berbagai sumber data. Kebutuhan akan menjaga privasi data pengguna, menghindari bias dalam model, dan mempertimbangkan dampak sosial dari implementasi AI. Pola yang muncul adalah pentingnya mengadopsi pendekatan berorientasi pada data dan melakukan

evaluasi yang cermat terhadap model AI untuk mengidentifikasi potensi risiko. Kesamaan antara berbagai sumber adalah pentingnya memastikan adopsi praktik etika AI yang konsisten.

3. Tantangan dalam Integrasi AI dengan Perangkat Lunak:

Integrasi AI dengan perangkat lunak eksisting menjadi tantangan besar. Perbedaan yang muncul adalah kesulitan dalam mencocokkan metode AI dengan tuntutan lingkungan perangkat lunak yang ada. Selain itu, kesulitan dalam mengoptimalkan performa sistem AI saat digabungkan dengan infrastruktur teknologi yang berbeda. Kesamaan yang muncul adalah pentingnya mengadopsi kerangka kerja yang dapat mendukung integrasi AI dengan sistem yang ada.

4. Tantangan dalam Manajemen Data:

Masalah yang muncul dalam manajemen data adalah kesulitan dalam mencari, mengelola, dan memverifikasi data yang tepat untuk melatih dan menguji model AI. Kesamaan dari berbagai sumber adalah perlunya memahami karakteristik data yang digunakan dan memastikan kualitas data yang diolah.

5. Tantangan pada Proses Rekayasa Perangkat Lunak:

Tantangan pada proses rekayasa perangkat lunak termasuk memilih metodologi yang sesuai, menentukan tingkat modularitas antara komponen AI, dan mengelola proyek secara efisien. Pola yang muncul adalah pentingnya mencari pendekatan yang dapat meningkatkan efisiensi pengembangan perangkat lunak AI. Kesamaan yang muncul adalah perlunya adopsi praktik rekayasa perangkat lunak yang telah terbukti berhasil.

Dari analisis data, dapat disimpulkan bahwa beberapa tantangan AI Engineering bersifat universal dan diakui oleh berbagai sumber. Pola yang muncul menyoroti perlunya fokus pada pengembangan model AI yang andal, etika dan keamanan AI, serta integrasi yang baik dengan perangkat lunak yang ada. Kesamaan antara sumber data memberikan validitas dan memperkuat pentingnya mengatasi tantangan ini untuk mencapai keberhasilan dalam pengembangan perangkat lunak berbasis AI.

#### 5.4 Klasifikasi Tantangan

Berdasarkan tabel yang diberikan, berikut adalah tantangan dari AI Engineering yang dapat diidentifikasi:

1. (Heyn et al., 2021): Tantangan dalam requirement engineering untuk sistem AI-intense meliputi:
  - Definisi dan persyaratan kontekstual
  - Atribut dan persyaratan data
  - Metrik kinerja, reproduktivitas, komparabilitas, dan pemantauan real-time dari model pembelajaran mesin yang terlatih
  - Faktor manusia
2. (Fischer et al., 2020): Tantangan utama dalam rekayasa sistem kecerdasan buatan (AI) mencakup:
  - Perencanaan dan desain sistem yang efisien
  - Pengelolaan data yang besar dan heterogen
  - Pemilihan dan evaluasi algoritma yang tepat
  - Integrasi yang baik antara komponen AI dengan infrastruktur teknologi yang ada
  - Pengujian dan validasi sistem AI secara menyeluruh
3. (Barletta et al., 2023): Tantangan dalam pengembangan responsible AI mencakup:
  - Tidak adanya standar mengenai best practice untuk perangkat lunak yang memenuhi nilai etika responsible AI
  - Sedikitnya framework yang mencakup seluruh SDLC fase dan memberikan dukungan bagi praktisi yang ingin mengembangkan, menguji, dan mendeploy aplikasi responsible AI
  - Tidak adanya framework yang lengkap, seragam, terorganisasi dengan baik, dan mudah digunakan oleh semua pemangku kepentingan pada keseluruhan proses SDLC
4. (Ahmad et al., 2023b): Tantangan dalam engineering human-centered AI systems termasuk:
  - Kebutuhan untuk mengintegrasikan praktik yang berpusat pada manusia dalam proses Requirement Engineering
  - Keterbatasan pada alat dan metode yang dapat mengelola perangkat lunak berbasis AI, menyebabkan masalah pada kualitas kebutuhan AI yang diperoleh
5. (Cepeda Zapata et al., 2023): Tantangan dalam mengadopsi AI dalam pengembangan perangkat lunak medis mencakup:



- Perbedaan fungsional antara perangkat lunak medis tradisional dan perangkat lunak medis berbasis AI
  - Perlunya mengembangkan SDLC framework yang baru untuk mempertimbangkan proses data engineering, model training, dan testing yang terkait dengan AI
  - Menyesuaikan framework baru untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi dan menjaga keamanan dan keandalan perangkat lunak medis AI dari awal pengembangan
6. (Serban et al., 2020): Tantangan dalam mengadopsi praktik rekayasa perangkat lunak terbaik dalam machine learning (ML) termasuk:
- Pengadopsian praktik yang berbeda-beda tergantung pada ukuran tim pengembangan dan jenis ML yang digunakan
  - Kurangnya adopsi praktik rekayasa perangkat lunak tradisional dalam pengembangan ML
  - Kurangnya adopsi praktik yang penting namun kurang populer, serta adopsi praktik yang kurang penting namun banyak digunakan

Tantangan-tantangan ini mencakup berbagai aspek seperti pengelolaan data, pemilihan algoritma, integrasi sistem, pengujian dan validasi, serta ketersesuaian dengan nilai etika dan regulasi tertentu. Pengidentifikasian dan pemahaman tantangan-tantangan ini akan membantu dalam pengembangan perangkat lunak berbasis AI yang lebih efisien, handal, dan sesuai dengan nilai etika yang relevan.

Berdasarkan informasi yang telah diberikan, tantangan-tantangan *AI Engineering* dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori sebagai berikut:

Tabel 4.10 Kategori Tantangan

| No. | Kategori                              | Tantangan dalam <i>AI Engineering</i>                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Tantangan dalam Manajemen Data        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definisi dan persyaratan kontekstual.</li> <li>- Atribut dan persyaratan data.</li> <li>- Pengelolaan data yang besar dan heterogen.</li> </ul>                                                                        |
| 2.  | Tantangan dalam Pengembangan Model AI | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metrik kinerja, reproduktivitas, komparabilitas, dan pemantauan real-time dari model pembelajaran mesin yang terlatih.</li> <li>- Memahami dan mengembangkan model AI yang dapat disesuaikan dan diperluas.</li> </ul> |

|    |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Tantangan Etika dan Keamanan AI                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memastikan keandalan dan kualitas sistem AI.</li> <li>- Mengimplementasikan prinsip etika pada perangkat lunak AI yang bertanggung jawab.</li> <li>- Mengidentifikasi dan mengatasi resiko trustworthiness pada pengembangan dan pengoperasian AI system.</li> </ul> |
| 4. | Tantangan dalam Integrasi AI dengan Perangkat Lunak | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menghubungkan gap antara kebutuhan dari engineer, data scientist, dan ML specialist.</li> <li>- Memastikan pengembangan sistem AI yang efektif dengan memahami konteks dan kebutuhan pengguna serta memilih metrik evaluasi yang sesuai.</li> </ul>                  |
| 5. | Tantangan pada Proses Rekayasa Perangkat Lunak      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memilih metode dan alat bantu yang tepat untuk pengembangan sistem AI.</li> <li>- Menentukan modeling language yang digunakan.</li> </ul>                                                                                                                            |
| 6. | Tantangan dalam Penyediaan Kebutuhan Etis pada AI   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memastikan adopsi pendekatan berorientasi pada data untuk mencapai kebutuhan etis pada sistem AI.</li> <li>- Menyediakan panduan untuk memonitor dan memvalidasi capaian kebutuhan etis pada sistem AI yang sudah dideploy dan berjalan.</li> </ul>                  |

Dalam menghadapi tantangan-tantangan tersebut, para praktisi *AI Engineering* perlu berfokus pada pengelolaan data, pemilihan dan pengembangan model AI yang andal, implementasi prinsip etika dan keamanan AI, serta integrasi AI dengan perangkat lunak secara efisien. Dengan menangani tantangan-tantangan ini, diharapkan pengembangan perangkat lunak berbasis AI dapat menjadi lebih efisien, andal, dan etis.

### 5.5 Prioritas Tantangan

Berdasarkan dampaknya pada kualitas, keamanan, dan efisiensi perangkat lunak berbasis AI, berikut adalah prioritas tantangan AI Engineering yang paling kritis atau mendesak untuk diselesaikan:

1. Tantangan dalam Pengembangan Model AI:  
Prioritas pertama adalah mengatasi tantangan dalam mengembangkan model AI yang andal. Model AI menjadi inti dari sistem berbasis AI, dan kualitas model akan berpengaruh pada kinerja dan akurasi sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa model AI dapat diandalkan, dapat disesuaikan, dan mampu mengatasi masalah kompleks dengan akurat.
2. Tantangan Etika dan Keamanan AI:  
Setelah kualitas model terjamin, prioritas berikutnya adalah menjamin aspek etika dan keamanan pada perangkat lunak AI. Mengingat penggunaan yang semakin luas dari AI dalam berbagai domain, adalah krusial untuk memastikan bahwa sistem AI tidak hanya efektif dalam kerjanya tetapi juga menjunjung tinggi prinsip etika dan keamanan data pengguna.
3. Tantangan dalam Integrasi AI dengan Perangkat Lunak:  
Integrasi AI dengan perangkat lunak eksisting memerlukan pemahaman yang baik tentang konteks dan kebutuhan pengguna. Prioritas ketiga adalah mencari cara efisien untuk mengintegrasikan teknologi AI dengan infrastruktur teknologi yang ada dan memastikan bahwa hasilnya mencapai kebutuhan pengguna.
4. Tantangan dalam Manajemen Data:  
Tantangan dalam mengelola data secara efisien dan mengidentifikasi persyaratan data yang sesuai juga perlu mendapat perhatian. Penggunaan data yang tepat dan berkualitas akan mempengaruhi akurasi dan efisiensi model AI, sehingga masalah ini harus diatasi dengan hati-hati.
5. Tantangan pada Proses Rekayasa Perangkat Lunak:  
Terakhir, tantangan dalam proses rekayasa perangkat lunak seperti memilih metode dan alat bantu yang tepat juga perlu diperhatikan. Meskipun penting, prioritas pada tahap ini dapat berada di posisi lebih rendah karena masalah lain yang lebih berdampak pada kualitas dan keamanan perangkat lunak harus diselesaikan terlebih dahulu.

Dengan memprioritaskan tantangan *AI Engineering* berdasarkan dampaknya pada kualitas, keamanan, dan efisiensi perangkat lunak berbasis AI, para praktisi dapat mengalokasikan sumber daya dan usaha mereka dengan lebih efektif untuk mengatasi masalah yang paling kritis dan mendesak.



## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 KESIMPULAN

*Artificial Intelligence (AI) Engineering* merupakan disiplin ilmu yang penting dalam dunia teknologi, dengan potensi untuk menghasilkan solusi inovatif dalam pengembangan perangkat lunak dan sistem. Penerapan AI dalam AI Engineering dapat mengubah paradigma pengembangan perangkat lunak tradisional, meningkatkan efisiensi dan kualitas pengembangan, serta membantu dalam pengelolaan proyek perangkat lunak. Melalui *systematic literature review (SLR)* terhadap *AI Engineering*, diharapkan dapat mengidentifikasi tantangan-tantangan software engineering yang muncul dalam pengembangan perangkat lunak berbasis Artificial Intelligence.

Beberapa permasalahan yang diidentifikasi termasuk definisi dan persyaratan kontekstual, atribut dan persyaratan data, metrik kinerja dan pemantauan model pembelajaran mesin yang terlatih, serta faktor manusia. Selain itu, studi ini juga membahas tantangan dalam mengimplementasikan prinsip etis pada perangkat lunak AI yang bertanggung jawab, termasuk kurangnya implementasi yang konsisten, spesifikasi dan validasi kebutuhan etis, serta kurangnya panduan untuk memonitor dan memvalidasi pencapaian kebutuhan etis pada sistem AI yang sudah diimplementasikan.

Selain itu, studi ini juga mengusulkan beberapa kerangka kerja dan pendekatan untuk mengatasi tantangan tersebut. Salah satunya adalah pengembangan tata kelola multi-level untuk sistem AI yang bertanggung jawab, penyertaan praktik berorientasi proses, dan integrasi *responsible-AI-by-design* dalam pengembangan sistem AI.

Pada akhirnya, penelitian ini memberikan wawasan penting tentang tantangan dan isu dalam pengembangan perangkat lunak berbasis AI, serta menyajikan beberapa rekomendasi dan pendekatan yang dapat membantu mengatasi masalah tersebut.

### 6.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian Systematic Literature Review (SLR) ini, ada beberapa rencana yang dapat diusulkan untuk masa depan:

1. Pengembangan panduan dan kerangka kerja: Berdasarkan temuan dan analisis dalam SLR, dapat dibangun panduan praktis dan kerangka kerja yang lebih komprehensif untuk mengatasi tantangan dalam pengembangan perangkat lunak berbasis

kecerdasan buatan (AI). Panduan tersebut dapat membantu praktisi dan peneliti dalam mengidentifikasi dan mengatasi isu-isu yang muncul.

2. Penerapan metode dan praktik terbaik: SLR ini telah mengidentifikasi beberapa metode dan praktik terbaik dalam pengembangan perangkat lunak AI. Rencananya adalah menerapkan metode-metode ini dalam praktik industri yang lebih luas untuk meningkatkan kepercayaan, keandalan, dan keamanan perangkat lunak AI.
3. Penelitian lanjutan: Rencananya adalah melanjutkan penelitian yang lebih mendalam tentang isu-isu yang diidentifikasi dalam SLR ini. Hal ini akan melibatkan penelitian empiris, pengembangan model atau kerangka kerja baru, dan eksperimen untuk menguji efektivitas solusi yang diusulkan.

Dengan melaksanakan rencana-rencana ini, diharapkan dapat terjadi kemajuan dalam pengembangan perangkat lunak AI, mengatasi tantangan yang ada, dan meningkatkan kepercayaan serta keberlanjutan penggunaan teknologi AI di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Batarseh, F. A. (n.d.). *Chapter 10 : The Application of Artificial Intelligence in Software Engineering – A Review Challenging Conventional Wisdom 1 . Introduction and Motivation*. 1–52.
- Fischer, L., Ehrlinger, L., Geist, V., Ramler, R., Sobiechky, F., Zellinger, W., Brunner, D., Kumar, M., & Moser, B. (2020). *machine learning & knowledge extraction AI System Engineering-Key Challenges and Lessons Learned* †. 56–83. <https://doi.org/10.3390/make3010004>
- Giray, G. (2021). A software engineering perspective on engineering machine learning systems: State of the art and challenges. *Journal of Systems and Software*, 180(June), 111031. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.111031>
- Horneman, A., Mellinger, A., & Ozkaya, I. (2019). *AI Engineering: 11 Foundational Practices*. [https://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/WhitePaper/2019\\_019\\_001\\_634648.pdf](https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/WhitePaper/2019_019_001_634648.pdf)
- Kitchenham, B. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical Report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE*.
- Kotti, Z., Galanopoulou, R., & Spinellis, D. (2023). Machine Learning for Software Engineering: A Tertiary Study. *ACM Computing Surveys*, 55(12). <https://doi.org/10.1145/3572905>
- Russell, S., & Norvig, R. (2021). *Artificial Intelligence*. <https://lccn.loc.gov/2019047498>
- Wen, J., Li, S., Lin, Z., Hu, Y., & Huang, C. (2012). Systematic literature review of machine learning based software development effort estimation models. *Information and Software Technology*, 54(1), 41–59. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2011.09.002>
- Winston, P. H. (2017). On Computing Machinery and Intelligence. *Boston Studies in the Philosophy and History of Science*, 324, 265–278. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-53280-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-53280-6_11)



## LAMPIRAN

### Lampiran 1: Surat Pernyataan Ketua Pelaksana

#### Surat Pernyataan Ketua Pelaksana Program Penelitian Universitas Esa Unggul

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sandfreni, S.SI, MT  
NIDN : 0304029101  
Fakultas / Prodi : Fakultas Ilmu Komputer/Program Studi Sistem Informasi  
Jabatan Fungsional : Lektor

Dengan ini saya menyatakan bahwa proposal program penelitian yang diajukan dengan judul: Analisis Peta Jalan Metode *Artificial Intelligence Engineering*.

Yang saya usulkan dalam skema Dasar internal Universitas Esa Unggul tahun 2023 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh Lembaga/sumber dana lain.

Bilamana diketahui dikemudian hari adanya indikasi ketidakjujuran/itikad kurang baik sebagaimana dimaksud di atas, maka kegiatan ini dibatalkan dan saya bersedia mengembalikan dana yang telah diterima kepada pihak Universitas Esa Unggul melalui LPPM

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 30 Juli 2023  
Yang menyatakan,



Sandfreni, S.SI, MT  
0304029101

## Lampiran 2: Biodata Peneliti

### 1. Ketua Peneliti

#### A. Identitas Diri

|    |                             |                                                                                                                                                               |
|----|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Nama Lengkap                | Sandfreni, S.SI, MT                                                                                                                                           |
| 2  | Jenis Kelamin               | P                                                                                                                                                             |
| 3  | Jabatan Fungsional          | -                                                                                                                                                             |
| 4  | NIP/NIK                     | 215090609                                                                                                                                                     |
| 5  | NIDN                        | 0304029101                                                                                                                                                    |
| 6  | Tempat dan Tanggal Lahir    | Palembang, 04-02-1991                                                                                                                                         |
| 7  | E-mail                      | <a href="mailto:sandfreni@esaunggul.ac.id">sandfreni@esaunggul.ac.id</a>                                                                                      |
| 8  | Nomor Telepon/HP            | 08112778791                                                                                                                                                   |
| 9  | Alamat Kantor               | Jl. Arjuna Utara no. 9 Kebon Jeruk Grogol<br>Jakarta Barat                                                                                                    |
| 10 | Nomor Telapon/Faks          | 021-5674223                                                                                                                                                   |
| 11 | Lulusan yang Telah Dihilkan | -                                                                                                                                                             |
| 12 | Mata Kuliah yang diampu     | 1. Rekayasa Perangkat Lunak<br>2. Perprograman Berorientasi Objek<br>3. Sistem Basis Data<br>4. Manajemen Pengetahuan<br>5. Manajemen Proyek Sistem Informasi |

#### B. Riwayat Pendidikan

|                               | S-1                                                                                                                                                   | S-2                                                                      |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Nama Perguruan Tinggi         | Universitas Sriwijaya                                                                                                                                 | Institut Teknologi Bandung                                               |
| Bidang Ilmu                   | Sistem Informasi                                                                                                                                      | Sistem Informasi                                                         |
| Tahun Masuk-Lulus             | 2008-2012                                                                                                                                             | 2013-2015                                                                |
| Judul Skripsi/Tesis/Desertasi | Pengembangan Sistem Informasi Pegadaian dengan Menggunakan Metode FAST (Studi Kasus Perum Pegadaian Unit Internasional Plaza Cabang Kenten Palembang) | Pemodelan Requirement Engineering: <i>Role Based Goal Oriented Model</i> |
| Nama Pembimbing/Promotor      | Jaidan Jauhari, MT                                                                                                                                    | Ir. Kridanto Surendro, MSc, PhD                                          |

### C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Penelitian                                                                                                                                                           | Pendanaan  |               |
|-----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|
|     |       |                                                                                                                                                                            | Sumber*    | Jml (Juta Rp) |
| 1   | 2014  | Penelitian Dosen – Program Riset Desentralisasi DIKTI: Perancangan e-readiness Framework Adopsi Cloud Computing pada Perguruan Tinggi                                      | Dikti      | 120           |
| 2   | 2016  | Penelitian Dosen Hibah Internal analisis titik kritis keberhasilan (CSFS) dan indikator kinerja (KPI) staf it pada proses penerapan <i>enterprise resource</i>             | Esa Unggul | Insentif      |
| 3   | 2017  | Penilaian Level Kapabilitas Organisasi Yang Memanfaatkan Sistem Informasi Untuk Proses BAI04 Dengan <i>Framework</i> Cobit 5                                               | Dikti      | 20            |
| 4   | 2018  | Model Perancangan Strategi IT yang didasarkan pada Manajemen Strategi IT                                                                                                   | Esa Unggul | Insentif      |
| 5   | 2019  | The Implementation of Soft System Methodology (SSM) for Systems Development in Organizations (Study Case: The Development of Tourism Information System in Palembang City) | Pribadi    | -             |
| 6   | 2020  | Rekayasa Pengembangan Sistem Informasi Pabrikasi Dengan Menggunakan Metode Rekayasa Kebutuhan Role Based Goal Oriented                                                     | Esa Unggul | 2             |

### D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada Masyarakat                                 | Pendanaan  |                |
|-----|-------|--------------------------------------------------------------------|------------|----------------|
|     |       |                                                                    | Sumber     | Jml (Juta Rp.) |
| 1   | 2015  | Optimalisasi Sumber Daya Teknologi Informasi Domain EDM.04.02 Pada | Esa Unggul | Insentif       |



|   |      |                                                                                                                                                                        |            |          |
|---|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|
|   |      | Lembaga Pendidikan dengan Menggunakan Framework COBIT 5                                                                                                                |            |          |
| 2 | 2017 | Penggunaan Moodle Untuk E-Learning Di Sekolah Menengah Umum/Kejuruan                                                                                                   | Pribadi    | -        |
| 3 | 2019 | Rekayasa Kebutuhan Revolusi Industri 4.0 dalam Bidang Pendidikan Studi Kasus Sekolah Cinta Kasih Tzu Chi Jakarta                                                       | Esa Unggul | Insentif |
| 4 | 2020 | Kajian Perencanaan Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) Kebandar Udara dari Sisi Udara Menggunakan Metode Penyelarasan Bisnis dengan Teknologi Informasi | Pribadi    | -        |
| 5 | 2020 | Penyuluhan Mengenai IoT For Smart Building (Studi Kasus Kampus Gading Serpong Ueu)                                                                                     | Pribadi    | -        |

#### E. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar                                                                        | Judul Artikel Ilmiah                                                                      | Waktu dan Tempat                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1   | International Conference on Information Science and Applications (ICISA) 2015                        | Requirement Engineering for Cloud Computing in University Using iStar Hierarchy Method    | Thailand, 25-26 Februari 2015<br>ICATSE                     |
| 2   | International Conference on Design Engineering and Science (ICDES) 2016                              | Requirement Engineering: Role Based Goal Orientation                                      | Kuala Lumpur, 27-29 Februari 2016<br>University of Malaysia |
| 3   | International Conference on Computer Applications and Information Processing Technology (CAIPT) 2017 | Capability Level that Using Information System: <i>Framework Cobit 5 (BAI 04 Process)</i> | Bali, Agustus 2017<br>APTIKOM                               |

|   |                                                                         |                                                                                                                                                                            |                                                       |
|---|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 4 | International Conference on Science, Engineering and Technology (ICSET) | The Implementation of Soft System Methodology (SSM) for Systems Development in Organizations (Study Case: The Development of Tourism Information System in Palembang City) | Jakarta, Desember 2019<br>IDRI DKI Jakarta, Indonesia |
| 5 | SN Sebatik 2021                                                         | Analisis Perancangan Sistem Pusat Studi pada Fasilkom UEU                                                                                                                  | Samarinda, 2021                                       |
| 6 | SN Sebatik 2022                                                         | Pemodelan Role Based Goal Oriented Model Dalam Mengembangkan Elektronik Layanan Pusat Studi Di Fasilkom Universitas Esa Unggul                                             | Samarinda, 2022                                       |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Internal tahun Anggaran 2023.

Jakarta Mei 2024  
Pengusul,

(Sandfreni, S.SI, M.T.)

## 2. Anggota Peneliti 1

### A. Identitas Diri

|    |                       |                                                                   |
|----|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1  | Nama Lengkap          | M. Bahrul Ulum,S.Kom, M.Kom                                       |
| 2  | Jenis Kelamin         | Laki-Laki                                                         |
| 3  | NIDN                  | 0306048801                                                        |
| 4  | NIP/NIK               | 217080701                                                         |
| 5  | Alamat                | Jl. Kali Anyar RT 009/005 Kel. Kali Anyar – Tambora Jakarta Barat |
| 6  | No. Telp              | 085697780664                                                      |
| 7  | Tempat, Tanggal Lahir | Tangerang, 06 April 1988                                          |
| 8  | E-mail                | m.bahrul_ulum@esaunggul.ac.id                                     |
| 9  | Perguruan Tinggi      | Universitas Esa Unggul                                            |
| 10 | Program Studi         | Teknik Informatika                                                |
| 11 | Jabatan Fungsional    | Lektor                                                            |
| 12 | Mata Kuliah           | 1. Algoritma                                                      |
|    |                       | 2. Pemrograman Berorientasi Objek                                 |
|    |                       | 3. Jaringan Komputer                                              |
|    |                       | 4. Kecerdasan Buatan                                              |

### B. Riwayat Pendidikan

|                               | S-1                                                                                             | S-2                                                                                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nama Perguruan Tinggi         | Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal                                                           | Institut Pertanian Bogor                                                                                |
| Bidang Ilmu                   | Teknik Informatika                                                                              | Ilmu Komputer                                                                                           |
| Tahun Masuk-Lulus             | 2005-2009                                                                                       | 2011-2013                                                                                               |
| Judul Skripsi/Tesis/Disertasi | Perancangan Dan Implementasi Sistem Informasi Pembayaran Siswa Di SMK Negeri 5 Mauk – Tangerang | Pemodelan Pemrograman Dinamis Pada <i>Multiple Sequence Alignment</i> Untuk Perancangan Primer Selulase |
| Nama Pembimbing/Promotor      | 1. Sri Subekti, S.Kom.<br>M.Kom<br>2. Moch. Zen, S.Kom, MM                                      | 1. Dr Eng Wisnu Ananta Kusuma, ST. MT<br>2. Dr Eng Joni Prasetyo, ST. MT                                |

### C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Penelitian                                                                                            | Pendanaan |               |
|-----|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|
|     |       |                                                                                                             | Sumber    | Jml (Juta Rp) |
| 1   | 2020  | Aplikasi Monitoring Penderita Kardiovaskular dan Obesitas Berbasis <i>Mobile Internet of Things</i> (MIoT)  | Internal  | 24 juta       |
| 2   | 2019  | Perancangan Sistem Monitoring Detak Jantung Bagi Penderita Kardiovaskular Berbasis Internet Of Things (IoT) | Internal  | 24 juta       |



|   |      |                                                                                                       |          |           |
|---|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|
| 3 | 2018 | Desain <i>Internet Of Things</i> (IoT) Untuk Optimasi Produksi Pada Agroindustri Karet                | Internal | 24 juta   |
| 4 | 2017 | Perancangan Sistem Pakar <i>Fuzzy</i> Untuk Mengidentifikasi Kecerdasan Anak                          | Internal | 24 juta   |
| 5 | 2016 | Implementasi Metode <i>Backpropagation Neural Network</i> Untuk Mendiagnosis Penyakit Kanker Payudara | DIKTI    | 11,6 juta |

#### D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada Masyarakat                                                                             | Pendanaan |               |
|-----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|
|     |       |                                                                                                                | Sumber    | Jml (Juta Rp) |
| 1   | 2020  | PKM Penerapan Sistem Cloud Untuk Manajemen Bank Sampah di Perumahan Taman Nuri Kel. Sindang sari Kab.Tangerang | Internal  | 3.000.000     |
| 2   | 2018  | Pemanfaatan PowerPoint Sebagai Media Pembelajaran Interaktif di SMPN 191 Jakarta                               | Internal  | 3.000.000     |
| 3   | 2017  | Pemanfaatan Internet Untuk Media Pembelajaran Siswa Di Yayasan Pendidikan Al-Chasanah Jakarta                  | Internal  | 3.000.000     |
| 4   | 2015  | Pelatihan Information Communication Technology (ICT)                                                           | Internal  | 3.000.000     |
| 5   | 2014  | Pengenalan teknologi dan Gadget pada usia dini                                                                 | Internal  | 3.000.000     |

#### E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Judul Artikel Ilmiah                                                                                        | Nama Jurnal           | Volume/Nomor/Tahun |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1   | Aplikasi Monitoring Penderita Kardiovaskular dan Obesitas Berbasis <i>Mobile Internet of Things</i> (MIoT)  | Komputasi             | 8/2/2020           |
| 2   | Perancangan Sistem Monitoring Detak Jantung Bagi Penderita Kardiovaskular Berbasis Internet Of Things (IoT) | Komputasi             | 8/1/2020           |
| 3   | Desain <i>Internet Of Things</i> (IoT) Untuk Optimasi Produksi Pada Agroindustri Karet                      | Sebatik               | 22/2/2018          |
| 4   | Designing Fuzzy Expert System to Identify Child Intelligence                                                | TELKOMNIKA            | 16/4/2018          |
| 5   | Perancangan Sistem Informasi Manajemen Bencana Alam                                                         | Forum Ilmiah          | 14/2/2017          |
| 6   | Implementasi Metode <i>Backpropagation Neural Network</i> Untuk Mendiagnosis Penyakit Kanker Payudara       | Prosiding Semnastikom | 2016               |
| 7   | Design Of Potential Cellulase Primer Using Multiple Sequence Alignment Method                               | KURSOR                | 7/1/2013           |

#### F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar | Judul Artikel Ilmiah                                                                                  | Waktu dan Tempat            |
|-----|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1   | Seminar Nasional Sebatik        | Desain <i>Internet Of Things</i> (IoT) Untuk Optimasi Produksi Pada Agroindustri Karet                | 1 Desember 2018 - Samarinda |
| 2   | Semnastikom                     | Implementasi Metode <i>Backpropagation Neural Network</i> Untuk Mendiagnosis Penyakit Kanker Payudara | 28 Oktober 2016 - Lombok    |

### G. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

| No. | Judul/Tema HKI                                                                                              | Tahun | Jenis       | Nomor P/ID |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|------------|
| 1   | Perancangan Sistem Monitoring Detak Jantung Bagi Penderita Kardiovaskular Berbasis Internet Of Things (IoT) | 2019  | Karya Tulis | 000171307  |
| 2   | Desain <i>Internet Of Things</i> (IoT) Untuk Optimasi Produksi Pada Agroindustri Karet                      | 2018  | Karya Tulis | 000124149  |
| 3   | Perancangan Sistem Pakar Fuzzy untuk Mengidentifikasi Kecerdasan Anak                                       | 2017  | Karya Tulis | 05665      |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan hibah Penelitian Internal.

Jakarta, Juni 2024  
Ketua Pelaksana,



( M.Bahrul Ulum,S.Kom, M.Kom )

### 3. Anggota Peneliti 2

#### a. Identitas Diri

|                       |                                |                                                         |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1                     | <b>Nama Lengkap</b>            | <b>Anik Hanifatul Azizah</b>                            |
| 2                     | Jenis Kelamin                  | Perempuan                                               |
| 3                     | Jabatan Fungsional             | Lektor                                                  |
| 4                     | NIP/NIK                        | 220030826                                               |
| 5                     | NIDN                           | 0417089101                                              |
| 6                     | CV                             |                                                         |
| 7                     | ID SINTA                       | 6753764                                                 |
| 8                     | h-index                        | 8                                                       |
| 9                     | ORCID                          | 0000-0003-3951-9718                                     |
| 10                    | Research ID                    |                                                         |
| 11                    | Mendeley profile               |                                                         |
| 12                    | Tempat dan Tanggal Lahir       | Kediri, 17 August 1991                                  |
| 13                    | E-mail                         | Anik.hanifa@esaunggul.ac.id                             |
| 14                    | Nomor Telepon/HP               | 085132402221                                            |
| 15                    | Alamat Kantor                  | Jl. Arjuna Utara no. 9 Kebon Jeruk Grogol Jakarta Barat |
| 16                    | Nomor Telapon/Faks             | 021-5674223 ext 244                                     |
| 17                    | Lulusan yang Telah Dihilangkan | -                                                       |
| 18                    | Mata Kuliah yang diampu        | Manajemen Pengetahuan                                   |
|                       |                                | Manajemen Proyek Sistem Informasi                       |
|                       |                                | Infrastruktur dan Manajemen Layanan TI                  |
|                       |                                | Audit dan Kendali Sistem Informasi                      |
|                       |                                | Jaminan dan Keamanan Sistem Informasi                   |
|                       |                                | Sistem Informasi Manajemen                              |
|                       |                                | Internet of Things                                      |
| Arsitektur Enterprise |                                |                                                         |

#### 4. Riwayat Pendidikan

|                                | S-1                                                                                                            | S-2                                                                             |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Nama Perguruan Tinggi          | Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya                                                                   | National Taiwan University of Science and Technology                            |
| Bidang Ilmu                    | Teknik Informatika                                                                                             | Information Management                                                          |
| Tahun Masuk-Lulus              | 2009 - 2013                                                                                                    | 2015 - 2017                                                                     |
| Judul Skripsi/Tesis/Desertasi. | Implementasi Fungsi Kriptografi Dan Otentikasi Sidik Jari Pada Pemungutan Suara Berbasis Elektronik (E-Voting) | Investigating antecedents of trust in e-voting system toward developing country |



|                              |                  |                   |
|------------------------------|------------------|-------------------|
| Nama Pembimbing/<br>Promotor | Dr. Tohari Ahmad | Prof. YU-Qian Zhu |
|------------------------------|------------------|-------------------|

#### 5. Pengalaman Penelitian dalam 10 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Penelitian                                                                                                                   | Pendanaan            |               |
|-----|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|
|     |       |                                                                                                                                    | Sumber*              | Jml (Juta Rp) |
| 1.  | 2023  | Model Clinical Pathway Menggunakan Decision Support System untuk mencegah komplikasi dan meningkatkan kualitas hidup pasien Stroke | Hibah Riset Dikti    | 120.000.000   |
| 2.  | 2023  | Model Analisis Perilaku Pengguna Terhadap Teknologi Telemedicine Di Indonesia                                                      | Hibah Riset Internal | 10.000.000    |
| 3.  | 2022  | An Enhanced Information System Success Model for Enterprise Resource Planning Implementation on State-Owned Enterprise             | Mandiri              | 8.000.000     |

#### 6. Pengalaman Pengabdian Masyarakat dalam 10 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada Masyarakat                                                                                                                                   | Pendanaan                       |               |
|-----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
|     |       |                                                                                                                                                                      | Sumber*                         | Jml (Juta Rp) |
| 1.  | 2023  | Belajar Gembira Dalam Memajukan Literasi Digital Anak                                                                                                                | Internal Universitas Esa Unggul | 10.000.000    |
| 2.  | 2022  | Pelatihan dan Edukasi Digital Literacy Bagi Orang Tua dalam Mendampingi Anak Melaksanakan Online Learning Pada Komunitas Ibu Terbesar di Indonesia - Orami Parenting | Internal Universitas Esa Unggul | 6.000.000     |

#### 7. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 10 Tahun Terakhir

| PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL |       |                                                                                                           |                                              |                                                               |                                                                                                                                               |
|---------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No                                    | Tahun | Judul Artikel Ilmiah                                                                                      | Nama Jurnal Volume/ Nomor/Tahun              | ISSN/ISBN/DOI                                                 | URL Address (Link)                                                                                                                            |
| 1.                                    | 2023  | Model Analisis Perilaku Pengguna Terhadap Teknologi Telemedicine Di Indonesia                             | Jurnal SEBATIK VOL 27 NO 1 (2023): JUNI 2023 | P-ISSN 14103737<br>E-ISSN 2621069x                            | <a href="https://jurnal.wicida.ac.id/index.php/sebatik/article/view/2156">https://jurnal.wicida.ac.id/index.php/sebatik/article/view/2156</a> |
| 2                                     | 2021  | Examining multi-dimensional trust of technology in citizens' adoption of e-voting in developing countries | Information Development                      | <a href="https://doi.org/10.1177">https://doi.org/10.1177</a> | <a href="https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/026666920902819">https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/026666920902819</a>       |

| PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM PROSIDING |       |                                                                                                                        |                                                                                                      |                                                                                                         |                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                      | Tahun | Judul Artikel Ilmiah                                                                                                   | Nama Jurnal Volume/ Nomor/Tahun                                                                      | ISSN/ISBN/DOI                                                                                           | URL Address (Link)                                                                                                                              |
| 1.                                       | 2022  | An Enhanced Information System Success Model for Enterprise Resource Planning Implementation on State-Owned Enterprise | Proceedings of the First Mandalika International (Informatics and Computer Science) (MIMSE-I-C-2022) | 10.2991/978-94-6463-084-8_6                                                                             | <a href="https://www.atlantispress.com/proceedings/mimse-i-c-22/125980141">https://www.atlantispress.com/proceedings/mimse-i-c-22/125980141</a> |
| 2                                        | 20218 | Towards achieving the efficiency in zakat management system: interaction design for optimization in Indonesia          | User Science and Engineering (IEEE)                                                                  | <a href="https://doi.org/10.1007/978-981-13-1628-9_26">https://doi.org/10.1007/978-981-13-1628-9_26</a> | <a href="https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-1628-9_26">https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-1628-9_26</a>     |

#### 8. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar | Judul Artikel Ilmiah                         | Waktu dan Tempat |
|-----|-------------------------------|----------------------------------------------|------------------|
| 1.  | SN Sebatik 2021               | Analisis Efektivitas Penggunaan Portal Resmi | Samarinda, 2021  |

|   |                                                                             |                                                                                                                                                                   |               |
|---|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|   |                                                                             | Merdeka Belajar Kampus Merdeka Menggunakan Model Delone and Mclean.                                                                                               |               |
| 2 | 2019 7th International Conference on Cyber and IT Service Management (IEEE) | Implementation of enterprise resource planning (ERP) using integrated model of extended technology acceptance model (TAM) 2: case study of PT. Toyota Astra motor | Jakarta, 2020 |

## 9. HaKi

| HAK KARYA INTELEKTUAL |                                 |               |                                                                               |                                            |                  |
|-----------------------|---------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| No                    | Nomor & Tanggal Permohonan      | Jenis Ciptaan | Judul Ciptaan                                                                 | Tanggal dan tempat di Umumkan Pertama kali | Nomor Pencatatan |
| 1.                    | EC002023439<br>31, 12 Juni 2023 | Karya Tulis   | Model Analisis Perilaku Pengguna Terhadap Teknologi Telemedicine Di Indonesia | 1 Juni 2023, di Samarinda                  | 000476859        |
|                       |                                 |               |                                                                               |                                            |                  |

## 10. Organisasi/Profesi

| Tahun    | Jenis>Nama Organisasi                             | Jabatan/Jenjang Keanggotaan |
|----------|---------------------------------------------------|-----------------------------|
| 2020-now | Information Systems Audit and Control Association | Anggota                     |
| 2020-now | Asosiasi Sistem Informasi Indonesia               | Anggota                     |

Demikian biodata yang saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Program penelitian Universitas Esa Unggul pada skema internal.

Jakarta, Juni 2024  
Pengusul,



Anik Hanifatul Azizah S.Kom. M.IM



### Lampiran 3: Logbook Penelitian

| No                  | Kegiatan                                               | Timeline Kegiatan |                   | Durasi aktual     |                   | % Complete | Hambatan |
|---------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|----------|
|                     |                                                        | Tanggal mulai     | Tanggal berakhir  | Tanggal mulai     | Tanggal berakhir  |            |          |
| <b>INISIASI</b>     |                                                        |                   |                   |                   |                   |            |          |
| 1                   | Studi Pendahuluan dan Latar Belakang                   | 02 September 2023 | 10 September 2023 | 02 September 2023 | 10 September 2023 | 100%       |          |
| 2                   | Identifikasi Rumusan Masalah                           | 03 September 2023 | 10 September 2023 | 03 September 2023 | 10 September 2023 | 100%       |          |
| 3                   | Literature Review dan perumusan tujuan                 | 04 September 2023 | 18 September 2023 | 04 September 2023 | 18 September 2023 | 100%       |          |
| 4                   | Tujuan dan Manfaat Penelitian                          | 19 September 2023 | 28 September 2023 | 19 September 2023 | 28 September 2023 | 100%       |          |
| 5                   | Menentukan Metode SLR                                  | 19 September 2023 | 28 September 2023 | 19 September 2023 | 28 September 2023 | 100%       |          |
| <b>IMPLEMENTASI</b> |                                                        |                   |                   |                   |                   |            |          |
| 6                   | Pengumpulan Data                                       | 02 Oktober 2023   | 23 Oktober 2023   | 02 Oktober 2023   | 23 Oktober 2023   | 100%       |          |
| 7                   | Review Protocol                                        | 23 Oktober 2023   | 30 Oktober 2023   | 23 Oktober 2023   | 30 Oktober 2023   | 100%       |          |
| 8                   | Research Identification & Literature Selection Results | 30 Oktober 2023   | 7 November 2023   | 30 Oktober 2023   | 7 November 2023   | 100%       |          |
| 9                   | Literature Quality Test Results                        | 7 November 2023   | 24 November 2023  | 7 November 2023   | 24 November 2023  | 100%       |          |

| EVALUASI |                                                    |                  |                  |                  |                  |      |  |
|----------|----------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|--|
| 10       | Data Extraction Results dan Data Synthesis Results | 10 Desember 2023 | 18 Desember 2023 | 10 Desember 2023 | 18 Desember 2023 | 100% |  |
| 11       | Reporting                                          | 18 Desember 2023 | 18 Januari 2024  | 18 Desember 2023 | 18 Januari 2024  | 100% |  |
| 12       | Penyusunan Jurnal RIA                              | 20 Februari 2024 | 21 Februari 2024 | -                | -                | 100% |  |
| 13       | Penerbitan Jurnal RIA                              |                  | 21 Juni 2024     | -                | -                | 100% |  |
| 14       | Penyusunan Laporan Akhir                           | 18 Juli 2024     | 28 Juli 2024     | 18 Juli 2024     | 28 Juli 2024     | 100% |  |

**Lampiran 4: Laporan Keuangan**

| Laporan Akhir |                                |                                   |      |               |                          |                      |
|---------------|--------------------------------|-----------------------------------|------|---------------|--------------------------|----------------------|
| No            | Kegiatan                       |                                   | Unit | Waktu/periode | Realisasi Aktual         | Jumlah               |
|               |                                |                                   |      |               | Dana hibah               |                      |
|               | <b>Dana Hibah Internal UEU</b> |                                   |      |               | <b>Rp<br/>10.000.000</b> |                      |
| 1             | Biaya Langsung Non Personal    |                                   |      |               |                          |                      |
|               | a                              | Pembelian Alat Tulis Kantor       | 1    | Paket         | Rp<br>480.000            | Rp 480.000           |
|               | Pengumpulan dan Analisis Data  |                                   |      |               |                          |                      |
| 2             | a                              | Konsumsi Rapat Tim dengan anggota | 1    | Paket         | Rp<br>272.000            | Rp 272.000           |
|               | b                              | Konsumsi Rapat Tim dengan anggota | 5    | 1             | Rp<br>52.500             | Rp 262.500           |
|               | c                              | Konsumsi Rapat Tim dengan anggota | 1    | Paket         | Rp<br>83.500             | Rp 83.500            |
|               | Sewa peralatan penelitian      |                                   |      |               |                          |                      |
|               | a                              | Subscription software Figma Pro   | 1    | per tahun     | Rp<br>2.537.000          | Rp 2.537.000         |
| 3             | b                              | Subscription software Power BI    | 1    | per tahun     | Rp<br>2.855.000          | Rp 2.855.000         |
|               | Publikasi Jurnal               |                                   |      |               |                          |                      |
|               | a                              | Jurnal International Q3           | 1    | 1             | Rp<br>6.900.000          | Rp 6.900.000         |
|               |                                |                                   |      |               |                          | <b>Rp 13.390.000</b> |





Mengetahui,  
Ketua LPPM

Dr. Laras Sitoayu

Jakarta, 1 Juli 2024

Ketua Peneliti,

Sandfreni, S.SI, MT



**Lampiran 5: Artikel Jurnal**



gggul



Universitas  
**Esa Unggul**



Universitas  
**Esa Un**



gggul



Universitas  
**Esa Unggul**



Universitas  
**Esa Un**



gggul



Universitas  
**Esa Unggul**



Universitas  
**Esa Un**



## Roadmap Analysis of Artificial Intelligence Engineering Method

Sandfreni<sup>1\*</sup>, Eko K. Budiardjo<sup>1,2</sup>

Department of Computer Science, Universitas Indonesia, Depok 16424, Jakarta, Indonesia

Department of Computer Science, Universitas Esa Unggul, Kebon Jeruk 11540, Jakarta, Indonesia

Corresponding Author Email: [sandfreni@esaunggul.ac.id](mailto:sandfreni@esaunggul.ac.id)

Copyright: ©2024 The authors. This article is published by IETA and is licensed under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

<https://doi.org/10.18280/ria.380305>

### ABSTRACT

**Received:** 30 October 2023

**Revised:** 15 January 2024

**Accepted:** 7 February 2024

**Available online:** 21 June 2024

#### Keywords:

*AI Engineering, software engineering, AI engineering challenge, systematic literature review*

The characteristics of AI-based software have the potential to reshape traditional software development paradigms. Consequently, this study conducts a systematic literature review (SLR) within the field of AI Engineering to identify the unique challenges in software engineering for AI-based systems, which are transforming traditional software development paradigms. The scope of the SLR includes literature from academic journals and conference proceedings published between 2018 and 2023, selected through a rigorous process. The methodology involved using specific search keywords across databases such as Scopus, ScienceDirect, ACM Digital Library, and IEEE Xplore, with a stringent application of Kitchenham's inclusion and exclusion criteria to ensure a focused and relevant review. This review provides a consolidated summary of diverse research endeavors addressing challenges, issues, and methodologies relevant to AI-based software development. Highlighted topics encompass challenges in requirements engineering for AI-intensive system development, responsible software development (responsible AI), the formulation of a software engineering roadmap for responsible AI, the application of TrustOps as a risk management methodology in AI system development, the necessity of incorporating software engineering methods in AI-based systems, as well as studies exploring requirements engineering practices, AI-intensive system development, and the utilization of tools in machine learning model development. Key findings include the importance of recognizing ethical requirements in AI development, the role of risk management and ethical attributes, and the challenges of connecting requirements between software developers, data scientists, and machine learning specialists. This research provides valuable insights for practitioners and researchers involved in developing AI-based software to overcome existing challenges and apply appropriate methods in the development process.

## 1. INTRODUCTION

Artificial Intelligence (AI), a technological embodiment of human intelligence, has brought about a paradigm shift across various sectors, revolutionizing how we approach and solve complex problems. AI mirrors human cognitive abilities within software frameworks, enabling programs to display behaviors akin to human intelligence. As McLeod and Schell describe, AI endows programs with human-like behaviors. This transformation is evident in numerous fields, showcasing AI's versatility and its critical role in driving innovation and efficiency. With AI's integration into software engineering, now known as AI Engineering, there has been a significant enhancement in system efficiency and problem-solving capabilities. This integration signifies a pivotal evolution within the technological sphere, propelling forward innovative solutions in areas ranging from software development to project management.

AI has been used in various fields, therefore with the development of AI, when combined with software engineering or better known today as Artificial Intelligence Engineering

(AI Engineering), can create a system that is more efficient and able to better solve complex problems. AI Engineering has emerged as a pivotal discipline within the technology landscape, holding the potential to yield innovative solutions spanning various domains, including software development and project management [1].

The roots of AI Engineering can be traced back to the rapid strides made in the field of artificial intelligence. The evolution of machine learning, deep learning, and natural language processing has provided a robust foundation for the application of AI principles in software and systems development. The infusion of AI principles into the realm of AI Engineering carries the potential to redefine conventional software development paradigms. AI techniques are leveraged to enhance the efficiency and quality of software development. For instance, machine learning can be harnessed to automate routine tasks within software development, thereby optimizing time utilization and conserving human resources [2].

Deep learning methodologies empower the creation of intelligent systems proficient in processing and comprehending complex data [3]. Natural language



processing facilitates more intuitive interactions between systems and users. Moreover, AI Engineering extends its influence on the realm of project management, enabling the analysis of project data, identification of potential risks, and the provision of precise estimates regarding time and cost. These capabilities empower development teams to make informed decisions, ultimately enhancing overall project efficiency.

In this context, our study conducts a comprehensive Roadmap Analysis of AI Engineering Methods. The objective is to dissect and elucidate the methodologies underpinning AI Engineering, focusing on its implementation roadmap. This analysis aims to delve into the intricacies of combining AI with software engineering, shedding light on the current methodologies, their applications, and future directions. The methodology for this analysis involves a systematic examination of existing practices and emerging trends in AI Engineering, based on a thorough review of relevant literature and industry developments. This study aims to offer valuable insights and guide future research and practical applications in AI Engineering, underscoring its growing importance and transformative impact in the technological domain.

## 2. RELATED STUDY

AI Engineering is a discipline that amalgamates artificial intelligence (AI) with software engineering and systems development. In the realm of AI Engineering, apart from the conventional software system engineering cycle, there exists an adjunct AI modeling cycle. The purpose of this additional cycle is to consistently assess the utilized model, ensuring it aligns with the anticipated behavior of the AI system (see Figure 1). Based on the figure that explained about "AI System Engineering Loop," which combines the traditional "Software System Engineering Cycle" with the "AI Modelling Cycle." The traditional cycle includes steps such as coding, building, releasing, operating, and monitoring. The AI modeling cycle adds additional stages like exploring, collecting, modeling, and evaluating, which are specific to AI development. Below these cycles, there's a section on "Application Requirements on AI System Engineering" that lists considerations such as embedded AI, data quality metrics, verification & validation, security & integrity, energy efficiency (green & low energy AI), and the incorporation of explainable AI (XAI), safety, and ethics into the design. This diagram suggests a comprehensive approach to AI system development that integrates traditional software engineering with the specific requirements of AI systems to ensure they are responsible, secure, and efficient.

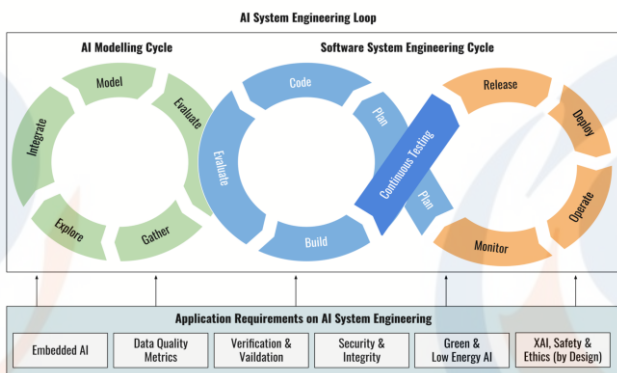


Figure 1. AI system engineering loop [2]

In the realm of AI Engineering, AI techniques play a pivotal role in refining and enhancing various facets of software engineering. These encompass data analysis, software testing, project management, system optimization, and user interface interaction. For instance, machine learning serves to construct predictive models capable of deriving insights from data, thereby facilitating decision-making [4]. Deep learning, conversely, is employed to process intricate data, such as images or sound, and acquire profound patterns [5]. Additionally, natural language processing enables the system to engage in interactions with users using human language.

The domain of AI Engineering spans numerous research areas, including AI's role in software development, pattern recognition, and AI-driven testing. It also covers the automation of development processes, project management enhancements through AI, and optimization techniques. Moreover, the study of ethical and security implications is an integral part of AI Engineering research.

AI Engineering is an important field because it combines artificial intelligence (AI) with software engineering and systems development [6]. There are several reasons why AI Engineering is becoming more and more significant:

(1) Increasing Demand for AI Solutions: With the development of technology, organizations and companies are increasingly realizing the potential and benefits offered by AI. The demand for innovative and efficient AI solutions is increasing, both in software development and in project management.

(2) Quality and Efficiency Improvement Potential: The use of AI in software engineering can help improve the quality and efficiency of the development process. For example, machine learning techniques can be used to analyse data and identify complex patterns, enabling software developers to make better decisions and generate better solutions.

(3) Automation of Routine Tasks: AI Engineering enables the automation of routine tasks in software development, such as testing, debugging, and system maintenance. This can save humans time and effort, allowing them to focus on more complex and creative tasks.

(4) Better Decision Making: AI can provide a deeper understanding of available data and information, enabling better and more accurate decision making in software development. With more careful analysis and more accurate predictions, developers can avoid risks and optimize system performance.

(5) Innovation and Technological Advancement: AI Engineering continues to drive innovation and technological progress in the field of software engineering. The use of new and evolving AI techniques can result in smarter and more effective solutions to address challenges in software development.

## 3. METHOD

The initial phase in investigating a subject matter involves the execution of a Systematic Literature Review (SLR). The concept of a literature study is a constituent of SLR, which finds extensive application in information systems research for the purpose of elucidating the current state of knowledge pertaining to a research inquiry. In the context of this SLR, Kitchenham's method is employed, which has garnered widespread adoption across diverse domains, encompassing software engineering, healthcare, and education [7]. This

methodological approach is characterized by its rigorous and methodically structured framework, facilitating the systematic identification and comprehensive analysis of research studies pertinent to a specific subject. The SLR process is delineated by a well-defined procedure that encompasses several sequential stages, including planning, execution, and the subsequent reporting of the review's findings. Figure 2 depicts an explanation of the journal selection procedure.

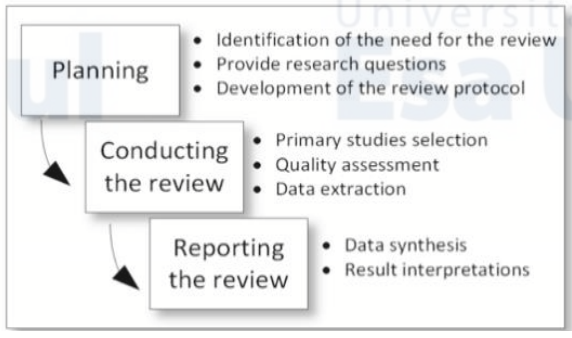


Figure 2. SLR methodology [7]

(1) Planning stage, the search strategy for finding pertinent studies is devised when the research topic or target is established. As part of the search process, relevant journals and conference proceedings are often manually searched in addition to extensive searches of electronic databases like PubMed or Scopus. Additionally, the inclusion and exclusion criteria are defined, which aid in determining pertinent studies and excluding those that are irrelevant.

(2) Screening stage, based on the inclusion and exclusion criteria, the identified studies are reviewed. Several levels of review are typically performed during the screening process, including title and abstract screening as well as full-text screening. Studies that do not meet the inclusion criteria are excluded from the review, while those that do meet the inclusion criteria are included.

(3) Data extraction stage, the included studies' pertinent data is extracted and synthesised. Typically, this entails gathering

data on the study design, sample size, research methodology, and key conclusions.

(4) The reporting stage, the review's findings are synthesised and presented. This usually entails summarising the important findings from the papers presented, noting any gaps in the literature, and offering recommendations for future study.

Kitchenham SLR is a methodical, evidence-based approach that uses a specified methodology for finding and assessing pertinent studies. In order to provide high-quality research findings, it is crucial that the review is thorough, objective, and replicable, which the methodology helps to achieve. The selection process is based on two criteria: inclusion and exclusion. Table 1 provides an explanation of inclusion and exclusion.

Based on the research objectives, inclusion and exclusion criteria from this literature study were created, and they are used to make sure the findings are reliable in accordance with Kitchenham's standards. English-language articles with full-text papers and a 2018–2023 publication year are available. The structure of the search method is based on the selection of key terms utilizing alternative words and synonyms in each search string (e.g., "AI Engineering"). The search for publications took place between 2018 and 2023. The data was obtained from the databases Scopus, ScienceDirect, ACM Digital Library, and IEEE Xplore, and was then integrated into the Mendeley program. Several irrelevant papers were issued at this point based on the title and abstract. There are 400 papers in the literature with details, and 19 of them are included in this research map which is explained by Figure 3.

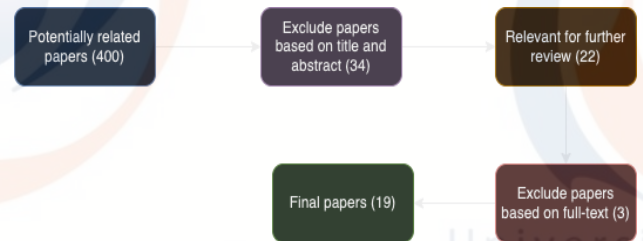


Figure 3. The selection process of Kitchenham approach

Table 1. Inclusion and exclusion criteria

| Stages                                 | Inclusion Criteria                                                                                                                                                                 | Exclusion Criteria                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Initiation                             | According to the search keywords English<br>Year of publication 2018-2023                                                                                                          | Language other than English<br>Years of publication beyond 2018-2023                                                                                                                                                |
| Stage 1 (Title and abstract selection) | There are overlapping discussions between software development and artificial intelligence.                                                                                        | Artificial Intelligence that is not related to software development                                                                                                                                                 |
| Stage 2 (Full-text selection)          | Discussion of software development on Artificial Intelligence-based software<br>Discussion of challenges and suggestions in the software development process.<br>Open access paper | Does not discuss the development of the software.<br>Does not address challenges in software development.<br>The use of artificial intelligence in software development<br>Paper whose full-text cannot be accessed |

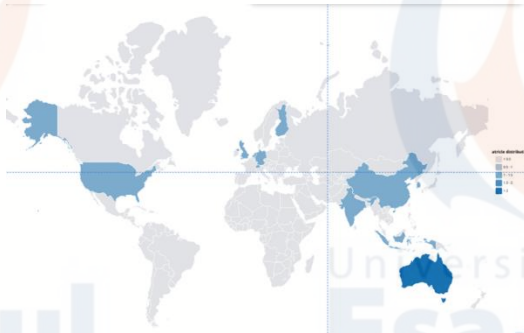
#### 4. RESULT

According to the SLR procedures used in this study, research on the subject of knowledge sharing in AI Engineering was published most frequently from Australia, with 4 (four) papers, followed by the Italy and Austria, with 2 (two), and other countries most frequently with 1 (one) that's

explained by Figure 4. Australia may be leading in AI Engineering publications, one would need to consider several factors including the country's research environment, government and institutional support for AI innovation, investment in technology, and collaborations between academia and industry. These elements contribute to the development of a strong AI community, which in turn drives

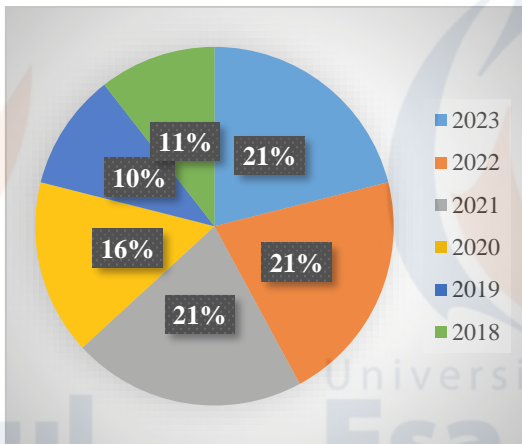


research and knowledge sharing.



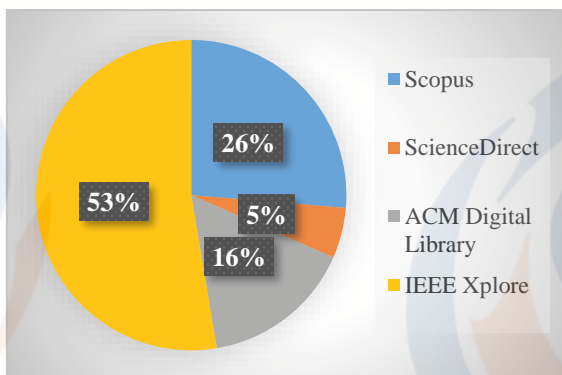
**Figure 4.** Article distribution by country

In terms of publication time, this research is most widely published in 2021 to 2023 with 12 (twelve) articles where each year there are 4 (four) articles, followed in 2020 with 3 (three) articles, in 2019 and 2018 each with 2 (two) articles which we can see on Figure 5. There are some factors that may have influenced publication trends refers to examining reasons that could explain changes in the volume of research papers over time. Factors like policy changes refer to new government or institutional directives that might prioritize or de-emphasize research in AI Engineering.



**Figure 5.** Number of article distribution by year

Based on the composition of research article publishers, the issue of sharing knowledge in AI Engineering is published by IEEE Xplore publishers with a percentage of 53%, followed by Scopus with 26%, ACM Digital Library 16%, and Science Direct with 5%, as illustrated on Figure 6.



**Figure 6.** Number of article distribution by year

Various studies highlighting the challenges and methods of developing Artificial Intelligence (AI)-based software. These studies cover a wide range of aspects, from identifying problems in requirements and engineering AI-intensive systems to analyzing ethical requirements and responsible AI [8]. Several studies address challenges in requirements engineering for AI, including the precise definition of contextual and data requirements, and the planning and design of efficient AI systems. In addition, it is also important to consider the human factor in the development of AI systems to ensure compliance with the desired goals and ethical values [9].

Other challenges faced are integration of machine learning models in existing infrastructure, testing and validation of AI systems throughout, and deep understanding of user requirements in the intended application domain [10]. In the quest to build responsible AI systems, tensions were found in the implementation of ethical requirements, such as a lack of suitable tools and methods to monitor and validate the ethical compliance of AI systems that have been implemented [11].

In addition, challenges were also found in software engineering methodologies that are particularly suitable for developing AI systems, including adapting the SDLC framework with data engineering processes and training models [12]. The researchers also present recommendations and frameworks for addressing these challenges, such as TrustOps which offers a risk-based approach to managing trust in AI systems, or an approach that guides users in articulating ethical requirements for explainable AI [13].

Overall, the outcome of these studies is the importance of the discipline of AI Engineering in addressing the challenges of developing AI-based software [14]. Using AI techniques and integrating traditional software engineering principles with AI-specific approaches can help create systems that are efficient, responsible and compliant with user requirements and the necessary ethical values. Challenges in AI-based software development are presented in the Table 2:

**Table 2.** Challenge of AI engineering

| Challenge                       | Reference                |
|---------------------------------|--------------------------|
| Software Development Life Cycle | [2, 10-12, 15-19]        |
| Requirement Engineering         | [8, 9, 14, 20-24]        |
| Responsible AI                  | [11, 14, 16, 18, 25, 26] |
| Trustworthiness                 | [12-14]                  |
| Explainability AI               | [2, 14, 21]              |

## 5. DISCUSSION

Software engineering is a software development process consisting of various phases and practices that need to be carried out by each stakeholder with the aim that the software built is effective and cost effective. Various software development methods have been proposed, standardized and adopted in the industry. Starting from the most traditional ones such as waterfall which is suitable for use on software whose requirements are clear at the beginning of development [27], to agile which accommodates changes in software requirements, along with the development and operation of the software [28].

The process of developing software development methods adapted to market needs at that time. In the early days of the development of the software industry, the software developed had the aim of optimizing specific business processes in



certain areas. For example, software embedded in aircraft control systems was intended to help pilots control aircraft more easily, reduce human errors and increase aircraft safety factors. Software like this has the characteristics of a clear requirements at the start, and involves limited and specific domain knowledge in the industry. This type of software is expected to have definite requirements at the start, because with its complexity and mission critical nature, changing requirements in the midst of software development will pose a risk not only in terms of cost, but also in terms of the safety of using the software. At that time, the most suitable and commonly used software development method was the waterfall, in which the development process was carried out step by step starting from requirement elicitation to the deployment process. In this method all defined requirements must be traceable to the design, implementation, testing and operational levels.

Along with the advancement of digital technology, the penetration of the use of software has reached homes, and ordinary individuals. With the increased computing capabilities of mobile devices, it is possible for everyone who owns a mobile device to have direct access to the software and become a direct consumer of the software. Software at that time was not only used in offices at work, but had become a tool to support the daily activities of individuals in society. Such as to communicate, directions, places to buy and sell, order food, make payments, etc. Software users are becoming very diverse, and to win the competition, of course, the software manufacturing company must quickly adapt to people's needs and trends in the market. This led to a significant change in the software development process, business and product teams will always come up with new ideas to win over customers. And this must be balanced with the ability to deliver new software features quickly. Driven by such business requirements, the adoption of agile software development is increasing rapidly.

This software development method allows for changes and additions to the software and delivers these requirements quickly. Agile software development is not easily implemented just like that, but is also supported by technology or other tools such as code versioning and collaboration, testing automation, deployment automation which is currently known as continuous integration/continuous delivery (CI/CD).

From the examples of software development events above, every development of a technology will drive new requirements in software development. This need is accompanied by challenges that need to be solved with a new software development paradigm that is supported by technology or tools that can be used in the software development process.

At this time adding artificial intelligence (AI) capabilities to software has become a trend and is implemented in real terms in the industry. Starting from ad recommendations displayed on web services based on web page browsing history to self-driving cars.

Artificial Intelligence (AI) has the idea of embedding the ability to think, reason and take human action into a machine. Machines are expected not only to be able to perform computations quickly, execute tasks based on predefined instructions and logic, but machines are also expected to be able to learn from input data obtained in their operational processes, and create and derive new rules autonomously.

There are different characteristics between traditional software and software based on Artificial Intelligence. In

traditional software, the logic instructions and rules to be executed by the software have been defined from the start, and there will be no changes during the operational process of the software. Rule changes can only be made by changing the software code. This makes traditional software behaviour more predictive. Based on those inputs, one can easily predict the output given by traditional software.

In AI-based software, there are learning capabilities implemented in the software. This makes the behaviour of the software change in line with the operation of the software. These characteristics raise new issues related to the safety of using software that need to be addressed in AI-based software development, such as trustworthiness, explain ability and responsible AI.

In addition, there are additional engineering processes in AI-based software development that are not found in traditional software development. Such as data engineering, data training, model development, and learning monitoring and evaluation after deployment. These complexities present unique challenges that require careful consideration within the software development process. The roadmap analysis of AI engineering methods is instrumental in navigating this evolving landscape and addressing these challenges effectively.

## 6. CONCLUSIONS

AI Engineering's transformative role in technology development is unmistakable, as this discipline is set to redefine software and systems development practices. This systematic literature review has been pivotal in uncovering the myriad challenges brought forth by AI integration, with a particular focus on the necessity for clear definitions, contextual requirements, and the establishment of rigorous performance metrics. The complexities of implementing ethical principles within AI software development have been spotlighted, revealing gaps such as inconsistent application and the need for robust validation protocols. These findings emphasize the need for an industry-wide consensus on ethical standards and performance benchmarks, which are critical for the development of AI systems that are not only technologically advanced but also ethically grounded.

The human element within AI Engineering has emerged as a fundamental aspect of this study, underscoring the importance of multi-level governance and process-oriented practices. The introduction of responsible-AI-by-design principles marks a significant stride towards embedding ethical considerations into the fabric of AI systems from the outset. The research has provided frameworks that address the dual challenges of maintaining high performance while ensuring ethical compliance, highlighting the crucial role of human oversight and ethical foresight in AI system development. This embodies a forward-thinking approach that aims to harness AI's capabilities responsibly, ensuring that AI systems serve the broader societal good without compromising ethical values.

In drawing conclusions, this research offers a compendium of insights into the multifaceted challenges encountered in AI-based software development. By outlining the interplay of AI within software development and offering strategic avenues, it paves the way for stakeholders to effectively navigate these intricacies. The study's comprehensive set of recommendations and pragmatic approaches is a testament to

the ongoing endeavor to realize AI's full potential responsibly. Future research directions are poised to refine these strategies further, ensuring that as AI continues to evolve, it does so with an unwavering commitment to ethical standards, user-centric design, and an inclusive vision for technology's role in society.

## ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank the following people for their contributions to this study: Mr. EKB, the Lab members for technical assistance on this article and the Department of Computer Science employees for their invaluable assistance. This research is partially supported by an internal publication grant from the Faculty of Computer Science, University of Indonesia.

## REFERENCES

- [1] Giray, G. (2021). A software engineering perspective on engineering machine learning systems: State of the art and challenges. *Journal of Systems and Software*, 180: 111031. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.111031>
- [2] Fischer, L., Ehrlinger, L., Geist, V., Ramler, R., Sobieszky, F., Zellinger, W., Brunner, D., Kumar, M., Moser, B. (2020). AI system engineering—Key challenges and lessons learned. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 3(1): 56-83. <https://doi.org/10.3390/make3010004>
- [3] Batarseh, F.A., Mohod, R., Kumar, A., Bui, J. (2020). The application of artificial intelligence in software engineering: A review challenging conventional wisdom. *Data Democracy*, 2020: 179-232. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818366-3.00010-1>
- [4] Kotti, Z., Galanopoulou, R., Spinellis, D. (2023). Machine learning for software engineering: A tertiary study. *ACM Computing Surveys*, 55(12): 1-39. <https://doi.org/10.1145/3572905>
- [5] Wen, J., Li, S., Lin, Z., Hu, Y., Huang, C. (2012). Systematic literature review of machine learning based software development effort estimation models. *Information and Software Technology*, 54(1): 41-59. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2011.09.002>
- [6] Horneman, A., Mellinger, A., Ozkaya, I. (2019). AI engineering: 11 foundational practices. [https://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/WhitePaper/2019\\_019\\_001\\_634648.pdf](https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/WhitePaper/2019_019_001_634648.pdf).
- [7] Kitchenham, B. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. <https://www.cs.auckland.ac.nz/~norsaremah/2007%20Guidelines%20for%20performing%20SLR%20in%20SE%20v2.3.pdf>.
- [8] Lavazza, L., Morasca, S. (2021). Understanding and modeling ai-intensive system development. In 2021 IEEE/ACM 1st Workshop on AI Engineering-Software Engineering for AI (WAIN), pp. 55-61. <https://doi.org/10.1109/WAIN52551.2021.00015>
- [9] Heyn, H.M., Knauss, E., Muhammad, A.P., Eriksson, O., Linder, J., Subbiah, P., Pradhan, S.K. Tungal, S. (2021). Requirement engineering challenges for AI-intense systems development. In 2021 IEEE/ACM 1st Workshop on AI Engineering-Software Engineering for AI (WAIN), pp. 89-96. <https://doi.org/10.1109/WAIN52551.2021.00020>
- [10] Amershi, S., Begel, A., Bird, C., DeLine, R., Gall, H., Kamar, E., Nagappan, N., Nushi, B., Zimmermann, T. (2019). Software engineering for machine learning: A case study. In 2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice (ICSE-SEIP), Montreal, QC, Canada, pp. 291-300. <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEIP.2019.00042>
- [11] Lu, Q., Zhu, L., Xu, X., Whittle, J., Douglas, D., Sanderson, C. (2022). Software engineering for responsible AI: An empirical study and operationalised patterns. In Proceedings of the 44th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice, pp. 241-242. <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEIP55303.2022.9793864>
- [12] Cepeda Zapata, K.A., Ward, T., Loughran, R., McCaffery, F. (2022). Challenges associated with the adoption of artificial intelligence in medical device software. In Irish Conference on Artificial Intelligence and Cognitive Science, pp. 163-174. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-26438-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-26438-2_13)
- [13] Kwak, J.H. (2022). TrustOps: A risk-based AI engineering process. In 2022 13th International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), pp. 2252-2254. <https://doi.org/10.1109/ICTC55196.2022.9952989>
- [14] Ahmad, K., Abdelrazek, M., Arora, C., Bano, M., Grundy, J. (2023). Requirements engineering for artificial intelligence systems: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 158: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107176>
- [15] Syahputri, I.W., Ferdiana, R., Kusumawardani, S.S. (2020). Does system based on artificial intelligence need software engineering method? Systematic review. In 2020 Fifth International Conference on Informatics and Computing (ICIC), Gorontalo, Indonesia, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICIC50835.2020.9288582>
- [16] Islam, Z.U. (2021). Software engineering methods for responsible artificial intelligence. In Proceedings of the 20th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems, pp. 1814-1815.
- [17] Serban, A., van der Blom, K., Hoos, H., Visser, J. (2020). Adoption and effects of software engineering best practices in machine learning. In Proceedings of the 14th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM), pp. 1-12. <https://doi.org/10.1145/3382494.3410681>
- [18] Barletta, V.S., Caivano, D., Gigante, D., Ragone, A. (2023). A rapid review of responsible AI frameworks: How to guide the development of ethical AI. In Proceedings of the 27th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, pp. 358-367. <https://doi.org/10.1145/3593434.3593478>
- [19] Prasad, J., Jain, A., Zachariah, U.E. (2022). Comparative evaluation of machine learning development lifecycle tools. In 2022 International Conference on Recent Trends in Microelectronics, Automation, Computing and Communications Systems (ICMACC), pp. 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICMACC54824.2022.10093671>
- [20] Belani, H., Vukovic, M., Car, Ž. (2019). Requirements engineering challenges in building AI-based complex systems. In 2019 IEEE 27th International Requirements



- Engineering Conference Workshops (REW), pp. 252-255. <https://doi.org/10.1109/REW.2019.00051>
- [21] Habiba, U.E., Bogner, J., Wagner, S. (2022). Can requirements engineering support explainable artificial intelligence? Towards a user-centric approach for explainability requirements. In 2022 IEEE 30th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW), pp. 162-165. <https://doi.org/10.1109/REW56159.2022.00038>
- [22] Yoshioka, N., Husen, J.H., Tun, H.T., Chen, Z., Washizaki, H., Fukazawa, Y. (2021). Landscape of requirements engineering for machine learning-based ai systems. In 2021 28th Asia-Pacific Software Engineering Conference Workshops (APSEC Workshops), pp. 5-8. <https://doi.org/10.1109/APSECW53869.2021.00011>
- [23] Ahmad, K., Abdelrazek, M., Arora, C., Bano, M., Grundy, J. (2023). Requirements practices and gaps when engineering human-centered Artificial Intelligence systems. *Applied Soft Computing*, 143: 110421. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110421>
- [24] Agbese, M., Mohanani, R., Khan, A.A., Abrahamsson, P. (2023). Ethical requirements stack: A framework for implementing ethical requirements of AI in software engineering practices. In Proceedings of the 27th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, pp. 326-328. <https://doi.org/10.1145/3593434.3593489>
- [25] Lu, Q., Zhu, L., Xu, X., Whittle, J., Xing, Z. (2022). Towards a roadmap on software engineering for responsible AI. In Proceedings of the 1st International Conference on AI Engineering: Software Engineering for AI, pp. 101-112. <https://doi.org/10.1145/3522664.3528607>
- [26] Agbese, M., Mohanani, R., Khan, A., Abrahamsson, P. (2023). Implementing AI ethics: Making sense of the ethical requirements. In Proceedings of the 27th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, pp. 62-71. <https://doi.org/10.1145/3593434.3593453>
- [27] Munteanu, V.P., Dragos, P. (2021). The case for agile methodologies against traditional ones in financial software projects. *European Journal of Business and Management Research*, 6(1): 134-141. <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2021.6.1.741>
- [28] Dudhat, A., Abbasi, M.A. (2021). Discussion of agile software development methodology and its relevance to software engineering. *ADI Journal on Recent Innovation*, 3(1): 105-114. <https://doi.org/10.34306/ajri.v3i1.536>