



# AR-FootIN 4.0 : Aplikasi Pengenalan Teknologi Industri 4.0 Pada Bidang Alas Kaki Berbasis Mobile Augmented Reality

Alifia Revan Prananda<sup>1</sup>, Marwanto<sup>2</sup>, Eka Legya Frannita<sup>3,\*</sup>, Anwar Hidayat<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Pendidikan Seni Tari, Fakultas Bahasa, Seni dan Budaya, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup> Program Studi Teknologi Pengolahan Produk Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: <sup>1</sup>revan@untidar.ac.id, <sup>2</sup>marwanto@uny.ac.id, <sup>3,\*</sup>eka.legya@atk.ac.id, <sup>4</sup>anwar@atk.ac.id

Email Penulis Korespondensi: eka.legya@atk.ac.id

**Abstrak**—Perkembangan teknologi memberikan dampak yang positif pada bidang industri alas kaki. Munculnya berbagai macam teknologi sebagai bagian dari revolusi industri 4.0 telah banyak membantu berbagai macam pekerjaan yang ada di industri. Namun, perkembangan teknologi juga perlu diiringi dengan proses literasi teknologi pada SDM. Pengetahuan mengenai cara penggunaan hingga perawatan dari teknologi-teknologi tersebut sangat dibutuhkan agar kemajuan dan kebermanfaatan teknologi tersebut dapat selalu dirasakan oleh masyarakat luas. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan bekal kepada generasi muda sejak dini serta membiasakan mereka untuk mahir dalam menggunakan teknologi. Selain itu, penanaman literasi teknologi juga merupakan salah satu faktor yang dapat mendukung terciptanya sumber daya manusia yang terliterasi dengan baik. Menanggapi hal tersebut, maka diperlukan suatu inovasi yang dapat membantu proses literasi teknologi pada SDM. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi AR-FootIN 4.0 sebagai media pembelajaran pengenalan industri 4.0 bidang alas kaki berbasis mobile augmented reality. Aplikasi dikembangkan dengan menggunakan metode SDLC. Aplikasi yang telah dibuat selanjutnya diuji dengan menggunakan dua jenis pengujian yakni pengujian ahli dan pengujian user. Pengujian ahli fokus pada evaluasi oleh ahli dalam bidang teknologi dan alas kaki, sedangkan pengujian user fokus untuk mengetahui penilaian user pada aplikasi. Adapun hasil pengujian ahli dan pengujian user masing-masing mendapatkan persentase sebesar 93,33% dan 86% yang dapat diartikan bahwa kelayakan aplikasi untuk mendukung proses literasi teknologi bidang industri alas kaki adalah sangat baik.

**Kata Kunci:** Alas Kaki; *Augmented Reality*; Industri 4.0; Media Pembelajaran; *Mobile Application*

**Abstract**—Rapid development of technology gave a positive impact on the footwear industry. The emergence of various types of technology as part of the industrial revolution 4.0 has greatly helped various types of work in industry. However, technology also need to be supported by good quality resource. Knowledge regarding how to use and maintain these technologies is needed so that the benefits of these technologies can be utilized. An alternative way is by developing good quality of human resource to being proficient in using technology. Furthermore, cultivating technological literacy is also one of the essential factors. Regarding to this situation, we proposed research that aims to develop the AR-FootIN 4.0 application as a learning media for introducing industry 4.0 in the footwear sector. This learning media is developed by employing mobile augmented reality. The proposed learning media is developed by using the SDLC method. The resulted learning media is then evaluated by conducting two types of evaluation, which are expert evaluation and user evaluation. The results of expert evaluation and user evaluation obtain a percentage of 93.33% and 86% respectively, which means that the feasibility of the application to support the technological literacy process in the footwear industry is very good.

**Keywords:** Augmented Reality; Footwear Industry; Industry 4.0; Learning Media; Mobile Application

## 1. PENDAHULUAN

Revolusi industri keempat, atau biasa disebut sebagai Industri 4.0, ditandai dengan munculnya kecerdasan terdesentralisasi yang membantu menciptakan jaringan objek cerdas dan manajemen proses yang independen. Industri 4.0 juga erat kaitannya dengan proses pembangunan interaksi dunia nyata dengan dunia virtual dari proses manufaktur dan produksi. Pada dasarnya, transformasi industri berkembang dari masa ke masa menyesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan dan ketersediaan teknologi serta elemen-elemennya. Transformasi industri bertransmisi dari abad ke abad dengan tujuan agar transformasi yang diciptakan semakin baik serta dapat dioptimalkan untuk mempermudah pekerjaan. Sebelum terciptanya era industri 4.0, kita telah terlebih dahulu mengenal transformasi industri 1 hingga 3. Pada saat ini, telah memasuki era dimana industri 4.0 yang dibangun dengan karakteristik *automatized production* yang diharapkan memiliki sistem kerja yang lebih cepat, lebih produktif, lebih efektif dan efisien. Industri 4.0 identik dengan teknologi maju yang mengedepankan otomatisasi, kecepatan akses dan proses, internet of things, robotics, dan sebagainya (Popkova & Ragulina, 2019).

Transformasi industri saat ini telah menjadi temuan yang mutakhir yang berhasil membantu berbagai bidang. Kemajuan teknologi informasi yang merupakan bagian dari transformasi industri telah berhasil meningkatkan produktivitas diberbagai bidang (Bonuccelli, 2017)(Popkova & Ragulina, 2019). Dalam bidang industri alas kaki, kemajuan teknologi telah membuat proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien. Tidak hanya proses produksi, bidang pemasaran dan distribusi juga ikut merasakan dampak positif dari lahirnya transformasi industri. 3D printing adalah salah satu contoh produk transformasi industri 4.0 yang sangat membantu proses produksi sport shoes pada beberapa perusahaan (Intalar et al., 2021)(Jandova & Mendricky, 2021). Selain 3D printing, teknologi-teknologi lain seperti IoT juga telah banyak dimanfaatkan di berbagai perusahaan untuk berbagai kebutuhan. IoT yang merupakan gabungan dari mesin, sensor, robot dan perangkat-perangkat lainnya membentuk suatu fungsi yang kompleks yang memudahkan karyawan atau pekerja untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan. Saat ini, sebagian besar fasilitas manufaktur dan produksi sedang mengonfigurasi sistem untuk menjadi perangkat atau mesin adaptif, yang terintegrasi



dan memiliki kemampuan analitis. Sistem dan perangkat manufaktur baru ini akan menjadi revolusi industri baru, yang disebut pabrik masa depan. Model ini akan menjadi era baru manufaktur cerdas yang akan didasarkan pada otomatisasi penuh dan melibatkan peningkatan penggunaan teknologi dalam proses manufaktur. Di masa depan model pabrik konvergensi peralatan mekanik dan sistem dengan era digital akan kuat. Akumulasi data akan berlangsung cepat dan sistem analitik yang tepat perlu disiapkan untuk mendukung pemrosesan data (Sahu et al., 2024). Selain IoT, adaptive manufacturing, automation system dan robot otonom merupakan teknologi yang saat ini banyak membantu pekerjaan di perusahaan (Mikušová et al., 2024).

Perkembangan teknologi memang memberikan manfaat yang sangat besar bagi kehidupan manusia. Namun, perkembangan teknologi juga harus diiringi dengan literasi teknologi bagi manusia atau masyarakat sebagai operator dari teknologi tersebut. Dalam hal ini, pelajar baik pada tingkat sekolah menengah atau perguruan tinggi merupakan sumber daya manusia yang disiapkan dapat terliterasi dengan baik agar mampu beradaptasi dengan kemajuan teknologi. Akan tetapi, saat ini proses literasi tersebut cukup sulit untuk dilakukan apalagi untuk teknologi dalam bentuk yang kompleks (Oztemel & Gursev, 2020). Kesenjangan digital yang didukung dengan infrastruktur yang kurang merata, menyebabkan terjadinya permasalahan tersendiri. Padahal, salah satu penentu kemajuan suatu bangsa adalah dari kualitas sumber daya manusia dimana Kemahiran dalam menggunakan teknologi adalah salah satu indikator penting yang mempengaruhi. Namun, literasi digital sendiri sampai saat ini masih belum tersebar secara merata (Tahar et al., 2022). Menanggapi permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu inovasi yang dapat membantu mempermudah proses literasi teknologi kepada pelajar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diusulkan pengembangan aplikasi AR-FootIN 4.0 sebagai media pembelajaran pengenalan industri 4.0 bidang alas kaki berbasis mobile augmented reality. Teknologi augmented reality berbasis mobile diusulkan karena memiliki fleksibilitas yang tinggi dan interface yang menarik sehingga memberikan motivasi yang tinggi pada proses pembelajaran (Segovia et al., 2015).

Pengembangan media pembelajaran berbasis mobile augmented reality telah banyak dikembangkan oleh beberapa peneliti dan akademisi. Pemanfaatan mobile augmented reality telah terbukti memberikan banyak sekali manfaat bagi pengguna. Hal ini terlihat dari karakteristiknya yang interaktif sehingga memberikan daya Tarik tersendiri bagi pengguna pada saat menggunakan aplikasi atau media pembelajaran berbasis mobile augmented reality. Sebagai contoh penelitian yang diusulkan oleh Aprilinda dkk (Aprilinda et al., 2022) tentang pengembangan media pembelajaran mata pelajaran biologi di sekolah menengah pertama menggunakan teknologi mobile augmented reality. Dalam penelitian tersebut, teknologi mobile augmented reality digunakan sebagai media pembelajaran yang memuat materi-materi tentang sistem ekskresi manusia. Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah marker-based tracking augmented reality. Aplikasi yang didesain dalam penelitian tersebut bertujuan untuk memberikan kemudahan pada pelajar dalam mempelajari materi-materi tentang sistem ekskresi manusia. Aplikasi juga didesain dengan interaktif sehingga mendukung proses pembelajaran mandiri. Setiap objek dalam aplikasi ditampilkan secara tiga dimensi yang disertai animasi, suara dan penggunaan warna yang menarik. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, aplikasi yang diusulkan dalam penelitian tersebut berhasil mencapai nilai evaluasi yang baik dan dapat digunakan sebagai media pendukung kegiatan pembelajaran khususnya pada pembelajaran mandiri. Penelitian lain adalah penelitian yang diusulkan oleh Ilmawan dkk (Mustaqim & Kurniawan, 2017) tentang pengembangan aplikasi media pembelajaran berbasis mobile augmented reality. Penelitian tersebut difokuskan untuk materi-materi tingkat sekolah menengah atas. Aplikasi yang dihasilkan dalam penelitian ini di harapkan dapat membantu meningkatkan motivasi dan kreativitas pelajar serta memberikan ruang bagi pelajar untuk belajar secara mandiri.

Penelitian lain adalah penelitian yang diusulkan oleh Kurniawan dkk (M. H. Kurniawan & Julianto, 2022) tentang pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality pada materi sistem tata surya kelas 6 sekolah dasar. Penelitian ini menggunakan metode marker-based tracking augmented reality yang bekerja dengan memindai marker untuk dapat memunculkan objek. aplikasi yang dikembangkan dirancang dengan menggunakan model ADDIE. Hasil validasi media menunjukkan di atas 90% untuk validasi media dan di atas 80% untuk validasi materi, validasi oleh guru atau pendidik dan validasi oleh peserta didik. Chang dkk (Chang & Chung, 2014) mengusulkan penelitian tentang pembuatan media pembelajaran berbasis augmented reality. dalam penelitian ini augmented reality dirancang untuk menampilkan objek berbentuk tiga dimensi dengan cara memindai marker. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi augmented reality dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik secara efektif dan efisien. Syahputra dkk (Syahputra et al., 2021) mengusulkan penelitian tentang pengembangan aplikasi media pembelajaran berbasis augmented reality untuk materi tumbuhan. Aplikasi yang diusulkan merupakan aplikasi berbasis mobile apps yang menawarkan fitur menampilkan animasi tiga dimensi tentang tumbuhan. Berdasarkan hasil evaluasi, aplikasi yang diusulkan dalam penelitian tersebut dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik secara signifikan. Nainggolan dkk (Nainggolan et al., 2018) mengusulkan penelitian tentang pengembangan media pembelajaran tentang hewan bagi pendidikan dini berbasis augmented reality. Penelitian ini menggunakan pendekatan fast corner detection algorithm untuk mendeteksi objek. Adapun objek yang difokuskan adalah objek tiga dimensi, animasi, gambar dua dimensi, audio, text dan video. Berdasarkan hasil evaluasi, media pembelajaran ini dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran yang produktif yang dapat meningkatkan motivasi belajar dan kreativitas peserta didik.

Qamari dkk (Qamari & Ridwan, 2017) mengusulkan aplikasi media pembelajaran berbasis mobile augmented reality untuk materi biologi. Penelitian ini menggunakan mobile augmented reality untuk membantu peserta didik dalam mempelajari materi-materi biologi. Dalam penelitian ini, aplikasi diujikan pada 24 peserta didik. Hasil pengujian diperoleh bahwa lebih dari 85% peserta didik sangat tertarik dengan aplikasi yang dikembangkan. Marsono skk (Marsono & Kristyanto, 2021) mengusulkan penelitian tentang pembuatan mobile augmented reality untuk mata kuliah

industrial metrology and quality control. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh persentase validasi materi sebesar 88,75%, validasi media sebesar 86,25% dan validasi user sebesar 95,69%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan memiliki kinerja yang sangat baik sebagai media pendukung kegiatan pembelajaran. Yuhana dkk (Yuhana et al., 2020) mengusulkan AUGGO: Augmented Reality and Marker-based Application for Learning Geometry yang merupakan media pembelajaran interaktif berbasis augmented reality untuk peserta didik tingkat sekolah dasar. Berdasarkan hasil evaluasi, pre-test dan post-test, disimpulkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan berhasil meningkatkan prestasi belajar siswa dengan persentase kenaikan sebesar 26%. Kurniawan dkk (M. P. Kurniawan et al., 2019) mengusulkan pengembangan aplikasi media pembelajaran berbasis augmented reality untuk atruktur matahari dan bumi. Media pembelajaran yang diusulkan dilengkapi dengan fitur-fitur yang menggabungkan teks, gambar dua dimensi, gambar tiga dimensi, dan animasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Berdasarkan hasil pre-test dan post-test yang dilakukan dalam penelitian tersebut, diketahui bahwa penggunaan media pembelajaran dapat menunjang tingkat pemahaman peserta didik. Purwanto dkk (Purwanto et al., 2019) mengusulkan media pembelajaran tentang metamorphosis dengan memanfaatkan augmented reality. Penelitian ini dirancang untuk membantu peserta didik dalam memahami materi agar lebih mudah. Berdasarkan hasil evaluasi diketahui bahwa penggunaan media pembelajaran ini dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik dengan efektif.

Beberapa penelitian di atas menunjukkan bahwa pemanfaatan augmented reality telah terbukti memberikan dampak dan manfaat baik dalam meningkatkan motivasi belajar maupun meningkatkan prestasi peserta didik. Melihat potensi tersebut maka penelitian ini mengusulkan pemanfaatan mobile augmented reality dalam pengembangan media pembelajaran teknologi industri 4.0 bidang alas kaki. Dengan adanya media pembelajaran ini, peserta didik di berbagai level pendidikan dapat mempelajari teknologi industri 4.0 bidang alas kaki dengan lebih mudah dan efisien. Selain itu media pembelajaran ini juga dapat digunakan sebagai media pembelajaran mandiri.

## 2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari empat tahapan, yakni tahap perumusan masalah, tahap studi literatur, tahap perancangan dan pembuatan aplikasi atau media pembelajaran, serta tahap evaluasi. Tahap perumusan masalah merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan. Tahap studi literatur merupakan tahapan penelitian yang bertujuan untuk menentukan metode yang relevan untuk digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Tahap perancangan aplikasi, pembuatan aplikasi, dan evaluasi dilakukan dengan skema *Agile Software Development Life Cycle* (SDLC) yang mana terdiri dari beberapa komponen yakni analisis kebutuhan, desain dan perancangan, development, pengujian, deployment seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Proses pengembangan *software* menggunakan model SDLC

### 2.1 Analisis Kebutuhan

Tahapan analisis kebutuhan adalah proses pertama yang dilakukan dalam pengembangan perangkat lunak yang mana berfungsi untuk mengumpulkan informasi serta data yang dibutuhkan selama proses pengembangan perangkat lunak baik informasi mengenai kebutuhan user hingga informasi mengenai perangkat lunak atau perangkat lunak. Proses analisis kebutuhan dilakukan dengan cara observasi melihat bagaimana kebutuhan akan aplikasi yang diusulkan. Hasil dari kegiatan tersebut selanjutnya digunakan untuk menyusun use case diagram. Use case diagram merupakan suatu diagram yang menggambarkan siapa saja pengguna *software* serta menggambarkan fungsionalitas apa yang dapat diakses oleh setiap user yang berperan dalam *software* yang dikembangkan.



### 2.2 Desain dan Perancangan

Setelah kebutuhan software dibuat, proses pengembangan software dilanjutkan dengan proses desain dan perancangan. Proses ini berisi tentang proses pembuatan kerangka user interface (UI) dan user experience (UX) dari perangkat lunak yang dikembangkan. Dalam penelitian ini, UI dan UX digambarkan dengan mock-up aplikasi dan activity diagram. Mock-up merupakan komponen yang menggambarkan tampilan atau interface dari perangkat lunak yang dikembangkan. Sedangkan activity diagram merupakan diagram yang menggambarkan seluruh proses dalam aplikasi.

### 2.3 Development

Proses development adalah proses utama dalam pengembangan software. Proses ini bertujuan untuk merepresentasikan desain UI dan UX ke dalam bahasa pemrograman. Dalam penelitian ini proses development dilakukan dengan menggunakan beberapa software seperti Unity 3D 4.6, Vuforia SDK, Java JDK 7, Corel Draw X7 untuk mendukung terwujudnya aplikasi sesuai dengan UI dan UX yang dikembangkan.

### 2.4 Pengujian

Tahap pengujian merupakan tahap evaluasi yang bertujuan untuk menganalisis reliabilitas perangkat lunak yang dikembangkan. Dalam penelitian ini digunakan dua jenis pengujian yakni pengujian ahli dan pengujian user. Sasaran dari pengujian ahli adalah orang-orang yang expert dalam bidang teknologi informasi dan industri 4.0 bidang alas kaki. Sedangkan pengujian user dilakukan dengan melibatkan partisipasi mahasiswa Politeknik ATK Yogyakarta Program Studi Teknologi Pengolahan Produk Kulit. Adapun pengujian dilakukan dengan menggunakan kuisisioner yang terlihat pada tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Kuisisioner untuk pengujian ahli

| No | Indikator                | Butir Pertanyaan                                                                                                    | Skor |   |   |   |   |
|----|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|
|    |                          |                                                                                                                     | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Kelengkapan isi aplikasi | 1) Isi aplikasi sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah.                                                     |      |   |   |   |   |
|    |                          | 2) Panduan penggunaan aplikasi mudah dimengerti                                                                     |      |   |   |   |   |
|    |                          | 3) Referensi yang diacu lengkap dan format penulisan sudah sesuai                                                   |      |   |   |   |   |
|    |                          | 4) Langkah kerja yang terdapat dalam aplikasi jelas dan mudah dipahami                                              |      |   |   |   |   |
|    |                          | 5) Tugas dan asesmen yang diberikan dalam aplikasi jelas dan mudah dipahami                                         |      |   |   |   |   |
| 2. | Kemudahan dipahami       | 6) Tulisan menggunakan huruf yang mudah dibaca                                                                      |      |   |   |   |   |
|    |                          | 7) Bahasa yang digunakan mudah dipahami                                                                             |      |   |   |   |   |
|    |                          | 8) Kalimat yang digunakan sederhana dan jelas                                                                       |      |   |   |   |   |
| 3. | Kebermanfaatan           | 9) Informasi disajikan secara sistematis/runtut                                                                     |      |   |   |   |   |
|    |                          | 10) Aplikasi berguna untuk memberikan informasi terkait materi mata kuliah Teknologi Digital                        |      |   |   |   |   |
|    |                          | 11) Mahasiswa dapat menggunakan aplikasi untuk turut aktif berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran               |      |   |   |   |   |
|    |                          | 12) Mahasiswa mampu menumbuhkan kemampuannya untuk berpikir kritis, kreatif dan inovatif dengan adanya aplikasi ini |      |   |   |   |   |

Komentar dan saran:

\*keterangan: (1) sangat kurang; (2) kurang; (3) cukup; (4) baik; dan (5) sangat baik

Skor penilaian selanjutnya dikonversi dalam bentuk persentase dengan rumus berikut:

$$Persentase = \frac{\text{Total skor pengujian}}{\text{Total skor yang diharapkan}} \times 100\% \tag{1}$$

Sama seperti pengujian ahli, pengujian user dilakukan dengan menggunakan kuisisioner berikut:

**Tabel 2.** Kuisisioner untuk pengujian user

| No. | Indikator                | Butir Pertanyaan                                                  | Skor |   |   |   |   |
|-----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|
|     |                          |                                                                   | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1.  | Daya Tarik               | 1) Desain sampul aplikasi menarik                                 |      |   |   |   |   |
|     |                          | 2) Tata letak (layout) aplikasi menarik                           |      |   |   |   |   |
|     |                          | 3) Kombinasi huruf, gambar dan tulisan proporsional               |      |   |   |   |   |
| 2.  | Kelengkapan isi aplikasi | 4) Isi aplikasi sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah.   |      |   |   |   |   |
|     |                          | 5) Panduan penggunaan aplikasi mudah dimengerti                   |      |   |   |   |   |
|     |                          | 6) Referensi yang diacu lengkap dan format penulisan sudah sesuai |      |   |   |   |   |



| No. | Indikator          | Butir Pertanyaan                                                                                                    | Skor |   |   |   |   |
|-----|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|
|     |                    |                                                                                                                     | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.  | Kemudahan dipahami | 7) Langkah kerja yang terdapat dalam aplikasi jelas dan mudah dipahami                                              |      |   |   |   |   |
|     |                    | 8) Tugas dan asesmen yang diberikan dalam aplikasi jelas dan mudah dipahami                                         |      |   |   |   |   |
|     |                    | 9) Tulisan menggunakan huruf yang mudah dibaca                                                                      |      |   |   |   |   |
|     |                    | 10) Bahasa yang digunakan mudah dipahami                                                                            |      |   |   |   |   |
|     |                    | 11) Kalimat yang digunakan sederhana dan jelas                                                                      |      |   |   |   |   |
| 4.  | Kebermanfaatan     | 12) Informasi disajikan secara sistematis/runtut                                                                    |      |   |   |   |   |
|     |                    | 13) Aplikasi berguna untuk memberikan informasi terkait materi mata kuliah Teknologi Digital                        |      |   |   |   |   |
|     |                    | 14) Mahasiswa dapat menggunakan aplikasi untuk turut aktif berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran               |      |   |   |   |   |
| 5.  | Kepraktisan        | 15) Mahasiswa mampu menumbuhkan kemampuannya untuk berpikir kritis, kreatif dan inovatif dengan adanya aplikasi ini |      |   |   |   |   |
|     |                    | 16) Aplikasi praktis digunakan untuk memperelajari materi kuliah                                                    |      |   |   |   |   |
|     |                    | 17) Aplikasi memberikan kemudahan di dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran                                        |      |   |   |   |   |

Komentar dan saran:

\*keterangan: (1) sangat kurang; (2) kurang; (3) cukup; (4) baik; dan (5) sangat baik

**Tabel 3.** Konversi persentase

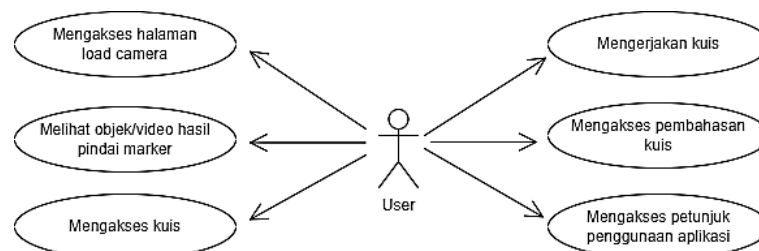
| No. | Rentang nilai persentase (%) | Keterangan    |
|-----|------------------------------|---------------|
| 1.  | > 80                         | Sangat Baik   |
| 2.  | > 60 hingga ≤ 80             | Baik          |
| 3.  | > 40 hingga ≤ 60             | Cukup         |
| 4.  | > 20 hingga ≤ 40             | Kurang        |
| 5.  | ≤ 20                         | Sangat Kurang |

Setelah proses pengujian menunjukkan nilai yang baik, maka proses pengembangan software dilanjutkan dengan tahap deployment. Tahap deployment adalah tahap yang berfungsi untuk membuat installer dari aplikasi yang dikembangkan. Dalam penelitian ini, deployment dibuat dalam bentuk \*apk.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Analisis Kebutuhan

Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan melalui observasi, dapat ditarik beberapa kebutuhan yang dapat mendukung pemahaman user mengenai teknologi industri 4.0 bidang alas kaki. Analisis kebutuhan yang pertama adalah kebutuhan akan suatu media yang dapat memudahkan user dalam memahami teknologi industri 4.0 pada bidang alas kaki. Hal ini sangat dibutuhkan karena proses pembelajaran teknologi industri 4.0 bidang alas kaki membutuhkan simulasi-simulasi teknologi atau alat secara langsung yang mana hal ini sangat sulit dilakukan apabila pengajar hanya menerapkan metode pembelajaran secara konvensional. Media juga harus memuat kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan oleh pengguna sehingga kebermanfaatan media dapat dirasakan secara maksimal oleh pengguna. Selain itu, media pembelajaran yang dikembangkan juga harus mengikuti perkembangan jaman dan mudah untuk digunakan. Seperti yang terlihat saat ini adalah era digitalisasi dimana semua aktivitas dapat diakses dan dilakukan secara virtual menggunakan perangkat mobile, maka media yang dikembangkan juga harus memenuhi kebutuhan tersebut. Media yang dikembangkan juga perlu dilengkapi oleh tampilan dan interaksi yang menarik untuk meningkatkan motivasi belajar dan kemampuan kognitif pengguna. Berdasarkan kebutuhan tersebut selanjutnya dirancang fungsionalitas yang diusulkan dalam perangkat lunak yang dikembangkan dalam bentuk *use case diagram*. Berikut adalah ilustrasi *use case diagram* dari aplikasi yang dikembangkan:

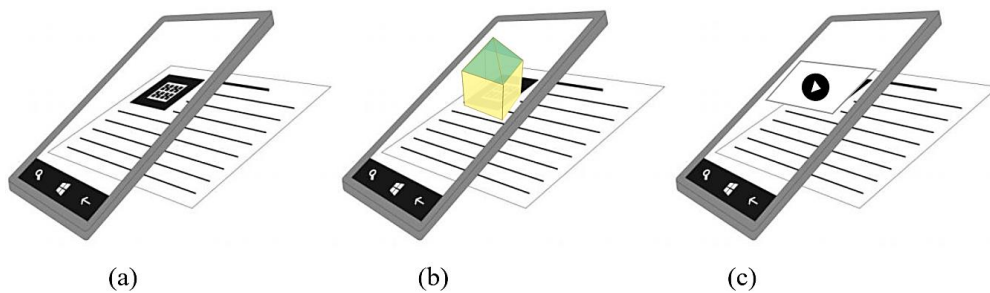


**Gambar 2.** Use case diagram

Dalam *use case diagram* pada gambar 2, dijelaskan beberapa fungsi yang dikembangkan dalam media ini yakni fungsi untuk mengakses kamera pada perangkat *mobile*, fungsi untuk menampilkan objek atau video dengan cara memindai marker, fungsi mengakses kuis, fungsi mengerjakan kuis, fungsi mengakses pembahasan dan skor kuis, serta fungsi untuk mengakses halaman petunjuk cara penggunaan aplikasi. Fungsi yang pertama, yakni fungsi load kamera, merupakan kemampuan aplikasi untuk mengakses kamera dari perangkat pengguna baik untuk mengaktifkan maupun menon-aktifkan. Fungsi yang kedua, yakni fungsi menampilkan objek atau video dengan cara memindai marker, merupakan fitur dari media yang berguna untuk menampilkan objek baik berupa gambar 2D, 3D maupun video dengan cara memindai marker yang telah disediakan. Fungsi ketiga hingga kelima merupakan fungsi yang berkaitan dengan fitur kuis. Fitur kuis adalah fitur yang digunakan untuk mengevaluasi pemahaman pengguna terhadap materi yang disajikan. Kuis berbentuk *mutiple choice* yang dilengkapi dengan pembahasan dan skor setelah mengerjakan kuis. Fungsi yang terakhir adalah fungsi untuk mengakses halaman petunjuk cara penggunaan aplikasi, yang mana merupakan fitur dari media yang bertujuan untuk menampilkan halaman petunjuk penggunaan media.

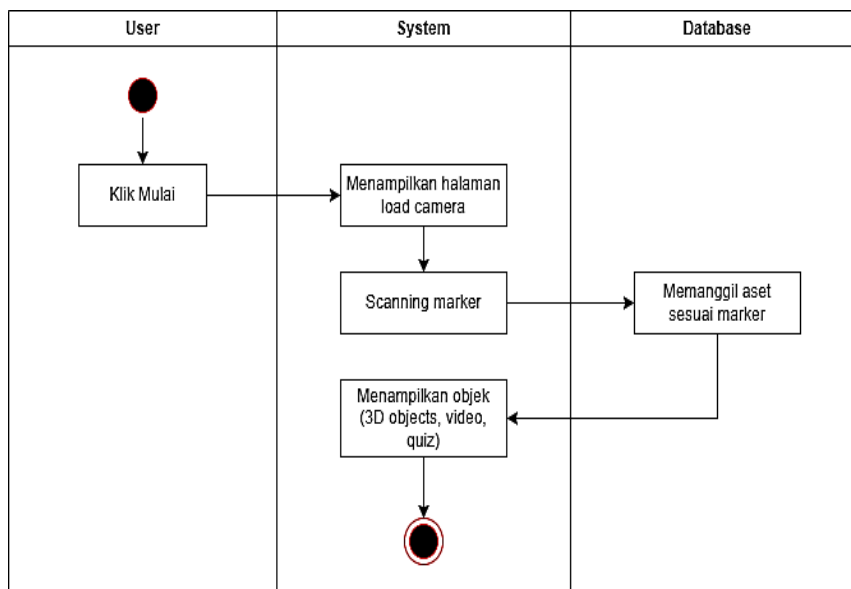
### 3.2 Hasil Desain dan Perancangan

Berdasarkan hasil dari analisis kebutuhan, selanjutnya dirancang suatu *mobile application* berbasis *augmented reality* yang dapat menampilkan objek 3D dan video. Berikut contoh *mock-up* dari aplikasi yang dikembangkan:



**Gambar 3.** Hasil mock-up aplikasi: (a) ilustrasi saat kamera memindai marker, (b) ilustrasi objek 3D hasil pindaian marker, (c) ilustrasi video hasil pindaian marker.

Gambar 3(a) mengilustrasikan contoh proses pemindaian marker dengan menggunakan kamera dari perangkat pengguna. Selanjutnya Gambar 3(b) dan Gambar 3(c) mengilustrasikan objek yang muncul pada saat marker dipindai. Untuk Gambar 3(b) mengilustrasikan objek dalam bentuk tiga dimensi, sedangkan Gambar 3(c) mengilustrasikan objek dalam bentuk video. Selanjutnya, untuk menggambarkan bagaimana alur kerja aplikasi yang dikembangkan, berikut adalah *activity diagram* yang menggambarkan bagaimana aplikasi bekerja:



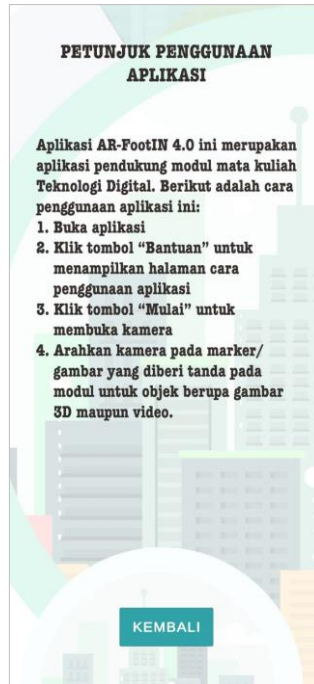
**Gambar 4.** Activity diagram

### 3.3 Hasil Development Process

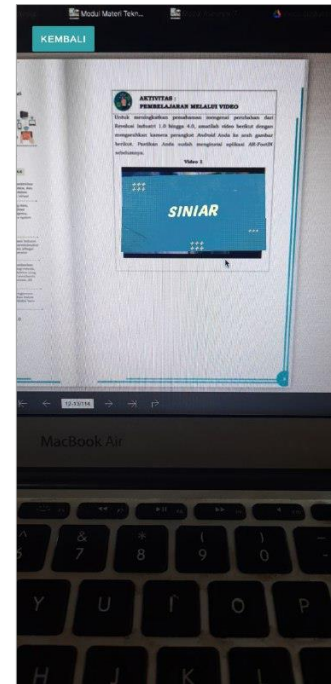
Tahap development merupakan untuk merepresentasikan UI dan UX ke dalam bahasa pemrograman. Tampilan interface aplikasi dibuat dengan menggunakan CoreIDRAW X7. Sedangkan UX dikembangkan dengan menggunakan software Unity 3D. Adapun hasil tampilan dari aplikasi yang dikembangkan adalah sebagai berikut.



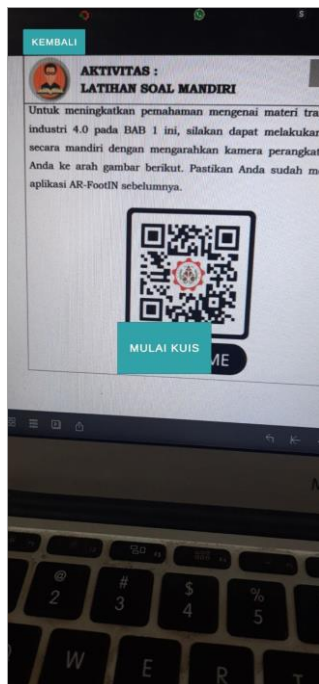
(a)



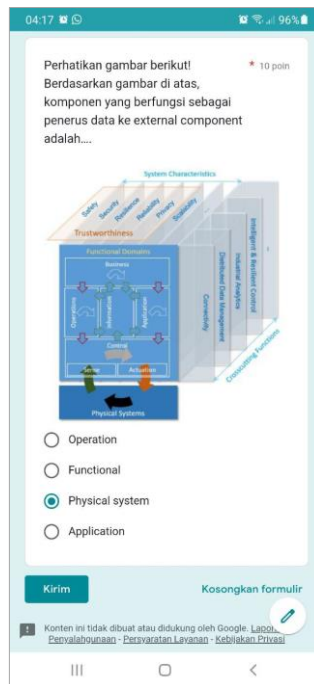
(b)



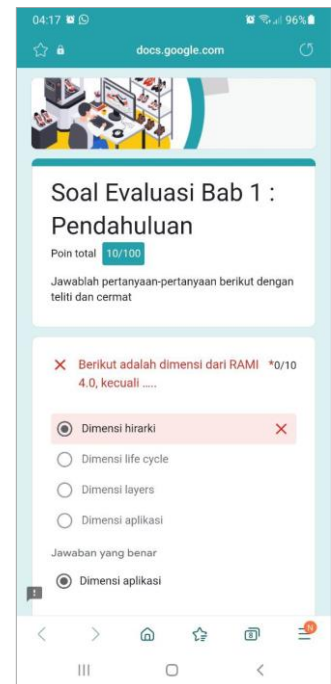
(c)



(d)



(e)



(f)

**Gambar 5.** Hasil visualisasi aplikasi: (a) halaman awal, (b) halaman bantuan, (c) halaman pindai marker dan menampilkan video, (d) halaman pindai kuis, (e) halaman kuis, (f) halaman pembahasan kuis.

Gambar 5(a) mengilustrasikan halaman awal aplikasi. Dalam halaman ini terdapat dua tombol yakni tombol mulai dan tombol petunjuk. Tombol mulai berfungsi untuk mengaktifkan kamera pada perangkat pengguna yang mana proses ini dapat dilanjutkan dengan mulai untuk memindai marker-marker yang telah disediakan untuk menampilkan objek yang diinginkan. Sedangkan tombol petunjuk berfungsi untuk menampilkan halaman petunjuk penggunaan media. Gambar 5(b) adalah ilustrasi halaman petunjuk penggunaan media yang dapat diakses melalui tombol petunjuk. Gambar 5(c) adalah ilustrasi setelah tombol mulai di klik. Gambar ini merupakan ilustrasi dari kamera yang aktif dan dapat memulai untuk memindai objek. Pada gambar ini, objek yang dimunculkan berupa video. Gambar 5(d) merupakan ilustrasi pemindaian barcode untuk mengakses kuis. Dalam proses ini, jika pemindaian berhasil maka akan muncul tombol kuis seperti yang diilustrasikan gambar tersebut. Gambar 5(e) menunjukkan ilustrasi halaman kuis dan Gambar 5(f) menunjukkan halaman pembahasan kuis.



### 3.4 Hasil Pengujian

Proses pengujian dilakukan dalam dua tahap yakni pengujian ahli dan pengujian user. Berikut adalah hasil pengujian ahli yang diujikan pada 4 orang ahli:

**Tabel 4.** Hasil pengujian ahli

| Penguji | Butir Pernyataan |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | Total |
|---------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|-------|
|         | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |       |
| 1       | 5                | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5  | 5  | 5  | 5  | 60    |
| 2       | 5                | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5  | 5  | 5  | 5  | 60    |
| 3       | 5                | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5  | 5  | 5  | 5  | 60    |
| 4       | 5                | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5  | 5  | 5  | 4  | 56    |

Berdasarkan perhitungan, hasil penilaian dari penguji 1 adalah 100% yang artinya sangat baik, hasil penilaian dari penguji 2 adalah 100% yang artinya sangat baik, hasil penilaian dari penguji 3 adalah 100% yang artinya sangat baik dan hasil penilaian dari penguji 4 adalah 93,33% yang artinya sangat baik. Berdasarkan hasil penilaian dari keempat penguji dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian pada aplikasi menunjukkan aplikasi sangat baik. Sedangkan untuk hasil pengujian *user* adalah sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil pengujian *user*

| Penguji               | Butir Pernyataan |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                       | 1                | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Total Skor            | 49               | 46 | 47 | 49 | 49 | 48 | 47 | 45 | 48 | 45 | 45 | 48 | 48 | 48 | 44 | 47 | 48 |
| Persentase (%)        | 89               | 84 | 85 | 89 | 89 | 87 | 85 | 82 | 87 | 82 | 82 | 87 | 87 | 87 | 80 | 85 | 87 |
| Rata-rata keseluruhan | 86%              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Total skor adalah jumlah keseluruhan skor yang didapatkan dari semua responden. Rata-rata persentase menunjukkan nilai 86% yang mana jika dikonversi menggunakan Tabel 3 menunjukkan kriteria sangat baik.

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi AR-FootIN 4.0 sebagai media pembelajaran pengenalan industri 4.0 bidang alas kaki berbasis mobile augmented reality. Adapun proses pengembangan aplikasi dilakukan dengan mengadopsi metode SDLC. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi Android berbasis augmented reality yang mampu menampilkan objek-objek yang berkaitan dengan industri 4.0 bidang alas kaki. Hasil pengujian aplikasi mendapatkan persentase kelayakan sebesar 93,33% dan 86% pada pengujian ahli dan pengujian user. Angka tersebut menunjukkan bahwa kelayakan aplikasi untuk mendukung proses literasi teknologi bidang industri alas kaki adalah sangat baik.

## REFERENCES

- Aprilinda, Y., Yuli Endra, R., Nur Afandi, F., Ariani, F., Cucus, A., Setya Lusi, D., & Bandar Lampung, U. (2022). Implementasi Augmented Reality untuk Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika*, 11(2), 124–133.
- Bonuccelli, G. (2017). *Industry 4.0 and Application Virtualization*. Parallels. <https://www.parallels.com/blogs/ras/industry-4-0/>
- Chang, R. h., & Chung, L. Y. (2014). A Study on Augmented Reality Application in Situational Simulation Learning. *2014 7th International Conference on Ubi-Media Computing and Workshops*, 115–120. <https://doi.org/10.1109/U-MEDIA.2014.14>
- Intalar, N., Chumnumporn, K., Jeenanunta, C., & Tunpan, A. (2021). Towards Industry 4.0: Digital transformation of traditional safety shoes manufacturer in Thailand with a development of production tracking system. *Engineering Management in Production and Services*, 13(4), 79–94. <https://doi.org/10.2478/emj-2021-0033>
- Jandova, S., & Mendricky, R. (2021). Benefits of 3D Printed and Customized Anatomical Footwear Insoles for Plantar Pressure Distribution. *3D Printing and Additive Manufacturing*. <https://doi.org/10.1089/3dp.2021.0002>
- Kurniawan, M. H., & Julianto. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis AR “Augmented Reality” pada Materi Sistem Tata Surya Kelas 6 SD. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 10(06), 1401–1414. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/47331>
- Kurniawan, M. P., Purwanto, A., & Mansur, M. F. (2019). Augmented Reality of Android-Based Learning Media of Sun and Earth Structure. *2019 4th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, 85–90. <https://doi.org/10.1109/ICITISEE48480.2019.9003985>
- Marsono, & Kristyanto, R. (2021). The Development of Learning Media Based on Augmented Reality for Industrial Metrology and Quality Control Courses. *2021 7th International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICEEIE52663.2021.9616852>





- Mikušová, N., Neradilová, H., Hlatká, M., Fedorko, G., Molnár, V., & Král, J. (2024). Use of Augmented Reality in Railway Transport. *Transportation Research Procedia*, 77, 253–259. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.01.034>
- Mustaqim, I., & Kurniawan, N. (2017). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1), 82–93. <https://doi.org/10.37905/jji.v4i2.16448>
- Nainggolan, E. R., Asyamar, H. H., Nalendra, A. R. A., Anton, Sulaeman, F., Sidik, Radiyah, U., & Susafa'ati. (2018). The Implementation of Augmented Reality as Learning Media in Introducing Animals for Early Childhood Education. *2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CITSM.2018.8674350>
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- Popkova, E. G., & Ragulina, Y. V. (2019). Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century. In B. Aleksei V. (Ed.), *Studies in Systems, Decision and Control* (Vol. 169). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-39319-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-39319-9_9)
- Purwanto, A., Kurniawan, M. P., & Rahman, A. Z. (2019). Animal metamorphosis learning media using android Based augmented reality technology. *2019 4th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, 79–84. <https://doi.org/10.1109/ICITISEE48480.2019.9003765>
- Qamari, C. N., & Ridwan, M. R. (2017). Implementation of Android-based augmented reality as learning and teaching media of dicotyledonous plants learning materials in biology subject. *2017 3rd International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)*, 441–446. <https://doi.org/10.1109/ICSITech.2017.8257153>
- Sahu, M., Gupta, R., Ambasta, R. K., & Kumar, P. (2024). IoT-driven augmented reality and virtual reality systems in neurological sciences. *Internet of Things*, 25, 101098. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101098>
- Segovia, D., Mendoza, M., Mendoza, E., & González, E. (2015). Augmented Reality as a Tool for Production and Quality Monitoring. *Procedia Computer Science*, 75, 291–300. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.250>
- Syahputra, A., Sanjaya, A., Agustin, Y. H., Prasetya, W. S., Nurhayati, & Siregar, E. T. (2021). Learning Media Design Based on Augmented Reality Introduction to Rare Plants. *2021 3rd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICORIS52787.2021.9649513>
- Tahar, A., Setiadi, P. B., Rahayu, S., Stie, M. M., & Surabaya, M. (2022). Strategi Pengembangan Sumber Daya Manusia dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0 Menuju Era Society 5.0. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 12380–12381.
- Yuhana, U. L., Hariadi, R. R., Mukramin, M., Fabroyir, H., & Arifiani, S. (2020). AUGGO: Augmented Reality and Marker-based Application for Learning Geometry in Elementary Schools. *2020 International Conference on Computer Engineering, Network, and Intelligent Multimedia (CENIM)*, 116–120. <https://doi.org/10.1109/CENIM51130.2020.9298003>