

Pengembangan Aplikasi *Crowdsourcing Marketplace* Menggunakan Metode *Content Based Filtering* Berbasis *Mobile Dan Web*

Rian Mandala Putra¹, Diky Diwo Suwanto², Farhan Arya Putra³, Syanti Irviantina⁴, Felix⁵
STMIK Mikroskil, Jl. Thamrin No. 112, 124, 140, Telp. (061) 4573767, Fax. (061) 4567789
Program Studi Teknik Informatika, STMIK Mikroskil, Medan
171113220@students.mikroskil.ac.id, 171110401@students.mikroskil.ac.id,
171111491@students.mikroskil.ac.id, syanti@mikroskil.ac.id, felix.pandi@mikroskil.ac.id

Abstrak

Pandemi virus COVID-19 memberikan dampak di seluruh sektor ekonomi Indonesia, sehingga mengakibatkan pelaku usaha mengharuskan melakukan pemecatan terhadap pekerja tetapnya. Dampak yang terjadi akibat pemecatan pekerja tetap yang dilakukan oleh pelaku bisnis di Indonesia menyebabkan terjadinya penurunan terhadap jumlah pekerja tetap serta terjadinya peningkatan jumlah freelancer di Indonesia.

Dikembangkan aplikasi yang dapat mempertemukan pihak pelaku usaha dengan freelancer dengan konsep crowdsourcing yang dikembangkan untuk aplikasi website dan mobile menggunakan metode waterfall yang dilengkapi dengan algoritme Content Based Filtering dengan teknik TF-IDF untuk memberikan rekomendasi terhadap freelancer dan pelaku usaha.

Hasil dari pengujian fungsional menunjukkan keluaran yang sesuai dengan harapan keluaran. Pengujian algoritme Content Based Filtering dengan Teknik TF-IDF menghasilkan nilai bobot antar freelancer dan pelaku usaha untuk kemudian dimanfaatkan menjadi sistem rekomendasi. Hasil perhitungan TF-IDF menunjukkan nilai bobot tertinggi 6,6780 saat menampilkan rekomendasi freelancer pertama dan menunjukkan nilai bobot tertinggi 8,0881 saat menampilkan rekomendasi unggahan proyek pelaku usaha pertama. Memiliki keakuratan sebesar 95% dalam memberikan rekomendasi freelancer dan unggahan proyek pelaku usaha.

Kata kunci— Content based filtering, Crowdsourcing, TF-IDF

Abstract

The COVID-19 virus pandemic has had an impact on all sectors of the Indonesian economy, resulting in business actors requiring the dismissal of their permanent workers. The impact that occurs due to the dismissal of permanent workers by business people in Indonesia causes a decrease in the number of permanent workers and an increase in the number of freelancers in Indonesia.

An application was developed that can bring together business actors and freelancers with the concept of crowdsourcing which was developed for website and mobile applications using the waterfall method equipped with a Content Based Filtering algorithm with the TF-IDF technique to give recommendations to freelancers and business actors.

The results of the functional testing show that the output is in line with the expected output. Testing the Content-Based Filtering algorithm with the TF-IDF technique produces a weighted value between freelancers and business actors to then be used as a recommendation system. The results of the TF-IDF calculation show the highest weight value of 6.6780 when displaying the first freelancer recommendation and the highest weight value of 8.0881 when displaying the first business actor's project upload recommendation. Has an accuracy of 95% in providing freelancer recommendations and uploading business projects.

Keywords— Content based filtering, Crowdsourcing, TF-IDF

1. PENDAHULUAN

Pemerintah menyatakan jumlah PHK akibat dari pandemi COVID-19 mencapai 3.05 juta pada 2 Juni 2020. Bhima Yudhistira, peneliti dari *Institute of Development Economics and Finance* (INDEF), mengatakan peningkatan jumlah *freelancer* menjadi salah satu penyebab pandemi yang menyebabkan pekerja dipecat dan memaksa mereka untuk mencari sumber pendapatan lain [1].

Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat sebanyak 33,34 juta orang bekerja paruh waktu atau *freelancer* [2]. Dewi Meisari Haryanti Wakil juru bicara Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) mengatakan, pada mulai Agustus 2020 jumlah orang yang bekerja paruh waktu atau *freelancer* meningkat hingga 26% dari tahun 2019 [3]. Dengan terjadinya *new normal* saat pandemi COVID-19, Wakil Jubir Dewi Meisari menyatakan setidaknya terjadi penurunan tenaga kerja penuh waktu menjadi 63.83%. Selain itu, peningkatan tenaga kerja paruh waktu atau *freelancer* yang bekerja kurang dari 35 jam per minggu menjadi hampir 26% [4].

Crowdsourcing merupakan metode yang digunakan untuk menampung banyak orang yang ingin melakukan sesuatu atau mencapai suatu tujuan. Metode *crowdsourcing* digunakan untuk menyelesaikan proyek yang cukup besar, membutuhkan banyak tenaga kerja, hingga untuk mengisi posisi yang kosong dalam suatu perusahaan. Manfaat utama dalam menggunakan metode *crowdsourcing* adalah untuk mengurangi biaya pengerjaan sebuah proyek karena saat menggunakan metode *crowdsourcing* seseorang atau perusahaan cukup membayar para *freelancer* sesuai dengan proyek yang dikerjakan tidak perlu membayar gaji penuh satu bulan layaknya karyawan tetap suatu perusahaan [5].

New normal adalah perubahan perilaku atau kebiasaan untuk tetap menjalankan aktivitas seperti biasa namun dengan selalu menerapkan protokol kesehatan di tengah pandemi COVID-19 [6]. Para pemilik bisnis atau Pelaku usaha dianjurkan untuk membatasi jam kerja serta jumlah karyawan yang datang ke kantor, kondisi ini membuat *freelancer* lebih diminati karena lebih sesuai dengan kondisi saat ini. Firma PeopleStrong juga memprediksi sekitar 25-30% pekerja dari berbagai sektor seperti IT, *startup*, ritel dan logistik akan dikonversi menjadi pekerja *freelancer* di masa mendatang [7]. Melihat kondisi ini maka akan dibuat sebuah aplikasi *crowdsourcing marketplace* berbasis *mobile* dan *web* sebagai bentuk dukungan atau wadah untuk menghubungkan *freelancer* dengan Pelaku usaha. Aplikasi ini akan mengumpulkan serta menghubungkan *freelancer* yang ahli dalam bidang *design*, *data science*, *desktop development*, *web development*, dan *mobile development* dengan Pelaku usaha yang membutuhkan jasa dari *freelancer*.

Saat ini sudah tersedia *website* untuk menghubungkan *freelancer* dengan pelaku usaha dengan menggunakan metode *crowdsourcing* seperti *freelancer.com* dan *crowdsourc.com*. pada *website* *freelancer.com* tersedia fitur pada *freelancer* memiliki rekomendasi pekerjaan sesuai dengan profil tersedia, dapat mengikuti kontes dari pelaku usaha, dapat bekerja pada beberapa proyek dan pekerjaan internasional maupun lokal dan pembayaran dapat ditentukan sesuai proyek atau per jam. Bagi pelaku usaha dapat memilih *freelancer* yang sesuai dengan unggahan proyek, dapat menghubungi *freelancer* dengan fitur *chat* dan pembayaran aman dengan menggunakan sistem pembayaran tanda jadi dari *freelancer.com*. Pada *website* *crowdsourc* ditujukan dalam bidang pekerjaan pembuatan konten, *editing*, perusahaan media, dan penerbit. *Freelancer* mengharuskan mengikuti ujian kualifikasi sebelum bisa bekerja nyata. Bagi pelaku usaha dapat memilih *freelancer* memiliki fitur untuk memecah pekerjaan menjadi tugas-tugas kecil. Namun pada kedua *website* tersebut belum tersedia fitur *kanban board* untuk setiap proyek agar dapat memvisualisasikan informasi proyek yang sedang berjalan, sehingga pelaku usaha dapat melihat alur kerja dari *freelancer* saat sedang menjalankan proyek tersebut.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Triana, Adrianti, dan Maharani pada tahun 2019 dengan topik penelitian mengenai implementasi metode *content based filtering* pada aplikasi pencarian taman penitipan anak, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *content based filtering* sistem dapat menampilkan hasil rekomendasi taman penitipan anak yang memiliki kemiripan berdasarkan klasifikasi nilai yang dimiliki [8]. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sukmana, Atinah, dan

Wardhani pada tahun 2019 dengan topik penelitian mengenai implementasi *content-based filtering* pada aplikasi radar zakat dalam merekomendasikan preferensi mustahik, terbukti bahwa dengan menggunakan metode *content based filtering* sistem dapat menghasilkan 5 rekomendasi mustahik berdasarkan bobot tertinggi dari kemiripan kriteria mustahik yang dipilih oleh *user* [9]. Dengan digunakannya metode *content based filtering* pada penelitian ini, bagi Pelaku usaha yang menggunakan aplikasi akan mendapatkan daftar rekomendasi *freelancer* yang memiliki keahlian sesuai dengan proyek, proyek yang akan dikerjakan dan bagi *freelancer* yang menggunakan aplikasi akan mendapatkan daftar rekomendasi proyek atau proyek sehingga mempermudah *freelancer* dalam mencari proyek-proyek yang sesuai dengan keahlian yang dimilikinya. Selain itu, terdapat fitur kanban sehingga Pelaku usaha yang mengunggah proyek proyek di aplikasi dapat dengan detail menjelaskan tugas yang harus diselesaikan oleh *freelancer* serta memantau proses pengerjaan proyek yang dilakukan oleh *freelancer* yang mengerjakan proyek.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelaku Usaha

Menurut Undang-undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen, tepatnya pada Pasal 1 Angka 3 menyatakan bahwa Pelaku usaha adalah setiap orang perseorangan atau badan usaha, baik yang berbentuk badan hukum maupun bukan badan hukum yang didirikan dan berkedudukan atau melakukan kegiatan dalam wilayah hukum negara Republik Indonesia, baik sendiri maupun bersama-sama melalui perjanjian menyelenggarakan kegiatan usaha dalam berbagai bidang [10].

2.2 Freelancer

Freelancer merupakan pekerja mandiri yang tidak terikat oleh jam kerja serta biasanya memiliki suatu keahlian khusus [11]. Manfaat yang bisa didapatkan oleh perusahaan ketika menggunakan para *freelancer* ini antara lain ialah efisiensi biaya, masukan berupa ide-ide segar, profesionalitas, fleksibilitas dalam waktu kerja, serta pelayanan optimal [12].

2.3 Crowdsourcing

Crowdsourcing terdiri dari dua kata yaitu *crowd* dan *source*. “*Crowd*” diartikan sebagai kerumunan orang, sedangkan “*sourcing*” dari kata kerja *source* yang artinya sumber daya. Sehingga dapat diartikan (terjemah bebas) *crowdsourcing* merupakan sistem yang memiliki sumberdaya yang berbasis kerumunan. Definisi *Crowdsourcing* merupakan sebuah cabang dari praktik kreasi bersama yang bisa dilakukan melalui *website*, dimana “*crowd*” atau kerumunan dapat membantu dalam memvalidasi, memodifikasi, dan meningkatkan sebuah ide yang menciptakan nilai sebuah perusahaan atau materi yang di unggah melalui internet [13].

2.4 Marketplace

Marketplace adalah pihak perantara yang menghubungkan antara pihak penjual dan pembeli melalui media internet [7]. Secara terminologi *marketplace* terdiri dari 2 kata yakni *market* dan *place*. *Market* dapat diartikan menjadi pasar, dimana kata pasar menurut KBBI memiliki makna sebagai tempat orang berjual beli [14] dan *place* dapat diartikan menjadi tempat, dimana kata tempat menurut KBBI memiliki makna sebagai ruang (bidang, rumah, dan sebagainya) yang tersedia untuk melakukan sesuatu [14].

2.5 Content Based Filtering

Sistem rekomendasi berbasis konten (*Content-based recommendation system*) menurut *Content Based Filtering* merupakan sistem rekomendasi yang mempergunakan profil preferensi pengguna dan

deskripsi *item* untuk menghasilkan sebuah rekomendasi [15]. Sebagai contoh profil dari *user freelancer* mempunyai konten data diri, bidang dikuasai, pengalaman proyek dan lain-lain. Dan juga dengan profil *user* pelaku usaha mempunyai konten data diri, informasi perusahaan, bidang proyek dan lain-lain. Metode *content based filtering* memiliki kelebihan yaitu dapat memberikan rekomendasi *item* yang belum pernah diberi *rating*, kekurangan metode *content based filtering* ini adalah tidak dapat memberikan rekomendasi *item* bagi *user* baru yang belum pernah melakukan aktivitas apa pun [16].

Teknik yang digunakan dalam *content-based* salah satunya adalah teknik TF-IDF [16]. *TF-IDF* (*Term Frequency and Inverse Document Frequency*) adalah salah satu proses dari teknik ekstraksi fitur dengan proses memberikan nilai pada masing-masing kata yang ada pada data *training*. Untuk mengetahui seberapa penting sebuah kata mewakili sebuah kalimat, akan diberi nilai perhitungan. Pemberian nilai pada *TF-IDF* tergantung besarnya frekuensi kemunculan kata pada dokumen [17]. Dalam perhitungan bobot *TF-IDF* dipakai rumus sebagai berikut:

$$IDF = \log \left(\frac{D}{DF} \right) \quad (1)$$

$$W = TF * (IDF + 1) \quad (2)$$

Keterangan rumus *TF-IDF* :

- w = bobot setiap dokumen
- TF = jumlah kemunculan kata atau term dalam dokumen
- D = jumlah semua dokumen
- DF = jumlah dokumen yang mengandung kata (*term*)
- IDF = *inverse document frequency*

Berikut merupakan *pseudocode* dari metode *TF-IDF* [18]:

- a. Perhitungan untuk mengetahui bobot per-*item* dengan menghitung jumlah *term frequency* dokumen (TF) terlebih dahulu.
- b. Kemudian menghitung nilai jumlah dokumen yang memiliki term (DF).
- c. Selanjutnya menghitung nilai IDF dengan rumus $\log \left(\frac{D}{DF} \right)$ dimana D merupakan seluruh jumlah dokumen yang ada.
- d. Setelah TF dan IDF didapat, maka langkah terakhir menentukan bobot kata dengan mengalikan TF dan IDF dengan rumus $TF * (IDF + 1)$ untuk mendapatkan nilai W.
- e. W yang dihasil dari proses perhitungan akan diurutkan berdasarkan nilai yang terbesar ke terendah.

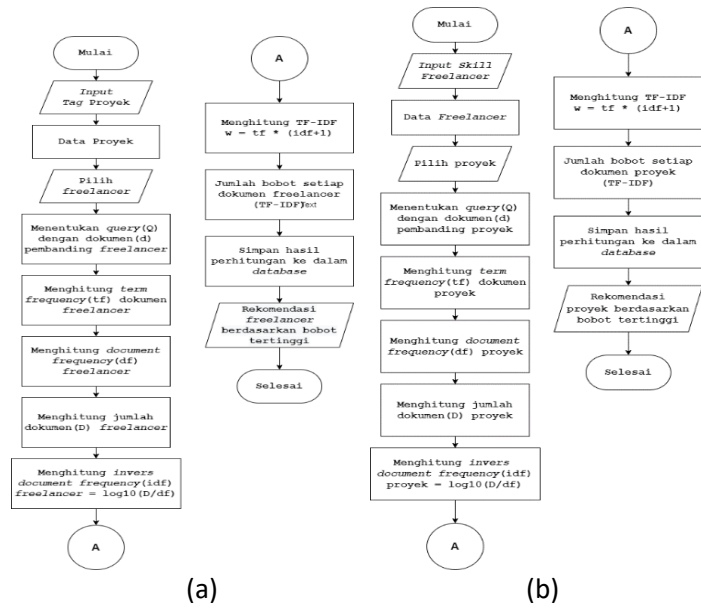
2.6 Kanban Board

Kanban board digunakan untuk memvisualkan alur kerja dan memonitor *progress development*. Setiap *stage* mempunyai tempat untuk tugas yang direpresentasikan dalam bentuk kartu tugas [19]. *Kanban board* didasarkan pada konsep *lean* yang tujuan utamanya adalah meningkatkan produktivitas dan mengoptimalkannya.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Analisis Proses

Sistem rekomendasi *freelancer* dan proyek pelaku usaha yang dikembangkan pada pengembangan aplikasi ini dapat dimodelkan dengan *flowchart* yang terdapat pada gambar 1 berikut



Gambar 1 Flowchart Sistem rekomendasi (a) Rekomendasi *freelancer* dan (b) Rekomendasi proyek pelaku usaha

Penjelasan proses gambar 1 *tag* proyek akan diambil sebagai *variabel Q* yang merupakan nilai *query* dan data dokumen diambil dari data *skill* pada profil *freelancer* yang tersedia di *database* (a) dan *skill* pada profil *freelancer* akan diambil sebagai *variabel Q* yang merupakan nilai *query* dan data dokumen diambil dari data *tags* proyek pelaku usaha yang tersedia di *database* (b) yang akan dibandingkan dengan *variable Q* untuk mencari kesamaan nilai di antara kedua *variabel* tersebut. Berikut merupakan proses perhitungan bobot *TF-IDF*.

3.2 Menentukan Query Term

Sebagai contoh Pelaku usaha melakukan unggahan proyek untuk mendapatkan rekomendasi *freelancer* yang sesuai dengan unggahan proyek Pelaku usaha dan *freelancer* mendapatkan rekomendasi unggahan proyek yang sesuai dengan profil *freelancer* tersebut, sebagai berikut:

Tabel 1 Spekulasi Unggahan Proyek Pelaku usaha

Judul	Pembuatan website untuk <i>branding product</i> baju batik
Deskripsi	Baju batik's merupakan toko penjualan baju batik modern yang menginginkan sebuah <i>website</i> untuk dipergunakan sebagai <i>branding</i> produk dari Baju batik's diperlukan 3 <i>freelancer</i> yang memiliki kemampuan dalam membangun <i>website</i> .
Tags	<i>web development : HTML, SCSS/SASS, javascript, angular, PHP</i>

Pada tabel 1 merupakan sebuah proyek pelaku usaha yang akan mendapatkan rekomendasi *freelancer* dengan *tags* berupa *HTML, SCSS/SASS, Javascript, Angular* dan *PHP*. *tags* tersebut menjadi sebuah *query* pada pencarian rekomendasi. Kemudian *query* tersebut akan dibandingkan dengan data dokumen *freelancer* yang tersedia pada sistem.

Tabel 2 Spekulasi Profil Freelancer

Nama	<i>Rian Mandala Putra</i>
skills	<i>Design : UI/UX, Logo, Adobe Photoshop, Adobe XD</i>

Pada tabel 2 merupakan profil *freelancer* yang akan mendapatkan rekomendasi proyek pelaku usaha dengan *skills* berupa *UI/UX, Logo, Adobe Photoshop, dan Adobe XD*. *Skills* tersebut menjadi

sebuah *query* pada pencarian rekomendasi. Kemudian *query* tersebut akan dibandingkan dengan data dokumen proyek pelaku usaha yang tersedia pada sistem.

Tabel 3 *Query* proyek Pelaku usaha dengan dokumen data profil *Freelancer*

Query		HTML	SCSS/SASS	Javascript	Angular	PHP
No	Name	Skills				
1	Bord	HTML	CSS			
2	Sigismund	CSS	React	Javascript	PHP	SCSS/SASS
3	Dennie	SCSS/SASS	PHP			
4	Whitman	Javascript	SCSS/SASS	HTML		
5	Cordie	PHP	HTML	React	Angular	
6	Berkley	SCSS/SASS	React	HTML	Javascript	CSS
7	Zane	Javascript	React	PHP	Angular	
8	Aldon	React	Javascript	Angular		
9	Mandel	CSS	React	HTML	Javascript	
10	Kahlil	CSS	Javascript	SCSS/SASS	React	HTML

Tabel 3 merupakan data *query* proyek pelaku usaha yang akan dibandingkan dengan data dokumen *freelancer* yang tersedia pada sistem. *Query* tersebut akan dibandingkan dengan 10 data dokumen *freelancer* yang memiliki profil *skill* berbeda-beda.

Tabel 4 *Query* proyek *Freelancer* dengan dokumen data proyek Pelaku usaha

Query		UI/UX	Logo	Adobe Photoshop	Adobe XD
No	Name	Tag-tags			
1	Account Executive II	Illustration	Mockup	Logo	UI/UX
2	Sales Representative	Mockup	Logo	Illustration	Adobe Illustrator
3	Account Executive	UI/UX	Adobe XD	Adobe Photoshop	Mockup
4	Analyst Programmer	Logo	Adobe Illustrator	Adobe XD	Adobe Photoshop
5	Senior Developer	Mockup	Adobe Photoshop	UI/UX	Illustration
6	Health Coach I	Adobe Illustrator	Adobe XD	UI/UX	
7	Web Designer I	UI/UX	Adobe Photoshop	Logo	Illustration
8	Chief Design Engineer	Adobe Photoshop	Adobe Illustrator	Logo	UI/UX
9	Nurse	Logo	Adobe Photoshop	Adobe Illustrator	UI/UX
10	Teacher	Adobe XD	Mockup	UI/UX	Adobe Photoshop

Tabel 4 merupakan data *query skill freelancer* yang akan dibandingkan dengan data dokumen data dokumen proyek pelaku usaha tersedia pada sistem. *Query* tersebut akan dibandingkan dengan 70 data dokumen proyek pelaku usaha yang memiliki *tags* proyek berbeda-beda. Pada tabel 2.3/tabel 2.4 merupakan data *query* yang ingin mendapatkan rekomendasi dan pada tabel 2.5/tabel 2.6 merupakan perhitungan nilai DF, D/DF, IDF dan IDF+1.

Tabel 5 Perhitungan TF, DF, dan IDF unggahan proyek pelaku usaha dengan profil Skill freelancer

	QUERY	HTML	SCSS/SASS	Javascript	Angular	PHP
D	1	1	0	0	0	0
D	2	0	1	1	0	1
D	3	0	1	0	0	1
D	4	1	1	1	0	0
D	5	1	0	0	1	1
D	6	1	1	1	0	0
D	7	0	0	1	1	1
D	8	0	0	1	1	0
D	9	1	0	1	0	0
D	10	1	1	1	0	0
	DF	6	5	7	3	4

D/DF	11,667	14	10	23,3333	17,5
IDF	1,06695	1,14613	1,00000	1,36798	1,24304
IDF+1	2,06695	2,14613	2,00000	2,36798	2,24304

Tabel 5 dimana *query* adalah dari *skill* yang dari *freelancer*. TF merupakan nilai kemunculan term pada masing-masing dokumen dari d1-d10. Tahapan selanjutnya menghitung DF dimana DF banyaknya dokumen dimana suatu term muncul, dan D/DF merupakan jumlah dokumen dibagi dengan DF (*Document Frequency*), dan IDF merupakan bobot dari nilai *query* ditambahkan 1 tersebut. Selanjutnya menghitung nilai IDF pada *query tags* unggahan proyek pelaku usaha. Selanjutnya menghitung nilai IDF pada *query tags* unggahan proyek pelaku usaha.

Tabel 1 Perhitungan TF, DF, dan IDF *Freelancer* dengan *Tags* Unggahan Proyek Pelaku usaha

Query		UI/UX	Logo	Adobe Photoshop	Adobe XD
D	1	1	1	0	0
D	2	0	1	0	1
D	3	1	0	1	1
D	4	0	1	1	1
D	5	1	0	1	0
D	6	1	0	0	1
D	7	1	1	1	0
D	8	1	1	1	0
D	9	1	1	1	0
D	10	1	1	1	1
DF		8	7	7	5
D/DF		8,75	10	10	14
IDF		0,9420	1	1	1,1461
IDF+1		1,9420	2	2	2,1461

Tabel 6 dimana *query* adalah dari *tag-tags* yang dari unggahan proyek pelaku usaha. TF merupakan nilai kemunculan *term* pada masing-masing dokumen dari d1-d10. Tahapan selanjutnya menghitung DF dimana DF banyaknya dokumen dimana suatu *term* muncul, dan D/DF merupakan jumlah dokumen dibagi dengan DF (*Document Frequency*), dan IDF merupakan bobot dari nilai *query* ditambahkan 1 tersebut. Langkah selanjutnya adalah menghitung bobot di setiap dokumen.

Tabel 2 Bobot TF-IDF Unggahan Pelaku usaha terhadap *profile Freelancer*

W = TF * IDF+1	D 1	2,06695	0	0	0	0	Jumlah Bobot Setiap Dokumen	2,0669
	D 2	0	2,1461	2	0	2,243		6,3892
	D 3	0	2,1461	0	0	2,243		4,3892
	D 4	2,06695	2,1461	2	0	0		6,2131
	D 5	2,06695	0	0	2,368	2,243		6,678
	D 6	2,06695	2,1461	2	0	0		6,2131
	D 7	0	0	2	2,368	2,243		6,611
	D 8	0	0	2	2,368	0		4,368
	D 9	2,06695	0	2	0	0		4,0669
	D 10	2,06695	2,1461	2	0	0		6,2131

Terlihat pada tabel 7 Untuk mendapatkan rekomendasi dihitung bobot nilai setiap dokumen dengan cara nilai TF dikali dengan IDF+1 dan dijumlahkan agar menghasilkan nilai W yang merupakan jumlah bobot setiap dokumen. Pada tabel 4.22 urutan W tertinggi ialah 6,6780, 6,6110, 6,3892, 6,2131,

6,2131, 6,2131, 4,3892, 4,3680, 4,0669 dan 2,0669 yang merupakan total dari D5, D7, D2, D4, D10, D6, D3, D8, D9 dan D1. Selanjutnya perhitungan bobot TF-IDF *freelancer* terhadap *tag-tags* pelaku usaha.

Tabel 3 Bobot TF-IDF *Freelancer* terhadap *tag-tags* Pelaku usaha

W = TF * IDF+1	D 1	0	1,942	2	0	0	Jumlah Bobot Setiap Dokumen	3,942
	D 2	0	0	2	0	2,146		4,1461
	D 3	0	1,942	0	2	2,146		6,0881
	D 4	0	0	2	2	2,146		6,1461
	D 5	0	1,942	0	2	0		3,942
	D 6	0	1,942	0	0	2,146		4,0881
	D 7	0	1,942	2	2	0		5,942
	D 8	0	1,942	2	2	0		5,942
	D 9	0	1,942	2	2	0		5,942
	D 10	0	1,942	2	2	2,146		8,0881

Terlihat pada tabel 8 Untuk mendapatkan rekomendasi dihitung bobot nilai setiap dokumen dengan cara nilai TF dikali dengan IDF+1 dan dijumlahkan agar menghasilkan nilai W yang merupakan jumlah bobot setiap dokumen. Urutan W tertinggi ialah 8,0881, 6,1461, 6,0881, 5,9420, 5,9420, 5,9420, 4,1461, 4,0881, 3,9420 dan 3,9420 yang merupakan nilai total dari d1, d5, d4, d3 dan d2. Lalu akan ditampilkan rekomendasinya sesuai dengan urutan bobot W tersebut.

Tabel 4 Tabel hasil rekomendasi *freelancer* terhadap unggahan proyek

Judul	Deskripsi	Tags	Rekomendasi
Pembuatan website untuk <i>branding product</i> baju batik	Baju batik's merupakan toko penjualan baju batik modern yang menginginkan sebuah <i>website</i> untuk dipergunakan sebagai <i>branding</i> produk dari Baju batik's diperlukan 3 <i>freelancer</i> yang memiliki kemampuan dalam membangun <i>website</i> .	<i>web development</i> : <i>HTML, SCSS/SASS, javascript, angular, PHP</i>	1. Cordie 2. Zane 3. Sigismund 4. Whitman 5. Berkley 6. Kahlil 7. Dennie 8. Aldon 9. Mandel 10. Bord

Dari keseluruhan pengujian TF-IDF pada tabel 9 didapatkan rekomendasi *freelancer* terhadap *tags* proyek pelaku usaha diurutkan berdasarkan bobot W dari tertinggi ke terendah. Selanjutnya tabel hasil rekomendasi Unggahan proyek terhadap *freelancer*.

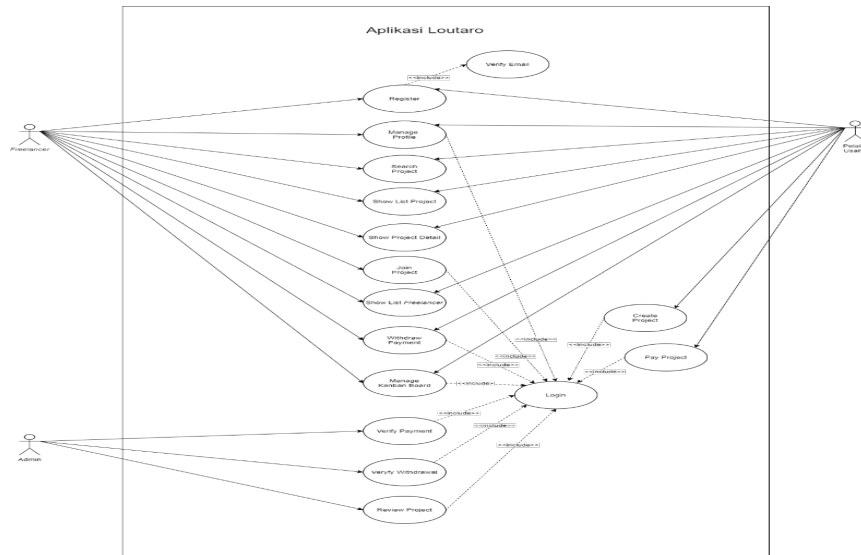
Tabel 5 Tabel hasil rekomendasi Unggahan proyek terhadap *freelancer*

Nama	Skills	Rekomendasi
Rian Mandala Putra	UI/UX, Logo, Adobe Photoshop, Adobe XD	1. Teacher 2. Analyst Programmer 3. Account Executive 4. Web Designer I 5. Chief Design Engineer 6. Nurse 7. Salse Representative 8. Health Coach I 9. Account Executive II 10. Senior Deveoper

Pada Tabel 10 didapatkan rekomendasi proyek unggahan pelaku usaha terhadap profil *skill freelancer* diurutkan berdasarkan bobot W dari tertinggi ke terendah

3.3 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan fungsional digambarkan dengan menggunakan diagram *Use Case*. Masing-masing fitur dari aplikasi digambarkan dalam diagram *Use Case* seperti pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2 Diagram *Use Case*

Berikut adalah deskripsi dari *Use Case* yang terdapat pada tabel 11

Tabel 6 Deskripsi *Use Case*

No	<i>Use Case</i>	Deskripsi
1.	<i>Register</i>	Pengguna dapat melakukan pendaftaran untuk memperoleh akun agar dapat menggunakan fitur-fitur pada aplikasi
2.	<i>Verify Email</i>	Pengguna akan mendapatkan verifikasi <i>email</i> setelah melakukan <i>register</i> akun
3.	<i>Manage Profile</i>	Pengguna dapat mengatur profil pengguna supaya bisa sesuai dengan keinginan dan kemampuan pengguna
4.	<i>Search Project</i>	Pengguna dapat melakukan pencarian terhadap proyek unggahan dari Pelaku usaha
5.	<i>Show List Project</i>	Pengguna dapat melihat list unggahan proyek dari Pelaku usaha
6.	<i>Create Project</i>	Pelaku usaha dapat melakukan unggahan proyek
7.	<i>Show Project Detail</i>	Pengguna dapat melihat detail dari unggahan proyek
8.	<i>Join Project</i>	<i>Freelancer</i> dapat bergabung dalam unggahan proyek Pelaku usaha
9.	<i>Show List Freelancer</i>	Pengguna dapat melihat <i>list freelancer</i>
10.	<i>Pay Project</i>	Pelaku usaha perlu melakukan pembayaran melalui metode pembayaran <i>paypal</i> , agar proyek dapat diunggah dan tampil di <i>list</i> proyek pada aplikasi
11.	<i>Withdraw Payment</i>	Pelaku usaha dan <i>freelancer</i> dapat melakukan penarikan uang ke akun <i>paypal</i>
12.	<i>Verify Payment</i>	Admin melakukan verifikasi terhadap pembayaran <i>paypal</i> dari pelaku usaha dengan melihat <i>log paypal</i> pembayaran <i>paypal</i>
13.	<i>Verify Withdrawal</i>	Admin melakukan verifikasi penarikan keuangan terhadap Pelaku usaha dan <i>freelancer</i> sebelum melakukan penarikan ke akun <i>paypal</i> pengguna.
14.	<i>Review Project</i>	Admin melakukan <i>review</i> terhadap unggahan proyek pelaku usaha.
15.	<i>Manage Kanban Board</i>	Pengguna dapat mengedit kanban sesuai dengan kebutuhan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil pengembangan aplikasi ini adalah sebuah sistem berupa *website* dan *mobile* berbasis *android* yang memiliki sebuah sistem rekomendasi *content based filtering* dengan menggunakan teknik *term frequency-inverse document frequency* (TF-IDF).

4.1.1 Pengujian Sistem Rekomendasi Algoritme *Content Based Filtering*

Pengujian akurasi rekomendasi sistem penting untuk dilakukan sebagai tolak ukur keberhasilan sistem rekomendasi. Proses pengujian pada pengembangan aplikasi ini menggunakan metode kuantitatif yakni dengan cara mencocokkan hasil rekomendasi sistem dengan 10 *skill* profil *freelancer* untuk mendapatkan rekomendasi proyek pelaku usaha dan 10 *tags* proyek pelaku usaha untuk mendapatkan rekomendasi *freelancer*. Rumus nilai akurasi yang digunakan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{\text{Jumlah hasil sesuai}}{\text{Jumlah uji coba}} \times 100 \%$$

Kemudian jumlah pembagian dikali 100 dan dibagi 10 akan menghasilkan nilai akurasi berupa persentase.

4.1.2 Hasil Pengujian Akurasi Sistem Rekomendasi

Pengujian dilakukan terhadap metode *TF-IDF* dan pengujian akurasi sistem rekomendasi. Data yang dihasil dalam pengujian akurasi sistem rekomendasi pada pengembangan aplikasi ini dapat dilihat pada tabel 3.1 / tabel 3.4 data pada tabel menunjukkan pengujian terhadap sistem rekomendasi *freelancer* dan proyek unggahan pelaku usaha.

Tabel 12 *Query tags* unggahan proyek pelaku usaha dengan ekspektasi *freelancer*

No	Query			Ekspektasi									
1	Adobe Illustrator	UI/UX		Alexandro	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Chancey	Jeanette	
2	Adobe Illustrator	UI/UX	Illustration	Alexandro	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Chancey	Jeanette	
3	Logo	Presentasi	Adobe XD	Benton	Alexandro	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Jeanette			
4	Logo	Adobe XD	Illustration	Benton	Alexandro	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore		
5	Adobe XD	Presentasi	Adobe Illustrator	Alexandro	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Jeanette		
6	Adobe Photoshop	UI/UX	Logo	Benton	Alexandro	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Chancey	Jeanette
7	Java	C#	Electron	Rébecca	Fèi	Léane	Maëlle	Maëlle	Esbjörn	Nélie	Publicité	Marie-thérèse	Estève
8	Adobe Photoshop	UI/UX		Alexandro	Artemas	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Chancey	Jeanette		
9	Adobe Illustrator	UI/UX	Presentasi	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Chancey	Jeanette		
10	Python	Machine Learning and AI	SQL Database	Meridith	Evey	Aloysia	Dulcia	Christina	Doe	Marsha			

Pada tabel 12 terdapat *query* dari *tags* unggahan proyek pelaku usaha yang diharapkan mendapatkan rekomendasi *freelancer* pada kolom ekspektasi. Kemudian ekspektasi akan dibandingkan dengan aktual yaitu hasil dari sistem rekomendasi pada pengembangan aplikasi ini untuk mendapatkan nilai sesuai.

Tabel 13 Nilai sesuai *query tags* unggahan proyek pelaku usaha

No	Aktual										NS
1	Alexandro	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Chancey	Jeanette		1
2	Alexandro	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Chancey	Jeanette		1
3	Benton	Alexandro	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Jeanette				1
4	Benton	Alexandro	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore			1
5	Alexandro	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Jeanette			1
6	Benton	Alexandro	Artemas	Marlow	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Chancey	Jeanette	1
7	Rébecca	Fèi	Léane	Maëlle	Maëlle	Esbjörn	Nélie	Publicité	Marie-thérèse	Estève	1
8	Alexandro	Artemas	Benedicto	Adelind	Rodolfo	Dore	Chancey	Jeanette			1
9	Alexandro	Artemas	Marlow	Adelind	Rodolfo	Dore	Jeanette				1
10	Meridith	Evey	Aloysia	Dulcia	Christian	Doe	Marsha	Christian	Misti	Letty	0,5

Pada tabel 13 merupakan nilai aktual dari tabel 3,1, dengan dibandingkannya ekspektasi dan aktual akan menghasilkan nilai 1 jika nilai aktual dan nilai ekspektasi bernilai sama, 0,5 jika nilai aktual dan nilai ekspektasi bernilai kurang sama dan 0 jika tidak ada kesamaan. Nilai sesuai dihasil berjumlah 9,5. Dengan begitu nilai akurasi sistem rekomendasi *freelancer* pada pengembangan aplikasi ini adalah $9,5/10 * 100\% = 98\%$.

Tabel 14 *Query skill freelancer* dengan ekspektasi unggahan proyek pelaku usaha

n o	Query		Ekspektasi																	
1	Ilustrasi	Mockup	Account Executive	Sales Representative	Account Executive	Senior Developer	Web Designer I													
2	Mockup	Logo	Account Executive	Sales Representative	Account Executive	Analyst Programmer	Senior Developer	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher									
3	UI/UX	Adobe XD	Account Executive	Sales Representative	Account Executive	Analyst Programmer	Senior Developer	Health Coach I	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher								
4	Logo	Adobe Illustrator	Account Executive	Sales Representative	Analyst Programmer	Health Coach I	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher										
5	Mockup	Adobe Photoshop	Account Executive	Sales Representative	Account Executive	Analyst Programmer	Senior Developer	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher									
6	Adobe Illustrator	Adobe XD	Sales Representative	Account Executive	Analyst Programmer	Health Coach I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher											
7	UI/UX	Adobe Photoshop	Account Executive	Account Executive	Analyst Programmer	Senior Developer	Health Coach I	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher									
8	Adobe Photoshop	Adobe Illustrator	Logo	Account Executive	Sales Representative	Account Executive	Analyst Programmer	Senior Developer	Health Coach I	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher							

9	Programmer II	Computer Systems Analyst III	Speech Pathologist	Assistant Professor	Safety Technician IV	Editor	Human Resources Assistant IV	Data Coordinator	Financial Advisor	Accounting Assistant II	Help Desk Operator	Quality Engineer	Help Desk Operator	Environmental Tech	Nurse Practitioner	Accountant IV	Developer II	Help Desk Operator	Programmer II	Computer Systems Analyst III	Speech Pathologist	Assistant Professor	Safety Technician IV
10	Programmer II	Computer Systems Analyst III	Speech Pathologist	Assistant Professor	Safety Technician IV	Editor	Human Resources Assistant IV	Data Coordinator	Financial Advisor	Accounting Assistant II	Help Desk Operator	Quality Engineer	Help Desk Operator	Environmental Tech	Nurse Practitioner	Accountant IV	Developer II	Paralegal	Speech Pathologist	Help Desk Operator	Programmer II	Computer Systems Analyst III	Speech Pathologist

Pada tabel 14 terdapat *query* dari *skill* profil *freelancer* yang diharapkan mendapatkan rekomendasi unggahan proyek pelaku usaha pada kolom ekspektasi. Kemudian ekspektasi akan dibandingkan dengan aktual yaitu hasil dari sistem rekomendasi pada pengembangan aplikasi ini untuk mendapatkan nilai sesuai.

Tabel 15 Nilai sesuai *query skill freelancer*

No	Aktual																					NS
1	Account Executive	Sales Representative	Account Executive	Senior Developer	Web Designer I																	1
2	Account Executive	Sales Representative	Account Executive	Analyst Programmer	Senior Developer	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher													1
3	Account Executive	Sales Representative	Account Executive	Analyst Programmer	Senior Developer	Health Coach I	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher												1
4	Account Executive	Sales Representative	Analyst Programmer	Health Coach I	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher														1
5	Account Executive	Sales Representative	Account Executive	Analyst Programmer	Senior Developer	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher													1
6	Sales Representative	Account Executive	Analyst Programmer	Health Coach I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher															1
7	Account Executive	Account Executive	Analyst Programmer	Senior Developer	Health Coach I	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher													1
8	Account Executive	Sales Representative	Account Executive	Analyst Programmer	Senior Developer	Health Coach I	Web Designer I	Chief Design Engineer	Nurse	Teacher												1
9	Programmer II	Computer Systems Analyst III	Speech Pathologist	Assistant Professor	Safety Technician IV	Editor	Human Resources Assistant IV	Data Coordinator	Financial Advisor	Accounting Assistant II	Help Desk Operator	Quality Engineer	Help Desk Operator	Environmental Tech	Nurse Practitioner	Accountant IV	Developer III					1
10	Programmer II	Computer Systems Analyst III	Speech Pathologist	Assistant Professor	Safety Technician IV	Editor	Human Resources Assistant IV	Data Coordinator	Financial Advisor	Accounting Assistant II	Help Desk Operator	Quality Engineer	Help Desk Operator	Environmental Tech	Nurse Practitioner	Accountant IV	Developer III					0,5

- [3] J. Sasongko, "Sonora.id," 2021. [Online]. Available: <https://www.sonora.id/read/422594065/bps-mencatat-selama-pandemi-covid-19-berlangsung-angka-freelancer-mengalami-peningkatan>. [Accessed 12 April 2021].
- [4] Kominfo, "https://www.kominfo.go.id/," 9 November 2020. [Online]. Available: https://www.kominfo.go.id/content/detail/30657/siaran-pers-no-140hmkominfo112020-tentang-tingkat-pertumbuhan-sektoral-tinggi-momentum-percepat-transformasi-digital/0/siaran_pers.
- [5] H. Aliya, "glints.com," 2021. [Online]. Available: <https://glints.com/id/lowongan/crowdsourcing-adalah/>. [Accessed 2 June 2021].
- [6] Alodokter, "https://www.alodokter.com/," 5 June 2020. [Online]. Available: <https://www.alodokter.com/ini-panduan-menjalani-new-normal-saat-pandemi-corona>. [Accessed 9 April 2021].
- [7] Akurat, "akurat.co," 2020. [Online]. Available: <https://akurat.co/ekonomi/id-1128469-read-freelancer-bakal-semakin-dicari-di-era-new-normal-mengapa>. [Accessed 11 April 2021].
- [8] Y. S. Triana, F. F. Adrianti and F. A. Maharani, "Implementasi Metode Content Based Filtering Pada Aplikasi Pencarian Taman Penitipan Anak," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 3(2), , pp. 163 - 169, 2019.
- [9] H. T. Sumana, S. Atinah and L. K. Wardhani, "Implementasi Content-Based Filtering Pada Aplikasi Radar Zakat Dalam Merekomendasikan Preferensi Mustahik," *Jurnal Teknk Informatika*, vol. XII, no. 2, 2019.
- [10] Undang-Undang Republik Indonesia, *Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999*, 1999.
- [11] S. Priharto, "https://accurate.id/," 2019. [Online]. Available: <https://accurate.id/bisnis-ukm/pengertian-freelance-dan-beberapa-contohnya/#:~:text=Pengertian%20freelance%20atau%20tenaga%20lepas,dan%20biasanya%20memiliki%20keahlian%20tertentu>. [Accessed 15 April 2021].
- [12] Mustofa, "Pekerja Lepas (Freelancer) Dalam Dunia Bisnis," *Jurnal Mozaik*, vol. X, pp. 1-7, 2018.
- [13] A. Ghezzi, A. Martini and A. Natalicchio, "Crowdsourcing: A Review and Suggestions for Future Research," *n International Journal of Management Reviews*, 2017.
- [14] KBBI Daring, "https://kbbi.kemdikbud.go.id/," [Online]. Available: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/pasar>. [Accessed 26 April 2021].
- [15] G. Geetha, M. safa, C. Fancy and D. Saranya, "A Hybrid Approach using Collaborative filtering and Content based Filtering for Recommender System.," *Journal of Physics : Conference Series*, 100, 2018.
- [16] A. E. Wijaya and D. Alfian, "Sistem Rekomendasi Laptop Menggunakan Collaborative Filtering Dan Content-Based Filtering," *Computech & Bisnis*, vol. 12, pp. 11-27, 2018.
- [17] A. M. Pravina, I. Cholissodin and P. P. Adikara, "Analisis Sentimen Tentang," *Jurnal Pengembangan*, 2019.
- [18] R. Melita, V. Amrizal, H. B. Suseno and T. Dirjam, "Penerapan Metode Term Frequency Inverse Document Frequency (Tf-Idf) Dan Consine Similarityy Apda Sistem Temu Kembali Informasi Untuk Mengetahui Syarah Hadits Berbasis Web (Studi Kasus:Syarah Umdatil Ahkam)," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. XI, no. 2, pp. 1-16, 2018.
- [19] A. Salim, "Pengembangan Aplikasi E-Commercer Berbasis Website Menggunakan Content Management System (CMS) Wordpress pada Startup Hardcraft.id," *Universitas Telkom*, 2018.
- [20] B. Fallahnda, "https://tirto.id/," 2020. [Online]. Available: <https://tirto.id/syarat-umum-menjadi-freelancer-di-berbagai-perusahaan-fhiz>. [Accessed 15 April 2021].

- [21] Wartaekonomi, "www.wartaekonomi.co.id," 2020. [Online]. Available: <https://www.wartaekonomi.co.id/read286203/apa-itu-new-normal>. [Accessed 13 April 2021].
- [22] DetikNews, "news.detik.com," 2020. [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita/d-5034719/tentang-new-normal-di-indonesia-arti-fakta-dan-kesiapan-daerah>. [Accessed 13 April 2021].
- [23] Kompas, "www.kompas.com," 2020. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/tren/read/2020/05/18/103200465/simak-panduan-protokol-kesehatan-pencegahan-covid-19-untuk-sambut-new?page=all>. [Accessed 13 April 2021].
- [24] M. A. N. Ambarsari and T. N. Adi, "Membangun aplikasi jasa fotografi prewedding berbasis web crowdsourcing modul fotografer," *Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom*, 2015.
- [25] I. Ismail, "accurate.id," 2020. [Online]. Available: <https://accurate.id/marketing-manajemen/apa-itu-marketplace/>. [Accessed 13 April 2021].
- [26] The European Business Review, "https://www.europeanbusinessreview.com/," 2020. [Online]. Available: <https://www.europeanbusinessreview.com/different-types-of-e-marketplace-comparisons-with-examples/>. [Accessed 15 April 2021].
- [27] Arman, "orderonline.id," 2020. [Online]. Available: <https://orderonline.id/blog/2020/02/02/marketplace-menyelami-kelebihan-dan-kekurangannya/>. [Accessed 13 April 2021].
- [28] R. Dwivedi, "www.analyticssteps.com," 2020. [Online]. Available: <https://www.analyticssteps.com/blogs/what-are-recommendation-systems-machine-learning>. [Accessed 13 April 2021].
- [29] Binus, "mti.binus.ac.id," 2020. [Online]. Available: <https://socs.binus.ac.id/2020/06/30/software-testing/>. [Accessed 18 April 2021].
- [30] S. Rahmatullah, S. Supriyanto, R. Rustam, M. Parida, P. Riswanto and I. Pratiyo, "Implementasi Algoritma Naive Bayes Untuk Menentukan Tingkat Kedisiplinan Siswa," *Jurnal Informasi Dan Komputer*, vol. 9, 2021.
- [31] Hasan, "Prediksi Tingkat Kelancaran Pembayaran Kredit Bank Menggunakan Algoritma Naive Bayes Berbasis Forward Selection," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 9, p. 3, 2017.
- [32] A. D. Sonawane and V. Birchha, "Clustering Approach Recommendation System Using," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 04, no. 07, pp. 1-6, 2017.
- [33] M. A. Timbal, "Analysis of Student-at-Risk of Dropping out (SARDO) Using Decision Tree: An Intelligent Predictive Model for Reduction," *International Journal of Machine Learning and Computing*, vol. IX, no. 3, pp. 1-6, 2019.
- [34] B. K. Mylavarapu, "Collaborative Filtering and Artificial Neural Network Based Recommendation System for Advanced Applications," *Journal of Computer and Communications*, vol. XI, pp. 1-14, 2018.
- [35] S. Agarwal and a. Agrawal, "Uses, Advantages and Opportunities of Kanban methods in Mechanical Engineering and Product Manufacturing," *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 10, no. 1, pp. 1-4, 2020.
- [36] H. I. Kusuma, "https://www.huseindra.com/," 2020. [Online]. Available: <https://www.huseindra.com/2020/03/menggunakan-kanban-board-untuk-meningkatkan-produktivitas-bisnis-atau-pribadi.html>. [Accessed 24 May 2021].
- [37] S. Gulati and R. Sharman, *Java Unit Testing with JUnit 5. Java Unit Testing with JUnit*, 2017.
- [38] a. Jamil, m. arif, n. s. a. abubakar and a. ahmad, "2016 6th International Conference on Information and Communication Technology for The Muslim World (ICT4M)," *Software Testing Techniques: A Literature Review*, no. Software testing, 2016.
- [39] F. Utami and Asnawati, *Rekayasa Perangkat Lunak*, 2015.

- [40] Ken Prole, "https://codedx.com," 2018. [Online]. Available: <https://codedx.com/blog/black-white-and-gray-box-vulnerability-testing-code-dx-blog/>. [Accessed 25 April 2021].