

## **Analisis Performance Progressive Web Apps Pada Aplikasi Shopee**

**Dedi Haryanto<sup>1)</sup>, Zulhipni Reno Saputra Elsi<sup>2)</sup>**

<sup>1), 2)</sup> Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Palembang  
Jln. Ahmad Yani 13 Ulu Palembang, Sumatera Selatan  
Email : [dedi\\_haryanto@um-palembang.ac.id](mailto:dedi_haryanto@um-palembang.ac.id)<sup>1)</sup>, [zulhipni\\_enosaputra@um-palembang.ac.id](mailto:zulhipni_enosaputra@um-palembang.ac.id)<sup>2)</sup>

### **ABSTRACT**

*Progressive web App is a web-based application development that includes the application of the latest technology from a browser that can be accessed quickly into one application without having to install. Progressive web applications can run like mobile applications in general, and the user interface is like using native applications. Progressive web app was invented in 1990. Progressive web App uses the latest Technology to produce web apps that provide a better User Experience and User Interface than mobile native. Progressive web app that is supported by a system called Service Worker, where the technology provides Offline Functionality, Notifications, Content Updates, Connectivity Changes and others. So that in a slow connection or an unstable connection you can access websites quickly and have the same appearance as the last time you opened the application via a Web Browser. This progressive web app can optimize web app performance to allow users to have an accessible experience with quickly and easily through browsers such as notebooks, personal computers or through mobile devices. This progressive web app is a service worker that allows a web app that can be run through all existing browsers and has a fairly simple and transparent process. So that the page that is opened, on the service worker site which is a proxy client that can be written in javascript, as well as being able to cache the assets needed for offline support which can determine certain events to activate the service worker such as push notifications, camera, and background sync.*

**Keywords :** *Progressive Web Apps, Web, User Interface, Native Apps, User Experience*

### **ABSTRAK**

Progressive web App merupakan pengembangan aplikasi berbasis web yang mencakup penerapan teknologi terbaru dari browser yang dapat di akses dengan cepat menjadi satu aplikasi tanpa harus menginstall . Progressive web App dapat berjalan seperti Aplikasi mobile pada umumnya , dan User Interfacenya seperti menggunakan aplikasi Native App . Progressive web App di temukan pada tahun 1990 . Progressive web App menggunakan Teknologi terbaru demi menghasilkan web app yang memberikan *User Experience* dan *User Interface* yang lebih baik dari mobile native. Progressive web app yang di dukung dengan sistem yang bernama *Service Worker*, dimana Teknologi tersebut memberikan *Fungsionalitas Offline* , *Notifikasi* , *Update konten* , pergantian konektifitas dan lainnya. Sehingga dalam koneksi yang lambat atau koneksi yang tidak stabil anda dapat mengakses website dengan cepat dan mempunyai tampilan yang sama seperti terakhir anda membuka aplikasinya melalui *Web Browser*. Progressive web app ini dapat mengoptimalkan performa web app untuk memungkinkan pengguna merasakan pengalaman yang dapat di akses dengan cepat dan mudah melalui browser seperti notebook, personal komputer maupun melalui mobile device. Progressive web app ini merupakan service worker yang memungkinkan web app yang dapat dijalankan melalui semua browser yang ada serta memiliki proses yang cukup simple dan transparant. Sehingga halaman yang dibuka, pada situs service worker yang merupakan proxy client yang dapat ditulis dalam javascript, seperti halnya dapat melakukan cache untuk asset yang diperlukan untuk support offline yang dapat menentukan event tertentu untuk mengaktifkan service worker seperti push notifications, camera, dan background sync.

**Kata Kunci :** *Progressive Web Apps, Web, User Interface, Native Apps, User Experience*

## 1. Pendahuluan

Pada zaman teknologi yang terus berkembang banyak aplikasi dan website yang mengalami perubahan dengan teknologinya. Perkembangan Teknologi pada website dimulai dari website 1.0 yang di perkenalkan pada tahun 1990 oleh Tim Berners-Lee sampai website yang mampu dijalankan saat *Offline* dan mampu melakukan *Speech Recognition*. Namun, Teknologi website yang sekarang yang banyak digunakan adalah Teknologi *Progressive web app*. *Progressive Web App* adalah suatu teknik bagaimana kita dapat mengakses dengan cepat dan memberikan pengalaman website dan aplikasi menjadi satu tanpa harus menginstall atau memasang aplikasi tersebut. Sederhananya, *Progressive Web App* memungkinkan kita untuk bisa mengakses dengan kencang dan cepat pada suatu aplikasi dengan tampilan *Mobile web* yang ada diperangkat *Smartphone*. *Progressive Web App* yang mempunyai *User Interface* dan *User Experience* (Tandel, 2018).

Pada zaman sekarang masih sedikit user yang menggunakan teknologi *Progressive Web App*. Banyak dari mereka yang masih menggunakan Aplikasi Native dari pada *Progressive Web App*, padahal *Progressive Web App* memberikan *User Interface* dan *User Experience* yang hampir sama seperti *User Interface* pada aplikasi *Mobile native* pada umumnya. Untuk itu peneliti mencoba untuk membuktikan kualitas *Progressive Web Apps*.

*Progressive Web App* sebenarnya hanyalah aplikasi berbasis web yang biasa, tapi memanfaatkan fitur-fitur perambanan (*browser*) yang modern dan unik agar tampil seolah-olah merupakan aplikasi asli. *Progressive Web App* menggambarkan sebgaimana kumpulan-kumpulan dari teknologi serta konsep desain dan WEB API (*Application Programming Interface*) yang bekerja secara bersama untuk memberikan sentuhan aplikasi pada sebuah mobile web (Kurniawan et al., 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut perlu kita dilakukan penelitian terhadap *Progressive Web App*, untuk mengetahui *Page Speed*, *Yslow*, *Fully Loaded Time*, *Total Page Size*, *Requests* pada Aplikasi Shopee bahan pertimbangan dan acuan User untuk memulai menggunakan *Progressive Web App* dan juga dapat mengurangi permasalahan-permasalahan yang selama ini terjadi pada user (pengguna) serta dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk para peneliti dalam mendalami dan dapat terus mengembangkan *Progressive Web App* menjadi lebih baik dan maju.

### A. Tinjauan Pustaka

#### 1. *Progressive Web Apps*

*Progressive Web App* adalah suatu teknik bagaimana kita dapat mengakses dengan kencang dan cepat diwebsite dan aplikasi tersebut, untuk menjadi kita tanpa harus menginstall atau memasang aplikasi tersebut. Sederhananya, *Progressive Web App* memungkinkan kita untuk bisa mengakses dengan kencang dan cepat pada suatu aplikasi dengan tampilan *mobile web* pada perangkat *Smartphone*. Istilahnya

*Progressive Web App* digunakan untuk menjelaskan kemampuan peramban (*browser*) modern yang dapat mengelola *Service Workers* dan *Web Apps Manifest*. Dua hal tersebut dapat kita jadikan konsep *Progressive Web App* yang bisa diterima dan diterapkan pada masyarakat layaknya sebuah *Native Apps*. Bahkan sebuah *Progressive Web App* juga mendukung akses ke perangkat keras seperti *Smartphone* (Adi et al., 2018).

#### 2. *Web*

*Website* adalah kumpulan-kumpulan halaman pada suatu domain di internet yang dibuat dengan tujuan tertentu dan saling berhubungan satu sama lain serta dapat diakses secara luas melalui halaman depan (*home page*) menggunakan sebuah *browser* dan juga menggunakan URL website. Sebuah halaman web yang ditulis dalam format HTML (*Hyper Text Markup Language*), yang hampir setiap orang bisa mengakses melalui HTTP, yaitu protokol yang menyampaikan informasi langsung dari *Progressive Web App*, padahal *Progressive Web App* memberikan *User Interface* dan *User Experience* yang hampir sama seperti *User Interface* pada aplikasi *Mobile native* pada umumnya. Untuk itu peneliti mencoba untuk membuktikan kualitas *Progressive Web Apps* (Basri et al., 2018). bahan pertimbangan dan acuan User (pengguna) untuk memulai menggunakan *Progressive Web App* dan juga mengurangi permasalahan yang selama ini terjadi pada user serta dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk para peneliti dalam mendalami dan dapat terus mengembangkan *Progressive Web App* menjadi lebih baik lagi, *server website* untuk ditampilkan kepada para pemakai melalui *Web Browser*. Atau bisa didefinisikan sebagai kumpulan-kumpulan dari berbagai macam-macam halaman situs, yang dapat terangkum didalam sebuah domain atau juga subdomain, yang lebih tempatnya berada di dalam WWW.

#### 3. *User Interface*

*User Interface* adalah sebuah bentuk tampilan yang dapat berhubungan langsung dengan pengguna dan *User Interface*, pengguna akan berinteraksi langsung dengan Komputer, *Tablet*, *Smartphone* maupun perangkat elektronik lainnya. *User Interface* yang bisa memberikan pengalaman interaksi secara mudah dapat dipahami oleh user (pengguna), *User Interface* semacam ini disebut sebagai *User Friendly*. Pada aplikasi *Smartphone* pengguna banyak berinteraksi dengan program-program ada di dalamnya dengan memasukkan perintah dalam bentuk teks maupun grafis. *User Interface* pada *Smartphone* cenderung dituntut untuk lebih simpel dan mudah dimengerti dibanding *User Interface* pada perangkat yang lebih besar seperti *computer* (Rianingtyas & Wardani, 2019).

#### 4. *Native Apps*

*Native Apps* adalah aplikasi yang dibangun Secara spesifik untuk *Operating System* tertentu dengan bahasa pemrograman yang spesifik untuk platform tertentu yang dapat digunakan pada perangkat mobile dengan sistem

operasi Android, iOS, ataupun *Mobile OS* yang lainnya (Nazruddin Safaat H, 2012). Maka, aplikasi tersebut tidak dapat berjalan pada Operating System yang lain. Secara keseluruhan, aplikasi ini menawarkan pengalaman pengguna yang lebih baik karena dapat bekerja dengan cepat dan mudah, responsive, serta didistribusikan melalui App Store. Keuntungan dalam memilih *Native App* adalah kualitas *User Experience* yang cepat dan mudah serta dapat diandalkan. Selain itu, *Native App* juga dapat mengakses semua fitur-fitur yang ada di perangkat seperti mikrofon, kamera, daftar kontak, dan lain-lainnya.

### 5. User Experience

*User Experience* yang sesuai dengan segment user yang diinginkan dapat membuat *user* lebih memilih menggunakan produk itu dibanding kompetitor lain nya yang memiliki fitur yang lebih unggul namun *User Experience* nya yang tidak berbanding lurus. *User Experience* memberikan pengalaman yang diberikan *website* atau software kepada penggunanya agar interaksi yang dilakukan menarik dan menyenangkan. Secara definisi *User Experience* adalah pandangan dan respons seseorang yang dapat dihasilkan dari penggunaan suatu produk, sistem, atau jasa yang bersifat subyektif dan difokuskan pada penggunaan suatu produk, sistem, atau jasa (J. Santoso, 2018). Contoh *User Experience* adalah mengeksplorasi semua fitur website yang ada ditampilkan fitur website seperti yang dapat dilihat tampilannya website dan melakukan prosedur sehingga hasil transaksi yang dilakukan pengguna berjalan dengan lancar dan cepat untuk mendapatkan produk atau jasa yang diinginkan. *User Experience* ini juga biasa disebut dengan singkat UX yang dalam Bahasa Indonesia disebut sebagai pengalaman pengguna.

### 6. Service Worker

*Service Worker* adalah salah satu jenis *Web Worker*, *JavaScript* yang berjalan di *background* tanpa mempengaruhi kinerja halaman *web* (H. Santoso, 2019), script yang berjalan di *background*, berdiri sendiri dan terpisah dari halaman web, pintu masuk untuk fitur yang tidak membutuhkan halaman web dan juga interaksi pengguna. *Service Worker* juga menyediakan fitur notifikasi serta Geofetching dan dapat berkomunikasi dengan halaman yang kita kontrol dengan menanggapi pesan yang dikirim melalui *Interface post Message*. *Service Worker* memungkinkan kita untuk mengontrol bagaimana permintaan jaringan dari halaman kita ditangani dan akan dihentikan bila sudah tidak digunakan, dan akan di restart atau mulai ulang ketika dibutuhkan. Di masa yang akan datang *Service Worker* akan mendukung hal-hal lain seperti sinkronisasi periodik atau geofencing. Fitur inti yang dibahas dalam tutorial ini adalah kemampuan untuk mencegah dan menangani permintaan jaringan, termasuk mengelola Cache (Kurniawan et al., 2018).

### B. Metode Penelitian

Metode kualitatif merupakan metode yang dipilih dalam metode penelitian ini sedangkan pada metode pengembangan sistem, metode pengumpulan data, dan metode pengujian itu memiliki metode tersendiri. Pengertian dari metode kualitatif sendiri yaitu penelitian yang digunakan untuk meneliti objek penelitian. Penelitian menggunakan metode kualitatif memiliki beberapa keunggulan yaitu Memiliki wawasan yang luas dan mendalam tentang objek penelitian yang akan diteliti, Mampu mengkomunikasikan hasil penelitian kepada user secara luas, dan juga memiliki kepekaan untuk melihat setiap gejala yang ada pada objek penelitian. Pada saat metode pengumpulan data metode yang digunakan yaitu Wawancara dan Observasi yang merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka dan tanya jawab langsung antara peneliti dan narasumber. Peneliti menerapkan wawancara tidak terstruktur atau wawancara bebas (Sugiyono, 2012). Nantinya penulis akan mencoba seberapa baik performa *Progressive web Apps* pada aplikasi shopee.

## 2. Hasil dan Pembahasan

### A. Analisis Kebutuhan

#### 1. Perangkat Lunak (Software)

Pada penelitian ini penulis memakai satu perangkat komputer dan satu perangkat bergerak (mobile). Pada perangkat computer dan perangkat bergerak, masing-masing menggunakan perangkat lunak (Software). Google Chrome sebagai Aplikasi untuk melihat data hasil pengujian, dan pada penelitian ini penulis menggunakan Google Form untuk mencari data-data UX Research lewat beberapa responden.

#### 2. Perangkat Lunak Keras (Hardware)

Pada penelitian ini penulis membutuhkan dua perangkat Hardware, yaitu satu buah laptop dan satu smartphone dan masing-masing Hardware diperlukan untuk melakukan pengujian terhadap aplikasi Shopee.

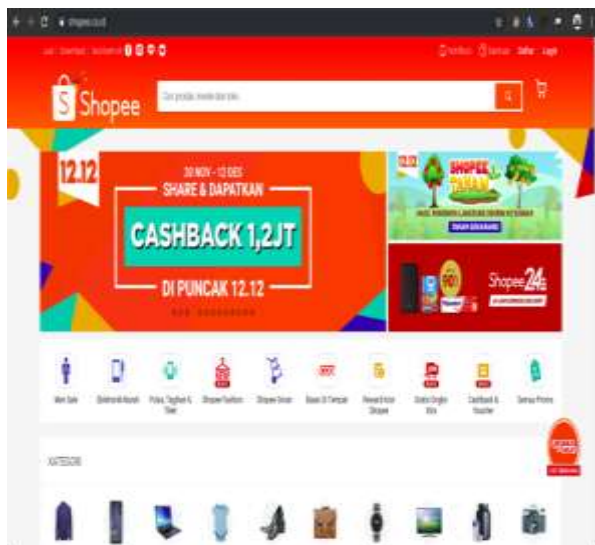
### B. Rancang Objek Penelitian

Pada rancangan objek penelitian Penulis menggunakan GTMetrix. Pada aplikasi terdapat dua performance yaitu Page Speed dan slow yang akan diteliti. Pada *Progressive web Apps* akan diuji *Fully Loaded Time, Total Page Size, dan Requests* yang berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan GT Metrix. Pada penelitian ini juga penulis melakukan pengujian untuk mengetahui kecepatan Loading pada *Progressive web Apps* tersebut.

Kelebihan GTmetrix adalah analisisnya yang stabil dengan tingkat konsistensi pengukuran yang sah. Gtmetrix juga memberikan grade dilengkapi dengan skornya. Semakin cepat loading website kita, semakin tinggi pula grade dan skornya. Grade ditandai secara kualitatif dengan huruf A, B, C, D, atau E, sedangkan skor ditandai secara kuantitatif dengan angka. Selain itu, hasil analisis Gtmetrix juga disertai data tentang page

load time, total page size, dan total number of requests. Semakin kecil angkanya berarti speed blog kita semakin kencang (Fryonanda & Ahmad, 2017) GTmetrix akan mengukur kecepatan aplikasi dan menampilkan hasilnya secara detail. Poin akhir dari GTMetrix adalah A sampai E. A artinya sangat bagus E artinya sangat buruk. Untuk mendapatkan poin A, anda harus mempunyai skor diatas 90.

GTmetrix adalah website untuk menganalisa kecepatan aplikasi yang tersedia secara gratis, dengan menggunakan google page speed dan Yahoo Yslow sebagai analyze engine dan untuk menampilkan hasil serta rekomendasi yang harus dilakukan.



Sumber : Aplikasi Shopee  
**Gambar 1.** Halaman Utama

Pada gambar satu ini adalah tampilan halaman utama pada aplikasi Shopee yang dapat diakses melalui browser pada laptop. Tampilan tersebut memiliki tampilan yang cukup baik serta memiliki fitur yang lengkap yang terdiri dari super flash sale, shopee supermarket, shopee mall, shopee food, murah lebay, serta memiliki kategori yang cukup lengkap mulai dari barang elektronik, bahan makanan, perawatan kecantikan, perlengkapan rumah tangga, perlengkapan kesehatan serta perlengkapan bayi, pada tampilan ini pengguna bisa memilih yang meraka ingin cari



Sumber : Aplikasi Shopee  
**Gambar 2.** Halaman Utama

Pada gambar ke dua ini adalah halaman utama pada aplikasi Shopee yang dapat diakses melalui *Mobile Device*. Pada gambar ke dua ini sebenarnya adalah website yang di jadikan pada halaman utama pada Mobile. Sama saja seperti halaman utama yang ada ketika pengguna menggunakan laptop hanya saja tampilan pada halaman utama tersebut mengikuti sesuai dengan tipe size pada *Mobile Device* pengguna itu sendiri. Dengan tampilan yang lebih baik, dan dinamis. Pada gambar dua ini memiliki tampilan lebih dinamis agar pengguna dapat mudah mengakses atau mencari barang atau sesuatu dengan kebutuhan pengguna.

**C. Pengujian**

1. Pengujian Variabel

Pada pengujian ini penulis menentukan dua tipe variabel pengujian yaitu performa variabel dan tipe aplikasi. Pada variabel tersebut digunakan sebagai acuan dalam melakukan pengujian.

- a) Performan aplikasi : *Page Speed Yelow, Fully Loaded Time, Total Page Site, dan Requests.*
- b) Tipe Aplikasi : *Progressive web Apps.*

2. Scenario Pegujian

Pada scenario pengujian dan penelitian ini menggunakan variabel pengujian performa aplikasi (*Page Speed Yelow, Fully Loaded Time, Total Page Site, dan Requests* ).

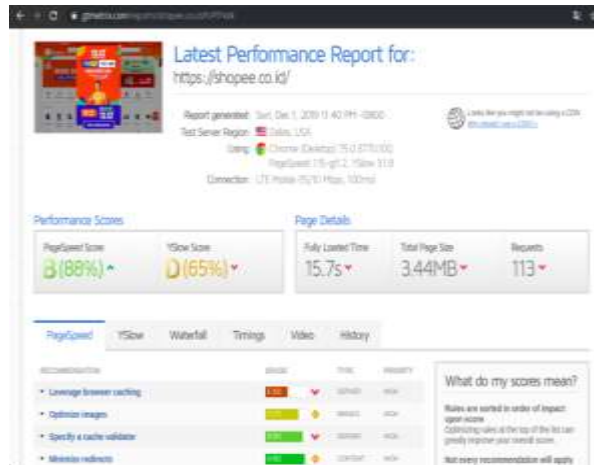
**D. Hasil Pengujian Skenario**

Pada hasil pengujian scenario pada pengujian aplikasi Shopee, penulis menemukan data-data para performance pada aplikasi tersebut dijabarkan oleh penulis melalui gambar di bawah ini.

Teknologi Website	Page Speed	YSlow	Fully Loaded Time	Total Page Site	Requests
Progressive Web Apps	88%	65%	15.7s	3.44MB	113

**Gambar 3.** Hasil performance dari PWA pada Shopee

Pada hasil pengujian scenario pada pengujian aplikasi Shopee, penulis menemukan bahwa terdapat *Progressive Web Apps* yang memiliki *Page Speed* sekitar 88%, *YSlow* dengan memiliki 65%, dan *Full Loaded Time* yang mencapai 15.7 detik serta total page site sebesar 3.44MB serta requests 113.



**Gambar 4.** Hasil Performance pada PWA

Pada gambar ke empat ini adalah halaman hasil performance pada PWA, memiliki hasil pada *page speed* yang terdiri dari *leverage browser caching* dengan memiliki grade sebesar 52 (E), *optimize images* dengan memiliki grade sebesar 77 (C), *specify a cache validator* memiliki grade sebesar 87 (B), serta *minimize redirects* memiliki grade sebesar 92 (A). serta performance score memiliki kriteria seperti pagespeed score yang memiliki performa sebesar 88% dengan memiliki grade (B), serta YSlow score memiliki performa sebesar 65% dengan memiliki grade (D), serta memiliki fully loaded time 15.7 s , total page size 3.44 MB serta hasil requestsnya 113

#### E. Analisis Hasil pengujian

##### 1) Analisis performance PWA pada Aplikasi Shopee.

Pada hasil pengujian skenario, terlihat pada kolom tabel Page Speed pada PWA Shopee memiliki Score Page Speed 88%, ini berarti PWA pada Shopee ini cukup cepat *performance* pada *page speed*nya. Untuk Data yang ada pada di kolom YSlow PWA pada Shopee memiliki *Score YSlow* 65%, ini berarti untuk *score YSlow* pada aplikasi shopee terbilang masih unggul. Dengan analisis di atas Performance PWA pada aplikasi atau *website* Shopee ini masih unggul untuk soal *Performancenya*.

##### 2) Analisis Page Details

Pada kolom *Fully Loaded Time* menunjukkan bahwa PWA pada Aplikasi Shopee memiliki Score 15.7 *second* ini menunjukkan bahwa PWA pada aplikasi tersebut cukup lambat. Pada kolom *Total Page Size* menunjukkan bahwa PWA pada Aplikasi Shopee memiliki size 3.44 MB. Pada kolom *Requests* menunjukkan bahwa PWA pada Aplikasi Shopee memiliki *Request* yang cukup sedikit.

### 3. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan Penelitian dan data-data yang telah didapat, penulis menyimpulkan bahwa :

- Performa pada Page Speed sebenarnya mengikuti ukuran berkas yang digunakan serta jumlah permintaan terhadap setiap halaman pada Website Shopee. Ukuran berkas pada Website Shopee berukuran 3.44 MB, itu berarti Website Shopee memiliki ukuran Page Size yang tergolong masih kecil, dan ini juga membuat Website Shopee mempunyai *Performance Page Speed* yang sangat baik.
- Performa pada YSlow pada PWA memiliki hasil Score yang masih sangat baik, tetapi untuk *Fully Loaded* pada PWA tergolong masih sangat lambat tetapi untuk hal ini tidak terlalu berpengaruh secara signifikan pada *performa website*.
- PWA menurut penulis adalah Teknologi Website yang sangat cepat untuk era sekarang, itu terlihat pada data-data yang telah di ujikan, PWA sangat layak di perhitungkan untuk para User yang ingin mencoba memakai PWA. Untuk *User Interface* pada PWA juga tidak beda jauh dengan Aplikasi Native pada Aplikasi Mobile, dan untuk kecepatan juga PWA bisa diandalkan terlihat dari Score Page Speed pada pengujian diatas.

#### Saran

Pada penelitian kali ini penulis berharap bahwa PWA bisa lebih cepat berkembang lagi, agar user juga bisa dapat beralih kepada PWA dan lebih puas dengan PWA dan kedepannya diharapkan menggunakan metode lain seperti Entropi dan Electre untuk melihat perbandingan hasilnya.

#### Daftar Pustaka

- Adi, L., Akbar, R. J., & Khotimah, W. N. (2018). Platform e-Learning untuk Pembelajaran Pemrograman Web Menggunakan Konsep Progressive Web Apps. *Jurnal Teknik ITS*. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24291>
- Basri, H., Nurmalasari, N., & Jaelani, M. (2018). Web Progresif Sistem Informasi Pelelangan Produk Online pada PT Nusantara Sarana Outlet Jakart. *PIKSEL : Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*. <https://doi.org/10.33558/piksel.v6i1.1396>
- Fryonanda, H., & Ahmad, T. (2017). Analisis Website Perguruan Tinggi Berdasarkan Keinginan Search Engine Menggunakan Automated Software Testing GTmetrix. *Analisis Website Perguruan Tinggi Berdasarkan*.
- Kurniawan, A., Areni, I. S., & Achmad, A. (2018). Implementasi Progressive Web Application pada Sistem Monitoring Keluhan Sampah Kota Makassar. *Jurnal Penelitian Enjiniring*. <https://doi.org/10.25042/jpe.112017.05>
- Nazruddin Safaat H. (2012). Android : Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis

- Android (Edisi Revisi). In *Android*.
- Rianingtyas, A. K., & Wardani, K. K. (2019). Perancangan User Interface Aplikasi Mobile Sebagai Media Promosi Digital UMKM Tour dan Travel. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36874>
- Santoso, H. (2019). *Membangun Aplikasi Mobile dengan PWA (Progressive Web App)*. CV. Lokomedia. <https://bukulokomedia.com/artikel-237-membangun-aplikasi-mobile-dengan-pwa-progressive-web-app.html>
- Santoso, J. (2018). Usability User Interface dan User Experience Media Pembelajaran Kamus Kolok Bengkala Berbasis Android. *Jurnal Sistem Dan Informatika*.
- Sugiyono. (2012). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Bandung: Alfabeta. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D. Bandung: Alfabeta*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tandel, S. J. A. (2018). Impact of progressive web apps on web app development. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*.