



Media Berbasis *Progressive Web Application* (PWA) pada Pembelajaran Perpangkatan dan Bentuk Akar dengan Metode Tutorial

Muhammad Haikal Maulidan^{1,*}, a Ati Sukmawati¹, Yuni Suryaningsih²

¹ Pendidikan Komputer, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia

² Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia
maulidahaikal33@gmail.com

Abstrak

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi sekarang sangatlah pesat dari waktu ke waktu. Hal inipun mempunyai pengaruh yang besar terhadap pendidikan di Indonesia. Salah satu contohnya adalah penggunaan teknologi dalam pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah media pembelajaran dengan menggunakan teknologi *Progressive Web Application* (PWA) pada materi perpangkatan dan bentuk akar dengan metode tutorial. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran tersebut sebagai alat bantu mengajar guru pada proses belajar siswa. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan model ADDIE. Model ADDIE memiliki lima tahapan yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Media pembelajaran yang dihasilkan menggunakan beberapa teknologi pada proses pengembangannya yaitu HTML, CSS, Javascript, JSON, Mathjax, dan Firebase Realtime Database. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran yang telah dibuat termasuk dalam kategori sangat baik untuk validitas media dan kategori baik untuk validitas materi. Sedangkan untuk respon pengguna, siswa dan guru merespon positif terhadap penggunaan media pembelajaran. Adapun hasil belajar siswa telah mencapai ketuntasan klasikal. Dengan demikian, media pembelajaran ini valid, praktis dan efektif, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran perpangkatan dan bentuk akar di SMP.

Kata Kunci: Media Pembelajaran Interaktif, Perpangkatan dan Akar, Tutorial

Abstract

The development of Information and Communication Technology is now very rapidly over time. This also has a significant influence on education in Indonesia. One example is the use of technology in learning. This study aims to produce a learning media using *Progressive Web Application* (PWA) technology on the material of powers and roots using the tutorial method. In addition, this study also aims to find out the feasibility of the learning media as a tool to teach teachers in the student learning process. This research uses research and development methods using the ADDIE model. The ADDIE model has five stages: analysis, design, development, implementation, and evaluation. The resulting learning media uses several technologies in the development process, namely HTML, CSS, Javascript, JSON, Mathjax, and Firebase Realtime Database. The results showed that the learning media created falls into the category perfect for media validity and the excellent category for the validity of the material. As for user response, students and teachers respond positively to learning media. As for the student's learning results have achieved classical completion.

Thus, this learning media is valid, practical and effective, so it is suitable to be used in learning the power and roots in junior high school

Keywords: Interactive Learning Media, Power and Root, Tutorials

How to cite: Maulidan, M. H., Sukmawati, R. A., Suryaningsih, Y. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Progressive Web Application (PWA) pada Materi Perpangkatan dan Bentuk Akar dengan Metode Tutorial. *Computing and Education Technology Journal (CETJ)*, 1(1), 44-61.

PENDAHULUAN

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi sekarang sangatlah pesat dari waktu ke waktu. Hal inipun mempunyai pengaruh yang besar terhadap pendidikan di Indonesia. Salah satu contohnya adalah penggunaan media-media yang berhubungan dengan teknologi yang digunakan dalam pembelajaran. Penggunaan teknologi pada pembelajaran di dalam kelas akan membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan siswa pun menjadi lebih aktif.

Perpangkatan dan bentuk akar adalah salah satu materi pada mata pelajaran matematika yang wajib dipelajari oleh siswa SMP kelas 9. Berdasarkan laporan Pusat Penilaian Pendidikan (2019) tentang hasil UN matematika SMP pada tahun 2019 di Kalimantan Selatan, menunjukkan bahwa penguasaan materi perpangkatan dan bentuk akar masih tergolong rendah. Oleh karena itu penulis memilih materi perpangkatan dan bentuk akar dalam penelitian ini. Tabel 1 berikut menunjukkan persentase penguasaan materi perpangkatan dan bentuk akar di SMP wilayah Kalimantan Selatan pada UN tahun ajaran 2018-2019.

Tabel 1. Persentase Penguasaan Materi Perpangkatan dan Bentuk Akar di SMP

Kemampuan yang Diuji	Persentase
Menentukan hasil bilangan berpangkat	37,03
Menentukan hasil operasi hitung bilangan bentuk akar	37,64

Salah satu teknologi yang dapat dijadikan sebagai media pembelajaran di kelas adalah *Progressive Web Application* (PWA). Menurut Kurniawan dkk (2017) PWA hanyalah aplikasi berbasis web biasa, tapi memanfaatkan fitur perambanan yang modern agar tampilan seolah-olah merupakan aplikasi asli. Dengan menggunakan teknologi PWA, media pembelajaran dapat digunakan secara offline tanpa perlu mengkhawatirkan masalah koneksi internet. Guru dapat menjadikan teknologi ini sebagai alat media pembelajaran di kelas. Kita dapat membuat media pembelajaran dengan menggunakan teknologi ini menjadi lebih interaktif daripada media pembelajaran yang lainnya. Ditambah lagi dengan menggunakan metode ataupun model pembelajaran yang menarik.

Salah satu metode yang cocok digunakan untuk pembelajaran yang menggunakan komputer adalah dengan menggunakan pembelajaran berbasis komputer metode tutorial. Menurut Hamalik (2009) tutorial adalah bimbingan pembelajaran dalam bentuk pemberian bimbingan, bantuan, petunjuk, arahan, dan motivasi agar para siswa belajar secara efisien dan efektif. Menurut Rusman (2018) pembelajaran berbasis komputer metode tutorial merupakan program pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran dengan menggunakan perangkat lunak berupa program komputer yang berisi materi pelajaran. Pada pembelajaran berbasis komputer dengan metode tutorial pembimbing yang sebelumnya adalah guru digantikan oleh sebuah program atau aplikasi untuk membimbing

siswa belajar dan posisi gurupun berubah menjadi sebagai fasilitator. Jadi, siswa dapat meningkatkan kemampuan dan keterampilan tentang cara memecahkan masalah, mengatasi kesulitan atau hambatan agar mampu membimbing diri sendiri. Pada media pembelajaran ini, nantinya siswa akan diberikan materi-materi, latihan dan soal yang akan dikerjakan oleh siswa. Penggunaan media pembelajaran ini diharapkan dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar sehingga dapat meningkatkan hasil belajarnya. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan tujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis *Progressive Web Application* (PWA) pada materi Perpangkatan dan Bentuk Akar dengan metode tutorial.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) untuk menghasilkan produk alternatif media pembelajaran yang layak digunakan dalam proses pembelajaran. Prosedur pengembangan media pembelajaran interaktif mengacu pada model pengembangan ADDIE yang terdiri dari *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Prosedur pengembangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Prosedur Pengembangan

Prosedur	Kegiatan
Analisis	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis materi • Analisis teknologi • Analisis kebutuhan perangkat lunak
Desain	<ul style="list-style-type: none"> • Perancangan arsitektual • Perancangan use case • Perancangan antarmuka • Perancangan database
Pengembangan	<ul style="list-style-type: none"> • Pengkodean • Uji Validitas
Implementasi	<ul style="list-style-type: none"> • Uji pemakaian oleh siswa • Uji pemakaian oleh guru • Uji keefektifan
Evaluasi	Dilakukan pada setiap akhir kegiatan prosedur pengembangan untuk melakukan perbaikan terhadap kekurangan maupun kesalahan yang terjadi

Prosedur analisis terdiri dari tiga tahap yaitu analisis materi, analisis teknologi dan analisis kebutuhan perangkat lunak. Pada analisis materi menganalisis karakteristik konten yang diambil, analisis teknologi menentukan teknologi yang dapat menyajikan hasil dari analisis konten, analisis kebutuhan perangkat lunak, perangkat yang diperlukan dalam membantu proses pembuatan aplikasi. Prosedur desain, peneliti akan menyusun *infrastruktur aplikasi yang terdiri dari arsitektual, use case, antarmuka, dan database*. Prosedur pengembangan, dimulai dengan membuat product sesuai dengan hasil prosedur yang telah dilakukan pada analisis dan desain serta melakukan uji validitas. Prosedur implementasi, yaitu hasil produk yang telah dibuat akan diuji pada siswa dalam proses pembelajaran. Pada evaluasi peneliti menganalisis setiap prosedur dan melakukan perbaikan sesuai dengan saran dan masukan baik dari validator maupun pembimbing.

Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah 15 orang siswa kelas IX SMP Negeri 24 Banjarmasin, 1 guru dari SMPN 24 Banjarmasin, 1 guru dari MTsN 2 Kotawaringin Barat, dan 1 guru dari SMPN 1 Kumai. Subjek penelitian adalah media pembelajaran berbasis

Progressive Web Application (PWA) pada perpangkatan dan bentuk akar dengan metode tutorial. Objek penelitian adalah kelayakan media pembelajaran yang meliputi validitas, keefektifan, dan kepraktisan.

Teknik pengumpulan data berupa angket dan tes hasil belajar. Angket digunakan untuk mengukur validitas dan kepraktisan media pembelajaran interaktif. Kuesioner berupa lembar penilaian validitas materi, lembar penilaian validitas media, angket respon guru, dan angket respon siswa. Tes hasil belajar digunakan untuk mengukur keefektifan media pembelajaran.

Validitas media pembelajaran dilihat dari hasil penilaian validitas media dan materi. Validitas media dinilai oleh 2 validator ahli media. Sedangkan validitas materi dinilai oleh 2 validator ahli materi. Pada angket penilaian validitas media dan materi terdapat 4 alternatif pilihan jawaban, yaitu (1) Tidak Baik, (2) Kurang Baik, (3) Baik, dan (4) Sangat Baik. Validitas media dan materi dapat ditentukan setelah dilakukan perhitungan persentase capaian validitas dari validitas media maupun materi.

Persentase skor capaian lalu dideskripsikan berdasarkan tabel skala persentase validitas media dan validitas materi pada Tabel 3. Media pembelajaran serta materi pembelajaran dikatakan valid jika hasil persentase setidaknya termasuk dalam kategori cukup tinggi.

Tabel 3. Kriteria Validitas Materi dan Media

Persentase Pencapaian	Interpretasi
83% - 100%	Tinggi
65% - 82%	Cukup Tinggi
47% - 64%	Rendah
< 46%	Sangat Rendah

Kepraktisan media pembelajaran ditinjau dari hasil respon siswa dan hasil respon guru. Pada setiap butir pernyataan dihitung jumlah responden yang memilih jawaban Sangat Tidak Setuju (STS), Tidak Setuju (TS), Setuju (S), dan Sangat Setuju (SS). Data jumlah yang didapatkan akan dihitung persentase respon pada tiap aspeknya untuk mengetahui bagaimana respon siswa dan guru terhadap media pembelajaran. Setelah itu dilihat kecenderungan (modus) dari hasil perhitungan tersebut untuk mengetahui respon pengguna positif atau negatif. Jika responnya positif, artinya media pembelajaran dapat dikatakan praktis

Keefektifan media pembelajaran dilihat dari ketuntasan hasil belajar siswa yaitu ketuntasan individual berdasarkan KKM dari sekolah adalah 75 dan ketuntasan klasikal sebesar 75% dari jumlah siswa. Jika tercapai ketuntasan, maka media pembelajaran dapat dikatakan efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan pengembangan ini telah menghasilkan sebuah produk media pembelajaran berbasis *Progressive Web Application* (PWA) pada materi perpangkatan dan bentuk akar dengan metode *tutorial*. Adapun tahap pengembangan adalah sebagai berikut.

Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis materi, analisis teknologi, dan analisis perangkat lunak. Pada media pembelajaran ini materi digunakan adalah materi perpangkatan dan bentuk akar pada mata pelajaran matematika kelas IX sekolah menengah pertama semester ganjil kurikulum 2013. Materi yang dipaparkan pada media pembelajaran ini mencakup 2 kompetensi dasar yaitu (1) Menjelaskan dan melakukan operasi bilangan berpangkat

bilangan rasional dan bentuk akar, serta sifat-sifatnya, (2) Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan sifat-sifat operasi bilangan berpangkat bulat dan bentuk akar. Adapun sub materi yang ada pada media pembelajaran ini adalah seperti bilangan berpangkat, perkalian pada perpangkatan, pembagian pada perpangkatan, notasi ilmiah (bentuk baku), dan pangkat bilangan pecahan.

Teknologi yang digunakan akan mempengaruhi kualitas dari media pembelajaran yang akan dikembangkan. Ketepatan penggunaan teknologi sangat berperan penting terhadap kualitas hasil akhir media pembelajaran nantinya. Adapun teknologi yang digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Teknologi

Teknologi	Keterangan
HTML	HTML digunakan untuk membuat konten-konten yang berupa teks, tabel, dan gambar
CSS	CSS digunakan untuk mengatur tata letak konten-konten yang telah dibuat dengan HTML
JavaScript	Javascript digunakan agar interaksi antara pengguna dengan aplikasi ini menjadi interaktif
JSON	JSON digunakan untuk menampung soal-soal yang akan ditampilkan di halaman latihan dan evaluasi
Mathjax	Mathjax digunakan untuk menuliskan notasi matematika yang berhubungan dengan materi
Firestore Database	Firestore Database digunakan untuk menyimpan data nilai hasil belajar siswa serta data untuk mengunci dan membuka halaman

Analisis kebutuhan perangkat lunak dilakukan untuk mempermudah proses pengembangan media pembelajaran yang akan dibuat. Adapun perangkat lunak yang digunakan untuk adalah seperti *web browser* Google Chrome, Visual Studio Code, *web server* 200 OK, dan Balsamiq Mockup.

(1) *Web Browser* Google Chrome

Peramban web Google Chrome ini adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menampilkan antarmuka dan melakukan uji coba media pembelajaran dari hasil pengkodean menggunakan HTML, CSS, Mathjax, dan Javascript.

(2) Visual Studio Code

Visual studio code adalah perangkat lunak text editor yang pada pengembangan media pembelajaran digunakan sebagai alat bantu pengkodean seperti menulis kode HTML, CSS, Javascript, dan JSON.

(3) *Web Server* 200 OK

Web server 200 OK adalah ekstensi dari *web browser* Google Chrome yang berfungsi sebagai server local untuk membantu tahap pengembangan media pembelajaran sebelum media pembelajaran selesai secara utuh dan di-*hosting* di laman web.

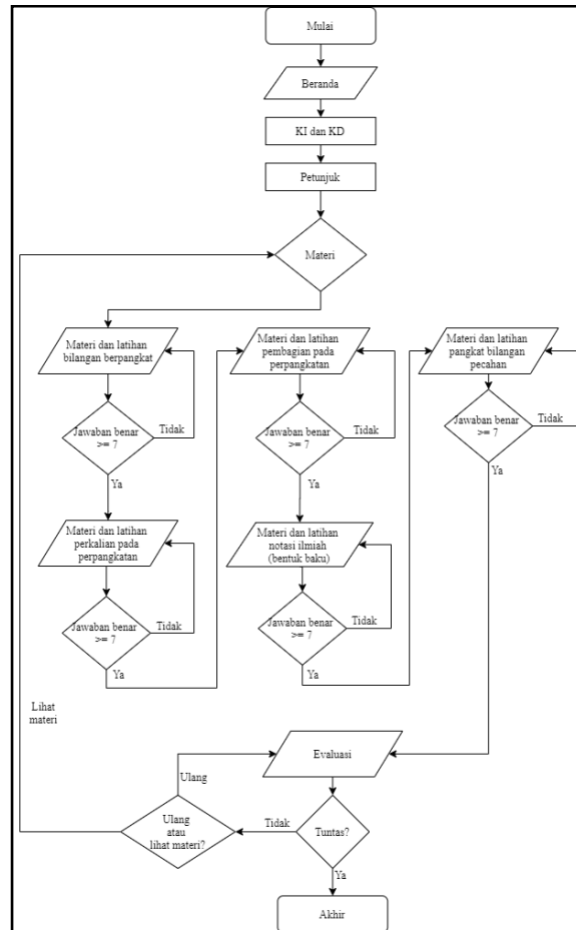
(4) Balsamiq Mockup

Balsamiq Mockup adalah aplikasi yang digunakan untuk merancang tampilan antarmuka media pembelajaran pada tahap desain. Rancangan tampilan dibuat pada aplikasi ini sebelum tampilan antarmuka diprogram pada tahap pengembangan.

Desain

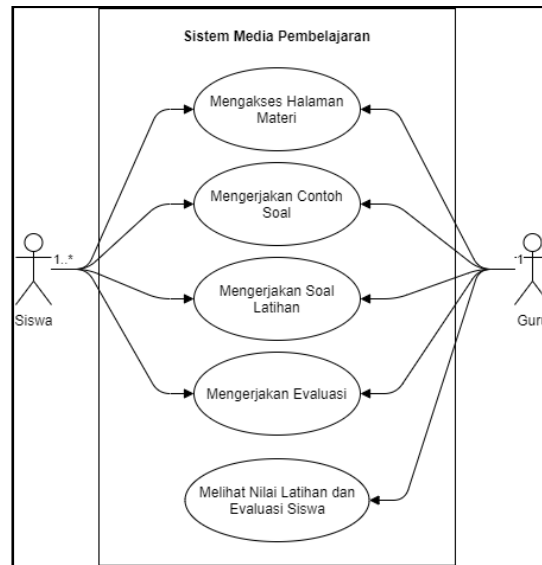
Pada tahap ini terdapat beberapa kegiatan, yaitu perancangan arsitektual, perancangan diagram *use case*, perancangan antarmuka, perancangan database. Desain *flowchart* arsitektual media pembelajaran digunakan untuk menggambarkan alur penggunaan media

pembelajaran. Media pembelajaran berawal dari halaman beranda sebagai *landing page*. Media pembelajaran ini menggunakan metode *tutorial*, dimana siswa harus belajar secara bertahap dari materi pertama sampai seterusnya. Jika siswa belum tuntas pada suatu materi, maka materi selanjutnya akan terkunci secara otomatis sampai siswa tuntas. *Flowchart* arsitektual media pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Media Pembelajaran

Desain diagram *use case* digunakan untuk memperlihatkan gambaran hubungan interaksi antara siswa dan guru dengan media pembelajaran. Siswa dan guru mempunyai hak akses yang berbeda terhadap media pembelajaran. Siswa dapat mengakses halaman materi, mengerjakan contoh soal, mengerjakan soal latihan, dan mengerjakan evaluasi. Guru juga dapat mengakses halaman-halaman yang dapat diakses oleh siswa, tapi hanya guru yang mendapat mengakses halaman untuk melihat nilai latihan dan evaluasi siswa. Guru mempunyai halaman khusus untuk melihat hasil belajar siswa maupun membuka ataupun mengunci suatu halaman pada media pembelajaran. Diagram *use case* dapat dilihat pada Gambar 2.

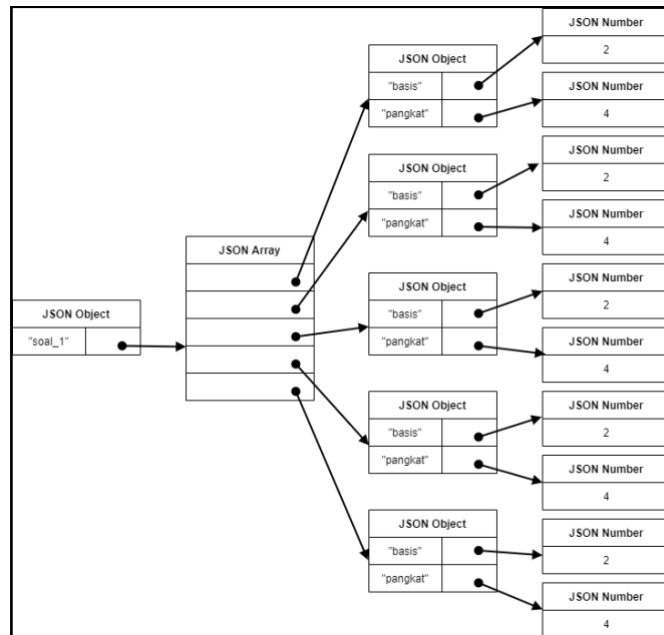


Gambar 2. Diagram Use Case

Desain antarmuka dibuat berdasarkan rancangan desain flowchart arsitektual media pembelajaran. Desain antarmuka ini dibuat untuk mempermudah proses pengembangan media pembelajaran. Adapun hasil desain antarmuka adalah seperti halaman beranda, halaman materi, halaman non-materi, dan halaman evaluasi.

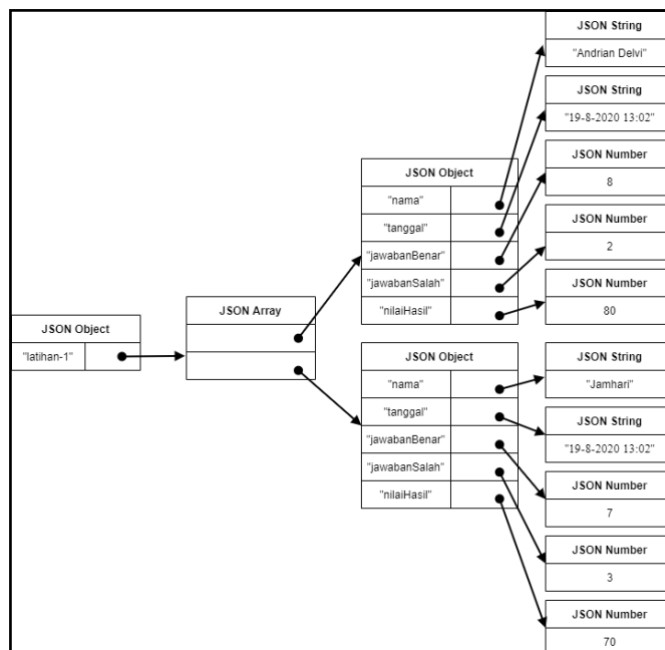
- (1) Halaman beranda merupakan halaman awal ketika mengakses media pembelajaran. Pengguna dapat menekan tombol mulai untuk memulai menggunakan media pembelajaran.
- (2) Pada halaman ini terdapat 3 bagian utama yaitu menu navigasi, konten materi, serta contoh dan latihan. Menu navigasi berada di sisi kiri media pembelajaran yang berfungsi untuk memudahkan perpindahan halaman. Konten materi berada di tengah media pembelajaran yang berisi materi-materi terkait. Lalu contoh dan latihan berada di sisi kanan media pembelajaran.
- (3) Halaman non-materi adalah halaman yang tidak terkait dengan materi pembelajaran. Halaman non-materi digunakan untuk halaman seperti halaman KI dan KD, halaman petunjuk, halaman perihal, dan halaman referensi.
- (4) Pada halaman evaluasi terdapat navigasi soal yang berada di sisi kiri yang berfungsi mempermudah perpindahan soal. Pada halaman ini juga terdapat penghitung waktu (timer) mundur yang berfungsi untuk memberitahukan sisa waktu pengerjaan soal evaluasi.

Database digunakan untuk menyimpan soal dan juga hasil belajar siswa. JSON digunakan sebagai *database* yang menyimpan soal latihan dan evaluasi yang ada di media pembelajaran. Desain database untuk menyimpan data soal latihan dan evaluasi dengan menggunakan format JSON dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Database soal

Selain itu, media pembelajaran harus dapat menyimpan hasil belajar siswa. *Firestore Realtime Database* digunakan untuk menyimpan data hasil belajar siswa pada media pembelajaran. Desain *database* hasil belajar siswa dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Database Hasil Belajar Siswa

Pengembangan

Tahap ini merupakan tahapan pembuatan produk berdasarkan desain yang telah dibuat. Pada tahap pengembangan ini digunakan beberapa perangkat lunak seperti Visual

Studio Code untuk pengkodean program, *web browser* Google Chrome, serta ekstensi *web server* 200 OK sebagai server lokal guna pengembangan.



Gambar 5. Halaman Beranda

Halaman beranda merupakan halaman pertama ketika media pembelajaran digunakan. Halaman ini hanya menggunakan teknologi HTML dan CSS saja dalam pengembangannya. HTML digunakan sebagai kerangka halamannya dan CSS digunakan untuk memperindah tampilan halaman. Adapun *framework* CSS yang digunakan adalah *framework* Materialize. Penggunaan *framework* ini bertujuan untuk mempermudah dan mempercepat proses pengembangan.



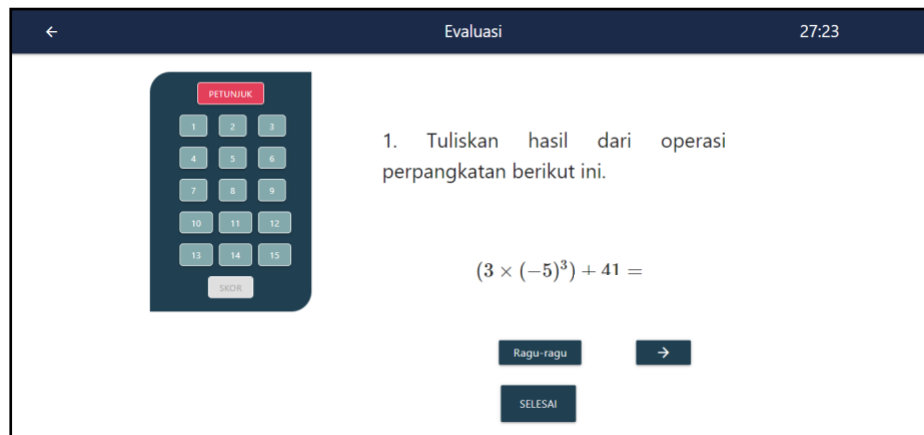
Gambar 6. Halaman Materi

Berdasarkan Gambar 6, halaman materi terbagi menjadi 3 bagian. Pada bagian tengah adalah konten materi media pembelajaran. Sedangkan pada bagian kanan adalah contoh dan latihan. Contoh dan latihan dibuat menjadi interaktif dengan menggunakan teknologi Javascript dan JSON sebagai database soalnya.



Gambar 7. Halaman Non-Materi

Halaman non-materi digunakan untuk menampilkan informasi-informasi yang berhubungan dengan media pembelajaran. Halaman ini hanya menggunakan teknologi HTML dan CSS dengan *framework* Materialize. HTML digunakan sebagai kerangka halaman. Sedangkan CSS digunakan untuk mengatur layout halaman dan memperindah halaman.



Gambar 8. Halaman Evaluasi

Pada halaman evaluasi terdapat dua bagian utama. Bagian kiri terdapat navigasi soal evaluasi dan bagian kanan adalah soalnya. Pada halaman ini juga terdapat hitung mundur untuk batas waktu pengerjaannya. Navigasi soal dan timer menggunakan teknologi Javascript. Javascript juga digunakan untuk menampilkan soal-soalnya. Soal-soal yang ditampilkan diambil dari JSON yang digunakan sebagai penyimpanan soal. Soal yang ditampilkan akan diacak dengan menggunakan teknologi Javascript. Adapun potongan kode program untuk mengacak soal dapat dilihat pada Gambar 9.

```
1 $.getJSON(url, function(data){
2   let random = Math.floor(Math.random() * data.soal_1.length);
3   let bilangan = data.soal_1[random].bilangan;
4   let p1 = data.soal_1[random].p1;
5   let p2 = data.soal_1[random].p2;
6
7   $("#soal1at1").html("<br><div class='col s7 center'>$"+ bilangan + "^(\\frac{" + p1 + "}" + p2 + "}) = $</div>");
8   let res = Math.pow(bilangan,(p1/p2))
9   //Memeriksa jawaban
10  $("#selesai").click(function(){
11    let la1 = $("#la1").val();
12    if (la1 == res){
13      cn1 = 1;
14    }
15    else if (la1 == ""){
16    }
17  }
18  else{
19    cn1 = 0;
20  }
21  });
22 })
```

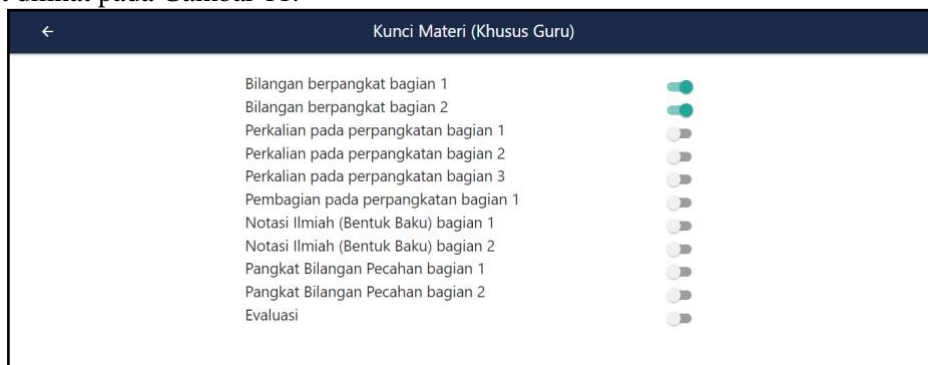
Gambar 9. Potongan Kode Program Pengacakan Soal

Media pembelajaran ini menggunakan metode tutorial, dimana jika siswa belum tuntas pada suatu materi, maka materi selanjutnya akan terkunci secara otomatis sampai siswa tuntas. Gambar 10 memperlihatkan potongan kode program untuk mengunci materi.

```
1
2
3   let hasil = (cn1 + cn2 + cn3 + cn4 + cn5 + cn6 + cn7 + cn8 + cn9 + cn10)*10;
4
5   $("#skor").html(hasil)
6   if(hasil >= 70){
7     $("#ketSkor").html("<b>Bagus sekali!! Kamu bisa lanjut ke materi selanjutnya atau mencoba lagi latihannya.</b>");
8   }
9   else{
10    $("#ketSkor").html("<b>Kerjamu sudah bagus, tapi perlu ditingkatkan lagi. Ayo ulang lagi sampai bisa!!</b>");
11  }
12
13
```

Gambar 10. Potongan Kode Program Pengunci Materi

Berdasarkan Gambar 10, dapat dilihat kalau program akan menghitung nilai dari soal yang sudah dikerjakan siswa. Jika siswa belum tuntas, maka siswa dapat mengerjakan ulang soal yang ada pada halaman materi dengan soal yang berbeda dari sebelumnya. Sedangkan jika siswa tuntas mengerjakan soalnya, maka siswa dapat melanjutkan ke materi selanjutnya. Selain itu, guru juga dapat mengunci suatu materi jika materi tersebut belum saatnya untuk dipelajari oleh siswa. Guru dapat mengunci suatu materi dengan menggunakan halaman khusus guru yang ada di media pembelajaran. Halaman ini menggunakan teknologi *Firebase Realtime Database* yang memungkinkan guru untuk mengunci soal secara langsung (*realtime*). Halaman ini hanya dapat diakses oleh guru untuk mengunci materi dan melihat nilai hasil belajar siswa. Adapun halaman kunci materi dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Halaman Kunci Materi

Selain itu, media pembelajaran ini menggunakan teknologi *Progressive Web Application* (PWA). Teknologi ini memberikan beberapa kelebihan seperti dapat digunakan pada keadaan *offline* atau jaringan yang tidak stabil, dapat diinstal pada perangkat *mobile* maupun *desktop*, dan menyerupai aplikasi *native* atau *mobile* pada umumnya. Media pembelajaran ini menggunakan cache yang memungkinkan siswa dapat menggunakan media pembelajaran dalam keadaan *offline* ataupun jaringan yang tidak stabil. Ada beberapa kode program agar dapat menggunakan teknologi PWA ini. Adapun kode program tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.

```
1
2 <script>
3   // REGISTER SERVICE WORKER
4   if ('serviceWorker' in navigator) {
5     window.addEventListener('load', function() {
6       navigator.serviceWorker.register('/service-worker.js')
7         .then(function() {
8           console.log('Pendaftaran ServiceWorker berhasil');
9         })
10        .catch(function(){
11          console.log('Pendaftaran ServiceWorker gagal');
12        });
13    })
14  } else {
15    console.log("ServiceWorker belum didukung browser ini.")
16  }
17 </script>
18
```

Gambar 12. Kode Program *Register Service Worker*

Gambar 12 adalah kode program yang digunakan untuk mendaftarkan *service worker* pada media pembelajaran. *Service worker* ini berfungsi agar teknologi *Progressive Web Application* dapat digunakan. Selain perlu adanya *service worker*, diperlukan juga sebuah file bernama *manifest.json* yang berfungsi untuk menampung deskripsi aplikasinya.

```
1 self.addEventListener('install', function(event) {
2   event.waitUntil(
3     caches.open(CACHE_NAME)
4     .then(function(cache) {
5       return cache.addAll(urlsToCache);
6     })
7   );
8 })
9
10 self.addEventListener('activate', function(event) {
11   event.waitUntil(
12     caches.keys()
13     .then(function(cacheNames) {
14       return Promise.all(
15         cacheNames.map(function(cacheName) {
16           if(cacheName != CACHE_NAME) {
17             console.log("ServiceWorker: cache " + cacheName + " dihapus");
18             return caches.delete(cacheName);
19           }
20         })
21       );
22     })
23   );
24 })
25
26 self.addEventListener('fetch', function(event) {
27   event.respondWith(
28     caches.match(event.request, {cacheName: CACHE_NAME})
29     .then(function(response) {
30       if(response) {
31         console.log("ServiceWorker: Gunakan aset dari cache: ", response.url);
32         return response;
33       }
34
35       console.log("ServiceWorker: Memuat aset dari server: ", event.request.url);
36       return fetch(event.request);
37     })
38   );
39 })
```

Gambar 13. Kode Program *Service Worker*

Setelah media pembelajaran selesai dikembangkan, selanjutnya dilakukan uji validitas materi dan uji validitas media. Ini bertujuan untuk mengetahui tingkat validitas media pembelajaran yang telah dikembangkan. Setelah itu akan dilakukan perbaikan berdasarkan saran yang diberikan oleh validator.

Adapun beberapa hasil evaluasi pada tahap pengembangan, yaitu:

- (1) Memperbaiki desain agar tidak terlihat kosong.
- (2) Memperbaiki tata letak (*layout*) halaman.
- (3) Memperbaiki tipografi, yaitu pengecilan ukuran huruf agar tidak terlihat padat.
- (4) Menghapus ikon panah pada halaman beranda.

Implementasi

Setelah media pembelajaran yang dikembangkan dikatakan layak berdasarkan hasil uji validitas oleh ahli media dan ahli materi, maka tahapan selanjutnya adalah tahap implementasi. Pada tahap ini, media pembelajaran akan diujicobakan kepada pengguna dalam sebuah kelas pembelajaran. Pengujicobaan dilakukan untuk mengetahui respon pengguna terhadap media pembelajaran dan keefektifan media pembelajaran terhadap hasil belajar siswa. Implementasi media pembelajaran ini diujicobakan kepada 15 orang siswa kelas IX di SMPN 24 Banjarmasin.

Validitas

Hasil uji validitas materi bahan ajar yang diuji oleh dua orang ahli materi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Validitas Materi

Aspek	Jumlah Validator	Skor Validator 1	Skor Validator 2	Jumlah Skor	Skor Maksimum	Persentase (%)
Kelayakan isi	2	24	22	46	64	71,88
Kelayakan Penyajian		37	34	71	80	88,75
Kelayakan Bahasa		26	29	55	72	76,39
Total				172	216	79,63

Berdasarkan tabel 5, dapat diketahui bahwa hasil uji validitas materi termasuk dalam kategori tinggi dengan persentase total 79,63%. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa materi yang ada di dalam media pembelajaran dikatakan valid. Adapun hasil uji validitas media dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Penilaian Validitas Media

Aspek	Jumlah Validator	Skor Validator 1	Skor Validator 2	Jumlah Skor	Skor Maksimum	Persentase (%)
Rekayasa Perangkat Lunak	2	22	25	47	56	83,88
Komunikasi Visual		17	23	40	48	83,33
Total				87	104	83,65

Berdasarkan tabel 6, dapat diketahui bahwa hasil uji validitas media termasuk dalam kategori tinggi dengan persentase total 83,65%. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa media pembelajaran dikatakan valid dan dapat diuji cobakan di lapangan.

Kepratisan

Kepraktisan media pembelajaran dilihat dari hasil angket respon siswa dan guru. Adapun hasil angket respon siswa dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Angket Respon Siswa

Indikator	Persentase (%)			
	STS	TS	S	SS
Materi yang disajikan jelas dan menarik	0	33,3	40	26,7
Materi disajikan secara runtun (teratur)	0	20	60	20
Materi yang disajikan mudah dipahami	13,3	13,3	53,3	20
Contoh soal yang diberikan mudah dipahami	20	13,3	46,7	20
Soal latihan yang diberikan dapat menguji pemahaman terhadap materi	0	20	46,7	33,3
Materi dan contoh soal yang diberikan dapat membantu menjawab soal-soal latihan	13,3	6,7	60	20
Teks dapat dibaca dengan jelas	0	6,7	53,3	40
Contoh soal dan latihan yang ditampilkan sudah baik	13,3	13,3	40	33,3
Kombinasi warna yang digunakan sudah tepat	6,7	13,3	53,3	26,7
Tombol navigasi pada media mudah dipahami	6,7	0	80	13,3
Petunjuk penggunaan media sudah cukup jelas	0	20	46	33,3
Media mudah digunakan	0	20	33,3	46,7
Media pembelajaran ini dapat meningkatkan motivasi saya dalam belajar, khususnya pada materi perpangkatan dan bentuk akar	6,7	20	60	13,3
Media pembelajaran ini dapat meningkatkan minat saya dalam belajar, khususnya pada materi perpangkatan dan bentuk akar	0	20	66,7	13,3
Media pembelajaran ini dapat memudahkan saya untuk memahami pembelajaran tentang perpangkatan dan bentuk akar	13,3	13,3	60	13,3
Media pembelajaran ini dapat meningkatkan konsentrasi saya dalam belajar pada materi perpangkatan dan bentuk akar	6,7	33,3	40	20
Media pembelajaran ini dapat membuat belajar saya tidak membosankan	6,7	0	80	13,3
Rata-Rata	6,3	15,7	54,1	23,9
Modus			Setuju	

Terdapat 15 siswa yang menjadi responden angket ini. Berdasarkan tabel 7, dapat diketahui bahwa kecenderungan (modus) dari hasil angket respon siswa adalah setuju. Jadi dapat diketahui bahwa siswa memberikan respon positif terhadap media pembelajaran. Hasil angket respon guru dapat dilihat pada Tabel 8.

Terdapat tiga guru yang menjadi responden angket ini. Berdasarkan tabel 8, dapat diketahui bahwa kecenderungan (modus) dari hasil angket respon guru adalah sangat

setuju. Jadi dapat diketahui bahwa guru memberikan respon positif terhadap media pembelajaran.

Tabel 8. Hasil Angket Respon Guru

Indikator	Persentase (%)			
	STS	TS	S	SS
Materi sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD)	0	0	0	100
Materi disajikan secara sistematis	0	0	3,3	66,7
Bahasa yang digunakan pada media jelas dan mudah dipahami	0	0	0	100
Materi yang diuraikan jelas	0	0	33,3	66,7
Materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswa	0	0	66,7	33,3
Contoh soal yang diberikan sesuai dengan materi	0	0	0	100
Contoh soal yang diberikan mudah dipahami	0	0	33,3	66,7
Soal latihan yang diberikan sesuai dengan kemampuan peserta didik	0	0	66,7	33,3
Teks dapat dibaca dengan jelas	0	0	0	100
Ukuran teks dan jenis huruf sudah sesuai	0	0	0	100
Pemilihan warna sudah sesuai	0	0	100	0
Petunjuk penggunaan media sudah jelas	0	0	66,7	33,3
Penempatan dan penggunaan <i>button</i> (tombol) sudah sesuai	0	0	66,7	33,3
Media mudah digunakan	0	0	33,3	66,7
Media mudah digunakan di dalam pembelajaran, khususnya pada materi perpangkatan dan bentuk akar	0	0	66,7	33,3
Penggunaan media dapat mempermudah penyampaian materi perpangkatan dan bentuk akar kepada peserta didik	0	0	33,3	66,7
Penggunaan media ini dapat menarik minat peserta didik untuk belajar materi perpangkatan dan bentuk akar	0	0	33,3	66,7
Rata-Rata	0	0	37,3	62,7
Modus	Sangat Setuju			

Keefektifan

Keefektifan media pembelajaran dilihat dari nilai hasil belajar siswa. Jika siswa mengalami ketuntasan berdasarkan KKM dan ketuntasan klasikalnya lebih dari atau sama dengan 75%, maka media pembelajaran dapat dikatakan efektif. Adapun keterangan hasil belajar siswa dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Belajar Siswa

Keterangan	Jumlah
Siswa Tuntas	12
Siswa Tidak Tuntas	3
Persentase Ketuntasan (%)	80

Berdasarkan Tabel 9, dapat diketahui terdapat 12 siswa yang nilai hasil belajarnya melebihi KKM. Adapun siswa yang tuntas mencapai 80%, artinya tercapai ketuntasan

klasikal. Oleh karena itu, media pembelajaran yang sudah dikembangkan dapat dikatakan efektif.

Pembahasan

Media pembelajaran berbasis *Progressive Web Application* pada materi perpangkatan dan bentuk akar dengan menggunakan metode tutorial telah selesai dikembangkan. Media pembelajaran ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Pada tahapan analisis dilakukan analisis materi, analisis teknologi, dan analisis kebutuhan perangkat lunak. Tahapan desain dilakukan perancangan arsitektual, perancangan *use case*, perancangan antarmuka, dan perancangan *database*. Tahapan desain ini yang akan menjadi rancangan untuk membuat media pembelajaran. Tahapan pengembangan dilakukan pengembangan media pembelajaran dengan menggunakan teknologi seperti HTML, CSS, Javascript, JSON, Mathjax, dan Firebase Realtime Database. Adapun perangkat lunak yang digunakan pada tahapan pengembangan ini adalah seperti *Web Browser* Google Chrome, Visual Studio Code, dan Web Server 200 OK. Lalu dilakukan uji validitas oleh ahli media untuk mengetahui validitas media pembelajaran. Tahap implementasi dilakukan uji coba kepada siswa dan guru untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan media pembelajaran.

Media pembelajaran ini menggunakan teknologi *Progressive Web Application* yang merupakan teknologi yang membuat sebuah aplikasi web menyerupai aplikasi native ataupun mobile pada umumnya. Teknologi ini memberikan beberapa kelebihan daripada aplikasi web pada umumnya seperti dapat berjalan pada keadaan offline atau jaringan yang tidak stabil, dapat diinstal pada perangkat *mobile* maupun *desktop*, mudah dibagikan karena dapat dibagikan dengan tautan saja, dan kompatibel untuk semua browser dan *device*. Metode tutorial pada media pembelajaran ini digunakan pada alur belajar siswa. Siswa harus belajar bertahap dari materi pertama sampai seterusnya. Jika pengguna belum tuntas pada materinya, maka materi selanjutnya akan terkunci secara otomatis sampai pengguna tuntas. Media pembelajaran yang telah dikembangkan juga sudah memenuhi kriteria validitas, kepraktisan dan keefektifan. Oleh karena itu, media pembelajaran dapat dikatakan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa persentase total dari uji validitas oleh validator ahli materi adalah 79,63% dan termasuk dalam kategori tinggi. Terdapat 3 aspek yang menjadi indikator penilaian validator ahli materi yaitu aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian dan kelayakan bahasa. Aspek kelayakan isi termasuk dalam kategori cukup tinggi. Validator ahli materi menganggap materi sudah akurat dan sesuai dengan kompetensi, tapi terdapat beberapa bagian pada materi pembelajaran yang harus diperbaiki sesuai dengan saran yang diberikan oleh validator. Adapun aspek kelayakan penyajian termasuk dalam kategori tinggi. Aspek penyajian mendapatkan persentase paling tinggi yaitu 88,75%. Ini berarti validator ahli materi menganggap penyajian materi pada media pembelajaran sudah bagus. Adapun untuk aspek kelayakan bahasa termasuk dalam kategori tinggi juga. Validator menganggap bahasa yang digunakan sudah sesuai dengan kaidah bahasa yang baik dan benar serta sesuai dengan tingkat perkembangan intelektual siswa.

Berdasarkan Tabel 6, dapat diketahui bahwa persentase total dari uji validitas oleh validator ahli media adalah 83,65% dan termasuk dalam kategori tinggi. Terdapat 2 aspek yang menjadi indikator penilaian oleh validator ahli media yaitu aspek rekayasa perangkat lunak dan aspek komunikasi visual. Kedua aspek tersebut termasuk dalam kategori tinggi. Validator menganggap media pembelajaran sudah bagus dari segi ketepatan teknologi yang dipakai serta kemudahan penggunaannya berdasarkan dari aspek rekayasa perangkat lunaknya. Sedangkan dari segi tampilan media pembelajaran seperti tipografi, tata letak (layout), warna, maupun navigasi sudah dianggap tepat. Walaupun demikian, ada beberapa

perbaikan yang harus dilakukan berdasarkan saran yang diberikan oleh validator. Oleh karena uji validitas yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media termasuk dalam kategori tinggi, maka media pembelajaran dapat dikatakan valid.

Kepraktisan media pembelajaran dilihat dari respon guru dan siswa terhadap media pembelajaran yang sudah digunakan. Berdasarkan Tabel 8, dapat diketahui bahwa kecenderungan (modus) guru adalah sangat setuju. Ini artinya guru merespon positif terhadap media pembelajaran yang sudah dikembangkan. Terdapat 3 aspek yang digunakan untuk mengetahui bagaimana tanggapan maupun respon guru terhadap media pembelajaran yaitu aspek materi, aspek media, dan aspek penggunaan. Guru menganggap materi, contoh, dan latihan soal yang ada di media pembelajaran sudah sesuai. Guru merespon positif terhadap tampilan media pembelajaran yang telah dikembangkan. Guru menganggap media pembelajaran mudah untuk digunakan dalam pembelajaran serta dapat mempermudah penyampaian materinya.

Berdasarkan Tabel 7, dapat diketahui kecenderungan (modus) siswa adalah setuju. Ini artinya siswa merespon positif terhadap media pembelajaran. Terdapat 3 aspek yang digunakan untuk mengetahui bagaimana tanggapan maupun respon siswa terhadap media pembelajaran yaitu aspek materi, aspek media, dan aspek ketertarikan. Siswa merespon positif materi yang disajikan di media pembelajaran. Siswa juga merespon positif terhadap kemudahan penggunaan media pembelajaran serta tampilan media pembelajaran. Siswa juga menganggap media pembelajaran dapat meningkatkan ketertarikan mereka dalam belajar. Siswa menganggap media pembelajaran dapat meningkatkan motivasi mereka dalam belajar dan tidak membuat mereka bosan dalam belajar. Hal ini sejalan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Febrita & Ulfah (2019) bahwa media pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Oleh karena hasil respon guru dan siswa mengatakan bahwa guru merespon positif dan siswa merespon positif, maka media pembelajaran dapat dikatakan praktis.

Keefektifan media pembelajaran dapat dilihat dari ketuntasan individual dan ketuntasan klasikal. Berdasarkan Tabel 9, dapat diketahui bahwa terdapat 12 siswa yang nilainya melebihi KKM yang sudah ditetapkan dan ketuntasan klasikalnya adalah sebesar 80%. Berdasarkan hasil belajar siswa, maka dapat dikatakan bahwa media pembelajaran efektif. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan Sutarman (2016) dan Karimah (2017) dimana metode *tutorial* meningkatkan hasil belajar siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dari hasil penelitian media pembelajaran berbasis *Progressive Web Application* (PWA) pada materi perpangkatan dan bentuk akar dengan metode tutorial ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

- (1) Pengembangan media pembelajaran berbasis *Progressive Web Application* (PWA) pada materi perpangkatan dan bentuk akar dengan metode tutorial dikembangkan dengan beberapa teknologi seperti HTML, CSS, Javascript, JSON, dan Mathjax. HTML merupakan kerangka dari halaman antarmuka media pembelajaran yang digunakan sebagai tempat konten media pembelajaran. CSS digunakan untuk mengatur dan memperindah halaman antarmuka media pembelajaran. Sedangkan Javascript digunakan untuk membuat contoh dan soal latihan agar menjadi interaktif. Selain itu, javascript juga digunakan untuk mengontrol fungsi-fungsi tombol yang ada di media pembelajaran. Mathjax digunakan untuk menuliskan notasi ilmiah matematika. JSON digunakan sebagai tempat menampung soal-soal latihan maupun evaluasi yang nantinya soal-soalnya ini ditampilkan secara acak pada halaman antarmuka media pembelajaran.

- (2) Hasil uji validitas ahli media dan ahli materi menunjukkan media pembelajaran dapat dikatakan valid. Hasil angket respon dari guru sangat positif dan siswa merespon positif. Sehingga media pembelajaran dapat dikatakan praktis. Hasil belajar siswa mencapai ketuntasan klasikal, sehingga media pembelajaran dapat dikatakan efektif. Media pembelajaran yang telah dibuat dapat dikatakan valid, memenuhi syarat kepraktisan, dan memenuhi syarat keefektifan. Sehingga media pembelajaran ini dapat dikatakan layak untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Y. (2013). Instructional Design and Motivation in Computer-Based Learning Environment. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSRJCE)*.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Febrita, Y., & Ulfah, M. (2019). Peranan Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. Prosiding DPNPM Unindra.
- Hamalik, O. (2009). *Pendekatan Baru Strategi Belajar Mengajar Berdasarkan CBSA*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Haviz, M. (2013). Research and Development; Penelitian di Bidang Kependidikan yang Inovatif, Produktif dan Bermakna. *Ta'dib*.
- Karimah, A. A., Rusdi, & Fachruddin, M. (2017). Efektifitas Media Pembelajaran Matematika Menggunakan Software Animasi Berbasis Multimedia Interaktif Model Tutorial pada Materi Garis dan Sudut untuk Siswa SMP/MTs Kelas VII. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*.
- Kurniawan, A., Areni, I. S., & Achmad, A. (2017). Implementasi Progressive Web Application pada Sistem Monitoring Keluhan Sampah Kota Makassar. *Jurnal JPE*.
- Mishra, R. S. (2016). "Progressive WEBAPP : Review. International Research Journal Of Engineering and Technology (IRJET).
- Nasir. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI) Berbasis Web DI Kelas VIII SMP UNISMUH Makassar. *Akademika*.
- Pusat Penilaian Pendidikan. (2019). *Laporan Hasil Ujian Nasional*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Rusman. (2018). *Belajar dan Pembelajaran Berbasis Komputer*. Bandung: Alfabeta.
- Setiawan, A., Rusdianto, D. S., & Kharisma, A. P. (2019). Pengembangan Sistem Pelaporan Gangguan Berbasis Web dengan menggunakan Teknologi Progressive Web Application (Studi Kasus: Unit IT PT. Kereta Api Indonesia Daerah Operasi III Cirebon). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sutarman, A. (2016). Pemanfaatan Pembelajaran Berbasis Komputer Model CD Interaktif Tutorial untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA (JPPI)*.