EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika *ISSN: 2338-2759 (print)*
https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/edumat *ISSN: 2597-9051 (online)*

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA BERBASIS WEB DENGAN MODEL NHT UNTUK MENINGKATKAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA DI KELAS PROGRAM TAHFIDZ

Muhammad Yusuf Setyawan[1], Andriyani[2]
[1,2]Magister Pendidikan Matematika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia
*Penulis korespondensi (yusuf@gmail.com)

DOI: http://dx.doi.org/10.20527/edumat.v12i1.19060
Received : 7 Maret 2024 **Accepted :** 30 April 2024 **Published :** 30 April 2024

Abstrak: Barisan dan deret aritmatika merupakan salah satu materi yang dalam penyelesaian masalahnya banyak memuat kesalahan siswa dalam mengidentifikasi pola bilangan yang tepat dan kesulitan dalam mengomunikasikan ide matematisnya. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian awal di MAN Kendal yang menunjukkan masih rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa disebabkan model pembelajaran dan bahan ajar berupa modul dan buku paket yang muatanya mayoritas berupa teks, kumpulan soal, guru yang belum berorientasi pada kemampuan komunikasi matematis tersebut. Karenanya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan lembar kerja berbasis web dengan model NHT yang dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi barisan dan deret aritmatika secara valid, praktis dan efektif. Penelitian ini merupakan penelitian R&D dengan menggunakan model ADDIE. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar validasi, angket respon, soal *pretest* dan *posttest*, serta pedoman observasi. Berdasarkan hasil penelitian, lembar kerja berbasis web yang dikembangkan dalam penelitian ini sudah memenuhi aspek kevalidan produk, baik dari segi materi maupun media. Demikian halnya dengan aspek kepraktisan. Dari segi keefektifan, terdapat kenaikan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis dari pretest ke posttest yaitu sebesar 58,52. Sehingga, lembar kerja yang dikembangkan dapat dikatakan sudah memenuhi aspek keefektifan dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Kata kunci: Aritmatika, Komunikasi Matematis, Lembar Kerja, NHT.

Abstract: *Arithmetic sequences and series are one of the materials in which problem-solving contains many student errors in identifying correct number patterns and difficulties in communicating mathematical ideas. This is supported by the results of initial research at MAN Kendal which shows that students' mathematical communication skills are still low due to learning models and teaching materials in the form of modules and textbooks, the majority of which consist of texts, collections of questions, also the teachers learning strategies which are not yet oriented towards mathematical communication skills. Therefore, this research aims to develop web-based worksheets with the NHT model which can improve students' mathematical communication skills in arithmetic sequences and series. This research is R&D using the ADDIE model. The instruments used in this research were validation sheets, response questionnaires, pretest, and posttest questions, as well as observation guidelines. Based on the research results, the web-based worksheet developed in this research meets the product validity aspect, both in terms of material and media.*

This is open access article under the CC-BY-ND license *© 2024 EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*

Likewise with the practical aspect. In terms of effectiveness, there was an increase in the average value of mathematical communication skills from pretest to posttest, namely 58.52. Thus, the worksheet developed can be said to have fulfilled the aspect of effectiveness in improving students' mathematical communication skills.

***Keywords**: Arithmetic, mathematical communication worksheets, NHT.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat pada abad ke-21 ditandai dengan peralihan era revolusi industri 4.0 menuju era masyarakat 5.0 yang masyarakatnya lebih banyak memanfaatkan teknologi dalam setiap aktivitas kesehariannya (Yilmaz, 2021). Teknologi yang berkembang tersebut juga berdampak pada bidang pendidikan, tidak terkecuali kegiatan pembelajaran yang berkaitan dengan cara guru mengajar serta cara siswa belajar (Avci et al., 2019; Lestari, 2018; Salsabila et al., 2020). Dengan perkembangan teknologi, muncul berbagai inovasi digital seperti multimedia interaktif, pembelajaran berbasis game, dan pembelajaran elektronik yang salah satunya dapat dimanfaatkan dalam efisiensi kegiatan pembelajaran (Baharun & Finori, 2019; Jannah et al., 2020; Oktaviani et al., 2019).

Perkembangan teknologi yang disertai munculnya berbagai inovasi digital tersebut juga teraplikasi dalam bidang matematika sebagai ilmu dasar (Fitri & Pahlevi, 2021; Yaniawati et al., 2019). Salah satu materi matematika yang dalam pembelajaran banyak memanfaatkan pengembangan teknologi adalah barisan dan deret aritmatika (Saniriati, et al., 2021). Barisan dan deret aritmatika meruoakan materi matematika yang diajarkan di SMA kelas XI dan banyak teraplikasi di kehidupan sehari-hari dengan muatan materi memecahkan permasalahan jumlah tabungan dalam jangka waktu tertentu (Annisa & Kartini, 2021; Handayani et al., 2020; Rohmah & Warmi, 2021). Dalam proses menyelesaikan permasalahan barisan dan deret aritmatika, seringkali ditemukan kesalahan yang masih dilakukan oleh siswa seperti, menentukan operasi yang digunakan dalam penyelesaian masalah, prosedur penyelesaian masalah, proses memodelkan masalah ke bentuk matematis, serta ketidaktepatan dalam menuliskan kesimpulan hasil akhir (Maryani & Chotimah, 2021; Septiahani et al., 2020; Syahril & Kartini, 2021).

Hasil observasi *pretest* kemampuan komunikasi matematis siswa MAN Kendal pada materi barisan dan deret aritmatika, diketahui bahwa siswa masih kurang mampu dalam mengungkapkan ide-ide matematis secara tertulis. Beberapa kesalahan yang dilakukan juga meliputi kesalahan mengungkapkan permasalahan barisan dan deret aritmatika dengan bahasa sendiri; kesalahan menggunakan istilah, notasi matematika dan strukturnya dalam merepresentasikan permasalahan; serta kesalahan menyajikan model matematika ke dalam bentuk tulisan untuk memecahkan masalah. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa di MAN Kendal tergolong masih rendah.

Padahal dalam Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006, tertulis dengan jelas bahwa salah satu tujuan kegiatan pembelajaran matematika adalah capaian komunikasi matematis. Sehingga dalam pembelajaran, siswa mampu mengkomunikasikan ide pikiran matematis dalam sebuah bentuk tabel, simbol matematika, diagram, maupun media lain untuk memberi sebuah gambaran masalah matematis (Depdiknas,

2006). Hal ini seiring dengan tuntutan pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa pada kegiatan pembelajaran abad ke-21 (Ashim et al., 2019; Pratama & William, 2018; Rossydha & Qohar, 2020).

Meskipun demikian penting, namun capaian komunikasi matematis sebagai standar proses pembelajaran matematika tidak banyak diorientasikan dalam pembelajaran guru (Andriyani & Wulandari, 2022). Berdasarkan hasil observasi awal juga diketahui bahwa guru matematika MAN Kendal belum mengorientasikan pembelajarannya pada kemampuan komunikasi matematis siswa, bahkan guru lebih banyak menggunakan model pembelajaran konvensional yang satu arah. Jika pembelajaran guru lebih banyak bersifat satu arah maka kemampuan komunikasi matematis siswa menjadi kurang terstimulus. Dalam pembelajarannya guru lebih banyak memberikan soal latihan, bukan masalah matematika yang mampu menstimulus siswa untuk memberikan argumentasi terhadap penyelesaian masalah menggunakan bahasanya sendiri. Karenanya, dalam pembelajarannya siswa juga memerlukan model pembelajaran yang dapat mengakomodir capaian kemampuan komunikasi matematisnya.

Salah satu model pembelajaran yang berorientasi pada kemampuan komunikasi matematis siswa adalah model pembelajaran kooperatif NHT (Istikomah & Nurmaliza, 2021; Kurnila et al., 2018; Siregar & Thawila, 2019). Penerapan model NHT dalam kegiatan pembelajaran matematika dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa lebih tinggi daripada menerapkan model pembelajaran langsung (Lagur et al., 2018).

Selain alternatif model pembelajaran, guru dan siswa juga memerlukan bahan ajar yang sesuai untuk mendukung orientasi capaian kemampuan komunikasi matematis tersebut. Sedangkan selama ini, bahan ajar yang tersedia di MAN Kendal masih berupa modul saja. Modul yang digunakan siswa dalam pembelajaran matematika ini masih belum interaktif dan hanya berisi materi, rumus praktis maupun soal-soal tanpa ada petunjuk solusi. Begitupun buku paket yang digunakan siswa.

Di satu sisi, *smartphone* yang siswa bawa ketika sekolah juga belum dimanfaatkan dengan baik oleh guru selama pembelajaran, sehingga kemungkinan terjadinya penyimpangan penggunaan *smartphone* dalam bentuk *chatting* via whatsapp, instagram, tiktok, maupun *game online* bisa terjadi saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Karenanya, dalam hal ini peneliti mencoba mengoptimalkan fungsi *smartphone* siswa sebagai bahan ajar pendukung dalam bentuk lembar kerja berbasis web dengan sistem android maupun IOS. Berdasarkan uraian masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan lembar kerja yang memenuhi aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan dalam rangka meningkatkan komunikasi matematis dengan model NHT. Dalam penelitian pengembangan ini, produk lembar kerja yang dikembangkan memiliki kekhususan kaitannya dengan basis lembar kerja yang berupa web serta muatan materi barisan dan deret aritmatika yang dalam aplikasinya dikaitkan dengan kebutuhan khusus siswa di Program Tahfidz yang harus memenuhi tuntutan menghafal ayat Suci Al Qurán. Muatan materi dikaitkan dengan masalah pola waktu dan jumlah juz hafalan tertentu siswa di kelas Program Tahfidz yang merupakan aplikasi konsep barisan dan deret aritmatika, sehingga siswa lebih memahami konsep dan penerapannya dalam masalah kehidupan sehari-hari.

METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian dan pengembangan (R&D) dengan model ADDIE, terdiri dari lima tahap: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi (Branch, 2009; Astuti et al., 2017). Penelitian dan pengembangan (R&D) merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada baik dalam bentuk hardware maupun software (Purnama, 2016). Lebih lanjut menurut Purnama (2016), dalam dunia pendidikan jenis penelitian dan pengembangan ini ditujukan dalam rangka menghasilkan produk pembelajaran yang diawali dengan analisis kebutuhan, pengembangan produk, evaluasi produk, revisi produk, dan diakhiri dengan penyebaran produk. Model ADDIE dipilih oleh peneliti karena dalam proses pengembangan bahan ajar, penelitian tersebut bersifat efektif dan sistematik (Adesfiana et al., 2022).

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA program tahfidz MAN Kendal sejumlah 70 peserta didik dari 2 rombongan belajar (XI MIPA 1 dan XI MIPA 2). Selanjutnya sampel penelitian yang dipilih adalah 20 siswa kelas VII A dari sekolah tersebut karena hanya kelas VII A yang hampir 98% siswanya menggunakan smartphone. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan tes maupun non tes. Instrumen penelitian yang digunakan disini antara lain: lembar angket validasi materi dan media yang indikatornya mengacu pada aspek kelayakan produk menurut Departemen Pendidikan Nasional (2008), angket respon siswa, pedoman observasi dan pedoman wawancara yang semuanya telah divalidasi baik dari segi konten dan konstruksi oleh dua orang. ahli evaluasi. Pada tahap penelitian awal, peneliti melakukan studi literatur dari penelitian-penelitian sebelumnya, kemudian menganalisis permasalahan dan kebutuhan dalam pembelajaran. Peneliti merancang produk, alat pembelajaran, instrumen, dan prototipe produk lembar kerja.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan tes dan non-tes. Teknik tes berfungsi sebagaip pengukur efektifitas lembar kerja berbasis web dalam penerapan dengan materi barisan dan deret aritmatika menggunakan model NHT. Teknik non-tes berupa angket penilaian lembar kerja berbasis web materi barisan dan deret aritmatika menggunakan model NHT yang divalidasi ahli materi, ahli media, dan respon siswa.

Analisis data non tes dalam penelitian ini berkaitan dengan kevalidan dan kepraktisan produk. Kevalidan produk bertujuan untuk memperoleh kualifikasi valid dari perangkat pembelajaran berupa lembar kerja berbasis web yang dikembangkan oleh peneliti. Langkah-langkah pengolahan data hasil validasi untuk melakukan tabulasi data pada skor yang telah disesuaikan dengan tiap pernyataan pada tabel serta menentukan nilai rata-rata dari data tersebut. Berikut klasifikasi kategori kevalidan ahli materi yang tersaji pada tabel 1).

Tabel 1 Klasifikasi Kategori Kevalidan Segi Materi

Interval Skor	Kategori
$\bar{x} > 92,28$	Sangat Baik
$74,76 < \bar{x} \leq 92,28$	Baik
$57,24 < \bar{x} \leq 74,76$	Cukup Baik
$39,72 < \bar{x} \leq 57,24$	Kurang Baik
$\bar{x} \leq 39,72$	Tidak Baik

Berikut klasifikasi kategori kevalidan ahli media yang tersaji pada tabel 2 berdasarkan pendapat (Widoyoko, 2018).

Tabel 2 Klasifikasi Kategori Kevalidan Segi Media

Interval Skor	Kategori
$\bar{x} > 41{,}88$	Sangat Baik
$33{,}96 < \bar{x} \leq 41{,}88$	Baik
$26{,}04 < \bar{x} \leq 33{,}96$	Cukup Baik
$18{,}12 < \bar{x} \leq 26{,}04$	Kurang Baik
$\bar{x} \leq 18{,}12$	Tidak Baik

Dasar inferensi produk yang dikembangkan dikatakan valid baik dari segi materi maupun media, dalam hal ini produk memiliki skor yang berada pada interval skor berkategori minimal "Baik".

Tabel 3 Klasifikasi Kategori Kepraktisan

Interval Skor	Kategori
$\bar{x} > 71{,}34$	Sangat Baik
$57{,}78 < \bar{x} \leq 71{,}34$	Baik
$44{,}22 < \bar{x} \leq 57{,}78$	Cukup Baik
$30{,}66 < \bar{x} \leq 44{,}22$	Kurang Baik
$\bar{x} \leq 30{,}66$	Tidak Baik

Dasar inferensi produk yang dikembangkan dikatakan praktis, jika produk juga memiliki skor yang berada pada interval skor berkategori minimal "Baik".

Tabel 4 Klasifikasi Keefektifan Lembar Kerja Berbasis Web

Rentang Presentase	Klasifikasi
$80\% < x \leq 100\%$	Efektif
$60\% < x \leq 80\%$	Cukup Efektif
$40\% < x \leq 60\%$	Kurang Efektif
$x \leq 40\%$	Tidak Efektif

Sedangkan dasar inferensi produk yang dikembangkan dikatakan efektif jika dalam hal ini produk memiliki skor yang berada pada interval skor berkategori minimal "efektif" atau sesuai dengan tingkat klasifikasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara awal dengan MAN Kendal, diketahui bahwa penyajian materi barisan dan deret aritmatika dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru dengan bantuan modul. Selama kegiatan pembelajaran, siswa cenderung pasif dalam pengungkapan ide matematisnya dan seringkali mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan oleh guru akibat tidak adanya keterkaitan antara materi yang diajarkan dengan masalah sehari-hari yang ditemui siswa. Siswa kurang terfasilitasi dalam bertukar ide matematis, akibat pembelajaran satu arah yang dilakukan guru. Dampaknya, siswa hanya mampu menyelesaikan masalah dengan satu cara penyelesaian saja, sesuai dengan persepsi siswa dalam memahami contoh penyelesaian masalah guru. Sehingga dalam hal ini diperlukan suatu model pembelajaran yang dapat memfasilitasi pengomunikasian beragam ide matematis siswa selama pembelajaran dengan bahan ajar yang dapat melatih kemampuan pemecahan masalah siswa. Salah satu model pembelajaran yang dapat mengakomodir kebutuhan tersebut adalah model kooperatif NHT.

Model NHT adalah model pembelajaran kooperatif yang membentuk pola interaksi dengan melibatkan diskusi antar siswa dalam kelompok kecil sehingga persepsi jawaban dari suatu permasalahan dapat disatukan dengan empat sintaks yang mengacu pada pendapat (Mustami & Safitri, 2018) yaitu penomoran, pengajuan pertanyaan, berpikir bersama, dan menjawab pertanyaan. Sedangkan bahan ajar penunjang model NHT yang dapat melatih siswa dalam penyelesaian masalah matematis siswa adalah lembar kerja yang memuat penugasan-penugasan. Dalam penelitian ini, lembar kerja yang akan dikembangkan

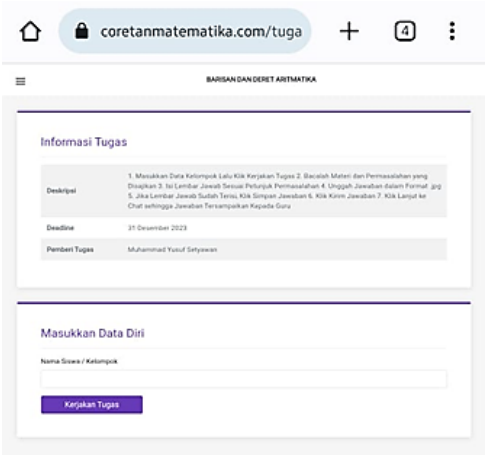
adalah lembar kerja berbasis web yang didesain dan dikaitkan dengan kemampuan matematis siswa serta dapat diakses siswa di *smartphone*nya baik dengan sistem android, *windows*, ataupun IOS. Bahan ajar ini menjadi bahan ajar pendukung pembelajaran yang fleksibel karena bisa diakses siswa kapan pun dan di mana pun dengan koneksi internet dan bersifat interaktif seperti yang disampaikan oleh Anwar et al. (2019).

Lembar kerja berbasis web ini dikembangkan dengan menggunakan PHP sedangkan *Framework* web menggunakan Codeigniter. Database dalam desain web menggunakan PhpMyadmin serta XAMPP sebagai *localserver* web. Untuk hasil pengerjaan lembar kerja oleh siswa berupa *output* pdf menggunakan PDFJS yang langsung terakses ke sistem *whatsapp*. Lembar kerja berbasis ini didesain dalam rangka meningkatkan komunikasi matematis siswa selama pembelajaran barisan dan deret aritmatika. Kemampuan komunikasi matematis yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kemampuan siswa untuk mengubah simbol matematika dalam bentuk tabel, gambar, maupun grafik ke bahasa sendiri atau sebaliknya untuk menyelesaikan sebuah permasalahan berdasarkan aspek menulis kalimat, menggambar, dan ekspresi matematika yang mengacu pada pendapat (Kusumah et al., 2020). Terdapat 3 indikator kemampuan komunikasi matematis pada penelitian ini yaitu mengungkapkan permasalahan barisan dan deret aritmatika secara tertulis dengan bahasa sendiri; menggunakan istilah, notasi matematika dan strukturnya untuk merepresentasikan permasalahan barisan dan deret aritmatika; serta menyajikan model matematika ke dalam bentuk tulisan untuk memecahkan permasalahan barisan dan deret aritmatika.

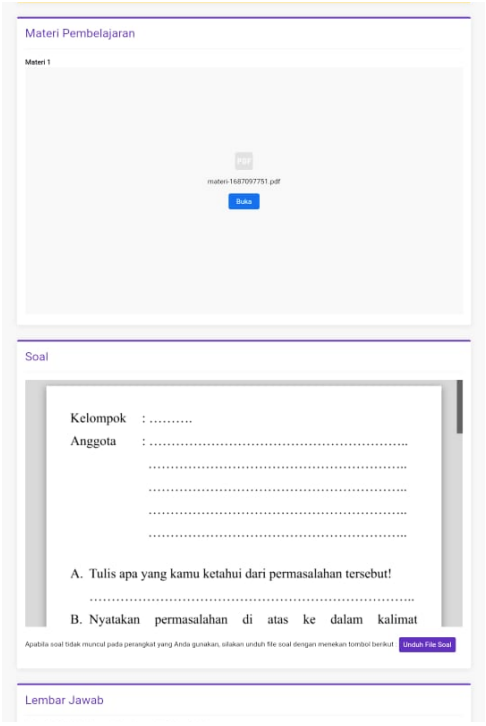
Masalah barisan dan deret aritmatika dipilih karena keterkaitannya dengan tuntutan khusus siswa di kelas Program Tahfidz untuk menghafal sejumlah juz tertentu pada waktu dan dengan jumlah tertentu juga. Pola waktu hafalan berkaitan dengan masalah aplikasi barisan aritmatika, sedangkan jumlah hafalan juz yang sudah dilakukan siswa berkaitan dengan masalah aplikasi deret aritmatika. Barisan bilangan sendiri merupakan sebuah fungsi dengan domain merupakan himpunan bilangan asli dan daerah kodomain merupakan sembarang himpunan, dengan catatan jika himpunan domain merupakan anggota semua bilangan asli maka suku barisan tersebut belanjut terus menerus dan jika himpunan domain dinyatakan dalam sebuah inisial himpunan bilangan asli maka suku barisan tersebut akan terbatas (Kutsner & Kutsner, 1977). Sedangkan deret merupakan jumlah dari kumpulan beberapa suku yang telah ditentukan dalam suatu barisan, dimana jika suku pertama dan suku terakhir diketahui dinamakan deret hingga sedangkan jika suku terakhir tidak diketahui dinamakan deret tak hingga yang tak terbatas dan berlangsung terus menerus (Gullberg, 1997).

Desain LKPD berbasis web disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran NHT yaitu penomoran, pengajuan pertanyaan, berpikir bersama, dan menjawab pertanyaan. Demikian juga dengan muatan indikator-indikator kemampuan komunikasi matematis yang akan ditingkatkan setelah siswa menggunakan LKPD. Adapun indikator kemampuan komunikasi matematis yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengungkapan masalah barisan dan deret aritmatika secara tertulis dengan bahasa sendiri; penggunaan istilah, notasi matematika dan strukturnya untuk merepresentasikan permasalahan barisan dan deret aritmatika; serta penyajian model matematika ke dalam bentuk tulisan untuk memecahkan permasalahan barisan dan deret aritmatika.

Tampilan awal desain LKPD berbasis web dengan model NHT adalah muatan informasi tugas tentang langkah-langkah pengerjaan dan tenggang waktu pengerjaan serta kolom untuk mengisi nama kelompok seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Tampilan Awal Lembar Kerja Berbasis Web



Gambar 2 Tampilan Pengerjaan LKPD Berbasis Web

Keefektifan dari lembar kerja berbasis web dapat dinilai dari perbandingan antara nilai *pretest* (belum menggunakan lembar kerja berbasis web dengan model NHT) dan nilai *posttest* (sudah menggunakan lembar kerja berbasis web dengan model NHT). Adapun nilai yang dimaksud dapat dilihat dari nilai perbandingan yang mengacu kepada tiga indikator kemampuan komunikasi matematis yang ditetapkan oleh peneliti. Menurut (Sugiyono, 2015) produk hasil penelitian dan pengembangan dinyatakan efektif jika ketuntasaan sesudah menggunakan produk lebih besar daripada sebelum menggunakan produk. Kesimpulanya, lembar kerjaberbasis web dikatakan efektif jika rata-rata nilai *posttest* lebih tinggi dari rata-rata nilai *pretest*. Efektifitas lembar kerja berbasis web ditentukan berdasarkan persentase jumlah siswa yang melampaui KKM seperti yang dikemukakan oleh Arikunto (2016) pada Tabel 4 .

Berdasarkan hasil validasi segi materi dari ketiga validator diperoleh rata-rata hasil validasi produk dari segi materi adalah 100 dengan kategori sangat baik sebagaimana tersaji dalam Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Hasil Validasi Produk oleh Ahli Materi

Validator	Skor Total	Kategori
Validator 1	109	
Validator 2	95	
Validator 3	96	
Rata-Rata Skor Total	**100**	**Sangat Baik**

Berdasarkan hasil validasi produk dari ahli materi, dapat disimpulkan bahwa lembar kerja berbasis web dinyatakan valid dan layak digunakan dari segi materi sesuai klasifikasi kevalidan ahli materi. Demikian halnya dengan kevalidan produk dari segi media. Dari hasil validasi segi media oleh

ketiga validator diperoleh rata-rata hasil validasi produk dari segi materi adalah 45 dengan kategori sangat baik sebagaimana tersaji dalam Tabel 6 berikut

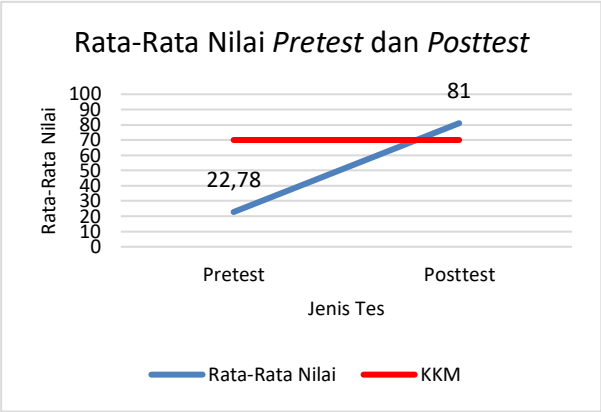
Tabel 6. Hasil Validasi Produk oleh Ahli Media

Validator	Skor Total	Kategori
Validator 1	47	
Validator 2	39	
Validator 3	49	
Rata-Rata Skor Total	**45**	**Sangat Baik**

Hasil rata-rata validator kegita ahli media tersebut menunjukkan bahwa lembar kerja berbasis web dinyatakan valid dan layak digunakan dari segi media sesuai klasifikasi kevalidan ahli media.

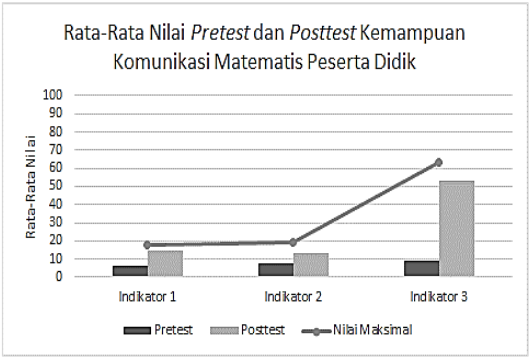
Implementasi lembar kerja berbasis web ini juga sudah memenuhi aspek kepraktisan produk. Hal ini bisa dilihat dari hasil perolehan angket respon siswa setelah produk diimplementasikan. Berdasarkan hasil angket respon yang diperoleh dari 70 responden siswa diketahui skor rata-ratanya adalah 63,14 dengan kategori praktis. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa lembar kerja berbasis web dinyatakan praktis berdasarkan uji kepraktisan.

Dari aspek keefektifan, lembar kerja berbasis web ini juga sudah memenuhi kriteria keefektifan produk. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan hasil posttest dibandingkan hasil pretestnya. Jika pada pretest, tidak ada satu pun siswa yang melampaui KKM yang ditentukan peneliti yaitu sebesar 70, maka setelah menggunakan lembar kerja elektronik berbasis web dengan model NHT, sekitar 82,85% siswa sudah melampaui nilai KKM. Artinya, daya serap seluruh siswa yang mencapai KKM sudah berada di atas 80%, atau dengan kata lain keefektifan penggunaan produk lembar kerja sudah tercapai. Rata-rata nilai pretest siswa adalah sebesar 22,78, sedangkan nilai posttest adalah sebesar 81. Hal itu membuktikan bahwa terdapat pengaruh penggunaan produk lembar kerja berbasis web dengan model NHT dalam pembelajaran barisan dan deret aritmatika yang secara detail terilustrasi daam Gambar 3 berikut.



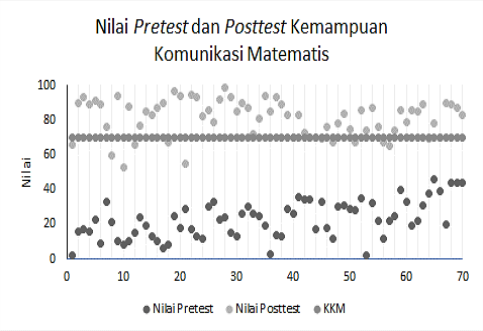
Gambar 3 Peningkatan Rata-Rata Nilai *Pretest* dan *Posttest*

Grafik peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada setiap indikator dari hasil *pretest* dan *posttest* setelah menggunakan lembar kerja berbasis web pada materi barisan dan deret aritmatika menggunakan model NHT tersaji secara detail dalam Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Hasil Rata-rata Pretest dan Posttest Pada Setiap Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis

Adanya perbedaan hasil pretest dan posttest terhadap nilai KKM sebagai dampak pengimplementasian lembar kerja berbasis web yang dikembangkan peneliti, secara detail juga terilustrasi dalam Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Perbedaan Rata-Rata Nilai *Pretest* dan *Posttest*

Perbedaan rata-rata nilai pretest dan posttest siswa terhadap nilai KKM di atas menunjukkan adanya perubahan signifikan capaian kemampuan komunikasi matematis siswa setelah pemberian lembar kerja berbasis web. Hal ini berarti penerapan pembelajaran NHT dengan lembar kerja berbasis web meningkatkan kualitas pembelajaran barisan dan deret aritmatika siswa kelas Program Tahfidz. Peningkatan tersebut terpresentasi pada jawaban peserta didik dalam pengerjaan soal pretest dan posttest sebagai implikasi penggunaan lembar kerja berbasis web selama kegiatan pembelajaran. Ketercapaian indikator komunikasi matematis berdasarkan jawaban tes siswa, baik ditinjau dari ketercapaian indikator menulis, menggambar, maupun mengekspresikan ide matematika siswa ini sesuai dengan hasil penelitian Dewi et al. (2021), Mayowi & Maarif (2023), maupun Nugraha & Pujiastuti (2019).

Peningkatan kualitas pembelajaran dengan penggunaan lembar kerja berbasis web untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan pengaruh penggunaan lembar kerja berbasis elektronik terhadap peningkatan capaian indikator komunikasi matematis oleh beberapa peneliti seperti Syamsir & Noviarni (2018), Siregar & Suparman (2022) serta Andriyani & Wulandari (2022). Peningkatan kualitas pembelajaran melalui pengembangan perangkat pembelajaran seperti lembar kerja ini menunjukkan adanya efektivitas pembelajaran yang mendukung keberhasilan capaian pembelajaran siswa dimana pembelajaran berlangsung secara interaktif, menyenangkan, efisien dan memberi ruang.munculnya kreativitas, kemandirian minat dan pengembangan psikologis siswa (Andriyani et al., 2020).

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dipaparkan sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Lembar kerja berbasis web dengan model NHT ini dikembangkan dengan menggunakan 5 tahap yaitu tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi dimana dalam pengembangan lembar kerjanya termuat sintaks NHT (penomoran, pengajuan pertanyaan, berpikir bersama, dan menjawab pertanyaan) yang diorientasikan untuk meningkatkan capaian indikator komunikasi matematis (pengungkapan masalah secara tertulis dengan bahasa sendiri; penggunaan istilah, notasi matematika dan strukturnya; serta penyajian model matematika ke dalam bentuk tulisan)
2. Lembar Kerja berbasis web dengan model NHT memenuhi kriteria valid baik dari segi materi maupun dari segi media yang ditunjukkan dengan hasil validasi berkategori sangat baik.

3. Lembar Kerja berbasis web dengan model NHT memenuhi kriteria praktis berdasarkan penilaian angket respon siswa.
4. Lembar Kerja berbasis web dengan model NHT memenuhi kriteria efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa yang ditunjukkan dengan peningkatan nilai rata-rata *posttest* dibandingkan nilai rata-rata *pretest* dalam hal komunikasi matematis.
5. Produk yang dikembangkan peneliti hanya terbatas berupa LKPD berbasis web yang dalam fiturnya masih belum memuat fitur *equation*, sehingga untuk jawaban siswa yang memuat persamaan atau simbol matematis masih harus menggunakan tulisan tangan tangan. Karenanya, diharapkan ada pengembangan lebih lanjut terhadap lembar kerja berbasis web yang sudah tersinkron dengan fitur *equation* untuk mendukung pembelajaran matematika.

DAFTAR RUJUKAN

Adesfiana, Z. N., Astuti, I., & Enawaty, E. (2022). Pengembangan Chatbot Berbasis Web Menggunakan Model Addie. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, *10*(2), 147–152. https://doi.org/10.31294/jki.v10i2.14050

Andriyani, A., & Wulandari, F. (2022). Development of problem based e-worksheet to enhance mathematics' communication skill in cartesian coordinates. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *23*(2), 569-584.

Andriyani, Karim, & Fahmi, S. (2020). The development of a Braille geometry module based on visual impairment students synthetic touch ability with RMT approach. *AIP Conference Proceedings*, 2215 (1), 060001. https://doi.org/10.1063/5.0000577

Saniriati, D. M. D., Dafik, D., & Murtikusuma, R. P. (2021). Pengembangan media pembelajaran adobe animate berbantuan schoology pada materi barisan dan deret aritmetika. *Jurnal Riset Pendidikan Dan Inovasi Pembelajaran Matematika (JRPIPM)*, *4*(2), 132-145.

Annisa, R., & Kartini, K. (2021). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Barisan dan Deret Aritmatika Menggunakan Tahapan Kesalahan Newman. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *5*(1), 522–532. https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.506

Anwar, M., Ramdani, Ms., & Majid, A. F. (2019). The Effect of using Interactive Students' Worksheet on Learning Achievement and Students' Perception in The Basic Chemistry Course (Study on Reaction Rate). *Proceedings of the 1st International Conference on Advanced Multi-disciplinary Research (ICAMR 2018)*, *227*(Icamr 2018), 21–24. https://doi.org/10.2991/icamr-18.2019.6

Arikunto, S. (2016). *Manajemen Penelitian* (13th ed.). Jakarta: Rineka Cipta.

Ashim, M., Asikin, M., Kharisudin, I., & Wardono, W. (2019). Perlunya Komunikasi Matematika dan Mobile Learning Setting Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan 4C di Era Disrupsi. *PRISMA. Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *2*, 687–697.

Astuti, I. A. D., Sumarni, R. A., & Saraswati, D. L. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Mobile Learning berbasis Android. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, *3*(1), 57–62. https://doi.org/10.21009/1.03108

Avci, Z. Y., O'Dwyer, L. M., & Lawson, J. (2019). Designing Effective Professional Development for Technology Integration in Schools. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1–18. https://doi.org/10.1111/jcal.12394

Baharun, H., & Finori, F. D. (2019). Smart Techno Parenting: Alternatif Pendidikan Anak pada Era Teknologi Digital. *Jurnal Tatsqif: Jurnal Pemikiran Dan Penelitian Pendidikan*, *17*(1), 52–69. https://doi.org/10.20414/jtq.v17i1.625

Depdiknas. (2006). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No 22 Tahun 2006 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Depdiknas.

Dewi, S. P., Maimunah, M., & Roza, Y. (2021). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa pada Materi Lingkaran ditinjau dari Perbedaan Gender. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran, 7*(3), 699–707.

Fitri, E. R., & Pahlevi, T. (2021). Pengembangan LKPD Berbantuan Kvisoft Flipbook Maker pada Mata Pelajaran Teknologi Perkantoran di SMKN 2 Nganjuk. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, *9*(2), 281–291. https://doi.org/10.26740/jpap.v9n2.p281-291

Gullberg, J. (1997). *Mathematics: from the birth of numbers*. Washington: W.W. Norton.

Handayani, T., Hartatiana, H., & Muslimahayati, M. (2020). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Materi Barisan dan Deret Aritmatika. *PHI: Jurnal Pendidikan Matematika*, *4*(2), 160–168. https://doi.org/10.33087/phi.v4i2.111

Istikomah, E., & Nurmaliza, N. (2021). Penerapan Pembelajaran Kooperatif Tipe NHT untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa. *PRISMA*, *10*(1), 66–76. https://doi.org/10.35194/jp.v10i1.1406

Jannah, M., Prasojo, L. D., & Jerusalem, M. A. (2020). Elementary School Teachers' Perceptions of Digital Technology Based Learning in the 21st Century: Promoting Digital Technology as the Proponent Learning Tools. *Al Ibtida: Jurnal Pendidikan Guru MI*, *7*(1), 1–18. https://doi.org/10.24235/al.ibtida.snj.v7i1.6088

Kurnila, V. S., Jau, M. A., Fedi, S., & Kurniawan, Y. (2018). Pemecahan Masalah dengan Pendekatan Saintifik dan Koperatif Tipe NHT, serta Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa SMP. *Jurnal Review Pembelajaran Matematika*, *3*(2), 132–145. https://doi.org/10.15642/jrpm.2018.3.2.132-145

Kusumah, Y. S., Kustiawati, D., & Herman, T. (2020). The Effect of GeoGebra in Three-Dimensional Geometry Learning on Students' Mathematical Communication Ability. *International Journal of Instruction*, *13*(2), 895–908. https://doi.org/10.29333/iji.2020.13260a

Kutsner, W. G., & Kutsner, M. H. (1977). *The VNR Concise Encyclopedia of Mathematics*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.

Lagur, D. S., Makur, A. P., & Ramda, A. H. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Numbered Head Together (NHT) terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis.

Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, *7*(3), 357–368. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v7i3.160

Lestari, S. (2018). Peran Teknologi dalam Pendidikan di Era Globalisasi. *Edureligia: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, *2*(2), 94–100. https://doi.org/10.33650/edureligia.v2i2.459

Maryani, A., & Chotimah, S. (2021). Analisis Kesalahan Siswa SMA dalam Menyelesaikan Soal Materi Barisan dan Deret Berdasarkan Kriteria Watson. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *5*(3), 2344–2351. https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.770

Mayowi, L. I., & Maarif, S. (2023). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Pada Pembelajaran Matematika Realistik. Riemann: Research of Mathematics and Mathematics Education, 7(1), 1–17. https://doi.org/10.38114/riemann.v2i2.101

Mustami, M. K., & Safitri, D. (2018). The Effects of Numbered Heads Together-Assurance Relevance Interest Assessment Satisfaction on Students' Motivation. *International Journal of Instruction*, *11*(3), 123–134. https://doi.org/10.12973/iji.2018.1139a

Nugraha, T. H., & Pujiastuti, H. (2019). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Berdasarkan Perbedaan Gender. Edumatica : Jurnal Pendidikan Matematika, 9(1), 1–7. https://doi.org/10.22437/edumatica.v9i1.5880

Oktaviani, H. I., Slamet, T. I., Setyosari, P., Ulfa, S., Nofaizzi, M. U., Putra, W. P., & Kass, R. D. D. (2019). The Most Important Soft Skill for Students 21st Century Learning: Contribution Technology-Enhanced in Classroom. *2019 5th International Conference on Education and Technology (ICET)*, *1*, 39–42. https://doi.org/10.1109/ICET48172.2019.8987200

Pratama, Y. A., & William, N. (2018). Efektivitas Pembelajaran REACT Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *Jurnal Silogisme : Kajian Ilmu Matematika Dan Pembelajarannya*, *3*(3), 94–104. https://doi.org/10.24269/silogisme.v3i3.1474

Purnama, S. (2016). Metode Penelitian Dan Pengembangan (Pengenalan Untuk Mengembangkan Produk Pembelajaran Bahasa Arab). *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)*, *4*(1), 19–32. https://doi.org/10.21927/literasi.2013.4(1).19-32

Rohmah, H. F., & Warmi, A. (2021). Analisis Kemampuan Koneksi Matematis Siswa pada Materi Barisan dan Deret Aritmatika. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, *4*(2), 469–478. https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i2.469-478

Rossydha, F., & Qohar, A. (2020). Implementasi Model Pembelajaran Cooperative Learning Tipe Gallery Walk untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Mahasiswa Calon Guru. *IndoMath: Indonesia Mathematics Education*, *3*(1), 1–9. https://doi.org/10.30738/indomath.v3i1.6249

Salsabila, U. H., Sari, L. I., Lathif, K. H., Lestari, A. P., & Ayuning, A. (2020). Peran Teknologi dalam Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19. *Al-Mutharahah: Jurnal Penelitian Dan Kajian Sosial Keagamaan*, *17*(2), 188–198. https://doi.org/10.46781/al-mutharahah.v17i2.138

Andriyani, A., & Wulandari, F. (2022). Development of problem based e-worksheet to enhance mathematics'

communication skill in cartesian coordinates. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *23*(2), 569-584.

Saniriati, D. M. D., Dafik, D., & Murtikusuma, R. P. (2021). Pengembangan media pembelajaran adobe animate berbantuan schoology pada materi barisan dan deret aritmetika. *Jurnal Riset Pendidikan Dan Inovasi Pembelajaran Matematika (JRPIPM)*, *4*(2), 132-145.

Septiahani, A., Melisari, M., & Zanthy, L. S. (2020). Analisis Kesalahan Siswa SMK dalam Menyelesaikan Soal Materi Barisan dan Deret. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *9*(2), 311–322. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v9i2.644

Siregar, R. M. R., & Thawila, L. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Numbered Head Together (NHT) Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa di Kelas VII MTs Swasta Yaspend Muslim Pematang Tengah Tahun Pelajaran 2017/2018. *Jurnal Serunai Matematika*, *11*(2), 92–96. https://doi.org/10.37755/jsm.v11i2.174

Siregar, U. H., & Suparman, S. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL Dalam Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika), 6*(4), 672-689.

Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)* (21st ed.). Bandung: Alfabeta.

Sutama. (2012). *Metode Penelitian Pendidikan* (T. Hidayat, Ed.; 3rd ed.). Surakarta: Fairuz Media.

Syahril, R. F., & Kartini, K. (2021). Analisis Kesalahan Siswa Berdasarkan Objek Matematika pada Materi Barisan dan Deret di Kelas XI SMA/MA. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *5*(3), 2816–2825. https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.766

Syamsir, N. F., & Noviarni, N. (2018). Peningkatan kemampuan komunikasi matematis: pengembangan lembar kerja siswa berbasis probing-prompting untuk siswa sekolah menengah pertama. *JURING (Journal for Research in Mathematics Learning), 1*(2), 171-182.

Widoyoko, E. P. (2018). *Evaluasi Pembelajaran Panduan Praktis bagi Pendidik dan Calon Pendidik*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.

Yaniawati, R. P., Indrawan, R., & Setiawan, G. (2019). Core Model on Improving Mathematical Communication and Connection, Analysis of Students' Mathematical Disposition. *International Journal of Instruction*, *12*(4), 639–654. https://doi.org/10.29333/iji.2019.12441a

Yilmaz, A. (2021). The Effect of Technology Integration in Education on Prospective Teachers' Critical and Creative Thinking, Multidimensional 21st Century Skills and Academic Achievements. *Participatory Educational Research*, *8*(2), 163–199. https://doi.org/10.17275/per.21.35.8.2