

PENGEMBANGAN E-MODUL STATISTIKA MATEMATIKA BERBASIS STEM

(DEVELOPMENT OF STEM-BASED MATHEMATICS STATISTICS E-MODULE)

Retno Marsitin¹, Nyamik Rahayu Sesanti²

¹Universitas PGRI Kanjuruhan Malang, mars_retno@unikama.ac.id

²Universitas PGRI Kanjuruhan Malang, nyamik@unikama.ac.id

Abstrak

E-modul statistika matematika berbasis STEM sangat diperlukan dalam pembelajaran daring. Penelitian bertujuan mengembangkan e-modul statistika matematika berbasis STEM yang valid, efektif, dan layak. Penelitian menggunakan metode pengembangan dengan tahapan: analisis, perencanaan, pengembangan, dan evaluasi. Validasi produk meliputi validasi untuk materi, pembelajaran dan desain. Pengumpulan data menggunakan lembar validasi, tes statistika matematika, dan angket. Analisis data yaitu deskriptif dan kualitatif. E-modul statistika matematika yang dikembangkan menggunakan aplikasi sigil. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa hasil respon terhadap e-modul statistika matematika berbasis STEM sesuai dengan kebutuhan mahasiswa, yaitu: memiliki kemudahan, daya tarik dan bermanfaat. Kesimpulan hasil penelitian adalah e-modul statistika matematika berbasis STEM dinyatakan valid, sangat efektif dan sangat layak. E-modul statistika matematika berbasis STEM dapat diimplementasikan pada pembelajaran matematika secara daring.

Kata kunci: E-modul, Statistika Matematika, STEM

Abstract

STEM-based mathematical statistics e-module is very important in online learning. This research aimed to develop a valid, effective, and feasible STEM-based mathematical statistics e-module. This research was a development research, and the stages includes analysis, design, development, evaluation. Product validation includes validation of material, learning and product design. Data collection includes validation sheets, mathematical statistical tests, and questionnaires. The data analysis was descriptive and qualitative. The STEM-based mathematical statistics e-module was developed by using sigil application. The results showed that the response to the STEM-based mathematical statistics e-module was in accordance with the student's needs those were easy, interesting, and useful. The conclusion of the research is that STEM-based mathematical statistics e-module was valid, very effective and feasible. STEM-based mathematical statistics e-module can be implemented in online mathematics learning.

Keywords: E-module, Mathematical Statistics, STEM

PENDAHULUAN

Pembelajaran di era globalisasi dengan teknologi yang saat ini sedang berkembang pesatnya dapat dilakukan dengan jarak jauh. Pembelajaran jarak jauh melalui pembelajaran daring sebagai solusi kegiatan pembelajaran pada masa pandemi covid-19, termasuk pembelajaran matematika. Pada saat ini, dosen sebagai tenaga pendidik dan mahasiswa diharapkan tetap melakukan pembelajaran di rumah masing-masing secara daring, sehingga perlu inovasi pembelajaran. Pembelajaran daring di level Perguruan Tinggi sudah saatnya diterapkan agar pembelajaran lebih bermakna dan meningkatnya kemampuan kognitif akademik mahasiswa. Kemampuan kognitif akademik mahasiswa bisa meningkat apabila memiliki kemampuan berpikir yang maksimal. Kemampuan berpikir mahasiswa harus dikembangkan agar lebih fokus pada definisi, pembuktian secara logika, dan berpikir kreatif (Isharyadi, 2019; Mu et al., 2019; Senjayawati, 2020; Sumarmo, 2014). Salah satu diantaranya yaitu matakuliah statistika matematika. Statistika matematika merupakan salah satu pembahasan materi matematika yang memerlukan kemampuan pola pikir dalam memahami konsep. Kemampuan berpikir mahasiswa masih cenderung hanya menghafal rumus tanpa memahami konsep dan jika ditanya rumus/konsep selalu dijawab tidak tahu dan terkesan cuek, sehingga kemampuan kognitif dengan nilainya lebih dari 70 masih 35%. Berkenaan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan inovasi pembelajaran daring dengan pendekatan *Sains, Technology, Engineering, Mathematic* (STEM). STEM merupakan singkatan dari integrasi *Sains* (S), *Technology* (T), *Engineering* (E) dan *Mathematic* (M), yang memiliki kemampuan berabagai dimensi untuk diterapkan pada kehidupan modern (Nessa et al., 2017; Pimthong & Williams, 2018). Salah satu upaya meningkatkan kualitas pembelajaran yaitu menerapkan STEM pada pembelajaran matematika. Pembelajaran STEM lebih bermakna menggunakan teknologi dengan pembelajaran daring apabila dikemas dalam e-modul.

Beberapa penelitian sebagai penunjang, penelitian oleh Puspitasari et al. (2020) yang memperlihatkan bahwa guru dan peserta didik membutuhkan e-modul terintegrasi STEM, dan peserta didik tertarik untuk belajar menggunakan STEM dengan modul elektronik. Penelitian juga dilaksanakan oleh Lou et al. (2011) yang hasil penelitiannya memperlihatkan bahwa STEM yang diterapkan dalam pembelajaran agar mengalami peningkatan kemampuan secara akademik maupun non-akademik peserta didik. Penelitian yang dilaksanakan Zakaria et al. (2019) dengan hasil penelitiannya memperlihatkan bahwa pembelajaran dan pengajaran dengan lingkungan belajar yang fleksibel yang mengedepankan pembelajaran online dan mobile yang dapat diakses kapanpun dan di manapun dalam implementasi mata pelajaran STEM seperti Sains dan Matematika.

Perkembangan teknologi perlu dikembangkan bahan ajar elektronik dan pembelajaran yang dilakukan secara online maka mahasiswa dengan keberadaan dimanapun dapat mengikuti perkuliahan tersebut (Chen et al., 2015; Letchumanan & Tarmizi, 2010). Pembelajaran e-modul merupakan bahan pembelajaran elektronik secara online. Keunggulan pembelajaran online yaitu mahasiswa dapat melakukan pembelajaran dimanapun dan kapanpun dengan terhubung jaringan internet dan mahasiswa lebih tertarik menggunakan e-book dalam penyelesaian tugasnya. Selain itu, berbagai informasi dalam internet yang bertujuan agar mengalami peningkatan kualitas dalam pengajaran dan pembelajaran matematika terus-menerus (Bozkurt & Ruthven, 2017; Mailizar & Fan, 2020). E-modul pada

statistika matematika berbasis STEM yang dikembangkan menggunakan aplikasi sigil. Sigil merupakan aplikasi teknologi yang diterapkan dalam bahan ajar matematika berupa e-modul. Keuntungannya sigil yaitu tulisan dapat diubah ke dalam bentuk modul ataupun buku digital yang dapat diakses dimanapun dengan perangkat seperti komputer, laptop maupun *smartphone*.

Pembelajaran dengan pendekatan STEM merupakan pembelajaran berbagai ilmu yaitu *sains, technology, engineering and mathematic*, sehingga tercipta ilmu baru dengan pengetahuan yang terintegrasi dengan disiplin ilmu lainnya menjadi suatu ilmu yang baru tidak sepotong-potong (Bell et al., 2018; Morrison, 2006; Pimthong & Williams, 2018). STEM dapat memotivasi peserta didik untuk merancang desain, melakukan pengembangan dan pemanfaatan teknologi, mencerdaskan kognitif dan afektif, serta pengaplikasian pengetahuan, agar mengalami peningkatan ketercapaian bagi peserta didik baik secara akademik maupun bukan akademik (Altan et al., 2018; Ceylan & Ozdilek, 2015; Kapila & Iskander, 2014; Lou et al., 2011).

STEM dengan bertujuan akhir pembelajaran merupakan hasil aktifitas dalam pembelajaran dari segi kognitif, yang memuat konten pembelajaran yang diharapkan peserta didik (Li & Schoenfeld, 2019; Maass et al., 2019). Definisi dari literasi STEM yaitu: a) *Sains*: literasi *sains* yaitu kemampuan identifikasi informasi ilmiah, aplikasikan dalam realita dan menemukan solusi; b) *Technology*: literasi *technology* yaitu keterampilan memanfaatkan berbagai teknologi, pengembangan teknologi, analisis teknologi; c) *Engineering*: literasi *engineering* yaitu kemampuan desain yang lebih kreatif dan berinovatif dalam mengembangkan teknologi dengan penggabungan berbagai bidang ilmu; d) *Mathematic*: yaitu literasi *mathematic* yaitu kemampuan dalam menyampaikan ide/gagasan dan menganalisis serta menyelesaikan permasalahan secara matematik (Maass et al., 2019; Pimthong & Williams, 2018).

Statistika matematika merupakan matakuliah wajib bagi mahasiswa pendidikan matematika dengan beban 3 sks. Materi statistika matematika dengan pembahasan yang meliputi: probabilitas, variabel random dan distribusi probabilitas, distribusi gabungan, distribusi marginal, distribusi bersyarat, ekspektasi matematis, distribusi probabilitas khusus. Pembahasan materi statistika matematika dikemas berupa e-modul sesuai kebutuhan mahasiswa agar lebih mudah memahami konsep, memiliki ketertarikan pada statistika matematika dan memiliki manfaat bagi mahasiswa.

STEM merupakan salah satu pembelajaran matematika dengan pembelajaran daring yang memanfaatkan teknologi. Pembelajaran daring merupakan salah satu bentuk pembelajaran jarak jauh yang berbasis teknologi. Pembelajaran daring bermanfaat untuk mengatasi permasalahan dan memudahkan mahasiswa untuk mengakses materi perkuliahan (Leong & Alexander, 2014; Loong & Herbert, 2012). Teknologi informasi dapat diimplementasikan sebagai sarana pembelajaran dalam pendidikan. Pada masa covid-19, dosen sebagai tenaga pendidikan dan mahasiswa diharapkan tetap melakukan pembelajaran secara daring, sehingga perlu inovasi pembelajaran daring. Salah satu upaya mendukung pembelajaran daring perguruan tinggi dengan sistem pembelajaran daring Indonesia yang diterapkan perguruan tinggi yaitu dengan melakukan inovasi bahan ajar berupa e-modul.

E-modul merupakan bentuk pembelajaran dengan didesain untuk mandiri

saat belajar, karena itu e-modul dengan diberikan panduan agar memiliki kemampuan kemandirian dalam belajar (Andriani et al., 2018; Mamun et al., 2020). E-modul yang dikemas dalam pembelajaran daring dengan kelebihan diantaranya yaitu: penyajiannya (tampilan) e-modul menggunakan perangkat elektronik dengan aplikasi, lebih praktis, biaya produksi lebih murah, tahan lama dan menggunakan daya listrik. Pengembangan e-modul, ditunjang dengan hasil penelitian (Choi & Walters, 2018; de Mooij et al., 2020) menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilakukan dengan *online* dapat mendukung kemampuan memperoleh informasi berbagai sumber. E-modul statistika matematika berbasis STEM yang dikembangkan memanfaatkan teknologi dengan aplikasi sigil. Sigil merupakan sarana buku elektronik dengan menyediakan konten yang dapat diakses melalui Publikasi Elektronik (EPUB) (Park et al., 2019) . Sigil merupakan aplikasi yang memiliki fungsi hampir sama dengan *word* dalam pengolahan kata, hanya pada penampilan tulisannya dalam bentuk digital dengan format *EPUB* yang pengaksesannya dapat dimanfaatkan kapanpun melalui perangkat komputer, laptop maupun *smartphone*. Berkenaan dengan pemaparan tersebut tersebut maka dilakukan pengembangan e-modul pada statistika matematika berbasis STEM dengan tujuan penelitian, yaitu: untuk mengembangkan e-modul statistika matematika berbasis STEM yang valid, efektif dan layak.

METODE

Penelitian ini termasuk metode pengembangan yang mengaplikasikan desain dengan tahapan pengembangannya: analisis (*analysis*), perencanaan (*design*), pengembangan (*development*) dan evaluasi (*evaluation*) (Richey et al., 2011). Pada desain juga menggunakan model pengembangan dengan langkah sebagai berikut: identifikasi tujuan, analisis pembelajaran, menetapkan pelaksanaannya, penyusunan instrumen, merancang desain, pemilihan materi, pengembangan materi, merevisi dan desain serta mengevaluasi (Dick et al., 2009). Adapun pengembangan e-modul statistika matematika berbasis STEM dengan tahapan dan langkah sebagai berikut:

1. Tahap analisis (*analysis*), dengan model pengembangan langkah 1 yaitu: identifikasi tujuan dan langkah 2 yaitu: analisis pembelajaran.
2. Tahap perencanaan (*design*), dengan model pengembangan langkah 3 yaitu menetapkan pelaksanaannya, langkah 4 yaitu: penyusunan instrumen dan langkah 5 yaitu: merancang desain (draft e-modul berbasis STEM).
3. Tahap pengembangan (*development*) dengan model pengembangan langkah 6 yaitu: pemilihan materi dengan statistika matematika, langkah 7 yaitu pengembangan materi dengan memvalidasi, langkah 8 yaitu merevisi dan langkah 9 yaitu desain dengan desain produk yang valid.

Pada e-modul statistika matematika berbasis STEM yang dikembangkan dengan STEM meliputi: a) *Sains* dengan literasi *sains* yaitu kemampuan identifikasi informasi yang ilmiah, aplikasi dalam realita dan menentukan solusi; b) *Technology* dengan literasi *technology* yaitu keterampilan mengaplikasi berbagai teknologi, analisis dan pengembangan teknologi; c) *Engineering* dengan literasi *engineering* yaitu kemampuan menumbuhkembangkan teknologi yang didesain untuk lebih berkreasi dan berinovatif melalui penyatuan bermacam-macam bidang ilmu; d) *Mathematic* dengan literasi *mathematic* yaitu

kemampuan analisis dan penyampaian ide/gagasan serta menyelesaikan masalah secara matematik dalam pengaplikasiannya.

4. Tahap evaluasi (*evaluation*), dengan model pengembangan langkah 10 yaitu: mengevaluasi dengan uji produk penelitian melalui tes statistika matematika dan angket respon mahasiswa serta dosen. Tes statistika matematika dilaksanakan dengan mengerjakan empat soal uraian terkait materi statistika matematika. Pada angket respon baik mahasiswa maupun dosen dengan 15 pertanyaan terkait respon terhadap e-modul statistika matematika berbasis STEM.

Pengumpulan data sebagai acuan melakukan perbaikan ketercapaian kevalidan, keefektifan dan kelayakan. Kevalidan menggunakan hasil validasi, keefektifan menggunakan ketercapaian hasil tes dan kelayakan menggunakan ketercapaian hasil angket untuk respon. Selanjutnya, daata yang diperoleh dilakukan penganalisisan secara deskriptif dan kualitatif. Data yang dianalisis deskriptif untuk mengetahui keefektifan dan kelayakan e-modul yang dikembangkan. Analisis kualitatif untuk mengetahui yang perlu diperbaiki dari e-modul yang dikembangkan. Pengambilan subyek untuk penelitian yaitu mahasiswa yang sedang atau sudah menempuh matakuliah statistika matematika pada pendidikan matematika Universitas PGRI Kanjuruhan Malang. Pada uji produk kelompok kecil dengan subyek mahasiswa angkatan 2017 kelas A dengan jumlah 37 mahasiswa dan pada uji produk kelompok besar dengan subyek mahasiswa angkatan 2017 kelas B dan C dengan jumlah 77 mahasiswa.

Sebelum menerapkan uji produk, lebih dahulu dilakukan penilaian validasi produk e-modul oleh 3 orang validator, yaitu: validasi untuk materi oleh validator pakar materi, untuk pembelajaran oleh pakar pembelajaran dan untuk desain produk oleh pakar desain. Selain itu, juga dilakukan penilaian validasi instrumen penelitian oleh 1 orang validator pakar instrumen penelitian, yaitu: validasi untuk soal tes statistika matematika, lembar kerja mahasiswa dan angket untuk respon baik dosen maupun mahasiswa. Setelah divalidasi dan dinyatakan valid maka melaksanakan uji produk pada kelompok kecil dan besar. Kualifikasi kevalidan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualifikasi Kevalidan E-Modul

Uraian	Kualifikasi
$80\% \leq R \leq 100\%$	Sangat Valid (valid tanpa perbaikan)
$60\% \leq R < 80\%$	Valid (dengan perbaikan)
$40\% \leq R < 60\%$	Cukup Valid (dengan perbaikan)
$20\% \leq R < 40\%$	Kurang Valid (dengan perbaikan)
$R < 20\%$	Tidak Valid

Selain itu, e-modul yang dikembangkan juga dianalisis dengan kualifikasi keefektifan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualifikasi Keefektifan E-Modul

Uraian	Kualifikasi
$80\% \leq R \leq 100\%$	Sangat Efektif (e-modul sangat efektif)
$60\% \leq R < 80\%$	Efektif (e-modul efektif)
$40\% \leq R < 60\%$	Cukup Efektif (e-modul cukup efektif)
$20\% \leq R < 40\%$	Kurang Efektif (e-modul kurang efektif)
$R < 20\%$	Tidak Efektif (e-modul tidak efektif)

Pada analisis data penelitian dengan kualifikasi kelayakan tampak pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualifikasi Kelayakan E-Modul

Uraian	Kualifikasi
$80\% \leq R \leq 100\%$	Sangat Layak (e-modul sangat layak)
$60\% \leq R < 80\%$	Layak (e-modul layak)
$40\% \leq R < 60\%$	Cukup Layak (e-modul cukup layak)
$20\% \leq R < 40\%$	Kurang Layak (e-modul kurang layak)
$R < 20\%$	Tidak Layak (e-modul tidak layak)

E-modul statistika matematika berbasis STEM yang dikembangkan juga memanfaatkan teknologi dengan menggunakan aplikasi sigil. Mengubah file modul dalam word menjadi file modul menggunakan aplikasi sigil dengan langkah awalnya menggunakan pengolahan kata yang biasanya dalam *word* dan selanjutnya menggunakan sigil dengan file dalam *html* dan *epub*. Hasil e-modul bisa diakses melalui perangkat komputer, laptop maupun *smartphone*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian dengan beberapa tahapan, yaitu: pada tahap analisis (*analysis*), dengan melaksanakan identifikasi tujuan dan analisis pembelajaran yaitu: menggunakan buku statistika matematika yang umum, sehingga masih terasa sulit bagi mahasiswa dalam pemahaman konsep materi dan pola pikir penyelesaian soal belum maksimal, belum ada buku statistika matematika yang berupa e-modul, kemandirian mahasiswa masih belum maksimal. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa mahasiswa membutuhkan bahan ajar elektronik berupa e-modul untuk memotivasi dan memberikan bantuan mahasiswa dalam pemahaman konsep statistika matematika dan mampu menjawab masalah statistika matematika dengan tepat. Pembelajaran statistika matematika dengan ketercapaian kompetensi yaitu mahasiswa mampu menunjukkan sikap mengeksplor konsep yang tepat dan berbagai contohnya, pengajuan pertanyaan, memiliki wawasan pengetahuan yang cukup memadai terkait matematika dan bidang ilmu lainnya yang relevan. Salah satu upaya agar ketercapaian kompetensi statistika matematika maka sangat perlu bahan pembelajaran berupa e-modul statistika matematika berbasis STEM sebagai sarana untuk meningkatkan ketercapaian akademik mahasiswa.

Pada tahap perencanaan (*design*), dengan menetapkan pelaksanaannya, penyusunan instrumen dan merancang desain spesifikasi produk dan isi struktur e-modul yang diawali menyusun instrumen meliputi: soal tes statistika matematika, angket untuk respon dosen, angket untuk respon mahasiswa, lembar kerja mahasiswa, kemudian merancang desain spesifikasi produk hingga isi struktur e-modul. Menyusun tes statistika matematika yang digunakan untuk memperoleh data keefektifan e-modul statistika matematika berbasis STEM dan menyusun angket untuk respon mahasiswa serta angket untuk respon dosen untuk memperoleh data kelayakan e-modul statistika matematika berbasis STEM.

Tahap pengembangan (*development*), dengan materi statistika matematika dan memvalidasi pada e-modul statistika matematika berbasis STEM yang dikembangkan. Validator memberikan saran-saran untuk diperbaiki yang meliputi: materi dengan contohnya dan latihannya perlu diperhatikan agar pertanyaannya soal lebih mudah dipahami, daya tarik penampilannya kurang bagus pada

penjelasan rumus/konsep. Perbaikan e-modul dengan melaksanakan perbaikan sesuai saran-saran yang diberikan. Selain e-modul, instrumen penelitian yang telah validator divalidasi dinyatakan valid. Walaupun demikian, saran-saran diberikan validator untuk diperbaiki diantaranya pertanyaan tes statistika matematika dengan saran perbaikan yaitu secara bahasa yang diterapkan pada soal untuk diperbaiki karena nantinya memunculkan kerancuan soal, angket untuk tanggapan (respon) bagi dosen dan bagi mahasiswa dengan saran-saran untuk perbaikan yaitu inti pernyataan-pernyataan untuk tanggapan (respon) perlu untuk diperhatikan karena ada pernyataan-pernyataan yang mempunyai pengertian sama. Pada tahap keempat yaitu evaluasi (*evaluation*), dengan melaksanakan uji produk yang meliputi uji produk kelompok kecil dan kelompok besar untuk memperoleh tanggapan mahasiswa dan tanggapan dosen terhadap e-modul statistika matematika berbasis STEM serta melakukan evaluasi dan analisis keefektifan dan kelayakan e-modul statistika matematika berbasis STEM yang dikembangkan.

Penelitian dengan keempat tahapan yang telah dipaparkan diperoleh hasil validasi penelitian yang meliputi instrumen penelitian dan e-modul. Produk untuk e-modul statistika matematika berbasis STEM yang telah divalidasi menunjukkan valid dan dapat diterapkan untuk penelitian. Validasi e-modul pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekap Validasi E-modul Statistika Matematika Berbasis STEM

Uraian	Persentase
Materi	73%
Pembelajaran	75%
Desain Produk	71%

Selanjutnya, rekap hasil lembar kerja mahasiswa, tes statistika matematika, angket untuk respon mahasiswa dan angket untuk respon dosen yang telah divalidasi pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekap Validasi Instrumen Penelitian

Uraian	Persentase
Lembar Kerja Mahasiswa	75%
Soal Tes Statistika Matematika	77%
Angket untuk Respon Mahasiswa	73%
Angket untuk Respon Dosen	72%

Instrumen penelitian berupa tes statistika matematika, angket untuk respon mahasiswa dan angket untuk respon dosen serta lembar kerja mahasiswa yang telah divalidasi memperlihatkan bahwa instrumen penelitian valid dan dapat diterapkan dalam penelitian. Pada uji produk penelitian dalam kelompok kecil dengan 37 mahasiswa pendidikan matematika diperoleh hasil pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekap Hasil Tes dan Angket untuk Respon

Deskripsi	Persentase
Tes Statistika Matematika	62,17%
Angket untuk respon Mahasiswa	73,5%
Angket untuk respon Dosen	71,75%

Tes statistika matematika pada uji produk kelompok kecil diperoleh rekap data bahwa keefektifan e-modul statistika matematika berbasis STEM sebesar 62,17%, sehingga dapat dikatakan efektif. Selain itu, hasil angket untuk respon diperoleh rekap data bahwa kelayakan e-modul statistika matematika berbasis STEM dengan angket untuk respon mahasiswa sebesar 73,5% dan hasil angket untuk respon dosen sebesar 71,75%, sehingga rata-rata kelayakan sebesar 72,625% dan dapat dikatakan layak. Hasil uji coba produk menunjukkan bahwa pembelajaran daring e-modul statistika matematika berbasis STEM dapat dinyatakan valid, efektif dan layak pada uji produk kelompok kecil.

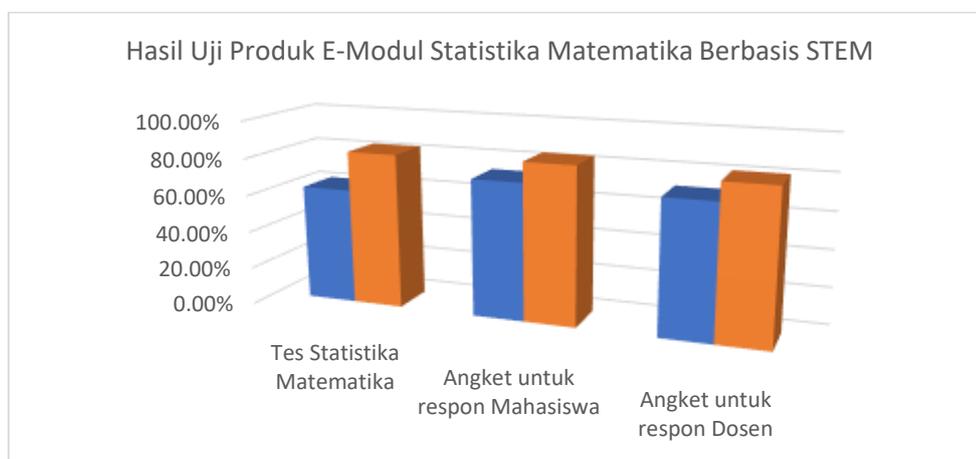
Uji produk kelompok besar pada 77 mahasiswa pendidikan matematika diperoleh hasil pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekap Hasil Tes dan Angket untuk Respon

Deskripsi	Persentase
Tes Statistika Matematika	83,12%
Angket untuk respon Mahasiswa	84,25%
Angket untuk respon Dosen	81,5%

Tes statistika matematika pada uji produk kelompok besar diperoleh rekap data bahwa keefektifan e-modul statistika matematika berbasis STEM sebesar 83,12%. Ketercapaian hasil tes statistika matematika mengalami peningkatan dari 62,27% menjadi 83,12%, sehingga dapat dikatakan sangat efektif. Selain itu, hasil angket untuk respon diperoleh rekap data bahwa kelayakan e-modul statistika matematika berbasis STEM dengan angket untuk respon mahasiswa sebesar 84,25% dan hasil angket untuk respon dosen sebesar 81,5%. sehingga rata-rata kelayakan sebesar 82,875% dengan sangat layak. Hasil uji coba produk menunjukkan bahwa pembelajaran daring e-modul statistika matematika berbasis STEM dapat dinyatakan sangat valid, sangat efektif dan sangat layak pada uji produk kelompok besar.

Hasil uji produk e-modul statistika matematika berbasis STEM secara keseluruhan dapat terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Hasil Uji Produk

Pada hasil uji produk penelitian, menunjukkan bahwa respon mahasiswa

dan dosen menunjukkan tanggapan yang baik terhadap e-modul statistika matematika berbasis STEM dan dapat meningkatkan hasil tes kemampuan akademik statistika matematika. Adapun e-modul statistika matematika berbasis STEM tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. E-Modul Statistika Matematika Berbasis STEM

E-modul statistika matematika berbasis STEM yang dikembangkan dan diterapkan dalam penelitian meliputi: a) *Sains* dengan literasi *sains* yaitu kemampuan identifikasi informasi yang ilmiah, aplikasi dalam realita dan menentukan solusi; b) *Technology* dengan literasi *technology* yaitu keterampilan mengaplikasi berbagai teknologi, analisis dan pengembangan teknologi; c) *Engineering* dengan literasi *engineering* yaitu kemampuan menumbuhkembangkan teknologi yang didesain untuk lebih kreatif dan berinovatif melalui penyatuan bermacam-macam bidang ilmu; d) *Mathematic* dengan literasi *mathematic* yaitu kemampuan analisis dan penyampaian ide/gagasan serta menyelesaikan masalah secara matematik dalam pengaplikasiannya. Aktivitas mahasiswa pada e-modul statistika matematika berbasis STEM dengan lembar kerja mahasiswa sangat membantu mahasiswa dalam memahami konsep dan menyelesaikan permasalahan statistika matematika dengan benar dan tepat. Pembelajaran statistika matematika berbasis STEM berupa e-modul dengan lembar kerja mahasiswa dapat dengan mudah mahasiswa mengakses melalui internet baik komputer, laptop atau *smartphone*. Interaksi mahasiswa terjalin melalui diskusi dalam sistem pembelajaran daring. Hal ini sejalan dengan pendapat (Henry et al., 2019) bahwa STEM membantu memotivasi mahasiswa dalam mengembangkan pola pikir. Yata et al. (2020) berpendapat bahwa STEM mengkombinasi pembelajaran dengan teknologi.

E-modul statistika matematika berbasis STEM yang dikembangkan dengan mengaplikasikan dalam teknologi menggunakan aplikasi sigil dapat diakses melalui perangkat komputer, laptop maupun *smartphone*. Hasil penelitian terlihat bahwa respon terhadap e-modul statistika matematika berbasis STEM sesuai dengan kebutuhan mahasiswa yaitu memiliki kemudahan, daya tarik dan bermanfaat, sesuai pendapat (de Mooij et al., 2020) yaitu respon dalam suatu mata kuliah secara tidak langsung berhubungan dengan perubahan pola pikir matematika dan kepercayaan diri matematika. Hal ini juga sependapat dengan (Choi & Walters, 2018) bahwa pembelajaran daring dapat lebih meningkatkan kinerja matematika. Zakaria et al. (2019) berpendapat bahwa jenis alat pembelajaran online, sehingga ketergantungan untuk konektivitas jaringan sangat tinggi. Sejalan juga penelitian yang dilakukan

(Keengwe & Georgina, 2012; Mailizar & Fan, 2020) bahwa menjelaskan bahwa teknologi dengan perkembangannya memberikan perubahan inovasi terhadap pelaksanaan pembelajaran. Tezer et al. (2019) juga menjelaskan bahwa calon guru memiliki peningkatan yang signifikan dalam keberhasilannya mengajar dengan pembelajaran online. Li & Schoenfeld (2019) menyatakan bahwa STEM merupakan pembelajaran dengan ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika. STEM secara praktis menggabungkan dan gaya berpikir matematika, sains, dan teknologi. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul statistika matematika berbasis STEM dapat dinyatakan valid, sangat efektif dan sangat layak untuk diimplementasikan pada pembelajaran matematika secara daring.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dan pembahasan penelitian pengembangan ini dapat disimpulkan bahwa e-modul statistika matematika berbasis STEM dinyatakan valid, sangat efektif dan sangat layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran statistika matematika kepada mahasiswa secara daring. Selanjutnya, pelaksanaan pembelajaran e-modul statistika matematika berbasis STEM dengan penerapan pembelajaran secara daring ini, disarankan untuk mempersiapkan segala keperluan sarana terutama kesiapan sinyal internet yang lancar agar pembelajaran berjalan dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Altan, E. B., Ozturk, N., & Turkoglu, A. Y. (2018). Socio-scientific issues as a context for STEM education: A case study research with pre-service science teachers. *European Journal of Educational Research*, 7(4). <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.4.805>
- Andriani, A., Dewi, I., & Halomoan, B. (2018). Development of Mathematics Learning Strategy Module, Based on Higher Order Thinking Skill (Hots) To Improve Mathematic Communication and Self Efficacy On Students Mathematics Department. *Journal of Physics: Conference Series*, 970(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/970/1/012028>
- Bell, D., Morrison-Love, D., Wooff, D., & McLain, M. (2018). STEM education in the twenty-first century: learning at work—an exploration of design and technology teacher perceptions and practices. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9414-3>
- Bozkurt, G., & Ruthven, K. (2017). Classroom-based professional expertise: a mathematics teacher's practice with technology. *Educational Studies in Mathematics*, 94(3). <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9732-5>
- Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a Sample Lesson Plan for Secondary Science Courses within the STEM Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 177. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.395>
- Chen, T.-Y., Wei, H.-W., Cheng, Y.-C., Leu, J.-S., Shih, W.-K., & Hsu, N.-I. (2015). Integrating an e-book Software with Vector Graphic Technology on Cloud Platform. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.572>
- Choi, J., & Walters, A. (2018). Exploring the impact of small-group synchronous discourse sessions in online math learning. *Online Learning Journal*, 22(4).

- <https://doi.org/10.24059/olj.v22i4.1511>
- de Mooij, S. M. M., Kirkham, N. Z., Raijmakers, M. E. J., van der Maas, H. L. J., & Dumontheil, I. (2020). Should online math learning environments be tailored to individuals' cognitive profiles? *Journal of Experimental Child Psychology*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.104730>
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2009). The Systematic Design of Instruction. In *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-9606-0>
- Henry, M. A., Shorter, S., Charkoudian, L., Heemstra, J. M., & Corwin, L. A. (2019). FAIL is not a four-letter word: A theoretical framework for exploring undergraduate students' approaches to academic challenge and responses to failure in STEM learning environments. *CBE Life Sciences Education*, 18(1). <https://doi.org/10.1187/cbe.18-06-0108>
- Isharyadi, R. & A. (2019). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Video Berbasis Pen Tablet dalam Pembelajaran Kalkulus Integral. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 4(1), 61–72. <https://doi.org/10.26594/jmpm.v4i1.1682>
- Kapila, V., & Iskander, M. (2014). Lessons Learned from Conducting a K-12 Project to Revitalize Achievement by using Instrumentation in Science Education. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 15(1).
- Keengwe, J., & Georgina, D. (2012). The digital course training workshop for online learning and teaching. *Education and Information Technologies*, 17(4). <https://doi.org/10.1007/s10639-011-9164-x>
- Leong, K. E., & Alexander, N. (2014). College Students attitude and mathematics achievement using web-based homework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(6). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1220a>
- Letchumanan, M., & Tarmizi, R. A. (2010). Utilization of e-book among university mathematics students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.080>
- Li, Y., & Schoenfeld, A. H. (2019). Problematizing teaching and learning mathematics as “given” in STEM education. In *International Journal of STEM Education* (Vol. 6, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0197-9>
- Loong, E. Y. K., & Herbert, S. (2012). Student perspectives of Web-based mathematics. *International Journal of Educational Research*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.03.002>
- Lou, S. J., Liu, Y. H., Shih, R. C., Chuang, S. Y., & Tseng, K. H. (2011). Effectiveness of on-line STEM project-based learning for female senior high school students. *International Journal of Engineering Education*.
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The Role of Mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM - Mathematics Education*, 51(6). <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5>
- Mailizar, M., & Fan, L. (2020). Indonesian teachers' knowledge of ICT and the use of ICT in secondary mathematics teaching. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1). <https://doi.org/10.29333/ejmste/110352>
- Mamun, M. A. al, Lawrie, G., & Wright, T. (2020). Instructional design of

- scaffolded online learning modules for self-directed and inquiry-based learning environments. *Computers and Education*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103695>
- Morrison, J. (2006). TIES STEM Education Monograph Series: Attributes of STEM Education - The Student, The Academy, The Classroom. *Teaching Institute for Essential Science*, 6.
- Mu, S., Chai, S., Wang, H., & Chen, Y. (2019). Real-time analysis method and application of engagement in online independent learning. *IEEE Access*, 7. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2924641>
- Nessa, W., Hartono, Y., & Hiltrimartin, C. (2017). Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak pada Ruang Dimensi Tiga Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Problem-Based Learning di Kelas X. *Jurnal Elemen*. <https://doi.org/10.29408/jel.v3i1.273>
- Park, J. H., Kim, H. Y., & Lim, S. B. (2019). Development of an electronic book accessibility standard for physically challenged individuals and deduction of a production guideline. *Computer Standards and Interfaces*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2018.12.004>
- Pimthong, P., & Williams, J. (2018). Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.07.017>
- Puspitasari, R. D., Herlina, K., & Suyatna, A. (2020). A Need Analysis of STEM-integrated Flipped Classroom E-module to Improve Critical Thinking Skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2). <https://doi.org/10.24042/ijsme.v3i2.6121>
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Tracey, M. W. (2011). The instructional design knowledge base: theory, research, and practice. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Senjayawati, E. & K. G. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Desain Didaktis untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Reflektif Matematis Siswa SMA. *JMPM: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 5(2), 20–33. <https://doi.org/10.26594/jmpm.v5i2.2082>
- Sumarmo, U. (2014). Berpikir Dan Disposisi Matematika Serta Pembelajarannya. *Kumpulan Makalah Pendidikan Matematika FPMIPA UPI Bandung*. <https://doi.org/10.1109/SECPRI.2000.848445>
- Tezer, M., Yildiz, E. P., Bozkurt, S., & Tangul, H. (2019). The influence of online mathematics learning on prospective teacher's mathematics achievement: The role of independent and collaborative learning. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 11(4). <https://doi.org/10.18844/wjet.v11i4.4361>
- Yata, C., Ohtani, T., & Isobe, M. (2020). Conceptual framework of STEM based on Japanese subject principles. *International Journal of STEM Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00205-8>
- Zakaria, N. A., Saharudin, M. S., Yusof, R., & Abidin, Z. Z. (2019). Code pocket: Development of interactive online learning of STEM's subject. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2). <https://doi.org/10.35940/ijrte.B3297.078219>