

IMPLEMENTASI MEDIA PEMBELAJARAN *WEBNET-LEARNING PLATFORM* DENGAN DOCKER KUBERNETES MENGGUNAKAN METODE LOAD BALANCING (STUDI KASUS: SMKN 2 BANJARBARU)

Erlangga Syahputera

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : erlangga.18025@mhs.unesa.ac.id

I Gusti Lanang Putra Eka Prisma

Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : lanangprismana@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menjelaskan tentang permasalahan yang muncul pada masa transisi setelah COVID-19, sehingga pembelajaran di kelas masih belum efisien, maka dari itu peneliti membuat sebuah media pembelajaran berbasis web agar siswa tetap dapat melakukan kegiatan belajar secara daring dimanapun dan kapanpun. Metode yang digunakan adalah *Research and Discovery* (R&D) yang terdiri dari 6 tahap, yakni: Potensi dan Masalah, Pengumpulan Data, Desain Produk, Validasi Desain, Revisi Desain dan Uji Coba Produk. Dalam tahap Potensi Masalah serta Pengumpulan Data, Peneliti meneliti masalah yang timbul di sekolah lalu mengumpulkan data yang dibutuhkan melalui survei ke guru di sekolah. Tahap Desain Produk peneliti mengembangkan media pembelajaran *Webnet-Learning Platform* berbasis website dengan arsitektur *Docker Kubernetes* dan Metode *Load Balancing* sebagai teknologinya dan dilakukan pengujian performa terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Tahap Validasi dan Revisi Desain peneliti melakukan validasi ke dosen ahli dan mendapatkan skor 90% yang menyatakan media pembelajaran siap untuk diujicobakan dan melakukan revisi desain sesuai arahan yang diberikan. pada tahap Uji Coba Produk akan dilakukan pengujian di sekolah dengan mengambil nilai pre-test dan post-test dari sebelum dan sesudah siswa menggunakan media pembelajaran yang dikembangkan. Dan didapatkan nilai rata-rata 75.4% pada pre-test dan 92.7% pada post-test. Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan dinilai efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

Kata Kunci : Pembelajaran Daring, Media Pembelajaran, *Webnet-Learning Platform*, *Docker Kubernetes*, *Load Balancing*

Abstract

This research explains the problems that arise during the transition period after COVID-19, so that learning in the classroom is still not efficient, therefore researchers create a web-based learning media so that students can still carry out learning activities online anywhere and anytime. The method used is Research and Discovery (R&D) which consists of 6 stages, namely: Potential and Problems, Data Collection, Product Design, Design Validation, Design Revision and Product Trial. In the Potential Problems and Data Collection stage, researchers examined the problems that arise in schools and then collected the data needed through surveys to teachers at school. In the Product Design stage, researchers developed a web-based Webnet-Learning Platform learning media with Docker Kubernetes architecture and Load Balancing Method as the technology and performed performance testing on the developed learning media. Stage Validation and Design Revision researchers validate to expert lecturers and get a score of 90% which states that the learning media is ready to be tested and make design revisions according to the directions given. at the Product Trial stage, testing will be carried out at school by taking pre-test and post-test scores from before and after students use the learning media developed. And obtained an average value of 75.4% in the pre-test and 92.7% in the post-test. These results indicate that the learning media developed are considered effective in improving student learning outcomes.

Keywords : Online Learning, Learning Media, *Webnet-Learning Platform*, *Docker Kubernetes*, *Load Balancing*

PENDAHULUAN

Teknologi informasi dan komputer (TIK) mengalami perubahan yang signifikan khususnya dalam dunia pendidikan yang juga sedang dalam proses perubahan sistem pendidikan dan pengajaran di sekolah. (Wikan & Molster, 2011). Pandemi COVID-19 yang telah

berangsur-angsur membaik saat ini memiliki dampak yang signifikan terhadap sejumlah bidang dan industri, khususnya bidang pendidikan. Karena setiap lembaga pendidikan diharuskan untuk melaksanakan proses pembelajaran secara luring dengan menerapkan protokol kesehatan, maka Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia harus melakukan penyesuaian sistem

pendidikan. Seperti menggunakan Media pembelajaran, pembagian kelas secara daring dan luring sebagai alternatif kegiatan pembelajaran pada masa transisi saat ini. (Aini et al., 2022).

Di masa perkembangan teknologi informasi yang begitu pesat sangat saat ini, banyak sekali pengaruh yang berdampak pada dunia pendidikan. Kebutuhan skala besar menuntut pengajar di instansi Pendidikan agar dapat menyesuaikan dengan berkembangnya perkembangan teknologi dengan upaya peningkatan kualitas dari pengajaran dalam pendidikan, terutama untuk menyesuaikan penggunaannya dalam instansi pendidikan, Terutama dalam konteks proses pembelajaran, teknologi informasi dapat dipahami sebagai sistem informasi yang mengintegrasikan teknologi komputer dengan teknologi telekomunikasi. (Baharudin, 2010). Media pembelajaran memiliki beragam jenis yang cukup banyak, salah satunya adalah kelas *virtual* atau kelas maya. Kelas *virtual* merupakan upaya yang dilakukan untuk melaksanakan kegiatan belajar mengajar dengan memanfaatkan teknologi. Kelas *virtual* dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran konvensional (tatap muka) pada semua mata pelajaran, serta dapat dimanfaatkan sebagai sarana untuk pembelajaran jarak jauh. (Masrurroh, 2021).

Mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi sendiri merupakan salah satu dari sekian mata pelajaran yang diampu oleh siswa SMK Negeri 2 Banjarbaru pada Kompetensi Keahlian Teknik Komputer Jaringan dan merupakan salah satu Kompetensi Keahlian yang memiliki peminatan terbanyak di sekolah ini, SMK Negeri 2 Banjarbaru terletak di kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan dan merupakan satu-satunya SMK Negeri yang memiliki jurusan Teknik Komputer Jaringan di kota Banjarbaru. Mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi juga termasuk salah satu ilmu disiplin yang mencari pemahaman dan meneliti lingkungan disekitar baik yang natural ataupun artifisial yang secara khusus tidak terbatas pada belajar, pengembangan serta penerapan dari sistem yang ada di komputer, tetapi juga pemahaman terhadap cara dasar pada pengembangan. Pada kegiatan pembelajaran ini, siswa dapat membuat, merekayasa dan membuat kembali aplikasi berupa rekayasa komputasional dalam bentuk perangkat keras ataupun perangkat lunak seperti algoritma, program ataupun aplikasi.

Kegiatan pembelajaran di SMK Negeri 2 Banjarbaru umumnya masih menggunakan proses pembelajaran dengan metode konvensional. Sejauh ini model pembelajaran konvensional seringkali berpusat pada guru dan tak jarang melibatkan siswa. Oleh karena itu, pembelajaran terkesan tidak menarik sehingga membuat siswa merasa jenuh. (Saguni, 2019). SMK Negeri 2

Banjarbaru juga memiliki mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, namun Metode pembelajarannya masih menggunakan metode konvensional ketika mengajar materi seperti dasar-dasar jaringan, guru masih harus menerangkannya melalui media papan tulis dan media *powerpoint*.

Metode pembelajaran tradisional atau konvensional sering disebut sebagai metode ceramah, karena dalam proses pembelajaran tersebut, guru cenderung menggunakan komunikasi lisan sebagai alat untuk menyampaikan materi pembelajaran kepada siswa. (Susanty et al., 2014). Metode ini selaras dengan pendekatan belajar dalam paradigma behavioris. Menurut Dasna et al., paradigma behavioris memiliki sejumlah karakteristik, antara lain: pengajaran dipandang sebagai transfer pengetahuan kepada siswa, pengetahuan dianggap sebagai objek yang tetap, pembelajaran diarahkan untuk memperoleh pengetahuan, dan hasil belajar diharapkan seragam antara guru dan siswa. Tujuan utama dari pembelajaran adalah untuk meningkatkan pengetahuan, dengan fokus proses pembelajaran lebih ditekankan pada hasil belajar daripada pada proses pembelajaran itu sendiri. (Dasna, 2015).

Karena tujuan dari belajar adalah untuk meningkatkan pengetahuan, selain menggunakan metode pembelajaran tradisional, para guru juga dapat memanfaatkan media pembelajaran berbasis *E-Learning*. Penggunaan *E-Learning* diharapkan dapat menciptakan proses kegiatan belajar yang lebih kondusif, meningkatkan minat belajar siswa, serta berkontribusi pada peningkatan hasil belajar yang dicapai. Hal ini disebabkan oleh kemampuan *E-Learning* yang mendorong siswa untuk berinteraksi dengan internet, mencari informasi yang lebih luas, serta merangsang keaktifan siswa ketika dihadapkan pada tugas pemecahan masalah. Selain itu, ketersediaan materi yang beragam juga mendukung kegiatan pembelajaran. (Magdalena et al., 2020).

METODE

Metode adalah suatu cara atau tahapan yang digunakan dalam menyelesaikan suatu masalah atau mencapai suatu tujuan. Metode merupakan suatu sistem yang terorganisir dan terstruktur untuk mencapai suatu tujuan dengan cara yang efektif dan efisien. (Noza et al., 2024). Penelitian ini menggunakan metode R&D (*Research and Development*), yang berarti penelitian dan pengembangan. Pada metode ini sebuah media pembelajaran dikembangkan sesuai dengan potensi dan masalah yang muncul dan akan dilakukan beberapa pengujian, seperti:

- 1) Pengujian performa, yaitu melakukan pengujian terhadap performa aplikasi yang diimplementasikan dengan menggunakan *Docker Kubernetes* dan *Load Balancing*. Pengujian dapat

dilakukan dengan cara melakukan *Load Testing* untuk mengevaluasi kemampuan aplikasi dalam menangani jumlah pengguna yang besar.

- 2) Pengujian ketahanan, yaitu melakukan pengujian ketahanan pada sistem, terutama pada saat terjadi peningkatan jumlah pengguna atau terjadi kegagalan pada salah satu *node* yang digunakan dalam *Kubernetes*. Pengujian ketahanan bertujuan untuk menjamin sistem tetap berjalan dan tidak mengalami gangguan yang signifikan.
- 3) Pengujian keamanan, yaitu melakukan pengujian terhadap keamanan sistem, termasuk pada *Container Docker*, *Kubernetes* dan *Load Balancer*. Pengujian keamanan bertujuan untuk memastikan bahwa sistem terlindungi dari serangan yang dapat mempengaruhi integritas, kerahasiaan, dan ketersediaan data.
- 4) Pengujian skalabilitas, yaitu melakukan pengujian untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menambah dan mengurangi spesifikasi atau *Resource* dari *Container* yang digunakan pada *Kubernetes*. Pengujian ini bertujuan untuk menjamin bahwa sistem dapat diatur dengan mudah dan dapat mengatasi masalah pada saat terjadi lonjakan pengguna.
- 5) Pengujian pengelolaan beban, yaitu melakukan pengujian terhadap mekanisme *Load Balancer* yang digunakan untuk mengatur beban pada aplikasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan *Load Balancer* dalam membagi beban secara merata pada *Node-Node* yang digunakan oleh *Kubernetes*.
- 6) Pengujian rekonsiliasi, yaitu melakukan pengujian untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menangani penggantian performa dari *Container Docker* yang digunakan oleh aplikasi. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi tetap berjalan pada saat terjadi pergantian spesifikasi *Container* dan tidak mengalami *Downtime* yang berarti.

Setelah pengujian diatas selesai dilakukan, data yang telah diambil dapat dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif yang kemudian data tersebut dibandingkan dengan media pembelajaran yang sudah ada, apakah data tersebut memiliki perbedaan yang signifikan.(Hakim et al., 2019).

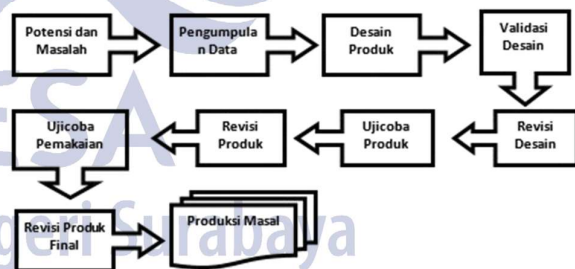
Selanjutnya pada tahap berikutnya yakni validasi, sebelum instrumen penelitian dapat digunakan untuk penelitian, instrumen juga harus dinilai kevalidannya oleh beberapa validator ahli. Instrumen tersebut yakni: 1) Instrumen Validasi Media; 2) Instrumen Validasi Materi; serta 3) Instrumen Validasi Soal;

Observasi dan Pengujian merupakan teknik yang digunakan pada saat pengumpulan data penelitian ini. Observasi yaitu mengamati secara langsung implementasi media pembelajaran *Webnet-Learning Platform* dengan *Docker Kubernetes* yang menggunakan metode *Load Balancing* di SMKN 2 Banjarbaru.

Setelah melakukan pengimplementasian media pembelajaran, akan dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik, serta mengukur efektivitas dan efisiensi sistem dari media pembelajaran yang telah diimplementasikan di SMK Negeri 2 Banjarbaru. Data tersebut akan digunakan sebagai acuan bagaimana performa yang bisa didapatkan oleh sebuah media pembelajaran berbasis *website* setelah menggunakan *Docker Kubernetes* dengan metode *Load Balancing* sebagai arsitektur dari pengembangan media pembelajaran.

Pengembangan Media

Pada penelitian yang dilaksanakan ini, Model R&D yang dikemukakan oleh Sugiyono pada tahun 2013 diimplementasikan secara bertahap pada saat pengembangan media pembelajaran *Webnet-Learning Platform* yang berbasis web dikembangkan. Setiap tahap dari Model R&D yang dikemukakan diatas terdiri dari: 1) Potensi Masalah; 2) Pengumpulan Data; 3) Desain Produk; 4) Validasi Desain; 5) Revisi Desain dan 6) Ujicoba Produk. Dilaksanakan secara berurutan agar hasil media yang telah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Adapun hasil implementasi model R&D yang dikemukakan oleh Sugiyono dalam pengembangan media pembelajaran berbasis web



Gambar 1. Model Penelitian R&D (Sugiyono: 2013)

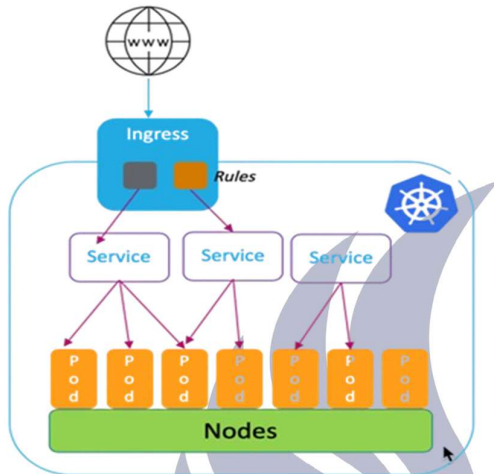
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Sistem Media Pembelajaran

Metode *Load Balancing* yang digunakan pada Implementasi *Docker Kubernetes* berguna untuk membagi beban secara merata pada *Node-Node* yang digunakan oleh *Kubernetes*. Salah satu Teknik *Load Balancing* yang sering digunakan pada *Kubernetes* adalah *Ingress ServiceLB*.(Putra et al., 2020).

Ingress ServiceLB dapat dikonfigurasi untuk melakukan beberapa hal seperti *Load Balancing*,

Terminasi SSL, serta *Virtual Hosting Name*. *Ingress ServiceLB* bekerja dengan cara mendefinisikan aturan untuk *routing traffic* yang masuk ke *Backend Service*. Setiap aturan dapat menentukan *host*, *path* dan *backend* yang diinginkan untuk menerima *traffic*. (Khamdani et al., 2025). Adapun gambaran *Ingress ServiceLB* adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Simulasi Ingress ServiceLB

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa ketika *client* akan mengakses *website* yang menggunakan *Ingress ServiceLB* maka *Ingress* akan melakukan arahan ke *Service* dari Media Pembelajaran dan dari *Service* tersebut dilakukan *routing* agar beban yang masuk ke sistem terbagi ke *pod/nodes* lainnya sehingga tidak hanya terbebani pada satu *pod* saja. Untuk melakukan konfigurasi *Ingress*, berikut adalah sintaks yang digunakan pada implementasi kali ini:

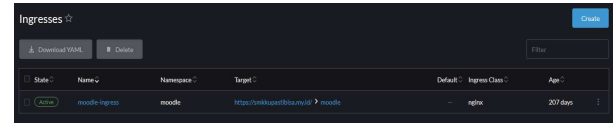
```
Ingress: moodle-ingress (Active)
Namespace: moodle Age: 206 days

1 apiVersion: networking.k8s.io/v1
2 kind: Ingress
3 metadata:
4   annotations:
13   creationTimestamp: '2024-05-01T14:13:33Z'
14   generation: 1
15   labels:
16   objectset.rpo.cattle.io/hash: 946f63652d485964039a35fc9f68bdfda16baa
17   managedFields:
50   name: moodle-ingress
51   namespace: moodle
52   resourceVersion: '2543234'
53   uid: 9b08edf7-44a2-4b14-86eb-6d053d99ce94
54 spec:
55   ingressClassName: nginx
56   rules:
57   - host: smkkupastibisa.my.id
58     http:
59     paths:
60     - backend:
61       service:
62         name: moodle
63         port:
64           number: 8080
65           path: /
66           pathType: Prefix
67   tls:
68   - hosts:
69     - smkkupastibisa.my.id
70     secretName: moodle-tls
71 status:
72
```

Gambar 3. Sintaks Ingress

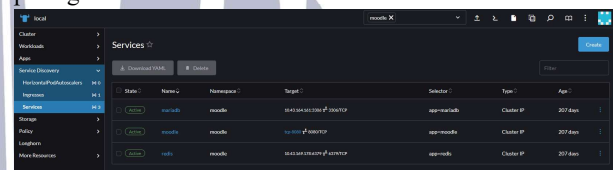
Pada sintaks diatas diatur *name*, *namespace*, *host*, *service*, *path*, *port* dan *secretname* yang akan digunakan, menggunakan *name moodle-Ingress* serta *namespace*

moodle dengan *domain* yang digunakan yaitu *smkkupastibisa.my.id* pada *service moodle* yang menggunakan default port 8080 berada di *path /* dan memiliki *secretname moodle-tls*. Setelah file konfigurasi *yaml* ini disimpan maka *Ingress* telah aktif dan siap untuk digunakan seperti gambar berikut



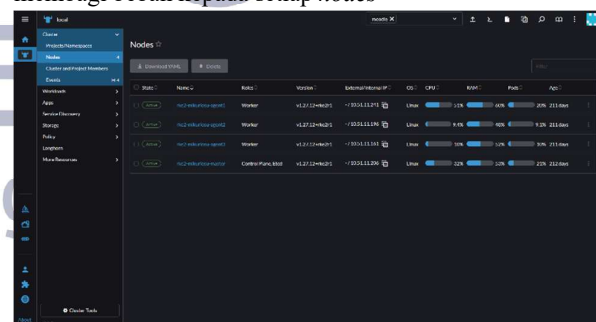
Gambar 4. Daftar Ingress

Lalu untuk *ServiceLB* dapat terdiri dari beberapa *upstream/deployment*, *ServiceLB* menerima seluruh *request* yang masuk dari *Ingress*, dan kemudian *deployment* dari *worker* akan di *expose*, dikarenakan aplikasi yang digunakan pada pengembangan kali ini adalah Moodle, maka Moodle yang harus di *expose*, Seperti pada gambar berikut:



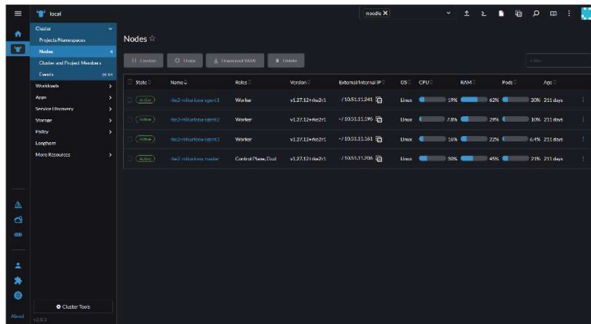
Gambar 5. Daftar Services yang Aktif

Selanjutnya *ServiceLB* akan mencari *Pod* (*pod* merupakan sekumpulan *service* yang sedang berjalan), *pod* juga tidak dapat berjalan tanpa *deployment* apabila kondisi dari *ServiceLB* yang masih membutuhkan *persistent data* ataupun konfigurasi dari *environment* lainnya, maka dari itu dibutuhkan *deployment* terlebih dahulu sehingga dapat diatur sedemikian rupa. Berikut ini adalah gambar dari *nodes* yang menampilkan bagaimana *Load Balancer* membagi beban kepada setiap *nodes*



Gambar 6. Nodes Setelah Load Balancer Aktif

Dapat dilihat bahwa *nodes master* dan *worker 1-3* memiliki penggunaan *RAM* yang cukup mirip yaitu diantara 48% - 60% *usage*. Sementara jika *Load Balancer* belum terpasang maka beban tidak akan terbagi rata, seperti pada gambar berikut



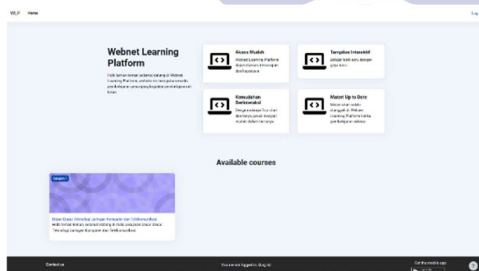
Gambar 7. Nodes Sebelum Load Balancer Aktif

Terlihat dengan jelas bahwa banyak sekali beban yang masuk pada *worker 1* yaitu penggunaan RAM mencapai 62% sementara *worker* lain hanya berkisar 22% - 29% dan 45% untuk *master*.

Hasil Pengembangan Media Pembelajaran

Penelitian yang dilakukan ini telah menghasilkan sebuah produk berupa media pembelajaran berbasis *web* yang menggunakan *Docker Kubernetes* serta Metode *Load Balancing* sebagai arsitektur websitenya, serta diharapkan media pembelajaran ini dapat terus dikembangkan dan dapat digunakan sebagai penunjang kegiatan pembelajaran di SMK Negeri 2 Banjarbaru terutama di Jurusan Teknik Komputer Jaringan dan Telekomunikasi. Apabila memungkinkan juga dapat digunakan sebagai media pembelajaran di sekolah yang mencakup jurusan-jurusan lainnya. berikut adalah tampilan dan desain dari media pembelajaran yang telah dikembangkan:

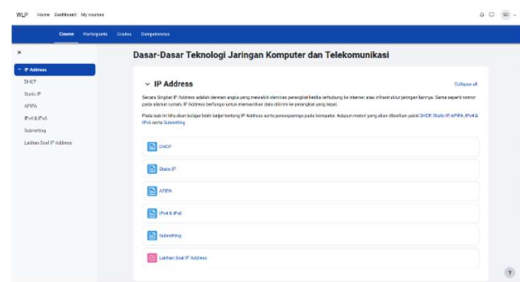
a. Halaman Utama Website



Gambar 8. Halaman Utama Website

Gambar diatas menampilkan halaman utama yang muncul ketika *website* pertama kali dibuka, Di halaman ini menampilkan nama *website*, keunggulan *website* serta kursus yang saat ini tersedia.

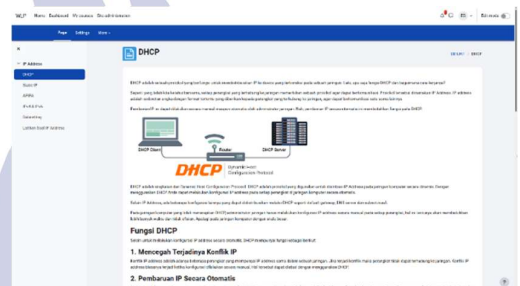
b. Halaman Course



Gambar 9. Halaman Course

Pada halaman kursus setelah dibuka, terdapat sub-bab sesuai dengan materi yang diajarkan seperti *IP Address*, *DHCP*, *Static IP*, *APIPA*, *IPv4* & *IPv6*, *Subnetting* beserta soal latihan dari kursus tersebut.

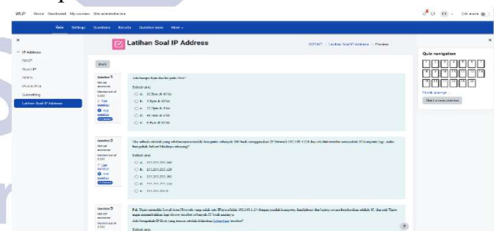
c. Isi Sub-bab



Gambar 9. Halaman Sub-bab Course

Gambar diatas merupakan tampilan isi materi dari sub-bab *DHCP*, menjelaskan mengenai apa itu *DHCP*, bagaimana *DHCP* bekerja, dan fungsinya.

d. Tampilan di dalam halaman Latihan Soal



Gambar 11. Tampilan di dalam Latihan Soal

Terlihat seperti gambar diatas merupakan tampilan dari latihan soal yang dapat dikerjakan oleh siswa, setelah selesai mengerjakan maka akan ditampilkan juga nilai yang didapat oleh siswa.

Pembahasan Hasil Validasi

Validasi instrumen merupakan kegiatan yang dilakukan untuk melihat kualitas serta memberikan evaluasi pada pembuatan instrumen perangkat penelitian. Pada penelitian yang dilakukan ini, ada beberapa perangkat yang digunakan untuk dilakukan pengujian. (Okpatrioka, 2023)

Pengujian tersebut terdiri dari pembuatan media pembelajaran, Rancangan Perangkat Pembelajaran atau RPP, Materi Pembelajaran serta Latihan Soal.

Validasi instrumen ini dilakukan oleh para ahli dari masing-masing bidangnya, yang terdiri atas dua dosen validator dari Jurusan Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya dan satu validator ahli yang berasal dari Jurusan Teknik Komputer Jaringan dan Telekomunikasi, SMK Negeri 2 Banjarbaru.

Data kuantitatif pada instrumen ini diperoleh atas dasar penilaian angket yang telah diisi oleh para validator. Berikut adalah kriteria penilaian dan hasil penilaian uji validasi yang telah diisi oleh para validator.

Tabel 1. Hasil Penilaian Uji Validasi

Instrumen	Hasil	Kategori
RPP	96%	Sangat Valid
Media	74%	Valid
Materi & Soal	100%	Sangat Valid

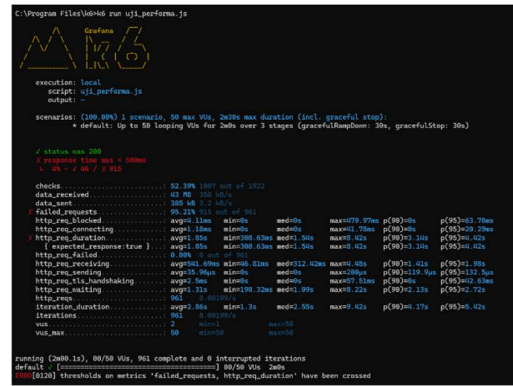
Tabel diatas menunjukkan hasil pengujian validasi terhadap instrumen media pembelajaran yang digunakan pada saat penelitian. Untuk RPP mendapatkan hasil validasi sebesar 96%; untuk Media Pembelajaran mendapatkan hasil validasi sebesar 74%; untuk Materi dan Soal mendapatkan hasil validasi sebesar 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa semua instrumen penelitian diatas termasuk layak untuk digunakan.

Pembahasan Hasil Pengujian

Pada pengujian Implementasi dan Evaluasi Sistem kali ini akan mendapatkan data evaluasi sistem yang terdiri dari beberapa pengujian, adapun aplikasi Grafana k6. Grafana merupakan aplikasi dengan lisensi terbuka yang digunakan untuk menggambarkan dan menilai data melalui grafik dan dasbor interaktif. Dari sudut pandang ilmiah, grafana adalah perangkat yang biasa diterapkan dalam *monitoring* sistem dan analisis data. (Rasyidi & Pratama, 2024). Grafana k6 akan digunakan sebagai alat penguji media pembelajaran yang telah dikembangkan, beberapa pengujian yang akan dilakukan, yaitu:

1. Pengujian Performa dan Ketahanan

Pengujian performa dan ketahanan dilakukan dengan cara mengakses media pembelajaran dengan jumlah *users* yang meningkat dalam waktu tertentu, Adapun hasil pengujiannya adalah sebagai berikut:

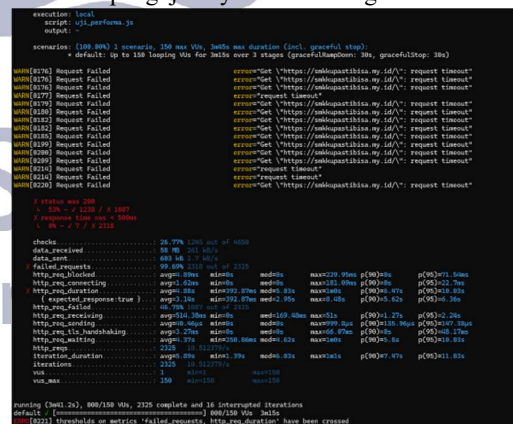


Gambar 12. Hasil Pengujian Performa dan Ketahanan

Pada gambar diatas didapatkan hasil bahwa 4% permintaan mendapatkan respon dibawah 500ms, serta sisanya mendapatkan respon diatas 500ms dengan rata-rata respon 541.69ms. Kesimpulannya meskipun ada 50 *Virtual Users* yang melakukan akses secara bersamaan, website masih dapat bekerja dengan baik walaupun kecepatan akses menurun.

2. Pengujian Keamanan dan Pengelolaan Beban

Pengujian Keamanan bertujuan untuk memastikan bahwa sistem terlindungi dari serangan yang dapat mempengaruhi integritas, kerahasiaan dan ketersediaan data. Pengujian Pengelolaan beban bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan *Load Balancer* dalam membagi beban secara merata, dan hasil dari pengujiannya adalah sebagai berikut.



Gambar 13. Hasil Pengujian Keamanan dan Pengelolaan Beban

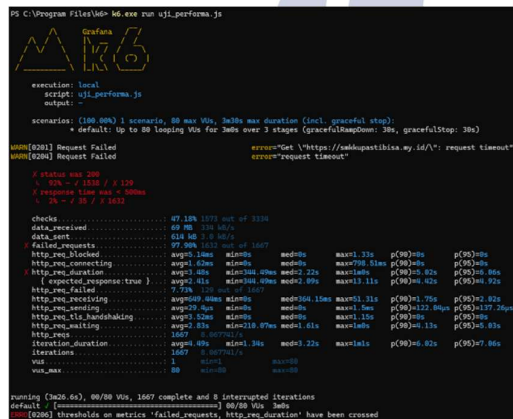
Gambar diatas merupakan hasil pengujian keamanan dan pengelolaan beban, hasil tersebut menjelaskan bahwa banyak data yang gagal dikirimkan dikarenakan server terlalu penuh atau ada lalu lintas (trafik) yang tidak wajar ketika *website* sedang diakses, sehingga *website*

melakukan memulai ulang atau *restart* pada sistem agar tidak terjadi kebocoran data.

Sehingga hanya 53% permintaan yang berhasil terkirim dan hanya ada 7 kali data yang mendapatkan respon dibawah 500ms, serta sisanya mendapatkan respon diatas 500ms dengan rata-rata respon di 514.38ms.

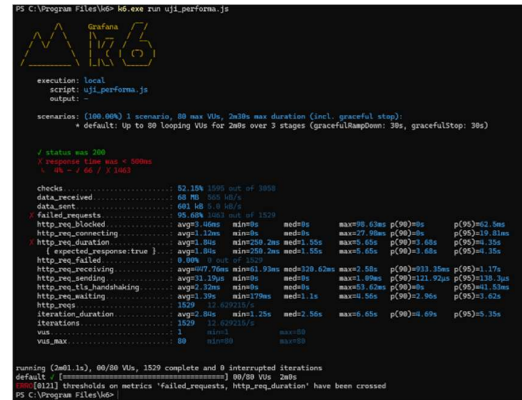
3. Pengujian Skalabilitas dan Rekonsiliasi

Pengujian skalabilitas dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menambah dan mengurangi spesifikasi atau *Resource* dari *Container* yang digunakan pada *Kubernetes*, Pengujian ini bertujuan untuk menjamin bahwa sistem dapat diatur dengan mudah dan dapat mengatasi masalah pada saat terjadi lonjakan pengguna, hasil pengujiannya adalah sebagai berikut.



Gambar 14. Hasil Pengujian Setelah Dikurangi Spesifikasinya

Dari hasil pengujian diatas didapatkan hasil bahwa 2% permintaan mendapatkan respon dibawah 500ms, serta sisanya mendapatkan respon diatas 500ms dengan rata-rata respon di 649.44ms. Dapat disimpulkan bahwa meskipun ada 80 *Virtual Users* yang melakukan akses ke *website* media pembelajaran secara bersamaan, terdapat 2 request gagal dan sisanya berhasil, serta *website* masih dapat bekerja dengan baik walaupun kecepatan akses menurun, dan untuk hasil pengujian performa *website* setelah ditambahkan spesifikasinya adalah sebagai berikut:



Gambar 15. Hasil Pengujian Setelah Ditambahkan Spesifikasinya

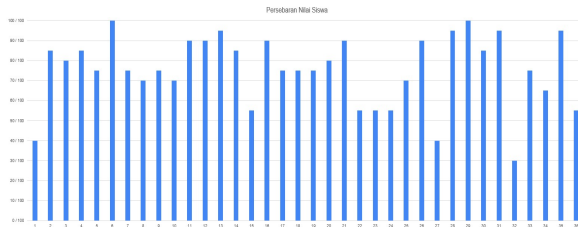
Dari hasil pengujian diatas didapatkan hasil bahwa 4% permintaan mendapatkan respon dibawah 500ms, serta sisanya mendapatkan respon diatas 500ms dengan rata-rata respon di 447.76ms. Dapat disimpulkan bahwa meskipun ada 80 *Virtual Users* yang melakukan akses ke *website* media pembelajaran secara bersamaan, tidak terdapat permintaan yang gagal jika dibandingkan dengan pengujian pada saat *resource* dikurangi sebelumnya, *website* masih dapat bekerja dengan baik walaupun kecepatan akses menurun. Dan dapat disimpulkan bahwa *Resource* pada *Kubernetes* dapat diatur sesuai keinginan serta kebutuhan pengguna.

Pembahasan Hasil Eksperimen

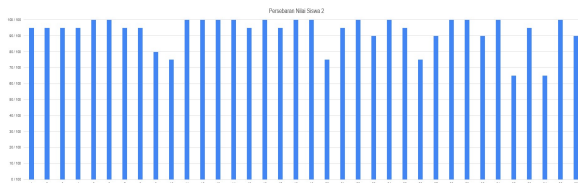
Pengujian hasil nilai belajar siswa terhadap media pembelajaran berbasis *website* yang telah dikembangkan menggunakan tes pilihan ganda yang terdiri dari 20 soal yang akan dijawab oleh 36 siswa dan siswi di sekolah.

Tujuannya adalah untuk mengumpulkan data nilai tes yang diperoleh sesuai pengetahuan siswa, tes tersebut akan diberikan sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran. Setelah data tersebut dikumpulkan, selanjutnya data tersebut akan diolah dan dianalisis menggunakan penghitungan rumus uji-t *paired* (berpasangan) untuk menentukan apakah setelah siswa menggunakan media pembelajaran berbasis *website* yang telah dikembangkan memiliki pengaruh terhadap hasil belajar siswa.

Berikut ini adalah persebaran nilai siswa sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran.



Gambar 16. Persebaran Nilai Siswa Sebelum Menggunakan Media Pembelajaran



Gambar 107. Persebaran Nilai Siswa Setelah Menggunakan Media Pembelajaran

Pada data diatas, setelah siswa menggunakan media pembelajaran berbasis web, Siswa memiliki peningkatan hasil belajar yang sangat signifikan, yaitu nilai tertinggi 100 dan terendah 65 serta rata-rata nilai ada pada 93. Selanjutnya, agar dapat mengetahui lebih lanjut maka akan dilakukan analisis uji-*t paired* terhadap hasil *pre-test* serta *post-test*.

Pengujian ini menggunakan salah satu *website* pengujian bernama Statistics Kingdom dengan url <https://www.statskingdom.com/paired-t-test-calculator.html>. Dan hasil dari pengujian *t-paired*nya adalah sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{x}_{\text{differences}} - d}{S_{\text{differences}} / \sqrt{n}}$$

$$S.E = S_{\text{differences}} / \sqrt{n} = 16.6685 / \sqrt{36} = 2.7781$$

$$t(35) = \frac{17.3611 - 0}{2.7781} = 6.2493$$

$$p = p(x \leq 6.2493) = 1$$

$$p\text{-value} = 2 * \text{Min}(p, 1-p) = 2 * \text{Min}(1, 1.815e-7) = 3.629e-7$$

$$\text{Cohen's } D = \frac{|\bar{x}_d - d|}{S_d}$$

$$\text{Cohen's } D = \frac{|17.3611 - 0|}{16.6685} = 1.0416$$

Tabel 2. Hasil Pengujian T-Paired

Parameter	Value
P-value	3.629e-7
T	6.2493
Sampe size (n)	36
Average of differenes ($\bar{x}_d$)	17.3611
SD of differences (S_d)	16.6685

Pada data diatas, dapat diketahui bahwa nilai p adalah 3.629e-7, nilai ini sangat kecil (kurang dari 0.001). Ini

menunjukkan bahwa hasil dari perbandingan data diatas sangat signifikan antara data *pre-test* dan *post-test*

Lalu untuk nilai t adalah 6.2493, yang merupakan nilai statistik t dari uji-*t paired*. Nilai ini dapat membantu menentukan seberapa besar perbedaan nilai antara *pre-test* dan *post-test*.

Sampel yang digunakan adalah 36 siswa, ini berarti ada 36 data nilai *pre-test* dan *post-test* yang dibandingkan.

Average of Differences atau Rata-rata perbedaan nilai antara kedua kelompok adalah 17.3611 dan Simpangan baku dari perbedaan tersebut adalah 16.6685, ini menunjukkan seberapa besar variasi dalam perbedaan antara *pre-test* dan *post-test*.

Kesimpulannya, hasil uji yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara *pre-test* dan *post-test* dengan perbandingan nilai yang besar. Nilai p yang sangat kecil mendukung penolakan hipotesis nol, dan menunjukkan bahwa perubahan yang terjadi antara dua kondisi sangat berarti secara statistik dan praktis.

PENUTUP

Kesimpulan

Setelah mengembangkan media pembelajaran berbasis web menggunakan *Docker Kubernetes* dan metode *Load Balancing* yang telah divalidasi oleh validator dari Universitas Negeri Surabaya maupun dari pihak sekolah SMK Negeri 2 Banjarbaru. Media pembelajaran berbasis web telah diuji coba langsung oleh siswa-siswi di SMK Negeri 2 Banjarbaru, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Media pembelajaran berbasis web yang telah dikembangkan sudah sesuai dengan kebutuhan belajar yang diperlukan di SMK Negeri 2 Banjarbaru, seperti yang diharapkan pada wawancara dengan guru dari sekolah tersebut. Media pembelajaran ini dilengkapi dengan *Docker Kubernetes* dan *Load Balancing* agar ketika media pembelajaran diakses oleh siswa dalam jumlah banyak tidak terjadi kendala yang dapat mengganggu kegiatan pembelajaran dan sumber daya dari media pembelajaran dapat disesuaikan dengan kebutuhannya.
2. Dengan hasil rata-rata validasi sebesar 90% oleh validator, media pembelajaran berbasis web ini cukup layak untuk digunakan serta dapat dipakai sebagai sumber belajar.
3. Media pembelajaran *Webnet-Learning Platform* dianggap efektif dalam meningkatkan hasil belajar, dikarenakan terdapat perbedaan nilai yang signifikan antara *pre-test* dan *post-test* sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran sebagai alat bantu belajar, dengan nilai p sebesar 3.629e-7. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pada hasil

belajar setelah pemanfaatan media pembelajaran *Webnet-Learning Platform*.

Saran

Peneliti berharap media pembelajaran yang telah dikembangkan ini dapat dijadikan sebagai salah satu referensi untuk meningkatkan minat belajar siswa di dalam kelas selain daripada menggunakan kegiatan belajar konvensional, serta diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan belajar siswa. Khususnya bagi siswa yang sedang berhalangan hadir ke sekolah akan tetapi masih ingin mengikuti kegiatan belajar di kelas. Adapun beberapa saran dari peneliti untuk pengembangan berikutnya:

1. Sistem dari media pembelajaran berbasis web yang telah dikembangkan ini masih dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang, dikarenakan teknologi *Docker Kubernetes* yang masih baru dan belum terlalu banyak digunakan saat ini. Sehingga perkembangan media pembelajaran ini kedepannya akan lebih optimal ketika teknologi tersebut sudah lebih memadai daripada sekarang.
2. Jika memungkinkan, media pembelajaran ini dapat dikembangkan dengan menambah beberapa teknologi baru seperti *Face Recognition* untuk login siswa sehingga siswa tidak perlu lagi memasukkan *username* dan *password*.
3. Adapun beberapa teknologi yang dapat ditambahkan untuk menunjang kegiatan belajar mengajar seperti AI (*Artificial Intelligence*) yang dapat digunakan sebagai sarana tanya jawab siswa
4. Dikarenakan penelitian ini hanya terbatas pada satu kelas di salah satu jurusan, diharapkan kedepannya, jika sumber daya dari komputer yang ada di sekolah sudah sangat memadai, media pembelajaran ini diharapkan dapat diterapkan ke seluruh jurusan yang ada di SMK Negeri 2 Banjarbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, S., Fatinah, T., & Setyawan, A. (2022). *Kesulitan Pembelajaran Daring Menuju Luring di UPTD SD Negeri Banyuwangi* 5. 2(2).
- Baharudin, R. (2010). *Keefektifan Media Belajar Berbasis Teknologi Informasi Dan Komunikasi*. *Tadris*, 5(1), 112–127.
- Dasna, I. W. (2015). *Hakikat Pembelajaran Inovatif dan Interaktif*.
- Hakim, D. K., Riyanto, J. K., & Fauzan, A. (2019). *Pengujian Algoritma Load Balancing pada Virtualisasi Server (Testing the Load Balancing Algorithm on Server Virtualization)*. 16(1).
- Khamdani, A. R., Muslikh, A. R., & Affandi, A. S. (2025). *Comparative Analysis Of Performance And Efficiency Of Load Balancing Algorithms On Ingress Controller*. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 6(1), 453–468. <https://doi.org/10.52436/1.jutif.2025.6.1.4040>
- Magdalena, I., Andriyanto, & Refaldi, R. R. (2020). *Pemanfaatan Media Pembelajaran E-Learning Menggunakan WhatsApp Sebagai Solusi Di Tengah Penyebaran COVID-19 Di SDN Gembong I*. 2(2), 1–16.
- Masruroh, A. (2021). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Virtual Classroom Melalui Instagram Untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran (Studi Kasus di SMA Negeri 4 Bojonegoro)*.
- Okpatrioka. (2023). *Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100.
- Putra, M. A. A., Fitri, I., & Iskandar, A. (2020). *Implementasi High Availability Cluster Web Server Menggunakan Virtualisasi Container Docker*. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 4(1), 9. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1729>
- Noza, A. P., Wandira, R. A., & Gusmaneli. (2024). *Pentingnya Metode Belajar Dalam Proses Pembelajaran*. *Jurnal Kajian Ilmiah Interdisipliner*, 8(4), 2118–7303.
- Rasyidi, B., & Pratama, F. (2024). *Sistem Monitoring Server di PT. XYZ Media Indonesia Berbasis Grafana dan Prometheus*. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(4), 1456–1465. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i4.1546>
- Saguni, F. (2019). *Pengaruh Metode Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar*.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan* (17th ed., Vol. 1). Alfabeta.
- Susanty, E., Nurkamto, J., & Suharno. (2014). *Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Tipe Make A Match Dan Pembelajaran Konvensional Terhadap Hasil Belajar PKn Ditinjau dari Kemandirian Belajar Siswa Pada MTs N Di Kabupaten Kudus*. 2(2), 257–272.
- Wikan, G. & Molster, T. (2011). *Norwegian Secondary School Teachers and ICT*. *European Journal of Teacher Education*. 34 (2), pp. 209-218.