

PELATIHAN MIKROTIK BERBASIS MODEL PROBLEM BASED LEARNING DI SMKS RIYADLUL QURAN NGAJUM KABUPATEN MALANG

Khoirudin Asfani (a*), Hakkun Elmunsyah (a), Hary Suswanto (a), Wahyu Nur Hidayat (a),
Febrianto Alqodri (a)
Universitas Negeri Malang
*khoirudin.asfani.ft@um.ac.id

Abstract

Computer and Network Engineering is one of the Vocational High School expertise programs engaged in the field of Information and Technology. The facilities needed to support learning activities for Computer and Network Engineering are also relatively cheaper among other informatics majors, so that Computer and Network Engineering expertise programs are very favorite and are widely opened in Vocational High School that have ICT fields, especially in the Malang area. However, the problems currently being faced are competition for jobs in the Network Engineer field and the incompatibility of graduate competencies with the type of work obtained. Riyadlul Quran Vocational School, Ngajum, Malang, is one of the B-accredited Islamic boarding Vocational Schools that has educational potential and graduates in the field of Computer and Network Engineering. Based on the results of interviews and observations with teachers at schools, around 10% of graduates work in their respective fields, 20% continue their studies at the higher education level, and the rest work outside their fields of expertise. The decline in the quality of student learning outcomes at the Riyadlul Quran Vocational High School is suspected to be the result of the ongoing Covid 19 pandemic and the lack of learning innovations carried out by teachers. This service activity targets the realization of a better quality of learning through learning methods that can be done both online and offline. Improving the quality of learning is carried out through training for teachers of Riyadlul Quran Vocational High School. Through these training activities, it is hoped that it can provide new ideas in teaching (pedagogy) and increase ability/competence (professional) in the field of Mikrotik-based computer networks for Computer and Network Engineering teachers at Riyadlul Quran Vocational School. Service activities are carried out and begin with 1) initial observations, 2) problem formulation based on the results of initial observations, 3) needs analysis, 4) development and 5) testing, 6) training activities and 7) evaluation, and 8) reporting and 9) finalization of Community Service outputs. The training approach method used is guided training and mentoring, both offline and scheduled online. It is hoped that through this service activity, teachers are able to implement computer network practice learning methods using Mikrotik which can be done online or offline, as well as provide an overview in carrying out future learning innovations independently. In addition, this activity can also be a reference for other vocational schools that have similar problems.

Keywords: computer network; mikrotik; training; problem based learning; teaching materials

Abstrak

Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) merupakan salah satu program keahlian Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang bergerak di bidang Informasi dan Teknologi. Fasilitas yang diperlukan untuk menunjang kegiatan pembelajaran bagi TKJ juga tergolong lebih murah diantara jurusan informatik lainnya, sehingga program keahlian TKJ menjadi sangat favorit dan banyak dibuka di SMK yang memiliki bidang TIK, khususnya di daerah Malang Raya. Namun, permasalahan yang saat ini dihadapi adalah persaingan untuk mendapatkan pekerjaan di bidang Network Engineer dan tidak sesuai kompetensi lulusan dengan jenis pekerjaan yang didapatkan. SMK Riyadlul Quran, Ngajum, Kabupaten Malang, merupakan salah satu SMK Swasta berbasis pesantren terakreditasi B yang memiliki potensi pendidikan dan lulusannya di bidang TKJ. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi bersama guru di sekolah, sekitar 10% lulusan bekerja sesuai dengan bidangnya, 20% melanjutkan studi di jenjang pendidikan tinggi, dan sisanya bekerja di luar bidang keahlian. Penurunan kualitas hasil belajar siswa di SMK Riyadlul Quran ditengarai akibat dari pandemi Covid 19 yang tidak kunjung selesai dan inovasi pembelajaran yang dilakukan guru juga tergolong kurang. Kegiatan pengabdian ini menargetkan terwujudnya kualitas pembelajaran yang lebih baik melalui metode pembelajaran yang dapat dilakukan baik secara daring maupun luring. Peningkatan kualitas pembelajaran dilakukan melalui pelatihan kepada guru SMK Riyadlul Quran. Melalui kegiatan pelatihan tersebut, diharapkan dapat memberikan ide baru dalam mengajar (pedagogi) dan peningkatan kemampuan/kompetensi (profesional) di bidang jaringan komputer berbasis mikrotik bagi guru TKJ di SMK Riyadlul Quran. Kegiatan pengabdian dilakukan dan diawali dengan 1) observasi awal bersama mitra, 2) perumusan masalah berdasarkan hasil observasi awal, 3) analisis kebutuhan, 4) pengembangan modul dan 5) uji coba, 6) kegiatan pelatihan dan 7) evaluasi, serta 8) pelaporan dan 9) finalisasi luaran PKM. Metode pendekatan pelatihan yang dilakukan adalah pelatihan terbimbing dan pendampingan, baik secara luring maupun secara daring terjadwal. Diharapkan, melalui kegiatan pengabdian ini guru mampu

mengimplementasikan metode pembelajaran praktik jaringan komputer menggunakan Mikrotik yang dapat dilakukan secara daring maupun luring, serta memberikan gambaran dalam melakukan inovasi pembelajaran kedepannya secara mandiri. Selain itu, kegiatan ini juga dapat menjadi referensi pada SMK-SMK lainnya yang mengalami permasalahan serupa.

Kata Kunci: jaringan komputer; mikrotik; pelatihan; pembelajaran berbasis masalah; bahan ajar

1. PENDAHULUAN (*Introduction*)

Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) merupakan salah satu program keahlian Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang bergerak di bidang Informasi dan Teknologi. Untuk saat ini, prospek kerja untuk siswa TKJ sangatlah besar, karena saat ini dunia internet berkembang dengan pesat dan internet dibangun oleh Network Engineer (Kelana, 2021). Fasilitas yang diperlukan untuk menunjang kegiatan pembelajaran bagi TKJ juga tergolong lebih murah diantara jurusan informatik lainnya, sehingga program keahlian TKJ menjadi sangat favorit dan banyak dibuka di SMK yang memiliki bidang TIK (Gufron, 2016; Setyawan & Sukardi, 2018), khususnya di daerah Malang Raya. Namun, permasalahan yang saat ini dihadapi adalah persaingan untuk mendapatkan pekerjaan di bidang Network Engineer dan tidak sesuai kompetensi lulusan dengan jenis pekerjaan yang didapatkan (Hidayati et al., 2021; Nurdiana & Maq, 2021; Perwitasari, 2013).

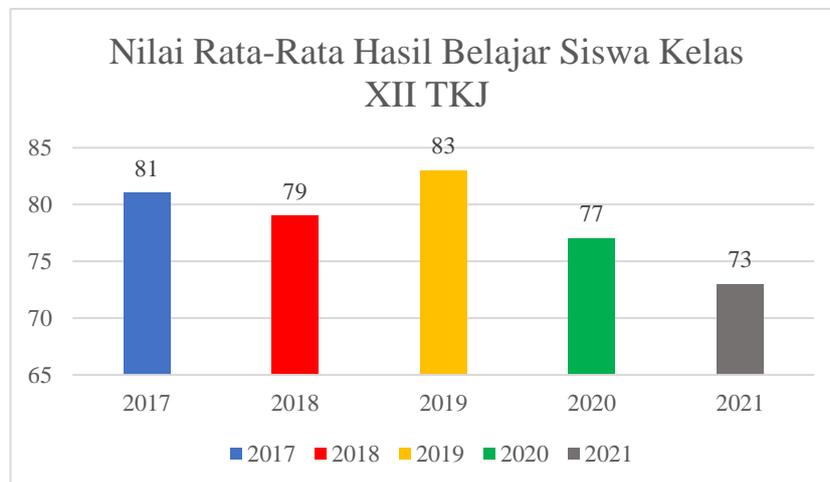
Di Malang Raya, setidaknya terdapat lebih dari 20 SMK yang memiliki program keahlian TKJ dan setiap angkatan peserta didiknya berjumlah paling sedikit 30 siswa (*Data SMK Kabupaten Malang, 2022; Data SMK Kota Malang, 2022*). Berdasarkan data statistik oleh Dinas Pendidikan Kota dan Kabupaten Malang, jumlah peminat untuk siswa SMK dengan program keahlian TKJ selalu mengalami peningkatan. Oleh karena itu, inovasi pembelajaran khususnya di masa pandemi Covid-19 sangatlah penting untuk dilakukan.

SMK Riyadlul Quran, Ngajum, Kabupaten Malang, merupakan salah satu SMK Swasta berbasis pesantren terakreditasi B yang memiliki potensi pendidikan dan lulusannya di bidang TKJ. SMK ini berdiri di tahun 2005 dan berlokasi di jalan Jalan Sunan Ampel, No. 52 C, 65164, Ngasem, Ngajum, Malang. SMK Riyadlul Quran telah menerapkan kurikulum pendidikan nasional dengan sistem pengajaran lingkungan pesantren. Di tahun 2022, total 186 siswa (3 angkatan) program keahlian TKJ terdaftar di sekolah tersebut dengan jumlah guru TIK sebanyak 9 guru. Di tahun 2021, di tengah pandemi SMK Riyadlul Quran telah berhasil menyelesaikan perpanjangan Ijin Operasional Sekolah (IOS).



Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan Perpanjangan Ijin Operasional Sekolah SMKs Riyadlul Quran Tahun 2021

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi bersama guru di sekolah, sekitar 10% lulusan bekerja sesuai dengan bidangnya, 20% melanjutkan studi di jenjang pendidikan tinggi, dan sisanya bekerja di luar bidang keahlian. Selama 2 tahun terakhir, nilai hasil belajar siswanya juga mengalami penurunan. Grafik rapor hasil belajar siswa ditunjukkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Rata-Rata Tahunan Hasil Belajar Siswa Kelas XI TKJ SMKs Riyadlul Qur'an

Penurunan kualitas hasil belajar siswa di SMK Riyadlul Quran ditengarai akibat dari pandemi Covid 19 yang tidak kunjung selesai, sehingga memaksa sekolah untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran secara semi-daring dan dirasa kurang maksimal dan terjadi hampir di seluruh SMK. Selain itu, inovasi pembelajaran yang dilakukan guru juga tergolong kurang, selain disebabkan oleh kompetensi guru yang bukan berasal dari lulusan kependidikan dan keguruan, juga disebabkan oleh keterbatasan alat penunjang pembelajaran yang *up-to-date*. Pembelajaran yang inovatif dan memaksimalkan pemanfaatan teknologi akan mampu meningkatkan hasil belajar siswa (Indra et al., 2021; Widiastuti, 2021; Zulfitriya et al., 2020). Berdasarkan hasil penjabaran analisis situasi di SMK Riyadlul Quran, permasalahan yang dialami dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- 1) Nilai hasil belajar siswa mengalami penurunan selama pandemi Covid-19;
- 2) Kualitas pembelajaran, terutama penguasaan materi dan cara mengajar guru TKJ masih tergolong kurang;
- 3) Terbatasnya alat dan bahan ajar Komputer dan Jaringan bagi guru dan siswa; dan
- 4) Kualitas lulusan TKJ yang belum memenuhi kompetensi jaringan, minimal Mikronik sesuai kebutuhan Uji Kompetensi (UKK) dan industry dibidang TKJ.

2. TINJAUAN LITERATUR (*Literature Review*)

Model Pembelajaran Berbasis Masalah

Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) adalah metode pengajaran yang memfokuskan pada masalah kompleks di dunia nyata yang sebagai pengakomodasi siswa dalam belajar konsep dan prinsip dalam mencari solusi pemecahan masalah (Rombe et al., 2021). Penerapan PBL dapat mengembangkan dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Astuti et al.,

2021), kemampuan memecahkan masalah (Wachrodin, 2017), dan keterampilan komunikasi siswa (Fauziah et al., 2018). Penerapan PBL juga dapat memberikan kesempatan bagi siswa untuk dapat bekerja secara berkelompok, hingga menemukan dan mengevaluasi masalah yang dihadapi. Ada beberapa karakteristik masalah PBL yang baik (Wulandari & Surjono, 2013):

- 1) Masalah harus memotivasi siswa untuk mencari pemahaman konsep yang lebih dalam.
- 2) Masalahnya harus menuntut siswa untuk membuat keputusan yang beralasan dan rasional, didukung sumber yang relevan dan kredibel.
- 3) Jika digunakan untuk proyek berkelompok, masalah membutuhkan tingkat kerumitan untuk memastikan bahwa setiap siswa dapat bekerja sama untuk menyelesaikan tugasnya.

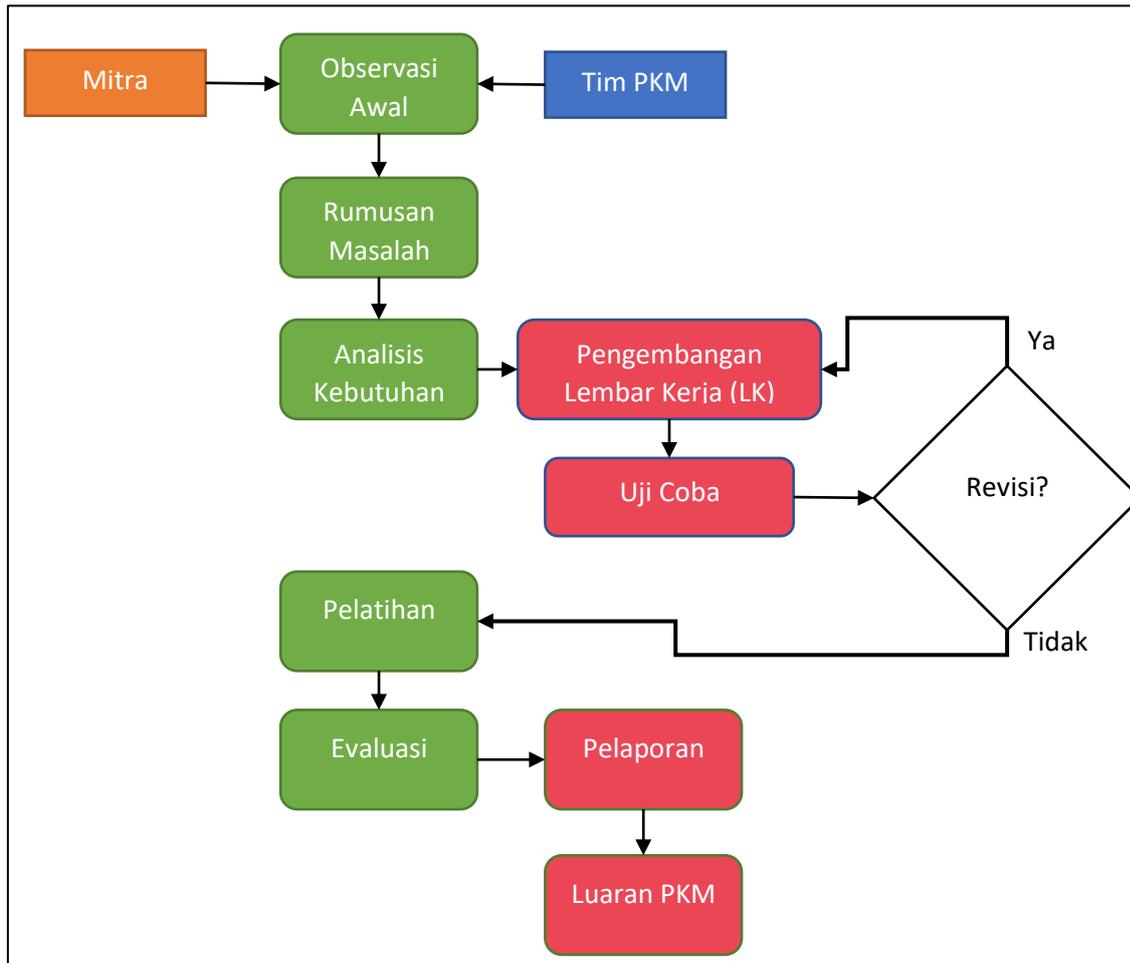
Metode untuk mendistribusikan masalah PBL berada di bawah tiga teknik pengajaran yang terkait erat (Saleh, 2013; Wahyuni et al., 2018), yaitu tentang: 1) studi kasus, 2) permainan peran (*role-play*), dan simulasi. Studi kasus disajikan kepada siswa dalam bentuk tertulis. Permainan peran menugaskan siswa untuk dapat mengimprovisasi dirinya berdasarkan deskripsi karakter yang diberikan. Saat ini, simulasi sering melibatkan program berbasis komputer. Secara umum, ketiga teknik tersebut memiliki satu hal yang sama, yaitu menyelesaikan masalah yang terjadi di dunia nyata (Hotimah, 2020).

Pembelajaran Jarak Jauh

Pembelajaran jarak jauh adalah bentuk pendidikan di mana unsur-unsur utamanya meliputi pemisahan fisik guru dan siswa selama pengajaran dan penggunaan berbagai teknologi untuk memfasilitasi komunikasi siswa-guru dan siswa-siswa (Mamluah & Maulidi, 2021). Pembelajaran jarak jauh mengharuskan dukungan perangkat komputer dan jaringan internet yang mumpuni (Zulfitriya et al., 2020). Tanpa dukungan tersebut, pembelajaran jarak jauh tidak akan dapat dilakukan dan mengakibatkan pembelajaran tidak berjalan optimal. Selain itu, kemampuan guru dan siswa dalam menggunakan teknologi juga menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan mengimplementasikan pembelajaran jarak jauh (Salsabila et al., 2020). Pembelajaran ini dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu sinkron dan asinkron.

3. METODE PELAKSANAAN (*Materials and Method*)

Untuk melaksanakan kegiatan pengabdian ini, beberapa langkah yang akan dilakukan terkait dengan permasalahan mitra dilaksanakan berdasarkan diagram alir pada Gambar 3. Metode ini menekankan pada sinergisasi antara pelaksana kegiatan dan mitra. Uraian rinci kegiatan dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 3. Metode Pelaksanaan Pengabdian PKM

Observasi Awal

Kegiatan observasi dilakukan oleh Tim Pengusul PKM bersama Mitra di lokasi SMK Riyadlul Quran, Ngajum, Kabupaten Malang. Kegiatan ini meliputi pengamatan terhadap sarana dan prasarana, jumlah guru dan siswa, dokumentasi nilai siswa, serta wawancara terkait proses belajar sebelum dan selama pandemi. Kegiatan ini akan menghasilkan rumusan masalah berdasarkan kondisi existing di lokasi Mitra.

Rumusan Masalah

Perumusan masalah ditetapkan untuk menentukan solusi yang akan ditawarkan. Solusi-solusi tersebut disampaikan kepada mitra dan didiskusikan teknis pemecahan masalahnya. Berdasarkan hasil perumusan masalah, analisis kebutuhan untuk merealisasikan solusi-solusi yang ditawarkan melalui kegiatan pengabdian PKM dapat dirancang.

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dikumpulkan melalui studi hasil observasi awal berupa kondisi mitra dan hasil perumusan masalah berserta solusi-solusi yang dapat dan akan dilaksanakan tindak lanjutnya. Analisa kebutuhan meliputi kebutuhan alat dan bahan ajar, sarana belajar, metode pelatihan yang akan diterapkan. Analisa kebutuhan ditetapkan secara rinci agar pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dapat berjalan dengan lancar, aman, dan terkendali. Hasil dari analisis

kebutuhan digunakan sebagai dasar pengembangan LK pembelajaran yang akan dilatihkan ke peserta pengabdian, yaitu Guru TIK SMK Riyadlul Quran dan Siswa.

Pengembangan Lembar Kerja Siswa

Lembar Kerja Siswa (LKS) untuk pembelajaran praktik Jaringan menggunakan Mikrotik untuk pendidikan jarak jauh dikembangkan berdasarkan hasil analisis kebutuhan. LKS yang dikembangkan berupa LK digital dan dapat diakses melalui perangkat komputer atau smartphone. LK yang dikembangkan memiliki dua jenis, yaitu LK instruktur dan LKS (untuk siswa). LK instruktur yang akan disampaikan dan dijadikan sebagai bahan pelatihan terhadap guru beserta paket Mikrotik sebagai alat praktikumnya.

Uji Coba Lembar Kerja Siswa

LKS yang telah dikembangkan akan diuji melalui praktik secara mandiri oleh Tim Pengusul Pengabdian PKM. Pengujian dilakukan dengan cara mencoba *step-by-step* langkah kegiatan praktikum modul beserta implementasinya dalam simulasi pelatihan. Jika ditemukan kegagalan/error akan menjadi catatan dan dokumentasi pengujian. Pengujian modul dilakukan sampai modul siap untuk digunakan dengan presentase kevalidan lebih dari 90%.

Pelatihan

Kegiatan pelatihan dilakukan selama dua sesi. Sesi pertama dilakukan untuk mengenalkan produk pengabdian dan menjelaskan cara penggunaannya (*live tutorial*). Selanjutnya, peserta dibimbing untuk mencoba langsung LK dan konfigurasi Mikrotik bersama-sama. Sesi kedua dilakukan sebagai bentuk finalisasi kegiatan pengabdian. Jika ditemukan kesulitan atau hal-hal yang belum dipahami oleh peserta akan diselesaikan di sesi kedua tersebut. Proporsi materi yang dilatihkan antara sesi pelatihan pertama dan sesi kedua adalah 40:60. Kegiatan pelatihan dapat dilakukan, baik secara luring maupun daring. Prioritas teknis kegiatan pelatihan akan dilakukan secara luring dengan memperhatikan protokol Kesehatan.

Evaluasi

Kegiatan evaluasi berisi tentang identifikasi pencapaian hasil kegiatan pelatihan pada pengabdian PKM ini. Selain itu, refleksi pelatihan juga dilakukan sebagai dokumentasi terkait perbaikan di pelatihan-pelatihan selanjutnya. Selain itu, hasil dari evaluasi juga dijadikan sebagai acuan dalam tindak lanjut pengabdian ini (pendampingan lanjut), sehingga kegiatan pelatihan akan benar dapat dicapai secara tuntas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN (*Results and Discussion*)

Analisis Kebutuhan

Data analisis kebutuhan diperoleh melalui hasil observasi awal, dimana didapatkan beberapa kebutuhan yang perlu untuk dipenuhi adalah sebagai berikut: 1) peralatan penunjang pembelajaran; 2) bahan ajar dan model pembelajaran yang tepat bagi aktivitas mengajar guru dan belajar siswa. Hasil identifikasi peralatan penunjang pembelajaran yang perlu untuk diberikan adalah Cisco Switch dan Routerboard MikroTik. Hal ini diindikasikan dengan belum adanya Switch yang handal sebagai penghubung sejumlah komputer pada jaringan LAN (*Local Area Network*) di Laboratorium Komputer. Selama ini, Switch yang digunakan sudah mulai berusia lebih dari 5 tahun dan mengalami penurunan performa, sehingga membuat jaringan

komputer yang ada di ruang Laboratorium Komputer mengalami beberapa permasalahan, seperti 1) koneksi jaringan komputer yang lambat, 2) koneksi yang tidak stabil, 3) dan sulit untuk terhubung (putus-nyambung).

Kebutuhan selanjutnya adalah Routerboard MikroTik. Jumlah yang terbatas dan usia perangkat keras yang lama, membuat pembelajaran jaringan MikroTik memiliki kendala tersendiri. Beberapa perangkat memiliki penurunan kualitas, seperti 1) penurunan kualitas CPU load, 2) beberapa port ethernet yang sudah tidak aktif/mati, dan 3) rusak total. Bahan ajar yang digunakan selama ini juga sebagian besar hanya sebatas pembahasan teori. Pembelajaran lebih mengarah pada ceramah dan diskusi. Oleh karena itu, perlu dibuat rancangan pembelajaran yang berorientasi *student centered*.

Pengembangan Lembar Kerja Siswa

Lembar kerja siswa dikembangkan dengan mengacu model pembelajaran berbasis masalah. Selain mengakomodasi kemandirian belajar siswa, LKS yang dikembangkan juga melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Melalui observasi awal, didapatkan daftar materi yang akan dipelajari siswa ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Materi Mikro

No	Materi Pembelajaran
1	Instalasi MikroTik Router OS
2	Konfigurasi Dasar MikroTik
3	Konfigurasi Bridging MikroTik
4	Konfigurasi Routing MikroTik
5	Konfigurasi Wirelesss dan Hotspot
6	Konfigurasi Quality of Service MikroTik
7	Konfigurasi Firewall MikroTik
8	Konfigurasi VPN MikroTik

LKS yang telah dikembangkan selanjutnya diuji coba oleh Tim Pengembang secara langsung menggunakan MikroTik yang disimulasikan melalui Virtual Machine (VM). Beberapa topik seperti Wireless dan Hotspot tidak dapat dilakukan melalui VM, Oleh karena itu, kedua materi tersebut harus dikerjakan dalam praktik riil dengan perangkat MikroTik yang sesungguhnya (bukan aplikasi/maya melalui virtual sistem). Seluruh langkah-langkah yang telah dituliskan dalam LKS telah divalidasi dan dapat dikerjakan dengan sukses (tanpa error) sehingga layak dan reliabel untuk digunakan dalam pembelajaran

Pelatihan

Pelatihan diawali dengan kegiatan sosialisasi dan serah terima alat yang dilakukan di SMKs Riyadlul Quran, Kabupaten Malang (Gambar 4). Kegiatan ini dihadiri oleh beberapa guru dan siswa paket keahlian TKJ. Diskusi dengan guru juga dilakukan sebagai penentu waktu pelaksanaan pelatihan. Pelatihan dilakukan secara daring sinkron dan asinkron dengan melibatkan guru dan siswa sekaligus. Pelibatan guru selain untuk dapat menunjukkan dan mengajarkan secara langsung implementasi model PBL dalam pembelajaran, juga diharapkan

dapat memonitoring kegiatan pelatihan MikroTik siswa agar siswa benar-benar mengerjakan secara sungguh-sungguh. Skema jadwal kegiatan pelatihan ditunjukkan seperti pada Tabel 2.



Gambar 4. Sosialisasi dan Serah Terima Alat dan Bahan Pembelajaran

Tabel 2. Rancangan pelatihan MikroTik dengan guru dan siswa

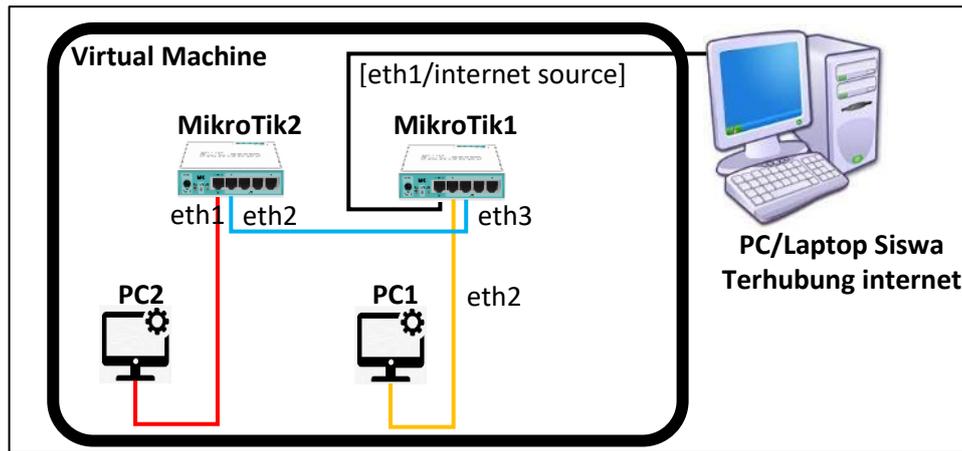
No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan
1	Pelatihan tahap 1 (daring sinkron)	26 Agustus 2022
2	Penyelesaian tugas pelatihan tahap 1 (daring asinkron)	26 Agustus 2022 – 9 September 2022
3	Pelatihan tahap 2 (daring sinkron)	9 September 2022
4	Penyelesaian tugas pelatihan tahap 2 (daring asinkron)	9 September 2022 – 23 September 2022
5	Evaluasi hasil pelatihan (luring)	1 Oktober 2022

Evaluasi

Kegiatan evaluasi dilakukan untuk melihat hasil kegiatan pelatihan MikroTik yang telah dijalani oleh siswa. Kegiatan ini dilakukan secara luring di ruang kelas SMKs Riyadlul Quran (Gambar 5). Kegiatan evaluasi diikuti oleh seluruh peserta pelatihan (27 siswa) dengan skema pengujian hasil pelatihan seperti pada Gambar 6. Adapun rincian pengujian tersebut terdiri dari: 1) Konfigurasi Awal (20 menit); 2) Bridging (20 menit); 3) Routing (20 menit); dan 4) Firewall dan NAT (15 menit)

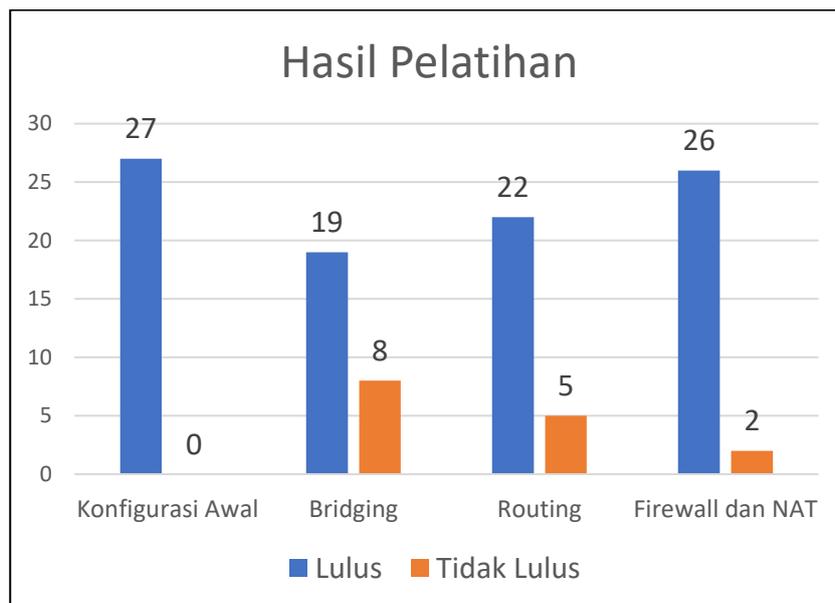


Gambar 5. Kegiatan Evaluasi Pelatihan MikroTik dengan Siswa



Gambar 6. Skema Pengujian hasil Pelatihan Mikrotik

Kegiatan evaluasi pelatihan dilakukan selama kurang lebih tiga (3) jam dan dinilai langsung oleh tim PKM. Hasil evaluasi pelatihan menunjukkan penerapan model PBL dan cara belajar yang independent (memfokuskan pada belajar mandiri siswa) dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini ditunjukkan dengan besarnya tingkat kelulusan siswa dalam mengerjakan ujian pelatihan Mikrotik. Hasil pengujian siswa ditunjukkan pada Grafik di Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Penilaian Hasil Pelatihan Mikrotik Siswa SMKs Riyadlul Quran

5. KESIMPULAN (Conclusion)

Kegiatan PKM telah berjalan dengan baik dan lancar. Kegiatan ini menghasilkan pelatihan terbimbing dan pendampingan, baik secara luring maupun secara daring terjadwal. Melalui kegiatan ini guru mendapatkan wawasan tentang cara mengajar/ model pembelajaran PBL pada praktik jaringan komputer menggunakan Mikrotik yang dapat dilakukan secara daring maupun luring, serta memberikan gambaran dalam melakukan inovasi pembelajaran secara mandiri. Peningkatan hasil belajar juga terjadi pada siswa. Siswa merasa termotivasi untuk dapat menyelesaikan tugas yang diberikan, karena dapat dilakukan secara mandiri melalui mesin virtual di laptop masing-masing dan tidak bergantung dengan alat. Selain itu, melalui kegiatan

PKM ini juga telah menghasilkan peningkatan kualitas alat dan bahan pembelajaran bagi paket keahlian TKJ, khususnya pada Praktik Konfigurasi Jaringan Komputer berbasis MikroTik.

Kegiatan PKM dengan model pelatihan tidak hanya dapat diterapkan pada pembelajaran praktik konfigurasi MikroTik, namun juga dapat dilakukan pada kegiatan pelatihan pembelajaran lainnya, seperti *Internet of Things* (IoT), Pengembangan Aplikasi Komputer, Pengembangan Multimedia Interaktif, dan lain-lain. Penerapan model PBL pada pelatihan juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, dimana siswa diajak untuk mengumpulkan informasi, menentukan solusi, dan mengimplementasikan solusi terbaik untuk memecahkan suatu permasalahan. Namun, penerapan tersebut memerlukan ekstra perhatian dalam memonitoring jalannya pembelajaran agar dapat berjalan optimal.

6. DAFTAR PUSTAKA (*References*)

- Astuti, N. S., Priyayi, D. F., & Sastrodiharjo, S. (2021). Perbandingan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui penerapan model problem based learning (PBL) dan discovery. *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.23971/eds.v9i1.1912>
- Data SMK Kabupaten Malang*. (2022).
- Data SMK Kota Malang*. (2022).
- Fauziah, I., Maarif, S., & Pradipta, T. R. (2018). Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Dan Self Regulated Learning Siswa Melalui Model Problem Based Learning (Pbl). *Jurnal Analisa*, 4(2), 90–98. <https://doi.org/10.15575/ja.v4i2.3916>
- Gufron, G. (2016). Perancangan Laboratorium Komputer Menggunakan Jaringan Diskless Berbasis Linux Terminal Server Project dan Pemanfaatan Epopotes Sebagai Aplikasi Monitoring. *Jurnal Ipteks Terapan*, 8. <https://doi.org/10.22216/jit.2014.v8i1.109>
- Hidayati, A., Barr, F. D., & Sigit, K. N. (2021). Kesesuaian Kompetensi Lulusan SMK dengan Kebutuhan Dunia Usaha dan Industri. *Ekuitas: Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 9(2), 284. <https://doi.org/10.23887/ekuitas.v9i2.39508>
- Hotimah, H. (2020). Penerapan Metode Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Bercerita Pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Edukasi*, 7(3), 5. <https://doi.org/10.19184/jukasi.v7i3.21599>
- Indra, D., Maksum, H., & Abdullah, R. (2021). Meningkatkan Hasil Belajar Komputer dan Jaringan Dasar Melalui Media Pembelajaran Interaktif. *Jurnal Edutech Undiksha*, 8(1), 14–22. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEU/article/view/33609>
- Kelana, I. (2021). *Ini Dia, 7 Prospek Karier Lulusan Teknologi Informasi*. <https://www.republika.co.id/berita/qnjd7g374/ini-dia-7-prospek-karier-lulusan-teknologi-informasi>
- Mamluah, S. K., & Maulidi, A. (2021). Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) di Masa Pandemi COVID-19 di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 869–877. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.800>

- Nurdiana, F., & Maq, M. M. (2021). Program Layanan Bimbingan Karir untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa SMK. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 5(2), 5–24.
- Perwitasari, D. F. (2013). Hubungan Fasilitas Praktikum TKJ di Sekolah, Kesesuaian Tempat Prakerin, dan Kompetensi TKJ Siswa dengan Hasil Uji Kompetensi Keahlian. *Jurnal Pendidikan Sains*, 1(4), 425–430.
- Rombe, Y. P., Murthiasari, M., Alberta, F., Yogaswara, R., & Surbakti, P. S. (2021). Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning) Secara Online Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 5(2), 67. <https://doi.org/10.23887/jjpk.v5i2.38402>
- Saleh, M. (2013). Strategi Pembelajaran Fiqh Dengan Problem-Based Learning. *Jurnal Ilmiah Didaktika*, 14(1), 190–220. <https://doi.org/10.22373/jid.v14i1.497>
- Salsabila, U. H., Ramadhan, N. F., Putri, M. E., Nurjannah, N., & Jayanti, G. D. (2020). Penggunaan Tehnologi Pendidikan Dalam Pembelajaran Jarak Jauh Bagi Siswa Tingkat SD/MI Pada Masa Pandemi Covid-19. *EDUCARE: Journal of Primary Education*, 1(3), 341–360. <https://doi.org/10.35719/educare.v1i3.37>
- Setyawan, A. E., & Sukardi, T. (2018). Evaluasi Manajemen Laboratorium Komputer Pada Paket Keahlian Tkj Di Smk Kabupaten Wonogiri. *VOX EDUKASI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 9(2), 130–151. <https://doi.org/10.31932/ve.v9i2.199>
- Wachrodin, W. (2017). Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematika Siswa SMA Dikaitkan dengan Kemampuan Penalaran Logik Siswa dan Beberapa Unsur Proses Belajar Mengajar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 34(1), 85–94.
- Wahyuni, I., Slameto, S., & Setyaningtyas, E. W. (2018). Penerapan Model PBL Berbantuan Role Playing Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Hasil Belajar IPS. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 2(4), 356. <https://doi.org/10.23887/jisd.v2i4.16152>
- Widiastuti, A. I. (2021). Inovasi Pembelajaran Science System Pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Menjamin Hak Konstitusi Warga Negara Indonesia. *Seminar Nasional Hukum Universitas Negeri ...*, 7(1), 127–138. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snh/article/view/704>
- Wulandari, B., & Surjono, H. D. (2013). Pengaruh problem-based learning terhadap hasil belajar ditinjau dari motivasi belajar PLC di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 3(2), 178–191. <https://doi.org/10.21831/jpv.v3i2.1600>
- Zulfitria, Ansharullah, & Fadhillah, R. (2020). Penggunaan Teknologi dan Internet sebagai Media Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1–10.