



## 1. Pendahuluan

Pendidikan kejuruan membekali siswa dengan keterampilan yang dibutuhkan untuk bekerja dibidang pekerjaan atau kelompok pekerjaan tertentu (Djojonegoro, W., 1998). Merujuk pada regulasi yang tercantum dalam UU Nomor 20 Tahun 2003 mengenai Sistem Pendidikan Nasional, terutama pada Pasal 3 dan Pasal 15, Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) didefinisikan sebagai satuan pendidikan kejuruan pada tingkat menengah yang dikelola oleh pemerintah dengan maksud mempersiapkan sumber daya manusia tingkat menengah yang berkualitas dan terampil. Kondisi ini selaras dengan tujuan penyelenggaraan pendidikan SMK, khususnya agar siswa mengembangkan kompetensi profesional, produktif, kreatif, dan kewirausahaan. Atas dasar tersebut, siswa di SMK perlu dibekali keterampilan dasar serta kemampuan teknis yang memadai. Sejalan dengan hal itu, Pendidikan kejuruan diharapkan dapat mencetak sumber daya manusia tingkat menengah yang berkualitas, terampil, dan siap memasuki dunia kerja di bidang keahlian tertentu. Saat ini, menurut kajian penulurusan tamatan SMK tahun 2023 SMKN 2 Pengasih, hanya sebagian kecil lulusan SMK yang bekerja di bidang keahlian masing-masing. Sekitar lebih dari 60% dari siswa yang tersisa bekerja di posisi yang tidak sesuai dengan bidang keahliannya. Keadaan ini disebabkan karena kompetensi siswa dalam bidang produktif masih belum memenuhi kebutuhan industri akibat dari kurangnya pemahaman konsep dasar, ketidakmampuan mengoperasikan mesin secara mandiri, serta hasil praktik yang belum optimal.

Pendidikan kejuruan berupaya untuk membina generasi yang siap kerja (Suharno dkk., 2020). Oleh karena itu, pembelajaran praktik sangat penting dalam mempersiapkan lulusan untuk beradaptasi dengan dunia kerja maka siswa harus dibina melalui serangkaian pelatihan atau latihan praktis yang sangat mirip dengan lingkungan kerja sebenarnya. Dalam pembelajaran praktik kejuruan, keterampilan kerja perlu dipraktikkan secara konsisten, ketika diterapkan langsung pada peralatan yang sebenarnya, keterampilan tersebut menghasilkan benda kerja sesuai dengan spesifikasi. Selain itu juga keterampilan kerja perlu dipraktikkan secara konsisten, ketika diterapkan langsung pada peralatan yang sebenarnya, keterampilan tersebut menghasilkan benda kerja sesuai dengan spesifikasi. Mata pelajaran kejuruan adalah disiplin praktis dalam bidang keahlian Teknik Mesin, yang merupakan komponen pendidikan menengah kejuruan. Untuk itu para pendidik

perlu dibekali untuk mengajar sesuai dengan tingkat keberhasilan dan perkembangan siswa mereka, dan akan memiliki fleksibilitas untuk menerapkan pembelajaran diferensiasi sesuai dengan kemampuan siswa. Namun kenyataan dilapangan pendekatan pedagogis yang lazim digunakan oleh para guru kurang interaktif, sebagian besar bergantung pada ceramah, yang menghasilkan pembelajar pasif dan memberikan sedikit peluang untuk keterlibatan aktif, eksploratif, dan tidak langsung dalam tugas-tugas proyek nyata yang relevan dengan tempat kerja. Maka pemilihan model pembelajaran harus disesuaikan dengan kebutuhan kelas sepanjang proses pendidikan. Atribut siswa sebagai pembelajar harus diperhitungkan untuk hasil belajar yang optimal (Elfitra dkk., 2024).

Kurangnya kesiapan pendidik dalam merancang desain pembelajaran yang selaras yang selaras dengan karakteristik siswa dapat mempengaruhi tingkat efektivitas proses pembelajaran (Capinding, 2024). Terutama pada jenjang SMK yang mengajar dalam pelajaran kejuruan CNC. Pendidik yang tidak siap akan kesulitan menyediakan materi pembelajaran berkualitas tinggi dan relevan dengan industri yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa. Dalam keadaan ini, sangat sulit bagi pendidik dalam rangka meningkatkan hasil pembelajaran secara efektif. Sehubungan dengan hal tersebut, untuk meningkatkan hasil pelaksanaan pembelajaran secara efektif, sangat penting untuk menggunakan model pembelajaran yang selaras dengan karakteristik pembelajaran praktik kejuruan.

Dari hasil penelitian oleh Rehani & Mustofa (2023) mengenai Implementasi *Project-based learning* di SMK Negeri 1 Surakarta mengungkapkan bahwa model *Project-based learning* (PjBL) meningkatkan pemikiran kritis siswa dan mendorong pembelajaran aktif secara lebih efektif daripada pengajaran berbasis ceramah tradisional. *Project-based learning* secara signifikan meningkatkan fokus, keterlibatan guru- siswa, dan interaksi antar teman sebaya, sehingga mendorong pemikiran kritis dan pembelajaran aktif di kalangan siswa. Kemudian Hasil Penelitian Hamdan Asyhari dan I Made Arsana 2022 mengenai Implementasi *Project-based learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaboratif dan Prestasi Akademik pada Teknik Otomotif Dasar untuk Siswa Kelas X TKR 4 di SMK Negeri 7 Surabaya. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model *Project-based learning* secara efektif meningkatkan kemampuan kolaboratif dan prestasi akademik siswa. Pada penelitian ini memfokuskan pada

penerapan *Project-based learning* yang terintegrasi langsung dengan proyek berbasis standar industri CNC serta pengukuran kompetensi secara menyeluruh (kognitif, psikomotorik, dan afektif), sementara penelitian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada hasil belajar atau keaktifan siswa tanpa integrasi proses kerja CNC secara komprehensif.

Dari uraian di atas kebaruan penelitian ini terletak pada fokus penelitian yang secara spesifik menganalisis peningkatan kompetensi teknologi pemesinan CNC siswa SMK melalui implementasi *Project-based learning* yang terintegrasi dengan praktik kerja nyata pada proses pemesinan CNC. Penelitian ini tidak hanya mengukur hasil belajar secara kognitif, tetapi juga menilai kompetensi secara komprehensif meliputi pengetahuan, keterampilan pengoperasian mesin CNC, serta kemampuan menyelesaikan proyek pemesinan secara mandiri sesuai standar industri. Adapun permasalahan yang ada sebagai berikut: (1) kompetensi siswa dalam bidang produktif yang belum memenuhi standar industri, ini ditunjukkan dengan sedikitnya lulusan yang bekerja dibidangnya akibat dari kurangnya pemahaman konsep dasar, ketidakmampuan mengoperasikan mesin secara mandiri, serta hasil praktik yang belum optimal. (2) pendekatan pedagogis yang lazim digunakan oleh para guru kurang interaktif dimana sebagian besar bergantung pada ceramah, yang menghasilkan pembelajar pasif dan memberikan sedikit peluang untuk keterlibatan aktif, eksploratif, dan tidak langsung dalam tugas-tugas proyek nyata yang relevan dengan tempat kerja. (3) ketidaksiapan guru untuk menyiapkan media pembelajaran yang dapat mengaitkan antara teori dan praktik, sehingga siswa kurang memiliki pengalaman kontekstual yang mendalam. (4) implementasi pendekatan pembelajaran yang inovatif, khususnya model *Project-based learning* belum sesuai dengan karakteristik siswa sekolah kejuruan dan persyaratan industri. (5) para guru masih mengalami kesulitan dalam menerapkan model *Project-based learning* secara efektif sebagaimana dipersyaratkan oleh Kurikulum Merdeka serta tantangan dalam mengembangkan pendekatan *Project-based learning* yang selaras dengan aspek kemampuan kerja, terutama dalam pengoperasian mesin CNC.

Permasalahan yang timbul selama pelaksanaan pembelajaran menuntut adanya penanganan yang sistematis dan serius agar kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan. Kendala tersebut tidak sepenuhnya bersumber dari siswa, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh

penerapan strategi pembelajaran yang belum sepenuhnya mampu mengoptimalkan pengembangan potensi siswa. Pendekatan pembelajaran yang digunakan saat ini masih kurang efektif dalam mendorong partisipasi aktif siswa, sehingga proses interaksi dan komunikasi dua arah antara pendidik dan siswa belum berjalan secara optimal. Berdasarkan kondisi tersebut, dibutuhkan strategi pembelajaran yang lebih sesuai guna mengurangi permasalahan pembelajaran dan mencapai tujuan pembelajaran secara maksimal.

Mengacu pada kebijakan Kurikulum Merdeka, pendekatan pedagogis yang tepat untuk praktik kerja kejuruan dalam mengatasi tantangan ini adalah pelaksanaan pembelajaran praktik melalui tugas proyek. Pada kenyataannya, tantangan seperti kurangnya waktu, sumber daya, dan pemahaman tentang pendekatan model *Project-based learning* memberikan kontribusi munculnya hambatan yang cukup signifikan. Akibatnya, interaksi dengan materi pembelajaran sangat minim, yang menunjukkan bahwa siswa kurang memiliki motivasi dan antusiasme untuk belajar. Berdasarkan hal tersebut, guru dituntut untuk memiliki pemahaman yang komprehensif dan mampu mengimplementasikan teknik pembelajaran yang efektif agar partisipasi serta minat belajar siswa dapat meningkat.

Pendekatan model *Project-based learning* memberikan akses ke paradigma pembelajaran yang inovatif. Strategi ini memfasilitasi keterlibatan siswa dalam mengembangkan proyek sebagai bagian dari materi pembelajaran. Pendekatan model *Project-based learning* adalah strategi pendidikan yang dirancang untuk mengatasi kesulitan dalam mengatasi tantangan di dunia nyata dan akan memberikan bekal individu dengan kompetensi di masa depan (Sunarto & Amalia, 2022). *Project-based learning* menekankan pada *Project oriented learning* yang membuat para siswa menghadapi tantangan yang mestinya dikerjakan secara kolaboratif. Melalui implementasi *Project-based learning*, siswa diharapkan mampu mengembangkan kemampuan praktis, antara lain keterampilan pemecahan masalah, berpikir kritis, serta kerja sama tim, yang menjadi kompetensi esensial dalam bidang teknik pemesinan.

Tahapan Pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek diantaranya (Dahri, 2022): (1) penetapan pertanyaan mendasar (*start with the essential question*) sebagai tahap awal dalam proses pembelajaran. Kegiatan pembelajaran diawali dengan perumusan pertanyaan kunci yang berfungsi sebagai pemicu aktivitas belajar

siswa. Topik yang dipilih bersumber dari kondisi nyata yang dekat dengan kehidupan siswa, kemudian dikembangkan melalui kegiatan penelusuran dan kajian secara mendalam sehingga memiliki relevansi tinggi bagi siswa. (2) penyusunan perencanaan proyek (*design project*). Tahap perencanaan dilaksanakan melalui kerja sama antara pendidik dan siswa sehingga siswa memiliki rasa keterlibatan dan tanggung jawab dalam pelaksanaan proyek yang dikerjakan. Pada tahap ini dirumuskan ketentuan pelaksanaan, ditetapkan kegiatan yang relevan untuk untuk merespons pertanyaan utama, dilakukan integrasi berbagai bidang pendukung, sekaligus mengidentifikasi ketersediaan sarana dan bahan yang dapat dimanfaatkan dalam penyelesaian proyek. (3) tahap penyusunan jadwal kegiatan (*create a schedule*), dilakukan melalui kesepakatan antara guru dan siswa dalam mengatur alokasi waktu pelaksanaan proyek secara terencana dan kolaboratif. Pada tahap ini disusun alur waktu penyelesaian kegiatan, ditetapkan batas akhir setiap tahapan, serta didorong munculnya alternatif strategi kerja yang inovatif. Guru memberikan arahan apabila perencanaan yang dibuat kurang relevan dengan tujuan proyek dan mengajak siswa untuk mengemukakan alasan atas pilihan metode yang digunakan. (4) memantau kemajuan proyek (*monitoring project progress*). Dalam fase ini guru memiliki peran dalam memantau terhadap pelaksanaan aktivitas siswa selama proses penyelesaian proyek. Pemantauan tersebut dilaksanakan melalui pendampingan pada setiap tahapan kegiatan yang dilakukan sehingga guru berfungsi sebagai pembimbing yang mendukung aktivitas belajar siswa. Untuk menunjang kelancaran pemantauan, digunakan instrumen berupa rubrik penilaian yang dirancang untuk mendokumentasikan seluruh aktivitas penting selama pelaksanaan proyek. (5) proses evaluasi terhadap produk hasil kegiatan (*assess the outcome*). Kegiatan evaluasi dilaksanakan sebagai sarana bagi pendidik untuk menilai pencapaian kompetensi yang ditetapkan, memonitor kemajuan belajar setiap siswa serta memberikan umpan balik terhadap pemahaman yang diperoleh. Selain itu, hasil evaluasi digunakan sebagai dasar dalam merancang langkah dan strategi pembelajaran pada tahap selanjutnya. (6) evaluasi pengalaman (*evaluate the experience*) dilakukan pada tahap akhir pembelajaran melalui kegiatan reflektif antara pendidik dan siswa terhadap proses serta capaian proyek. Kegiatan refleksi dilaksanakan secara personal dan kelompok dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan pengalaman

belajar yang telah dialami dan respons mereka selama terlibat dalam penyelesaian proyek.

Permasalahan yang menjadi fokus pembahasan dalam penelitian ini meliputi: (1) bagaimanakah penerapan model *Project-based learning* dalam meningkatkan kompetensi teknologi pemesinan CNC siswa kelas XII program keahlian teknik mesin di SMK Negeri 2 Pengasih? (2) apakah penerapan *Project-based learning* dapat meningkatkan kompetensi teknologi pemesinan CNC siswa kelas XII program keahlian Teknik Mesin di SMK Negeri 2 Pengasih?

Adapun manfaat penelitian ini adalah meningkatkan kompetensi teknis siswa dalam pengoperasian dan pemrograman CNC, sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, dan tanggung jawab melalui pengerjaan proyek nyata. Menerapkan pembelajaran yang lebih aktif dan kontekstual, serta mendukung sekolah dalam menghasilkan lulusan yang lebih siap kerja dan sesuai dengan kebutuhan industri.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode penelitian tindakan kelas (*Classroom Action Research/CAR*) dengan mengacu pada model yang dikemukakan oleh Kemmis dan McTaggart (1988). Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui rangkaian siklus yang mencakup empat tahapan utama, yaitu perencanaan (*plan*), pelaksanaan tindakan (*action*), pengamatan (*observation*), dan refleksi (*reflection*). Periode pelaksanaan penelitian ini berlangsung dari Oktober 2025 hingga November 2025 dan dibagi menjadi dua siklus kegiatan. Pelaksanaan setiap siklus penelitian berlangsung selama dua minggu. Penelitian dilakukan di SMK Negeri 2 Pengasih pada kelas XII TP3 Program Keahlian Teknik Mesin dengan jumlah subjek penelitian sebanyak 35 siswa, yang terdiri dari 33 siswa laki-laki dan 2 siswa perempuan. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, penilaian tes pengetahuan, dan penilaian proyek.

Data penelitian tindakan kelas dianalisis secara deskriptif dengan memadukan teknik analisis kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif diarahkan untuk menelaah capaian belajar siswa yang diperoleh melalui tes maupun penilaian proyek pada setiap tahap siklus. Analisis kualitatif difokuskan pada penelaahan proses pembelajaran yang terjadi selama pelaksanaan penelitian. Data kualitatif dikumpulkan melalui observasi terhadap aktivitas guru dan siswa, pencatatan kejadian

penting di lapangan, serta dokumentasi pendukung.

Adapun kriteria yang digunakan untuk menentukan keberhasilan penelitian ini mengacu pada Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 21 Tahun 2022 tentang Standar Penilaian Pendidikan dimana ketercapaian pembelajaran siswa minimal 75 pada skala 0-100 dalam kompetensi Teknologi Pemesinan CNC, yang mencakup hasil belajar siswa setelah tindakan. Penelitian dianggap cukup jika minimal sebesar 80% siswa memiliki hasil diatas nilai minimal sebesar kriteria ketuntasan minimal yaitu sebesar 75 untuk skala penilaian 0-100. Observasi terhadap metode pembelajaran dianggap memenuhi jika sebesar 80% atau kualitas tinggi metode berhasil diterapkan oleh guru.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua siklus, di mana setiap siklus mencakup empat tahapan yaitu perencanaan, pelaksanaan tindakan, pengamatan, dan evaluasi reflektif. Mengingat keterbatasan alokasi waktu pembelajaran di kelas serta jumlah kelompok yang cukup banyak, pembentukan kelompok dilakukan secara tetap, sehingga komposisi anggota kelompok tidak mengalami perubahan pada setiap siklus. Strategi ini diterapkan untuk meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan penelitian.

Subjek penelitian berjumlah 35 siswa yang pembagian siswa dilakukan ke dalam dua belas kelompok, dengan jumlah anggota pada setiap kelompok terdiri dari dua hingga tiga orang. Penentuan anggota kelompok dilakukan oleh guru pengampu. Uraian lengkap mengenai hasil penelitian disajikan pada bagian pembahasan berikutnya: berdasarkan data observasi, ketercapaian aktivitas guru pada Siklus I tercatat sebesar 98,03% dan mengalami peningkatan pada Siklus II menjadi 98,68%, atau naik sebesar 0,65%. Sedangkan Data observasi Siklus I menunjukkan tingkat penyelesaian aktivitas siswa sebesar 77,68%, yang kemudian meningkat sebesar 16,96% pada Siklus II hingga mencapai 94,64%.

Berdasarkan data observasi di atas implementasi model *Project-based learning* menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada keterlibatan siswa dan aktivitas belajar dalam mata pelajaran teknologi pemesinan CNC. Siswa tampak lebih aktif mengikuti setiap fase pembelajaran, mulai dari tahap perencanaan proyek, pelaksanaan kegiatan praktik, hingga penyajian hasil pekerjaan.

Sebagian besar siswa berperan aktif dalam kerja kelompok, mampu menyampaikan ide, serta ikut serta dalam menentukan langkah penyelesaian proyek yang dikerjakan.

Hasil belajar siswa dinilai berdasarkan ketuntasan untuk ranah pengetahuan menggunakan instrumen *post-test*. Penelitian dianggap memadai jika 80% siswa mencapai skor yang melebihi ambang batas minimal sebesar 75 pada skala 0-100. Tabel 1 mengilustrasikan perubahan pada semua hasil pengukuran antara Siklus I dan Siklus II.

Tabel 1. Data Perubahan Semua Hasil Pengukuran Tes dari Siklus I ke II.

Uraian	Siklus I	Siklus II
Jumlah peserta test	35	35
Jumlah yang tuntas	21	29
Jumlah yang belum tuntas	14	6
Persentase peserta tuntas	60%	82,86%
Persentase peserta belum tuntas	40%	17,14%
Jumlah nilai	2722	2848
Nilai terendah	60	70
Nilai tertinggi	92.00	94
Rata-rata	77.77	81.37
Standar deviasi	8.34	6,49

Tabel 2. Data peningkatan kompetensi siswa pada ranah pengetahuan dari Siklus I ke II.

Uraian	Siklus I	Siklus II
Persentase peserta tuntas	60%	82,86%
Persentase peserta belum tuntas	40%	17,14%
Nilai terendah	60	70
Nilai tertinggi	92.00	94
Rata-rata	77.66	81.37
Standar deviasi	8.38	6,49

Tabel 2 menunjukkan adanya peningkatan kompetensi siswa pada ranah pengetahuan dari Siklus I ke Siklus II. Persentase siswa yang menyelesaikan pembelajaran meningkat dari 60% pada Siklus I menjadi 82,86% pada Siklus II, menunjukkan adanya peningkatan sebesar 22,86%. Kriteria penyelesaian minimal 80% telah terpenuhi pada Siklus II. Adapun skor rata-rata siswa pada Siklus I meningkat dari 77,66 menjadi 81,37 pada Siklus II. Distribusi data menunjukkan penurunan standar deviasi. Standar deviasi pada Siklus I turun dari 8,38 menjadi 6,49 pada Siklus II.

Hasil belajar siswa dalam ranah keterampilan dibuktikan dengan keberhasilan penyelesaian proyek. Penelitian dianggap memadai jika 80% siswa mencapai skor yang

melebihi ambang batas penyelesaian minimal (minimal 75 pada skala 0-100). Tabel 3 mengilustrasikan perubahan pada semua hasil pengukuran antara Siklus I dan Siklus II.

Tabel 3. Data Perubahan Semua Hasil Proyek dari Siklus I ke II.

Uraian	Siklus I	Siklus II
Jumlah peserta test	35	35
Jumlah yang tuntas	21	30
Jumlah yang belum tuntas	14	5
Persentase peserta tuntas	60%	85,71%
Persentase peserta belum tuntas	40%	14,29%
Jumlah nilai	2669	2793.2
Nilai terendah	70.4	73.8
Nilai tertinggi	86.6	89
Rata-rata	76.26	79.81
Standar deviasi	4.06	3.93

Tabel 4. Data peningkatan hasil belajar siswa dari ranah ketrampilan dari Siklus I ke II.

Uraian	Siklus I	Siklus II
Persentase peserta tuntas	60%	85,71%
Persentase peserta belum tuntas	40%	14,29%
Nilai terendah	70.4	73.8
Nilai tertinggi	86.6	89
Rata-rata	76.26	79.81
Standar deviasi	4.06	3.93

Tabel 4 menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa dari ranah ketrampilan dari Siklus I ke Siklus II. Tingkat penyelesaian proyek oleh siswa meningkat dari 60% pada Siklus I menjadi 85,71% pada Siklus II, menunjukkan peningkatan sebesar 25,71%. Dengan mempertimbangkan kriteria penyelesaian minimal 80%, target keberhasilan ini berhasil dicapai pada Siklus II. Selanjutnya, rata-rata nilai siswa juga meningkat dari 76,26 pada Siklus I menjadi 79,81 pada Siklus II. Setelah menganalisis distribusi data, standar deviasi terlihat jelas. Data menunjukkan penurunan standar deviasi. Standar deviasi pada siklus I turun dari 4,06 menjadi 3,93 pada siklus II.

Penjelasan rinci data penelitian menghasilkan temuan sebagai berikut: hasil observasi menunjukkan peningkatan keterlibatan siswa dalam penerapan model Project-Based Learning dari Siklus I ke Siklus II. Pada Siklus I, keterlibatan siswa tercatat 77,68%, yang kemudian meningkat menjadi 94,64% pada Siklus II. Dengan mempertimbangkan standar minimal keterlibatan 80%, target ini baru tercapai pada Siklus II. Nilai rata-rata tes siswa menunjukkan peningkatan, yaitu dari 77,66 pada

Siklus I menjadi 81,37 pada Siklus II, mencerminkan perbedaan 3,71. Ini menunjukkan peningkatan 3,71, tetapi tidak substansial, untuk rentang skala 0-100. Nilai rata-rata penilaian proyek siswa mengalami peningkatan, yaitu dari 76,26 pada Siklus I menjadi 79,81 pada Siklus II, mencerminkan perbedaan 3,54. Ini menunjukkan peningkatan 3,54, tetapi tidak substansial, pada skala 0-100. Standar deviasi hasil tes pada Siklus II, berkisar dari 8,73 hingga 6,49, adalah 2,24. Standar deviasi turun sebesar 2,24. Varians standar deviasi untuk hasil penilaian proyek pada Siklus I, dari 4,06 menjadi 3,93 pada Siklus II, adalah 1,87. Penurunan nilai deviasi standar sebesar 2,24 dan 1,87 menunjukkan bahwa lebih banyak nilai siswa yang meningkat. Kenaikan standar deviasi antara Siklus I dan Siklus II menunjukkan peningkatan pemahaman dan kemampuan siswa yang dihasilkan melalui penerapan *Project-based learning*.

Hasil analisis statistik deskriptif kuantitatif menunjukkan bahwa implementasi model *Project-based learning* berkontribusi positif dalam meningkatkan kompetensi teknologi pemesinan CNC pada siswa SMK. Peningkatan tersebut tercermin dari naiknya nilai rata-rata prestasi belajar siswa setelah proses pembelajaran berbasis proyek diterapkan, baik pada ranah pengetahuan, maupun keterampilan praktik. Secara umum, hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan bahwa pendekatan model *Project-based learning* layak digunakan dan efektif dalam proses pembelajaran teknologi pemesinan CNC, karena dapat memperkuat pemahaman konsep, meningkatkan keterampilan pengoperasian mesin CNC, serta mengembangkan keterampilan siswa dalam menyelesaikan proyek pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan dunia kerja. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rehani & Mustofa (2023) yang menyimpulkan bahwa model PjBL meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa serta mendorong pembelajaran aktif secara lebih efektif dibandingkan metode ceramah tradisional dan juga hasil penelitian Lestari, I. W. P., dkk. (2023) bahwa terdapat peningkatan signifikan pada pembelajaran CNC berbasis *Self-Regulated Learning* (SRL) dengan model *Project-Based Learning* (PjBL).

#### 4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan temuan penelitian dan analisis pembahasan, dapat disimpulkan bahwa implementasi model pembelajaran model *Project-based learning* pada pembelajaran teknologi pemesinan CNC di SMK berjalan secara efektif. Proses pembelajaran berjalan sesuai dengan

sintaks model *Project-based learning*, mulai dari penetapan proyek, perencanaan kegiatan, pelaksanaan praktik, hingga penyajian dan evaluasi hasil proyek. Pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan keaktifan, kerja sama, serta tanggung jawab siswa dalam proses pembelajaran.

Lebih lanjut, hasil penelitian mengindikasikan bahwa implementasi model *Project-based learning* berpotensi meningkatkan kompetensi teknologi pemesinan CNC siswa. Peningkatan kompetensi terlihat pada aspek pengetahuan maupun keterampilan praktik, siswa. Hasil analisis data kuantitatif menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa menunjukkan peningkatan 60% pada proporsi peserta yang menyelesaikan siklus pertama, mencapai 82,86%, dengan tingkat penyelesaian minimum 80%. Temuan penelitian ini memperkuat hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa *Project-based learning* efektif dalam meningkatkan keaktifan, kemandirian dan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran kejuruan. Dengan keterlibatan siswa secara penuh dalam setiap tahap pembelajaran, mulai dari perencanaan hingga evaluasi proyek, interaksi belajar menjadi lebih dinamis dan berorientasi pada siswa. Hasil ini sejalan dengan penelitian Rehani & Mustofa (2023) di SMK Negeri 1 Surakarta yang menyimpulkan bahwa PjBL lebih efektif daripada metode ceramah dalam meningkatkan berpikir kritis, fokus, serta interaksi guru dan siswa. Dengan demikian, kedua penelitian sama-sama menegaskan bahwa PjBL relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kejuruan secara kognitif maupun ketrampilan seperti keaktifan, kemandirian, serta kolaborasi.

Meskipun penerapan PjBL menunjukkan hasil yang positif, pelaksanaannya masih menghadapi sejumlah tantangan, seperti keterbatasan waktu pembelajaran, variasi kemampuan awal siswa, serta keterbatasan fasilitas praktik. Oleh sebab itu, pengelolaan pembelajaran yang baik, perencanaan proyek yang realistis, dan ketersediaan sarana-prasarana yang memadai menjadi penting untuk memastikan pelaksanaan *Project-based learning* berjalan secara maksimal.

Rekomendasi dan saran yang dapat dikemukakan adalah model *project-based learning* yang diterapkan di kelas XII TP3 Program Penelitian Teknik Mesin di SMK N 2 Pengasih dapat dijadikan pendekatan pembelajaran alternatif untuk mata pelajaran produktif lainnya guna meningkatkan hasil belajar siswa.

## Daftar Pustaka

- Asyhari, H., & Arsana, I. M. (2022). Penerapan project based learning untuk meningkatkan kemampuan kolaborasi dan hasil belajar pekerjaan dasar teknik otomotif siswa kelas X TKR 4 di SMK Negeri 7 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 12(1). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-mesin/article/view/50471>
- Capinding A.T. (2024). *Online Teaching Effectiveness and Teacher's Readiness: Impact on Student's Satisfaction and Academic Performance*. Nueva Ecija University of Science and Technolod Filipina. <https://e-iji.net/ats/index.php/pub/article/view/567>
- Dahri, N. (2022). *Problem and Project Based Learning (PPjBL): Model Pembelajaran Abad 21*. Padang: CV. Muharika Rumah Ilmiah
- Djojonegoro W. (1998). *Pengembangan sumber daya manusia melalui sekolah menengah kejuruan (SMK)*. Jakarta: PT Jayakarta Agung Offset.
- Elfitra, Armanto & Dewi, (2024). Assessing Student Characteristics With The Right Instruments: An Important Pathway To Implementing A Merdeka Curriculum In Indonesia. *Indramayu: Matheline.Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika* 9(4), 1153–1168. <https://doi.org/10.31943/mathline.v9i4.703>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2013). *Permendibud Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2013 Tentang Standar Penilaian Pendidikan Tentang Standar Penilaian Pendidikan*.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*. Victoria: Deakin University Press.
- Lestari, I. W. P., dkk. (2023). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis self-regulated learning dengan model project based learning pada mata pelajaran CNC di SMK. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan (JIIP)*, 7(8), 5146–5153. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i8.5146>
- Rehani, A., & Mustofa, T. A. (2023). Implementasi Project Based Learning dalam Meningkatkan Pola Pikir Kritis Siswa di SMK Negeri 1 Surakarta *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 12(4), 487–496. <https://doi.org/10.58230/27454312.273>
- Suharno, Pambudi, N. A., & Harjanto, B. (2020). Vocational education in Indonesia: History, development, opportunities, and challenges. *Children and Youth Services Review*, 115,

105092.  
<https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105092>  
Sunarto, M. F., & Amalia, N. (2022). Penggunaan Model Discovery Learning Guna Menciptakan Kemandirian Dan Kreativitas Siswa. *BAHTERA : Jurnal Pendidikan Bahasa*

*Dan Sastra*, 21(1), 94–100.  
<https://doi.org/10.21009/bahtera.211.07>  
Undang-Undang Republik Indonesia (2003). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*.