

**ANALISIS KOMPETENSI SMK TEKNIK PEMESINAN DALAM
MENGHADAPI REVOLUSI INDUSTRI 4.0**

Tesis

**Sebagai bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar
Magister Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan**



Oleh :

Ridwan Yanuardi

NIM : 2002807

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2022

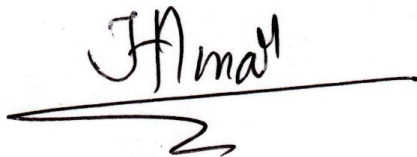
LEMBAR PENGESAHAN

Ridwan Yanuardi
NIM. 2002807

ANALISIS KOMPETENSI SMK TEKNIK PEMESINAN DALAM MENGHADAPI REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing 1,



Dr. Isma Widiaty., M.Pd.
NIP.19710607 200112 2 001

Pembimbing 2,



Dr. Mumu Komaro., M.T.
NIP. 19660503 199202 1 001

Mengetahui
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknologi dan Kejuruan,



Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19721113 199903 1 001

PERYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Analisis Kompetensi SMK Teknik Pemesinan Dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Mei 2022
Yang membuat pernyataan

Ridwan Yanuardi

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, sang pencipta alam semesta, manusia dan kehidupan beserta seperangkat aturan-Nya. Karena berkat limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul Analisis Kompetensi SMK Teknik Pemesinan Dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0. Shalawat dan salam semoga tetep tercurahkan kepada nabi besar Muhammad SAW, beserta keluarganya dan umatnya sampai akhir zaman.

Tesis ini diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia. Penelitian ini juga bermaksud menemukan kompetensi apa yang diperlukan siswa SMK teknik pemesinan dalam menghadapi era Industri 4.0. Penulis berupaya untuk menyajikan tesis ini sebaik mungkin, dengan harapan dapat memberikan sumbang pemikiran, sehingga dapat dijadikan masukan bagi para pengembang kurikulum, guna menyusun kurikulum yang sesuai dengan kebutuhan industri.

Selama proses pembuatan tesis ini, penulis mendapatkan bimbingan, bantuan dan pengarahan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Dr. Isma Widiaty., M.Pd., selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan saran dan pengarahan selama penulisan tesis ini.
2. Bapak Dr. Mumu Komaro., M.T., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan saran dan pengarahan selama penulisan tesis ini.
3. Bapak Dr. Ir. H. Agus Solehudin, S.T., M.T., IPM., selaku penguji tesis yang telah banyak memberikan masukan dan saran untuk perbaikan penelitian ini.
4. Bapak Haipan Salam, M.Si., PhD., selaku penguji tesis yang telah banyak memberikan masukan dan saran untuk perbaikan penelitian ini.
5. Bapak Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, S.Pd., M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.

6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia, trimakasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
7. Bapak Ayi Rohmat Sumirat, S.Pd., MM., selaku kepala SMK Negeri 2 Cimahi atas izin kepada penulis untuk dapat melanjutkan studi.
8. Ayahanda Eddy Limaran dan Ibunda Ade Sumiati atas segala do'a dan motivasi dalam menyelesaikan pendidikan.
9. Istri tercinta Kiki Setiati Limaran, S.Pd., dan anak-anakku Kalea Amalika Yanuardi dan Alesha Kirana Yanuardi, yang selalu menjadi inspirasi serta penyemangat penulis.
10. Teman-teman mahasiswa Sekolah Pascasarjana (SPs) UPI prodi. PTK dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan moril, sehingga peneliti dapat menyelesaikan pendidikan di SPs UPI, semoga amal baiknya menjadi nilai ibadah dan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Peneliti berharap kiranya hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi guru dan pengembang kurikulum, dalam upaya menyusun kurikulum yang sesuai dengan kebutuhan industri, *Aamiin ya Robbal`alamin*.

Bandung, Mei 2022

Ridwan Yanuardi

Analisis Kompetensi SMK Teknik Pemesinan dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0

Ridwan Yanuardi
2002807

Abstrak

Indonesia akan mendorong 10 prioritas nasional dalam inisiatif “*Making Indonesia 4.0*”. Salah satunya adalah peningkatan kualitas Sumber Daya Manusia, melalui penyelarasan kurikulum pendidikan nasional dengan kebutuhan industri di masa depan. Peningkatan kualitas SDM perlu dilakukan guna menghadapi dampak penerapan teknologi baru dalam implementasi industri 4.0, teknologi jaringan untuk sistem produksi yang sangat otomatis. Permasalahan saat ini ada kesenjangan kompetensi yang dipelajari di sekolah dengan kompetensi yang diinginkan dunia kerja. Kesenjangan pendidikan membuat pengangguran meningkat. Menurut data BPS pada bulan Februari 2021 Tingkat Pengangguran Terbuka jika dilihat dari tingkat pendidikan, TPT Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) masih yang paling tinggi diantara tingkat pendidikan lain, yaitu sebesar 11,13% persen. Tujuan dasar dari penelitian ini adalah mengidentifikasi kompetensi yang diperlukan, oleh siswa SMK teknik pemesinan dalam menghadapi revolusi industri 4.0. Lulusan SMK teknik pemesinan dalam menghadapi revolusi industri 4.0 perlu menguasai kompetensi klasik pemesinan dan kompetensi digitalisasi, agar mampu bersaing di era industri 4.0. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan dua teknik pengumpulan data yaitu pertama adalah analisis konten dari 27 artikel yang terbit di jurnal internasional, yang memuat tentang perkembangan teknologi pemesinan di era industri 4.0 dan kompetensi yang diperlukan guna menjalankan teknologi tersebut. Kedua adalah hasil analisis deskriptif dari pendapat 44 responden, yang diperoleh dengan instrumen kuisioner terbuka, tentang lingkup pekerjaan lulusan SMK teknik pemesinan, kinerja karyawan lulusan SMK teknik pemesinan, pertimbangan merekrut lulusan SMK teknik pemesinan serta keterampilan, pengetahuan dan sikap yang harus dimiliki agar dapat bersaing di era industri 4.0. Teridentifikasi 27 kompetensi teknis, satu kompetensi metodologis, lima kompetensi sosial dan tiga kompetensi pribadi yang perlu dimiliki lulusan SMK teknik pemesinan, untuk menunjang pekerjaannya agar siap menjadi Operator 4.0.

Kata kunci : Analisis kompetensi, Industri 4.0, SMK teknik pemesinan

*Competency Analysis of Mechanical Engineering Vocational Schools in
Facing the Industrial Revolution 4.0*

Ridwan Yanuardi
2002807

Abstract

Indonesia will push for 10 national priorities in the “Making Indonesia 4.0” initiative. One of them is improving the quality of Human Resources, through aligning the national education curriculum with the needs of the industry in the future. Improving the quality of human resources needs to be done to deal with the impact of implementing new technologies in the implementation of industry 4.0, network technology for highly automated production systems. The current problem is that there is a mismatch of competencies learned in school with the competencies desired by the world of work. The education gap makes unemployment increase. According to BPS data for February 2021, the Open Unemployment Rate when viewed from the level of education, the TPT for Vocational High Schools (VHS) is still the highest among other education levels, which is 11.13% percent. The basic objective of this research is to identify the competencies needed by mechanical engineering vocational students in facing the industrial revolution 4.0. Mechanical engineering Vocational High School graduates in facing the industrial revolution 4.0 need to master classical machining competencies and digitalization competencies, in order to be able to compete in the industrial era 4.0. This study uses a qualitative method with two data collection techniques, the first is content analysis of 27 articles published in international journals, which contain the development of machining technology in the industrial era 4.0 and the competencies needed to run the technology. The second is the result of a descriptive analysis of the opinions of 44 respondents, which was obtained using an open questionnaire, regarding the scope of work for Mechanical Engineering Vocational High School graduates, employee performance of Mechanical Engineering Vocational High School graduates, considerations for recruiting Mechanical Engineering Vocational High School graduates as well as skills, knowledge and attitudes that must be possessed in order to compete, in the industrial era 4.0. Identified 27 technical competencies, one methodological competency, five social competencies and three personal competencies that mechanical engineering graduates need to have, to support their work so that they are ready to become Operator 4.0.

Keywords: Competency analysis, Industry 4.0, Mechanical engineering vocational school

Daftar Isi

Kata Pengantar	i	
Abstrak.....	iii	
Daftar Isi	v	
Daftar Tabel	vii	
Daftar Gambar	viii	
Daftar Lampiran.....	ix	
BAB I		
PENDAHULUAN	1	
A. Latar Belakang Masalah	1	
B. Rumusan Masalah.....	7	
C. Tujuan Penelitian	8	
D. Manfaat Penelitian	8	
BAB II		
KAJIAN PUSTAKA.....	9	
A. Era Industri 4.0	9	
B. Kompetensi SMK Teknik Pemesinan	11	
C. Kompetensi Industri 4.0.....	14	
D. Kurikulum 2013 SMK Teknik Pemesinan	17	
E. Bidang Pekerjaan Lulusan	20	
BAB III		
METODE PENELITIAN.....	25	
A. Paradigma Penelitian	25	
B. Disain Penelitian	26	
C. Prosedur Penelitian	27	
D. Subjek Penelitian	29	
E. Instrumen Penelitian	30	
F. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	30	
BAB IV		35
TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	35	
A. Temuan Penelitian	35	
B. Pembahasan	42	

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	64
A. Kesimpulan.....	64
B. Rekomendasi.....	66
Daftar Pustaka.....	68
Lampiran.....	75

Daftar Tabel

Tabel 2.1. Rincian unit kompetensi.....	13
Tabel 2.2. Struktur Kurikulum SMK 2013 Teknik Pemesinan.....	18
Tabel 2.3. Area pekerjaan di industri mesin dan pengolahan	20
Tabel 3.1. <i>Inclusion</i> dan <i>Exclusion Criteria</i>	32
Tabel 4.1. Perolehan artikel.....	35
Tabel 4.2. Jenis teknologi Industri 4.0	36
Tabel 4.3. Karakteristik responden.....	38
Tabel 4.4. Ruang lingkup pekerjaan lulusan SMK teknik pemesinan	39
Tabel 4.5. Kompetensi Industri 4.0	41
Tabel 4.6. Perbandingan kompetensi era industri 4.0 dan kurikulum 2013	57

Daftar Gambar

Gambar 1.1. Miss match pendidikan dan pekerjaan (Rahadian, 2019)	3
Gambar 1.2. Matrik kurikulum untuk revolusi industri (Ellahi et al., 2019).....	5
Gambar 2.1. Komponen Industri 4.0 (Sharma et al., 2021)	9
Gambar 2.2. Capaian pembelajaran (Dikti, 2011)	12
Gambar 2.3. Model kompetensi Industri 4.0	14
Gambar 2.4. Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia.....	22
Gambar 3.1. Paradigma penelitian	25
Gambar 3.2. Disain penelitian	26
Gambar 3.3. Prosedur penelitian	27
Gambar 4.1. Perancangan dan pengembangan produk	36
Gambar 4.2. Proses manufaktur	37
Gambar 4.3. Perawatan	37
Gambar 4.4. Delapan aspek keterampilan (BNSP, 2020).....	48
Gambar 4.5. Manajemen operasi pemesinan (Ritou et al., 2019)	53

Daftar Lampiran

Lampiran 1. Instrumen Kuisisioner	75
Lampiran 2. Hasil Kuisisioner	77
Lampiran 3. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar	90

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

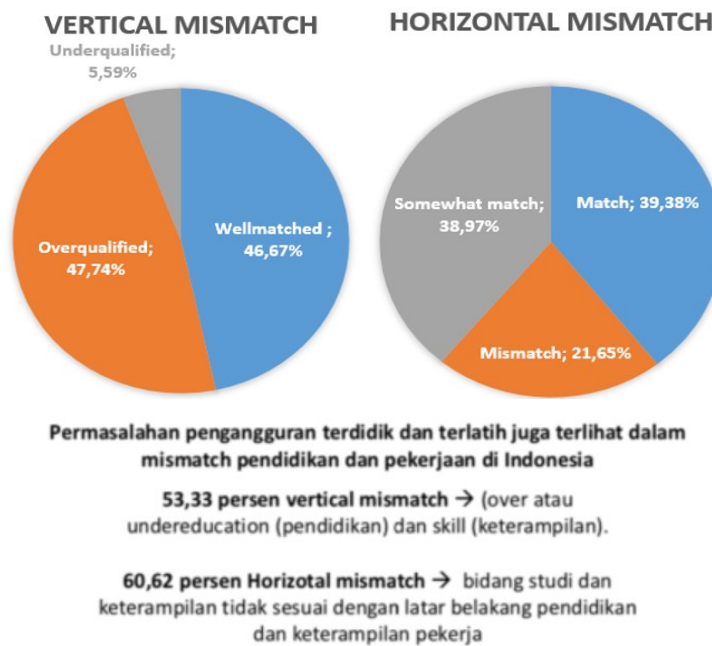
Komitmen Indonesia dalam percepatan implementasi Industri 4.0 ditandai dengan peluncuran *road map* bertajuk “*Making Indonesia 4.0*” pada tahun 2018. Indonesia berkomitmen untuk menjadi salah satu dari 10 kekuatan ekonomi terbesar di dunia, berdasarkan Pertumbuhan Domestik Bruto pada tahun 2030. Indonesia akan mendorong 10 prioritas nasional dalam inisiatif “*Making Indonesia 4.0*”. Salah satunya adalah peningkatan kualitas Sumber Daya Manusia, melalui penyesuaian kurikulum pendidikan nasional dengan kebutuhan industri di masa depan (Kemenperin, 2018). Peningkatan kualitas SDM perlu dilakukan guna menghadapi dampak penerapan teknologi baru dalam implementasi industri 4.0, teknologi jaringan untuk sistem produksi yang sangat otomatis (Spöttl & Windelband, 2021). Indonesia akan berfokus pada lima sektor utama untuk penerapan awal dari teknologi *Internet of Things*, *Artificial Intelligence*, *Human–Machine Interface*, teknologi robotik dan sensor, serta teknologi 3D Printing, pada industri (1) makanan dan minuman; (2) tekstil dan pakaian; (3) otomotif; (4) kimia; dan (5) elektronik (Kemenperin, 2019). Kelima sektor tersebut berpotensi menghasilkan dampak pertumbuhan industri lainnya, sejalan dengan strategi Indonesia yang akan menaikkan produksi bahan baku lokal dan komponen utama. Sejumlah subsektor pendukung diproyeksi tumbuh tinggi antara lain, industri makanan dan minuman, permesinan, tekstil dan pakaian jadi (Kemenperin, 2019).

Peningkatan kualitas SDM khususnya tingkat SMK, dengan upaya menyempurnakan dan menyesuaikan kurikulum SMK agar sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan pengguna lulusan (*link and match*). Sejatinya juga dilakukan oleh pemerintah, melalui Instruksi Presiden (Inpres) Nomor 9 Tahun 2016, tentang Revitalisasi Sekolah Menengah Kejuruan dalam rangka Peningkatan Kualitas dan Daya Saing Sumber Daya Manusia Indonesia (Kemendikbud, 2016). Revitalisasi SMK mendukung Program revitalisasi pemutakhiran sistem pembelajaran berbasis Industri 4.0 dan sertifikasi siswa yang terdiri dari komponen: penyesuaian kurikulum dengan industri, penerapan pendidikan sistem ganda (*dual*

system) melalui Praktik Kerja Lapangan, Implementasi *teaching factory* dan Sertifikasi kompetensi siswa (Mochamad Cholik, Ekohariadi, Ricky Eka Putra, 2020). Seiring dengan pelaksanaan revitalisasi pendidikan vokasi, untuk mencapai Visi Indonesia 2045 dan RPJMN 2020-2024, maka diperlukan peningkatan kualitas SDM vokasi yang terfokus pada bidang pekerjaan (1) pengembangan vokasi bidang mesin dan konstruksi; 2) Ekonomi kreatif; 3) Perhotelan; dan 4) Jasa keperawatan (Vokasi, 2020).

Era Revolusi Industri 4.0 merupakan tantangan nyata bagi pendidikan kejuruan di Indonesia. Pendidikan SMK saat ini tumbuh dan berkembang dengan membanggakan, namun kualitas dan relevansi lulusannya masih rendah, keterampilan yang diberikan oleh SMK tidak sesuai dengan kebutuhan industri (Martono et al., 2018). Berdasarkan *Economic Forum Swedia* 2016 yang dikutip (Suharno et al., 2020), menyebutkan bahwa daya saing lulusan SMK saat ini di dunia global menjadi perhatian (35% di tingkat ASEAN dan 10% di tingkat global). Kurikulum yang dikembangkan saat ini masih bersifat *supply mainded*, sehingga terjadi kesenjangan antara *output* pendidikan kejuruan dengan kebutuhan dunia industri (Afrina et al., 2018). Ada kesenjangan kompetensi yang dipelajari di sekolah dengan kompetensi yang diinginkan dunia kerja (Samani, 2014). Kesenjangan ini terutama disebabkan struktur pendidikan, kualitas dan isi sistem pendidikan telah gagal memberikan keterampilan, bakat, dan orientasi kerja yang dibutuhkan (Azman et al., 2020). Tingkat kelulusan hampir mencapai 100% namun kompetensi lulusannya tidak sesuai dengan tuntutan pekerjaan karena pembelajaran berbasis teori, sedangkan industri telah cepat berubah dan berkembang dari waktu ke waktu (Suharno et al., 2020). Sehingga kompetensi dihasilkan akan menjadi usang ketika lulusannya memasuki dunia kerja (Samani, 2018). Dari penelitian yang dilakukan (Afrina et al., 2018), menyatakan bahwa dari 144 kompetensi yang dimiliki SMK di Indonesia, sekitar 60 persen dari proporsi kompetensi diisi hanya oleh 10 kompetensi utama. Kurikulum Pendidikan masih lebih banyak teori, dan hanya 58 persen untuk bobot mata pelajaran kejuruan. Kemudian ditemukan pula bahwa dari 787 orang responden, 87 persen responden yang tamat pendidikan di jenjang SMA/SMK/Sederajat menilai bahwa ilmu yang mereka terima di sekolah tidak relevan untuk mencari pekerjaan. Menurut data

Institute for Development of Economics and Finance (INDEF) yang dikutip oleh (Rahadian, 2019), bahwa terjadi *mismatch* antara pendidikan dan pekerjaan di Indonesia, seperti ditunjukkan pada gambar 1.1.



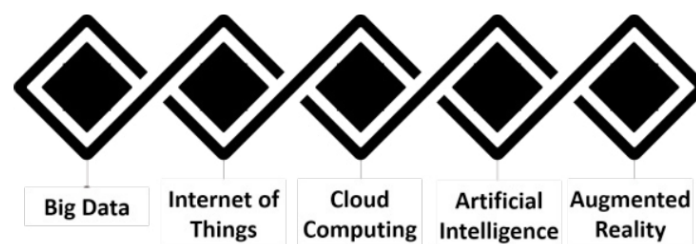
Gambar 1. 1. *Miss match* pendidikan dan pekerjaan (Rahadian, 2019)

Pada gambar 1.1. Terlihat bahwa Pendidikan SMK dengan industri mengalami *miss match*, terjadi ketidaksesuaian vertikal sebesar 53,33%, di mana tingkat kualifikasi dan keahlian tidak sesuai dengan yang dibutuhkan oleh pekerjaan, terjadi kelebihan atau kekurangan tingkat pendidikan dan keahlian. Terjadi pula ketidaksesuaian horizontal sebesar 60,62%, di mana bidang studi dan keterampilan tidak sesuai dengan latar belakang pendidikan dan keterampilan kerja. Kesenjangan kompetensi diperkuat dengan fakta bahwa SMK justru menjadi penyumbang tertinggi dalam angka pengangguran di Indonesia. Banyaknya kesenjangan kompetensi seperti juga terjadi di Spanyol membuat pengangguran meningkat (Badillo Amador et al., 2008). Data Survei Angkatan Kerja Nasional (Sakernas) pada tahun 2021 menunjukkan Tingkat Pengangguran Terbuka jika dilihat dari tingkat pendidikan, TPT Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), yaitu sebesar 11,13% persen, terbesar dari tingkat pendidikan lainnya (*Badan Pusat Statistik*, 2021). Hal ini menunjukkan terjadinya masalah ketimpangan dan relevansi kompetensi pendidikan kejuruan dengan dunia kerja (Wardina et al., 2019). Masalah inti kesenjangan adalah bahwa konten pendidikan tidak cukup relevan dengan kebutuhan kualifikasi dunia kerja

(Hiim, 2017). *Miss match* Pendidikan SMK dengan industri, disebabkan kurangnya kerjasama praktis antara dunia pendidikan, pemerintah, dan industri terutama pada aspek penyusunan kurikulum termasuk pemagangan (Azman et al., 2020). Sehingga diperlukan penyesuaian kurikulum pendidikan kejuruan dengan kebutuhan tenaga kerja, untuk merespon perubahan, tantangan, dan peluang era industri 4.0. (Wardina et al., 2019; Yahya, 2016). Tantangan yang terjadi pada revolusi industri 4.0 menuntut agar pendidikan kejuruan menghasilkan lulusan yang mampu bekerja dalam konteks saat ini dan masa depan (Stachová et al., 2019). Kurikulum pendidikan kejuruan perlu dikembangkan atas dasar landasan yang berkualitas, inovatif dan kompetitif mengikuti perkembangan negara dalam skala global, dibuat kompatibel dengan Industri 4.0 (Durmus & Dağlı, 2017).

Proyeksi yang dilakukan UK *Commission for Employment and Skill* serta *McKinsey Global Institute* yang dilansir (Khurniawan & Erda, 2019), menyatakan bahwa terdapat peluang besar yang dapat dimasuki oleh lulusan SMK pada sektor industri pengolahan atau manufaktur pada tahun 2030, dinilai akan menyerap banyak tenaga kerja. Namun era Industri 4.0 syarat dengan penggunaan teknologi baru, juga membutuhkan seperangkat pengetahuan dan keterampilan baru (Lund & Karlsen, 2020). Penerapan teknologi baru, membutuhkan kompetensi pekerja yang dapat menggabungkan pengetahuan dasar serta pelatihan praktis interdisiplin dan multidisiplin, agar siap bekerja secara rasional dalam situasi industri yang kompleks (Enke et al., 2018a; Lytvyn et al., 2020; Madsen et al., 2016). Implementasi Industri 4.0 pada sektor industri teknik pemesinan (pengolahan logam) membutuhkan tenaga kerja yang memiliki kompetensi profesional, menguasai kombinasi teknik mesin klasik dan Teknologi Informasi (IT) untuk dapat mengoperasikan pabrik pintar (Fernández-Miranda et al., 2017). Penggunaan teknologi digital, misalnya penerapan sensor dan aktivator dalam jaringan sistem siberetik-fisik (CPS) memerlukan kompetensi individu dan kolektif interdisipliner yang mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan dari bidang produksi mesin, elektronik, dan teknologi informasi-komunikasi (ElFar et al., 2020; Spöttl & Windelband, 2021). Tingkat keterampilan yang dibutuhkan akan menjadi keterampilan teknis yang sangat spesifik dan juga spektrum yang luas dari keterampilan non-teknis (Sony & Naik, 2020).

Indonesia menghadapi tantangan dalam hal kurikulum yang tidak fleksibel dan ketinggalan zaman (Martono et al., 2018). Padahal sistem pendidikan perlu memiliki fleksibilitas, agar dapat beradaptasi dalam menyesuaikan pengetahuan dan keahlian baru sebagai bagian dari kehidupan kerja saat ini (Ellahi et al., 2019). Agar dapat menghasilkan pekerja terampil dan sangat terampil, guna menjawab kebutuhan perubahan kompetensi yang dibutuhkan dunia kerja dalam konteks Industri 4.0 (Spöttl & Windelband, 2021). Dalam konteks pendidikan SMK yang lulusannya dipersiapkan untuk industri (Widiaty, 2019), perlu memperhatikan kebutuhan industri saat ini dan masa depan. Dimana lulusan SMK yang bekerja di Industri, berdasarkan level KKNI (Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia) berada pada level II termasuk dalam kelompok operator. Pelaksanaan uji kompetensi menjadi strategi untuk meminimalisir kesenjangan kompetensi (Triyono & Moses, 2020). Namun, sampai dengan saat ini belum semua program keahlian telah tersedia SKKNI-nya dan beberapa SKKNI yang sudah ada belum direfleksikan dalam kurikulum (Kemendikbud, 2016). Analisis kompetensi dapat berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi keterampilan yang dibutuhkan. Juga dapat diterapkan sebagai peta jalan untuk pengembangan kurikulum (Ellahi et al., 2019). Menghasilkan kurikulum yang relevan, yaitu kurikulum yang dimaksudkan, direncanakan, dan diberlakukan (Kurz et al., 2009). Dengan analisis kompetensi dapat memberikan gambaran yang jelas tentang unit-unit kompetensi yang relevan dan tidak relevan dengan kebutuhan industri (Widiaty, 2019). Sehingga sampai pada sistem yang dapat memutuskan apa yang penting untuk diajarkan (Hodge, 2016), dan memasukan kompetensi baru yang sifatnya penting ke dalam kurikulum yang ada (Enke et al., 2018). Aspek utama dalam fokus relevansi kompetensi dengan industri 4.0 di ilustrasikan pada gambar 1.2.



Gambar 1.2. Matrik kurikulum untuk revolusi industri (Ellahi et al., 2019)

Aspek utama dalam fokus relevansi kompetensi industri 4.0, yang terdapat pada gambar 2.1. Diusulkan oleh (Ellahi et al., 2019) dapat dijadikan kerangka kerja, sebagai peta jalan untuk memasukkan dan mengadaptasi Revolusi Industri 4.0 dalam kurikulum. Selanjutnya penyesuaian kurikulum sangat penting dalam mewujudkan tujuan pembelajaran (Wijngaards-de Meij & Merx, 2018). Dimana desain kurikulum yang didasarkan pada nilai kreativitas menentukan pengembangan kompetensi *hardskill* dan *soft skill* (Resources, 2020). Untuk dapat menghasilkan keterampilan multidisiplin, menumbuhkan bakat profesional fundamental, bakat manajerial senior dan menengah, serta bakat lintas disiplin yang dibutuhkan oleh Industri 4.0 (Chou et al., 2018). Penyesuaian kurikulum dalam konteks Industri 4.0 sebagai pemenuhan kompetensi dari perubahan uraian pekerjaan yang terjadi (Shevyakova et al., 2021). Sehingga memungkinkan lulusan pendidikan kejuruan keteknikan dapat diterima di industri masa depan guna mengoperasikan teknologi baru. (Ansari et al., 2018; Enke et al., 2018a). Memerlukan keterlibatan peralatan komputer, telekomunikasi modern dan perangkat lunak dalam proses pendidikan (Lytvyn et al., 2020). Keselarasan kurikulum dengan perkembangan dunia industri perlu didukung sarana dan prasarana yang memadai, biaya yang cukup untuk melaksanakan praktik di industri, dan memiliki guru yang memiliki pengalaman langsung di dunia industri (Rosina et al., 2021). Meskipun pemerintah telah melakukan program, seperti pendirian SMK baru, pembelajaran berbasis *link and match*, program guru keahlian ganda, dan pelibatan industri, namun kajian tersebut masih mengalami keterbatasan (Suharno et al., 2020). Peningkatan kualitas lulusan, terutama agar tetap relevan dengan dinamika perubahan kebutuhan kompetensi pekerja akibat penerapan Industri 4.0 (Hecklau et al., 2016). Diperlukan identifikasi atas tuntutan kompetensi yang berubah untuk pekerja di tingkat keterampilan menengah di industri manufaktur (Spöttl & Windelband, 2021). Meningkatnya kebutuhan akan operator pintar, pada era Industri 4.0 berfokus pada kemampuan mengoperasikan teknologi baru (Valentina et al., 2021). Penelitian ini menjadi strategis karena menggunakan sasaran kompetensi tingkat SMK teknik pemesinan. Mencoba menganalisis materi kompetensi teknis guna menjawab kebutuhan kompetensi teknis SMK teknik

pemesinan dalam mengadopsi industri 4.0. Dimana penelitian serupa dilakukan pada kurikulum tingkat universitas ataupun lembaga pelatihan.

Meski penelitian sebelumnya telah memberikan kontribusi keberlanjutan dalam mempresentasikan prinsip umum penyesuaian kurikulum pendidikan kejuruan dengan Industri 4.0. Studi ini berusaha untuk mengisi kesenjangan, dengan menyajikan kemampuan teknis yang lebih spesifik yang perlu dikuasai siswa SMK teknik pemesinan dalam konteks Industri 4.0. Penelitian ini juga coba menjawab rekomendasi dari penelitian yang dilakukan (Hecklau et al., 2016), dimana untuk meningkatkan kecepatan dalam menutup kesenjangan kompetensi, diperlukan fokus pada pengembangan profil pekerjaan tertentu. Dalam hal ini adalah profil pekerjaan lulusan SMK teknik pemesinan. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran tentang prioritas kompetensi teknis era industri 4.0, yang mengacu pada domain penggunaan berbagai teknologi, termasuk alat IT, manufaktur, dan otomatisasi (Yoshino et al., 2020). Untuk menjadi bahan evaluasi relevansi kurikulum ke depan. Agar lulusan SMK teknik pemesinan dapat bersaing di era industri 4.0.

B. Rumusan Masalah

Analisis kompetensi dapat berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi keterampilan yang dibutuhkan di era industri 4.0 dan dapat diterapkan sebagai peta jalan untuk pengembangan kurikulum. Sehingga muncul pertanyaan kompetensi apa yang diperlukan siswa SMK teknik pemesinan dalam menghadapi era Industri 4.0? Untuk memandu penelitian maka disusunlah pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Apa saja kompetensi teknis SMK teknik pemesinan yang sesuai dengan tuntutan industri 4.0?
2. Apa pendapat industri terhadap pengetahuan, keahlian, dan sikap yang harus dipersiapkan oleh siswa SMK teknik pemesinan agar mampu bersaing pada era industri 4.0?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dasar dari penelitian ini adalah mengidentifikasi kompetensi yang diperlukan, oleh siswa SMK teknik pemesinan. Berdasarkan perubahan pada kegiatan produksi di era industri 4.0. Tujuan tersebut dijabarkan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi kompetensi teknis SMK teknik pemesinan yang sesuai dengan tuntutan industri 4.0.
2. Mengetahui pendapat industri terhadap pengetahuan, keahlian dan sikap yang harus dipersiapkan oleh siswa SMK teknik pemesinan agar mampu bersaing pada era industri 4.0.

D. Manfaat Penelitian

Diperlukan kurikulum yang sesuai untuk menghasilkan kompetensi lulusan yang siap menerima tantangan atas konsekuensi perkembangan industri era 4.0. Kurikulum terkini membutuhkan model kurikulum berbasis industri 4.0, di mana kebutuhan kompetensi baru untuk memanfaatkan alat-alat teknologi baru. Pengembangan kurikulum diperlukan untuk menyeimbangkan kepentingan industri sebagai pemberi kerja, dengan pendidikan sebagai penghasil calon tenaga kerja. Maka perlu dilakukan analisis kebutuhan akan kompetensi yang dibutuhkan oleh industri.

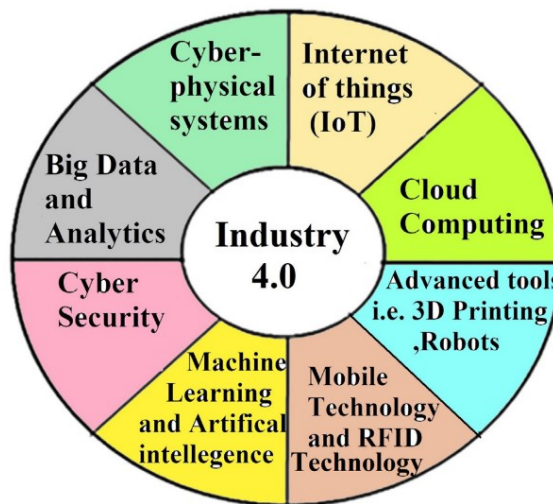
Analisis kebutuhan industri merupakan informasi yang sangat penting bagi para pengembang kurikulum, dalam membentuk tujuan dan pengembangan kurikulum, atau untuk mengetahui masalah yang ada sekarang dan apa solusi terbaiknya. Hasil analisis dapat digunakan sebagai alat relevansi untuk memeriksa apakah kurikulum pendidikan dan pelatihan kejuruan yang ada harus diubah, atau bahkan perlu dibuat kurikulum baru. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran tentang prioritas kompetensi era industri 4.0, yang mengacu pada domain penggunaan berbagai teknologi, termasuk alat IT, manufaktur, dan otomatisasi. Analisis kompetensi terhadap kebutuhan era industri 4.0 masih relevan untuk dilakukan. Komitmen Indonesia dalam implementasi Industri 4.0, akan sampai puncaknya pada 2030 menjadi salah satu dari 10 kekuatan ekonomi terbesar di dunia.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Era Industri 4.0

Tren era industri saat ini, di Jerman umum disebut industri 4.0, ditandai dengan kolaborasi *cyber-physical* dan industri manufaktur, (Dombrowski et al., 2019). Idenya adalah memungkinkan perusahaan manufaktur untuk melakukan perubahan teknologi yang besar, mengubah industri manufaktur tradisional menjadi industri manufaktur digital yang sangat fleksibel (Rosin et al., 2020), (Madsen et al., 2016). Dengan memanfaatkan antar konektivitas melalui penggunaan *Internet of Things*, sistem *cyber-physical*, *cloud computing*, dan komputasi kognitif untuk mencapai tingkat kinerja operasional yang sebelumnya tidak dapat dijangkau (Da Silva et al., 2020).



Gambar 2.1. Komponen Industri 4.0 (Sharma et al., 2021)

Sistem siber-fisik bermaksud untuk mengintegrasikan komputasi dan proses fisik membutuhkan komponen Industri 4.0 seperti pada gambar 2.1. Interoperabilitas berkaitan dengan kemungkinan berkomunikasi, bertukar data dan mengkoordinasikan tindakan benda, komputer dan orang-orang dalam industri (Sharma et al., 2021). Industri 4.0 ditandai dengan peningkatan digitalisasi manufaktur yang didorong oleh empat faktor: 1) peningkatan volume data, kekuatan komputasi, dan konektivitas; 2) munculnya analisis, kemampuan, dan

kecerdasan bisnis; 3) terjadinya bentuk interaksi baru antara manusia dengan mesin; dan 4) perbaikan instruksi transfer digital ke dunia fisik, seperti robotika dan 3D *printing* (Muhammad Yahya, 2018).

Industri 4.0 merupakan konsep luas yang dirancang untuk membuat proses produksi lebih fleksibel, otonom, dan dinamis yang mencakup keberagaman penggunaan teknologi, sistem dan prosedur (Tortorella & Fettermann, 2018). Faktor dalam konteks Industri 4.0 menurut (Klippert et al., 2020) yaitu :

1. Otomatisasi berarti mentransfer tindakan atau proses ke sistem yang berjalan sendiri.
2. Otonomi mewakili keadaan penentuan nasib sendiri, kemandirian, administrasi diri atau kebebasan pengambilan keputusan.
3. Kolaborasi berarti kerja sama yang aktif, berorientasi pada tujuan, dan sukarela untuk mencapai tujuan bersama.
4. Konektivitas menggambarkan hubungan sebab-akibat serta sifat bagian-bagian dalam suatu sistem dan hubungan timbal baliknya. Korelasi ini juga dapat ditemukan dalam organisasi.
5. Desentralisasi berarti pembagian tanggung jawab dan kompetensi serta tugas (sebagian) yang sesuai menjadi beberapa posisi (misalnya departemen atau sistem).

Menurut *Klaus Schwab* dalam bukunya "*The Four Industrial Revolution*", ada empat perubahan utama yang diharapkan dalam industri secara umum: 1) perubahan harapan pelanggan, 2) produk yang lebih cerdas dan lebih produktif, 3) bentuk-bentuk baru kolaborasi dan kemitraan, 4) transformasi model operasional dan konversi ke model digital (Ribeiro et al., 2021). Adopsi teknologi Industri 4.0 dianggap sebagai strategi untuk meningkatkan kualitas produk dan membuat proses manufaktur lebih efisien (Bilotta et al., 2020; Tortorella & Fettermann, 2018). Memungkinkan perusahaan menghasilkan produk kompleks yang inovatif dan berkualitas tinggi dengan waktu yang lebih singkat, dengan biaya yang kompetitif, sehingga diperlukan pendekatan baru yang tidak bisa dikelola secara permanen dengan proses, metode, dan alat yang konvensional (Klippert et al., 2020; Lentos et al., 2019). Perkembangan teknologi inovatif dalam dunia kerja akan membawa perubahan pada cara pemanfaatan teknologi dalam mencapai efisiensi pekerjaan.

Secara umum diketahui bahwa otomatisasi telah menggantikan banyak pekerjaan manual, teknologi informasi telah menggantikan pekerjaan administrasi dan sebagainya (Samani, 2018).

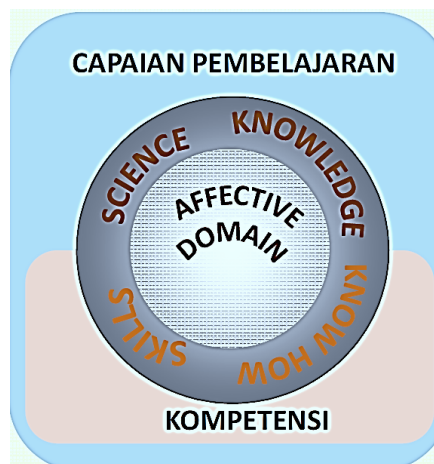
B. Kompetensi SMK Teknik Pemesinan

Kompetensi menunjukkan kecukupan pengetahuan dan keterampilan yang memungkinkan seseorang untuk bertindak dalam berbagai situasi (Hadi et al., 2015). Kombinasi kecakapan (*skill*), kemampuan (*abilities*), dan pengetahuan (*knowledge*) yang dibutuhkan suatu tugas spesifik. Kapabilitas atau kemampuan yang terdiri dari serangkaian perilaku alternatif terkait dengan kinerja yang efektif dalam pekerjaan atau situasi (Ribeiro et al., 2021).

Fokus kompetensi adalah untuk memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan kerja guna mencapai kinerja yang optimal. Dengan demikian kompetensi adalah segala sesuatu yang dimiliki oleh seseorang berupa pengetahuan keterampilan dan faktor-faktor internal individu lainnya, untuk dapat mengerjakan suatu pekerjaan. Dengan kata lain, kompetensi adalah kemampuan untuk melaksanakan tugas berdasarkan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki setiap individu. Kompetensi sebenarnya memprediksikan siapa yang akan melakukan sesuatu dengan baik atau buruk sebagaimana diukur dalam kriteria khusus atau standar. Suatu karakteristik merupakan kompetensi hanya mampu memprediksikan sesuatu yang bermakna dalam dunia nyata. Dalam konteks pendidikan kejuruan, kompetensi dipandang sebagai kemampuan umum, terintegrasi dan terinternalisasi untuk memberikan kinerja yang sesuai dan efektif (misalnya pemecahan masalah, mewujudkan inovasi, dan menciptakan transformasi) (Samani, 2018).

Di Indonesia, untuk memastikan kompetensi yang dimiliki siswa SMK teknik pemesinan, dilakukan dengan upaya sertifikasi, menggunakan skema sertifikasi KKNi (Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia) level II yang dikembangkan oleh komite skema sertifikasi BNSP. Dimana kemasam kompetensi yang digunakan mengacu pada SKKNI Nomor: KEP.240/MEN/X/2004 Tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) Sektor Logam Meşin. KKNi dapat menyandingkan, menyetarakan, dan mengintegrasikan antara

bidang pendidikan dan bidang pelatihan kerja, serta pengalaman kerja dalam rangka pemberian pengakuan kompetensi kerja sesuai dengan struktur pekerjaan di berbagai sektor. Jenjang kualifikasi merupakan tingkat pencapaian yang disepakati nasional, disusun berdasarkan ukuran hasil pendidikan dan atau pelatihan formal, nonformal, informal atau pengalaman kerja. Kualifikasi pada KKNI merefleksikan capaian pembelajaran (*learning outcomes*) yang diperoleh seseorang melalui jalur pendidikan, pelatihan, pengalaman kerja dan pembelajaran mandiri.



Gambar 2.2. Capaian pembelajaran (Dikti, 2011)

Capaian pembelajaran seperti yang digambarkan pada gambar 2.2. merupakan internalisasi dan akumulasi dari: 1) Ilmu pengetahuan (*science*): suatu sistem berbasis metodologi ilmiah untuk membangun pengetahuan (*knowledge*) melalui hasil-hasil penelitian di dalam suatu bidang pengetahuan (*body of knowledge*). Penelitian berkelanjutan yang digunakan untuk membangun suatu ilmu pengetahuan harus didukung oleh rekam data, observasi dan analisa yang terukur dan bertujuan untuk meningkatkan pemahaman manusia terhadap gejala-gejala alam dan sosial; 2) Pengetahuan (*knowledge*): penguasaan teori dan keterampilan oleh seseorang pada suatu bidang keahlian tertentu atau pemahaman tentang fakta dan informasi yang diperoleh seseorang melalui pengalaman atau pendidikan untuk keperluan tertentu; 3) Pengetahuan praktis (*know-how*): penguasaan teori dan keterampilan oleh seseorang pada suatu bidang keahlian tertentu atau pemahaman tentang metodologi dan keterampilan teknis yang diperoleh seseorang melalui pengalaman atau pendidikan untuk keperluan tertentu; 4) Keterampilan (*skill*): kemampuan psikomotorik (termasuk *manual dexterity* dan

penggunaan metode, bahan, alat dan instrumen) yang dicapai melalui pelatihan yang terukur dilandasi oleh pengetahuan (*knowledge*) atau pemahaman (*know-how*) yang dimiliki seseorang mampu menghasilkan produk atau unjuk kerja yang dapat dinilai secara kualitatif maupun kuantitatif; 5) Afeksi (*affection*): sikap (*attitude*) sensitif seseorang terhadap aspek- aspek di sekitar kehidupannya baik ditumbuhkan oleh karena proses pembelajarannya maupun lingkungan kehidupan keluarga atau masyarakat secara luas dan; 6) Kompetensi: akumulasi kemampuan seseorang dalam melaksanakan suatu deskripsi kerja secara terukur melalui asesmen yang terstruktur, mencakup aspek kemandirian dan tanggung jawab individu pada bidang kerjanya. Kesemua aspek tersebut dicapai melalui proses pendidikan yang terstruktur dan mencakup suatu bidang ilmu/keahlian tertentu atau melalui pengalaman kerja.

Skema KKNi Level II 2017 pada Kompetensi Keahlian Teknik Permesinan memiliki rincian unit kompetensi seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Rincian unit kompetensi

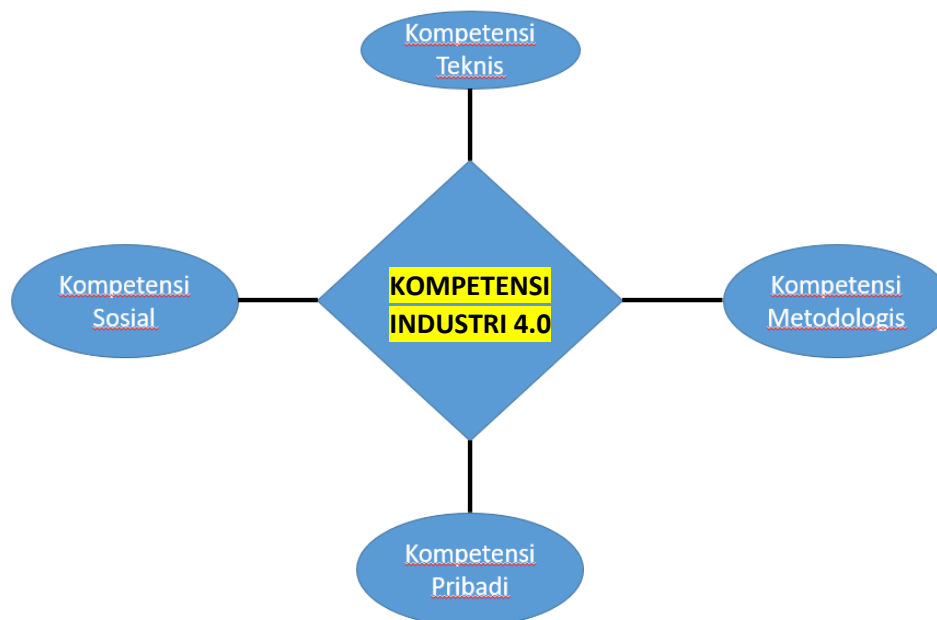
NO	KODE UNIT	JUDUL UNIT
KOMPETENSI UMUM		
1.	LOG. 0001.002.00	Menerapkan Prinsip-prinsip Keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan kerja
2.	LOG.0001 .003.00	Menerapkan prosedur-prosedur mutu
3.	LOG.0002.005.00	Mengukur dengan menggunakan alat ukur
4.	LOG.0007.005.00	Bekerja dengan mesin umum
5.	LOG.0018.001.00	Menggunakan perkakas tangan
6.	LOG.0009.00200	Membaca gambar teknik
7.	LOG.0007,015.00	Mengeset mesin dan program mesin NC/CNC (dasar)
8.	LOG.0007.023.00	Mengoperasikan dan mengamati mesin/proses
9.	LOG.0007.027	Mengoperasikan mesin NC/CNC (Dasar)
KOMPETENSI PILIHAN FUNGSIONAL		
10.	LOG.0007.006.00	Bekerja dengan mesin bubut
11.	LOG.0007.007.00	Melakukan pekerjaan mesin frais
12.	LOG.0007.017.00	Memprogram mesin NC/CNC (dasar)

(Sumber: Skema sertifikasi Kualifikasi Level II Teknik Pemesinan 2017)

Skema KKNi Level II pada kompetensi keahlian Teknik Permesinan, yang terdapat pada tabel 2.1. Dapat dicapai melalui pendekatan klaster dan harus dicapai dalam 3 (tiga) tahun. Klaster yang digunakan adalah Pengoperasian Mesin Bubut, Pengoprasian Mesin Frais dan Pengoprasian mesin NC/CNC.

C. Kompetensi Industri 4.0

Dampak industri 4.0 melampaui digitalisasi sederhana, melalui bentuk inovasi yang jauh lebih kompleks berdasarkan kombinasi beberapa teknologi. Topik yang menjadi dasar Industri 4.0 adalah pabrik pintar, sensor, sumber energi terbarukan, analisis data digital, digital elektronik, manajemen energi, keamanan data, lalu lintas internet dan alat dengan koneksi internet (Durmus & Dağlı, 2017). Penerapan Industri 4.0 akan menghasilkan kebutuhan tenaga kerja yang *multi-skill*, yang memiliki kompetensi teknis, metodologis, sosial, dan pribadi. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3. berikut ini :



Gambar 2.3. Model kompetensi Industri 4.0 (Hecklau et al., 2016)

Model kompetensi Industri 4.0 holistik oleh Fabian Hecklau, yang digambarkan pada gambar 2.3. berikut dijabarkan (Hecklau et al., 2016; Sony, 2020):

1. Kompetensi teknis (*technical competence*)

Diperlukan dalam upaya mengatasi tantangan teknis (*technical challenge*), sebagai pengaruh dari perkembangan teknologi. Dimana kompetensi teknis, berfokus pada pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaannya sesuai dengan profesi yang dimiliki. Kompetensi teknis membutuhkan kompetensi-kompetensi penunjang sebagai berikut:

- a. Pengetahuan akan teknologi mutakhir, menjadi semakin penting untuk menunjang tanggung jawab pekerjaan yang meningkat.
- b. Keterampilan teknis (*technical skill*), secara umum kemampuan teknis mengacu kepada kemampuan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk melakukan sebuah tugas. Ini bersifat praktis dan sering berhubungan dengan mekanik, seperti pada penerapan teknologi informasi, matematika, atau tugas-tugas ilmiah. Keterampilan teknis biasanya memerlukan penggunaan alat-alat tertentu dan teknologi yang dibutuhkan untuk menggunakan alat-alat tersebut.
- c. Kompleksitas proses yang lebih tinggi menuntut pemahaman proses yang lebih luas dan lebih dalam.
- d. Peningkatan pekerjaan virtual mengharuskan karyawan untuk dapat menggunakan media pintar.
- e. Pertumbuhan proses digital menciptakan kebutuhan yang lebih tinggi untuk karyawan dengan keterampilan pengkodean.
- f. Pekerjaan virtual di server atau platform mewajibkan karyawan untuk waspada terhadap keamanan dunia maya.

2. Kompetensi metodologis

Kemampuan seseorang dalam menemukan cara atau informasi guna kelancaran pekerjaannya. Kompetensi metodologis membutuhkan kompetensi-kompetensi berikut:

- a. Kreativitas, kebutuhan akan produk yang lebih inovatif, serta perbaikan internal, membutuhkan kreativitas.
- b. Pemikiran kewirausahaan, setiap karyawan dengan tugas yang lebih bertanggung jawab dan strategis harus bertindak sebagai wirausaha.
- c. Pemecahan masalah, harus dapat mengidentifikasi sumber kesalahan dan dapat meningkatkan proses.
- d. Pemecahan konflik, orientasi layanan yang lebih tinggi meningkatkan hubungan pelanggan setiap konflik harus diselesaikan dengan baik.
- e. Pengambilan keputusan, karena karyawan akan memiliki tanggung jawab proses yang lebih tinggi, mereka harus membuat keputusan sendiri.
- f. Keterampilan analitis, wajib memiliki kemampuan untuk mengatasi proses yang kompleks, dalam penataan dan pemeriksaan data dalam jumlah besar.

- g. Keterampilan penelitian, perlu untuk dapat menggunakan sumber yang dapat diandalkan untuk pembelajaran berkelanjutan dalam lingkungan yang berubah.
- h. Orientasi efisiensi, masalah kompleks perlu dipecahkan dengan lebih efisien, misalnya menganalisis jumlah data yang terus bertambah.

3. Kompetensi sosial

Merupakan kemampuan mengelola hubungan kemasyarakatan antar pribadi, termasuk kedalamnya:

- a. Keterampilan antar budaya, memahami budaya yang berbeda, terutama kebiasaan kerja yang berbeda, saat bekerja secara global.
- b. Keterampilan bahasa, mampu memahami dan berkomunikasi dengan mitra dan pelanggan global.
- c. Keterampilan komunikasi, orientasi layanan menuntut keterampilan mendengarkan dan presentasi yang baik, sedangkan peningkatan pekerjaan virtual membutuhkan keterampilan komunikasi virtual yang memadai.
- d. Keterampilan jaringan, bekerja dalam rantai nilai yang sangat mengglobal dan saling terkait membutuhkan pengetahuan jaringan.
- e. Kemampuan untuk bekerja dalam tim, dalam menumbuhkan kerjasama tim, mengharapkan kemampuan untuk mengikuti aturan tim.
- f. Kemampuan untuk berkompromi dan kooperatif, perlu menciptakan situasi yang saling menguntungkan, terutama dalam bisnis dengan pekerjaan proyek yang meningkat.
- g. Kemampuan untuk mentransfer pengetahuan, dengan perubahan demografis saat ini perlu mempertahankan dan saling mentransfer pengetahuan di dalam perusahaan, terutama pengetahuan eksplisit.
- h. Keterampilan kepemimpinan, hierarki yang rata membuat setiap karyawan menjadi pemimpin.

4. Kompetensi pribadi

Kompetensi yang diharapkan dari karyawan yang mencerminkan kepribadian:

- a. Fleksibilitas, meningkatnya pekerjaan virtual membuat karyawan menjadi mandiri secara waktu dan tempat; Rotasi pekerjaan atau tugas lebih lanjut

- mengharuskan karyawan untuk fleksibel dengan tanggung jawab pekerjaan mereka.
- b. Toleransi ambiguitas, menerima perubahan, terutama perubahan terkait pekerjaan karena rotasi atau reorientasi pekerjaan-tugas.
 - c. Motivasi belajar, perubahan terkait pekerjaan yang lebih sering mengharuskan karyawan untuk mau belajar terus menerus.
 - d. Kemampuan bekerja di bawah tekanan, karyawan yang terlibat dalam proses inovasi, karena siklus hidup produk yang lebih pendek dan pengurangan waktu ke pasar, perlu mengatasi tekanan yang meningkat.
 - e. Pola pikir berkelanjutan, karyawan juga perlu mendukung inisiatif keberlanjutan.
 - f. Kepatuhan, aturan yang lebih ketat untuk keamanan TI, bekerja dengan mesin, atau jam kerja.

D. Kurikulum 2013 SMK Teknik Pemesinan

Kurikulum harus memiliki relevansi dengan: 1) Kesesuaian kurikulum dengan tuntutan, kebutuhan, kondisi, dan perkembangan masyarakat. 2) Kesesuaian antara komponen-komponen kurikulum yakni isi sesuai dengan tujuan, proses sesuai dengan isi dan tujuan, evaluasi sesuai dengan proses isi dan tujuan kurikulum (Wardina et al., 2019). Pola kerja yang berubah dengan cepat membuat sulit untuk merancang kurikulum pendidikan kejuruan, yang terpenting adalah lulusannya memiliki kemampuan yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja (Samani, 2018). Kebijakan Dikmenjur tentang reposisi pendidikan kejuruan, mengisyaratkan bahwa arah pembinaan dan pengembangan sekolah berorientasi pada penyiapan Sumber Daya Manusia (SDM). Agar dapat menjadi asset pemerintah daerah dalam rangka otonomi daerah, sekaligus mempersiapkan tenaga kerja yang memiliki kompetensi keahlian dan daya saing untuk menghadapi era global. Landasan yuridis tentang *outcome* lulusan SMK telah dijelaskan dalam UUD tentang sistem pendidikan nasional pasal 15 tahun 2003, yang menyatakan bahwa pendidikan kejuruan merupakan pendidikan yang bertujuan untuk menyiapkan lulusan yang siap bekerja.

Kurikulum SMK kompetensi keahlian teknik pemesinan disusun atas dua kompetensi inti yaitu:

1. Kompetensi inti pengetahuan

Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual, konseptual, operasional dasar, dan metakognitif sesuai dengan bidang dan lingkup kerja teknik pemesinan pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional, dan internasional.

2. Kompetensi inti keterampilan

Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan bidang kerja Teknik Pemesinan. Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja. Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung. Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

Mata pelajaran yang terdapat di kurikulum 2013 revisi 2018 SMK Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan, di atur dalam Peraturan Direktur Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 06/D.D5/KK/2018 tentang struktur kurikulum SMK/MAK teknik pemesinan yang saat ini berlaku (Kemendikbud, 2018).

Tabel 2.2. Struktur Kurikulum SMK 2013 Teknik Pemesinan

Mata Pelajaran	Alokasi Waktu
A. Muatan Nasional	
1. Pendidikan Agama dan Budi Pekerti	318
2. Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	212
3. Bahasa Indonesia	320
4. Matematika	424

Mata Pelajaran	Alokasi Waktu
5. Sejarah Indonesia	108
6. Bahasa Inggris dan Bahasa Asing Lainnya*)	352
Jumlah A	1.734
B. Muatan Kewilayahan	
1. Seni Budaya	108
2. Pendidikan Jasmani, Olahraga dan Kesehatan	144
Jumlah B	252
C. Muatan Peminatan Kejuruan	
C1. Dasar Bidang Keahlian	
1. Simulasi dan Komunikasi Digital	108
2. Fisika	108
3. Kimia	108
C2. Dasar Program Keahlian	
1. Gambar Teknik Mesin	144
2. Pekerjaan Dasar Teknik Mesin	180
3. Dasar Perancangan Teknik Mesin	144
C3. Kompetensi Keahlian	
1. Gambar Teknik Manufaktur	280
2. Teknik Pemesinan Bubut	422
3. Teknik Pemesinan Frais	456
4. Teknik Pemesinan Gerinda	136
5. Teknik Pemesinan NC/CNC dan CAM	420
6. Produk Kreatif dan Kewirausahaan	524
Jumlah C	3.030
Total	5.016

(sumber: Kemendikbud, 2018)

Penyusunan kurikulum perlu dilakukan dengan cermat menggunakan pendekatan tertentu. Berikut ini pendekatan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi isi kurikulum, juga untuk kejuruan atau vokasi. Menurut *Finch & Crunkilton* (Wardina et al., 2019) ada lima pendekatan yang masing-masing memiliki kekuatan dan kelemahan sebagai berikut:

Pendekatan Filosofis menggunakan pemikiran filosofi dalam menentukan isi kurikulum. Pendekatan ini tergolong subyektif, melibatkan para ahli, pemerintah dan masyarakat. Dalam praktek dapat mengalami kesulitan menemukan kesepakatan antara para ahli dengan perencana kurikulum. Selain itu pendekatan ini juga bersifat parsial yakni berdasarkan pemikiran filosofis secara pemikiran tanpa diberlakukannya dari hasil penelitian-penelitian dan penyelarasan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini. Kemudian juga memiliki kontradiktif karena belum sesuai dengan pihak industri dan perkembangan zaman.

Pendekatan Introspektif dilakukan melibatkan sekelompok guru dan administrator pendidikan kejuruan. Pada pendekatan ini perlu ada *curriculum*

advisory committee yang melibatkan pihak dunia usaha dan dunia industri, namun kenyataan yang terjadi kurikulum yang dihasilkan saat ini belum tentu terjamin validitasnya sesuai dengan dunia kerja karena dalam pembuatan kurikulum tersebut tidak melibatkan pihak industri sehingga kerelevanan nya belum akurat.

Pendekatan DACUM (*Developing A Curriculum*) menentukan isi kurikulum dengan melibatkan utamanya kalangan dunia usaha dan dunia industri, sedangkan keterlibatan guru dan administrator tidak terlalu dominan. Isi kurikulum memiliki relevansi yang tinggi pada kompetensi yang sesuai dengan dunia kerja, dilengkapi deskripsi pekerjaan dan tugas dalam situasi nyata, kompetensi khusus dan umum yang digunakan sebagai acuan penilaian hasil belajar.

Pendekatan Fungsional dalam penentuan isi kurikulumnya lebih obyektif, karena pada pendekatan fungsi kerja industri dalam perencanaan kurikulum dijadikan sebagai dasar, dilengkapi jbaran kinerja (*performance*), biaya dan waktu. Pendekatan Analisis Tugas (*Task Analysis*) dilakukan dengan memperhatikan pekerja di industri, isi kurikulum lebih obyektif, sistematis dan teliti, namun membutuhkan waktu dan biaya yang besar untuk penelitian dan pengembangannya.

E. Bidang Pekerjaan Lulusan

Kompetensi keahlian teknik pemesinan untuk mampu mengisi lapangan kerja di dunia usaha dan indutri. Sesuai dengan KKNi 2017 lulusan SMK kompetensi keahlian teknik pemesinan dapat mengisi posisi pada industri yang bergerak di bidang perindustrian manufaktur, industri logam dan pertambangan. Adapun prospek kerja yang linier dengan kompetensi keahlian teknik pemesinan di industri mesin dan pengolahan antara lain:

Tabel 2.3. Area pekerjaan di industri mesin dan pengolahan

No	Sub Area Pekerjaan
1.	Melakukan Proses Perakitan
2.	Melakukan Pengecoran
3.	Melakukan Proses Pabrikasi/Las
4.	Melakukan Proses Tempa
5.	Melakukan Proses Pemesinan
6.	Surface Finishing
7.	Merancang Mekanik Umum
8.	Instalasi dan Commisioning
9.	Material Handling
10.	Melakukan Pengukuran

No	Sub Area Pekerjaan
11.	Merencanakan dan Mengontrol Produksi
12.	Melaksanakan Jaminan Kualitas/QA
13.	Melakukan Pemeliharaan dan Diagnostik
14.	Membuat Perkakas Presisi
15.	Mendukung Proses Produksi

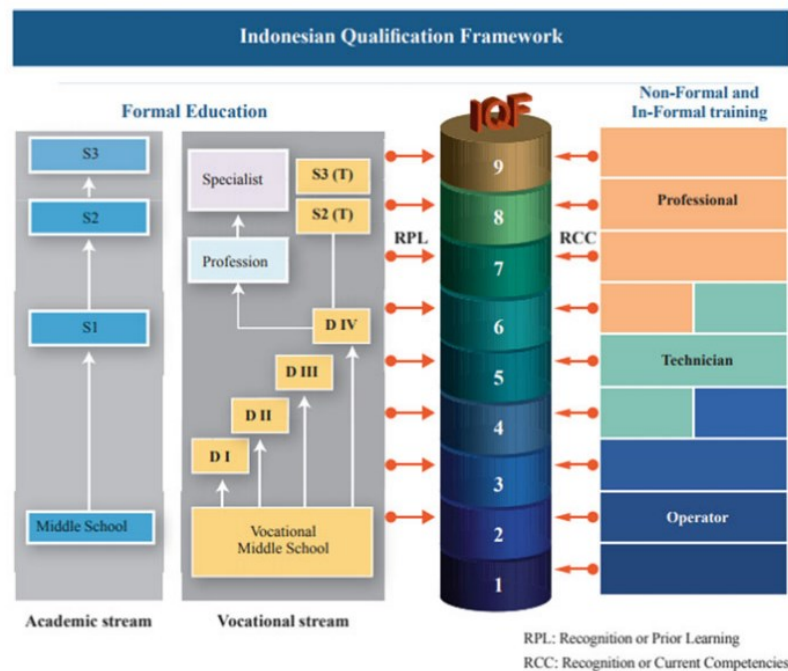
(Sumber: SKKNI, 2018)

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing sub area pekerjaan yang terdapat pada tabel 2.2.

1. Perakitan (*Assembling*) adalah proses pemasangan komponen yang dilakukan secara manual atau menggunakan sistem pos kerja.
2. Pengecoran (*Casting*) adalah proses pembuatan produk dari bahan logam melalui penuangan bahan logam cair kedalam cetakan.
3. Pabrikasi (*Fabrication*) adalah proses pembuatan produk dari bahan pelat melalui proses pemotongan, pembentukan, pengerolan dan pengelasan.
4. Penempaan (*Forging*) adalah proses pembentukan bahan logam baik dalam kondisi panas atau dingin.
5. Pemesinan (*Machining*) adalah proses pembuatan produk menggunakan mesin-mesin perkakas manual atau menggunakan mesin NC/CNC.
6. Surface finishing adalah proses pengerjaan akhir produk atau finishing yang dilakukan melalui proses electroplating, sandblasting dan anodizing, dan lain-lain.
7. Mekanik Umum adalah produk yang dibuat melalui proses perancangan, pembuatan gambar desain menggunakan manual maupun CAD.
8. Instalasi (*Installation*) dan Uji Kelayakan (*Commissioning*) adalah proses pemasangan mesin dan pengujian fungsi mesin/peralatan.
9. *Material Handling* adalah proses pengangkatan dan pengangkutan material yang menggunakan peralatan mekanis angkut manual ataupun alat angkut bergerak termasuk procurement meliputi perencanaan kebutuhan, proses pengadaan (pemilihan penyedia barang/jasa), pengiriman (transportasi dan logistik), penerimaan, dan penyimpanan (*ware house*).
10. Pengukuran produk adalah proses pengendalian standar dimensi produk dimana produk itu mampu memenuhi kebutuhan atau keinginan para konsumen dengan menggunakan alat-alat ukur.

11. Produksi adalah proses pekerjaan yang dilakukan mulai dari pekerjaan pengantaran material, membuat perencanaan produksi dan penjadwalan.
12. *Quality Assurance* adalah suatu proses penjaminan mutu produk melalui proses pemeriksaan, pengendalian kualitas statistik, studi kapabilitas, prosedur laboratorium dan jaminan mutu eksternal.
13. Pemeliharaan dan diagnostik adalah proses memelihara, memperbaiki dan mengganti komponen pemersinan baik untuk bagian mekanik, elektrik, pneumatik dan hidrolis termasuk mesin refrigerasi dan *Air Conditioning*.
14. Perkakas Presisi adalah perkakas yang digunakan untuk pembuatan produk dengan ukuran yang presisi.
15. Supervisi adalah suatu kegiatan pengawasan terhadap suatu proses produksi dari mulai tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemeriksaan akhir pekerjaan proses pengawasan produksi.

KKNI juga menjalankan fungsi sebagai alat acuan baik bagi sistem pendidikan tinggi maupun sistem pelatihan vokasi memberikan satu ukuran perkiraan kesetaraan antara berbagai kualifikasi pendidikan kejuruan dan pendidikan tinggi (Triyono & Moses, 2020), dimana kualifikasi tersebut diperlihatkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (Triyono & Moses, 2020)

Sedangkan posisi lulusan SMK teknik pemesinan di industri seperti yang di tujukan pada gambar 2.4 adalah pada level II sebagai operator, antara lain:

1. Operator Mesin

Jenis pekerjaan ini bertanggung jawab untuk mengoperasikan, mengontrol, dan memastikan mesin produksi dapat berjalan sesuai standar guna keberlangsungan produksi sebuah perusahaan. Syarat yang harus dipenuhi untuk menjadi seorang operator mesin diantaranya: memiliki kemampuan dasar teknik mesin seperti pemaknaan simbol-simbol teknik mesin dan mampu memahami bahasa teknik (gambar teknik), memiliki kompetensi prosedur pengoperasian mesin, memiliki kemampuan logika sederhana, memahami perosedur pelaksanaan Keselamatan dan Keselamatan Kerja (K3), serta sehat jasmani dengan kemampuan fisik yang memadai dan tidak buta warna.

Contoh pekerjaan ini diantaranya operator mesin perkakas konvensional (bubut, frais gerinda dan sejenisnya), operator mesin CNC, dan operator mesin produksi skala besar. Lingkup kerja sebagai operator mesin sangat sesuai dengan latar belakang bidang keahlian teknik pemesinan. Disampaing hal tersebut, sesuai dengan KKNI yang menyatakan bahwa profesi sebagai operator mesin merupakan kualifikasi kerja para lulusan SMK sehingga profesi ini sangat cocok diisi oleh siswa lulusan kompetensi keahlian teknik pemesinan sebagai tenaga kerja tingkat menengah.

2. CNC Programmer

CNC Programmer merupakan jenis pekerjaan yang mengkombinasikan kemampuan teknik dibidang mesin dengan kemampuan menggunakan komputer. Bidang pekerjaan ini menuntut kreativitas dan inovasi, karena kegiatan produksi produk menggunakan mesin CNC berdasarkan rancangan program yang dihasilkan komputer. Programmer CNC akan bergelut dengan kode-kode numerik, menggunakan software CNC.

3. Drafter

Profesi sebagai drafter ini memiliki ranah kerja untuk membuat detail gambar teknik / gambar kerja untuk bidang pemesinan. Seorang drafter inilah yang memiliki tanggung jawab untuk membuat gambar kerja dari jenis produk yang direncanakan untuk dapat diteruskan sebagai pedoman pengerjaan produk oleh

operator mesin. Seorang drafter harus memiliki kemampuan gambar teknik yang baik, memiliki kemampuan *hand sketch*, dan mampu mengoperasikan *software* desain berbasis komputer.

4. Perawatan dan Perbaikan

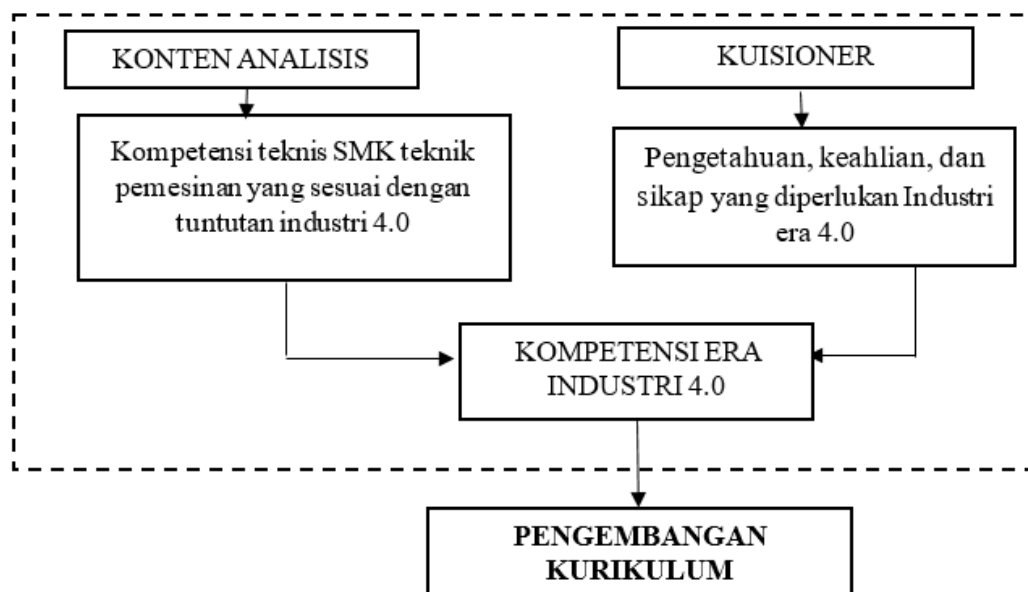
Ranah bidang kerja perawatan dan perbaikan adalah untuk melakukan perawatan dan perbaikan terhadap kendala kerusakan pada mesin produksi yang mengakibatkan kegiatan produksi menjadi terhambat.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Paradigma Penelitian

Perkembangan industri saat ini telah berada pada era Industri 4.0, dimana penggunaan teknologi baru diaplikasikan pada proses produksinya. Mengakibatkan diperlukannya kompetensi yang sesuai guna menghadapi era Industri 4.0. Analisis kompetensi pada kurikulum, akan memberikan masukan terhadap pengembangan kurikulum, sehingga dapat menyusun kurikulum yang tepat sesuai dengan kebutuhan industri saat ini dan masa depan. Analisis kompetensi dalam penelitian ini ditekankan pada kompetensi yang perlu dikuasai siswa SMK teknik pemesinan, dalam menghadapi perubahan tuntutan pekerjaan, untuk mengoprasikan teknologi-teknologi baru yang muncul pada era Industri 4.0. Dengan dasar analisis teknologi utama teknik pemesinan yang hadir di era Industri 4.0, serta pendapat industri tentang pengetahuan, keahlian dan sikap yang harus dipersiapkan oleh lulusan SMK teknik pemesinan agar mampu bersaing pada era industri 4.0. Paradigma penelitian disajikan pada gambar 3.1.



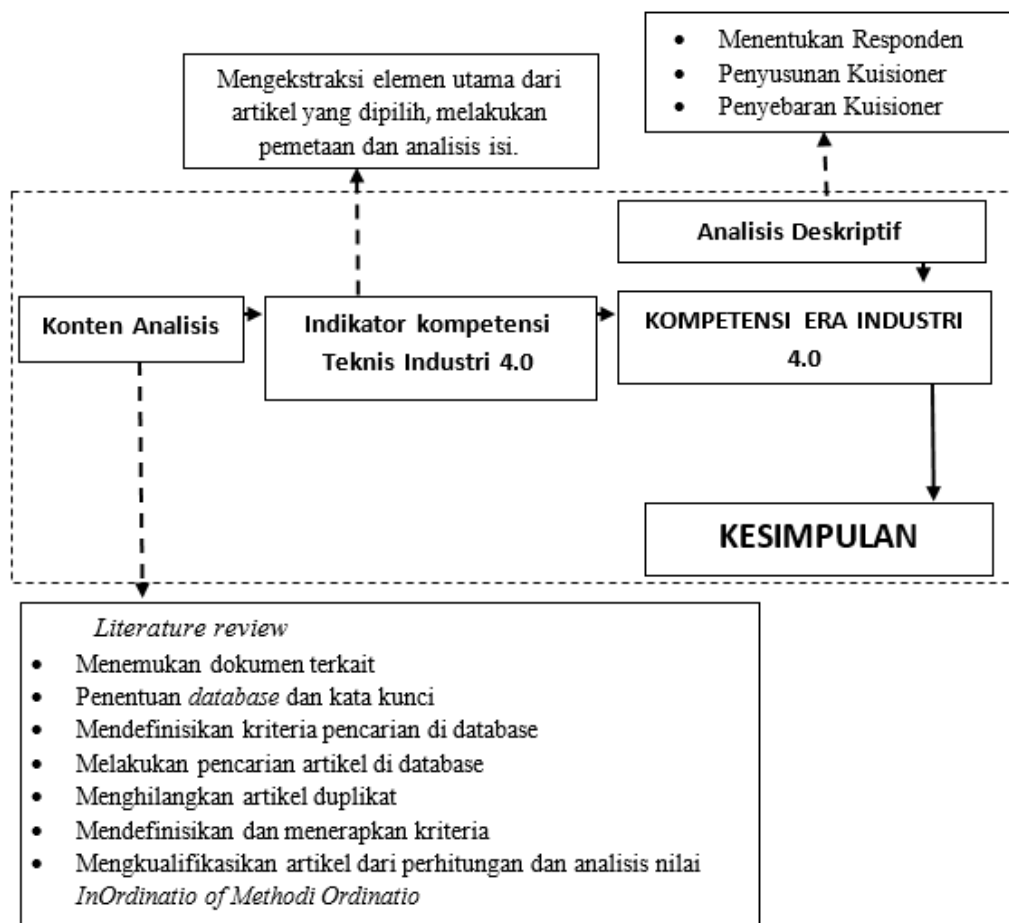
Gambar 3.1. Paradigma penelitian

Paradigma penelitian pada gambar 3.1. merupakan paradigma penelitian yang dilakukan dengan metode kualitatif. Dimana dengan melakukan

pemeriksaan cermat akan menentukan bagaimana indikator kompetensi Industri 4.0 (Yoshino et al., 2020). Dengan menggunakan dua buah data yaitu data yang diperoleh dari hasil konten analisis dan data dari hasil kuisioner terbuka.

B. Disain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif. Dengan disain penelitian digambarkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Disain penelitian

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa penelitian dua buah data yang digunakan, diperoleh dengan cara sebagai berikut:

1. *Literature review*

Konten analisis dari artikel yang memuat teknologi di era Industri 4.0 dan keahlian yang dipersyaratkan, bertujuan untuk menemukan keterampilan yang dibutuhkan oleh seorang dalam konteks Industri 4.0 (Yoshino et al., 2020). Metode konten analisis dari artikel digunakan untuk mengidefinisikan indikator, dengan

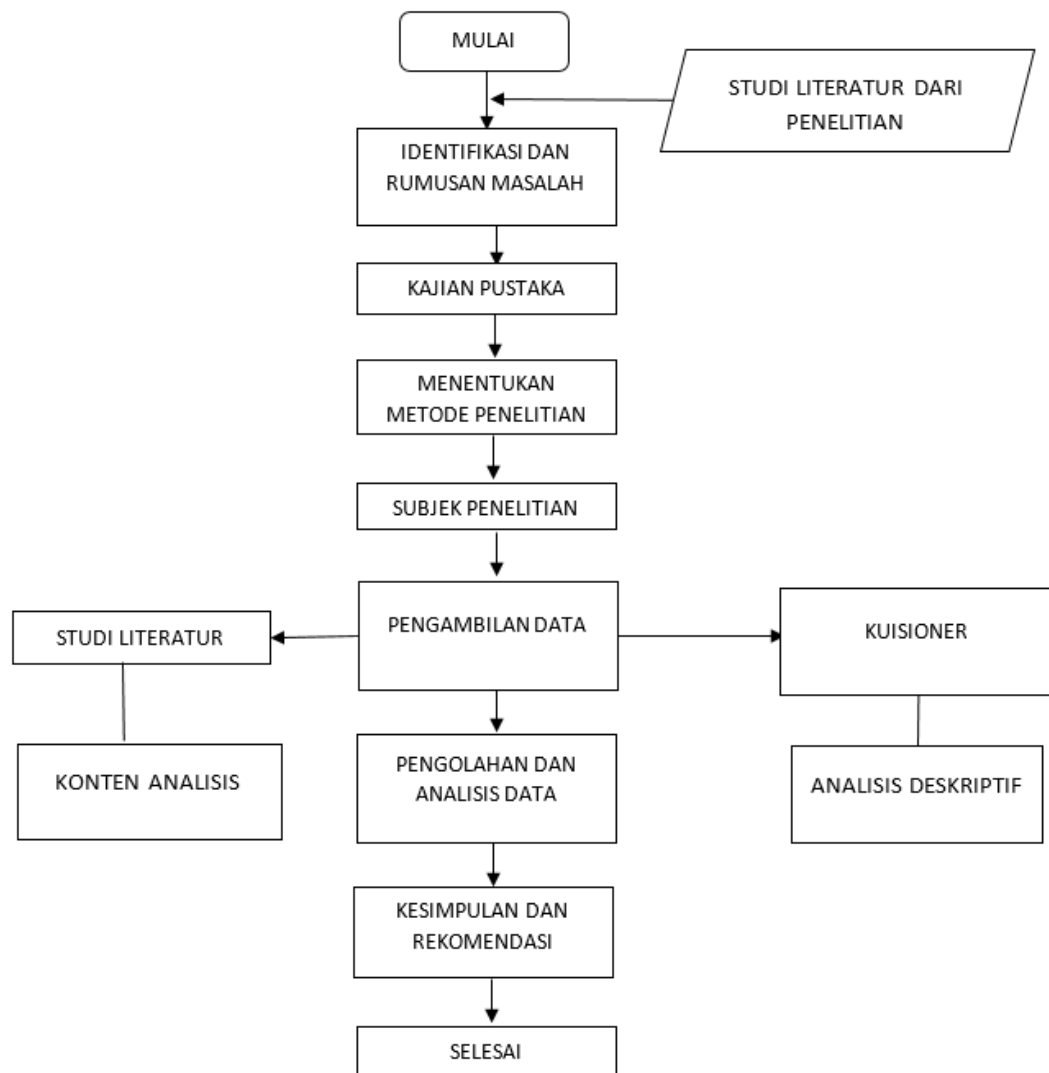
teknik memeriksa komunikasi tertulis, verbal dan visual yang fokus pada isi atau konteks artikel (Ellahi et al., 2019).

2. Kuisisioner dengan jenis angket terbuka.

Kuesioner terbuka memungkinkan orang untuk mengekspresikan apa yang mereka pikirkan dengan kata-kata mereka sendiri. Pertanyaan terbuka memungkinkan responden untuk menjawab sedetail mungkin apa yang mereka suka dan dapat mengetahui mengapa seseorang memiliki sikap tertentu.

C. Prosedur Penelitian

Prosedur atau langkah yang ditempuh dalam penelitian ini, dilaksanakan seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Prosedur penelitian

Gambar 3.3 merupakan gambaran prosedur penelitian, dengan tahapan-tahapan yang dijabarkan secara garis besar menjadi:

1. Tahapan Persiapan

- a. Mengidentifikasi masalah

Identifikasi masalah sebagai bagian dari proses penelitian dapat dipahami sebagai upaya mendefinisikan problem dan membuat definisi tersebut dapat diukur (*measurable*) sebagai langkah awal penelitian.

- b. Merumuskan masalah

Rumusan masalah berfungsi sebagai pendorong penelitian karena rumusan masalah terbentuk dari latar belakang permasalahan yang dijadikan sebagai tolak ukur pembuatan metodologi penelitian.

- c. Kajian pustaka

Dilakukan untuk membantu peneliti untuk membatasi bidang kajian, membantu peneliti menempatkan masalah sesuai perspektif, menghindari replikasi tentang penelitian serupa sebelumnya, mengaitkan ide dan teori dengan penerapan dan memahami struktur isi. Meliputi mencari, membaca, dan menelaah laporan-laporan penelitian sebelumnya yang memuat teori-teori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.

- d. Menentukan metode penelitian

Metode penelitian digunakan untuk memudahkan pekerjaan peneliti agar sampai pada tahap pengambilan keputusan atau kesimpulan-kesimpulan. Dengan menggunakan metode, peneliti dapat mengatasi berbagai keterbatasan yang ada, misalnya keterbatasan waktu, biaya, tenaga, etik, dan lain-lain. Sehingga dapat menghasilkan kesimpulan terpercaya dan dapat digunakan untuk pemecahan masalah.

2. Tahapan pengambilan data

Pada tahapan ini penulis melakukan pengambilan data dengan dua cara:

- a. Konten analisis

Untuk meninjau kompetensi teknis yang terkait dengan Industri 4.0, dapat dilakukan dengan cara survei literatur (Yoshino et al., 2020). Literatur diperoleh dari artikel-artikel terkait fokus masalah penelitian, literatur yang digunakan adalah artikel yang terbit di jurnal Internasional (pemilihan artikel dijelaskan pada bagian

teknik pengumpulan dan analisis data).

b. Penyebaran kuisisioner

Kuisisioner yang digunakan merupakan kuisisioner terbuka. Pertanyaan pada kuisisioner disusun dengan tujuan mendapatkan informasi tentang kompetensi siswa SMK teknik pemesinan yang diperlukan oleh industri. Penyebaran kuisisioner dilaksanakan pada bulan Desember 2021 sampai dengan bulan Februari 2022.

3. Tahapan analisis data

Pada tahapan ini dilakukan mengorganisasi data, memilah-milahnya menjadi satuan yang dapat dikelola, mensintesiskannya, mencari dan menemukan pola, menemukan apa yang penting dan apa yang dipelajari sehingga dapat dijadikan kesimpulan penelitian.

D. Subjek Penelitian

Kriteria sample pada penelitian ini adalah pengguna lulusan SMK kompetensi keahlian teknik pemesinan. Memahami definisi dan profesi teknik pemesinan serta perannya di perusahaan. Disamping itu, sampel penelitian juga memahami tentang kebutuhan SDM. Teknik pengambilan sampel yang dilakukan didalam penelitian ini yaitu teknik *purposive sampling*, menggunakan orang-orang tertentu (spesifik target group) sebagai sumber data atau informasi. Individu atau kelompok yang karena pengetahuan, pengalaman, jabatan dan lain-lain yang dimilikinya menjadi individu atau kelompok tersebut perlu dijadikan informasi.

Berdasarkan *data base* alumni program keahlian teknik pemesinan SMK Negeri 2 Cimahi, telah meluluskan tiga angkatan, dimana pada tahun 2019 sebanyak 69 orang, pada tahun 2020 sebanyak 60 orang dan pada tahun 2021 sebanyak 63 orang. Jumlah lulusan mencapai 192 orang dengan kondisi saat ini di bulan Desember 2021, sebanyak 40,5% bekerja, 29,7% melanjutkan, 2,7% berwirausaha dan 24,3% belum bekerja. Populasi pada penelitian ini adalah siswa yang sudah bekerja sebanyak 78 siswa.

Penentuan ukuran sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan rumus *Slovin* dengan menggunakan batas kesalahan 10% berarti memiliki tingkat akurasi 90%:

$$n = \frac{N}{1 + (N \cdot e^2)}$$

Dimana: n = Ukuran sampel
 N = Jumlah Populasi
 e = Persentase kelonggaran ketidakterikatan karena kesalahan pengambilan sampel yang masih diinginkan

$$n = \frac{78}{1 + (78 \cdot 0,1^2)}$$

$$n = \frac{78}{1 + (0,78)}$$

$$n = 43,82 \approx 44 \text{ orang}$$

Penyebaran kuesioner terbuka disebarkan kepada 44 orang pada bagian HRD atau atasan langsung dari pengguna lulusan SMK kompetensi keahlian teknik pemesinan yang ada di seluruh Indonesia.

E. Instrumen Penelitian

Untuk mendapat gambaran secara keseluruhan tentang pengumpulan data, maka disusun instrument atau kisi-kisi pengumpul data seperti berikut:

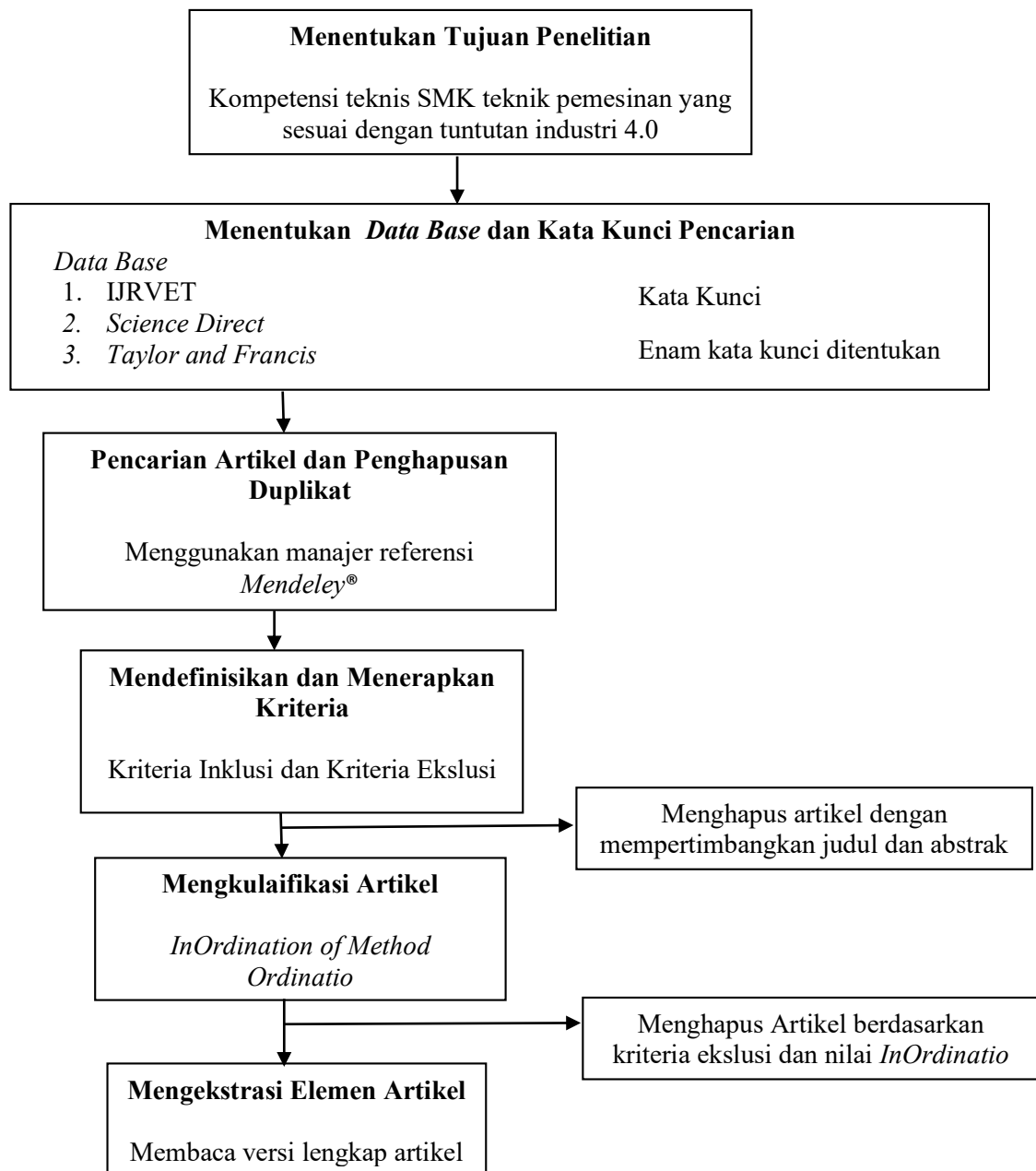
1. Untuk mengetahui dampak penerapan teknologi Industri 4.0 terhadap kompetensi teknis yang perlu dikuasai, dilakukan dengan cara analisis artikel dengan metode *InOrdinatio* dan menggunakan bantuan aplikasi *mendeley*.
2. Kuesioner yang diberikan adalah kuesioner terbuka yang bertujuan untuk mengetahui penilaian perusahaan terhadap definisi dan profesi lulusan SMK teknik pemesinan. Pada kuesioner ini responden juga diminta untuk menilai kemampuan lulusan dan keahlian yang dimiliki lulusan, memberikan pendapat terhadap pengetahuan, keahlian, dan sikap yang harus dipersiapkan oleh lulusan teknik pemesinan agar mampu bersaing dalam menghadapi era Industri 4.0.

F. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

1. Konten analisis

Konten analisis bertujuan untuk memperoleh informasi terkait kompetensi teknis yang perlu dimiliki siswa SMK teknik pemesinan dalam menghadapi teknologi bidang pemesinan yang berkembang pada era industri 4.0. Untuk meninjau bagaimana teknologi yang terkait dengan Industri 4.0, dilakukan survei

literatur, menggunakan protokol *Pagani, Kovalski, dan Resende*, seperti dilakukan oleh (Yoshino et al., 2020) dan (Balbinotti, 2021). Metode ini memungkinkan pembuatan portofolio artikel dengan relevansi ilmiah, berdasarkan penerapan persamaan *InOrdinatio*. Selanjutnya dalam kegiatan konten analisis lebih lengkap dilakukan dengan langkah-langkah seperti yang digambarkan pada gambar 3.4. berikut :



Gambar 3.4. Langkah konten analisis

Langkah konten analisis, yang ditunjukkan gambar 3.4. dilakukan dengan tahapan menentukan tujuan penelitian, menentukan *data base* dan kata kunci, pencarian

artikel dan penghapusan duplikat, mendefinisikan dan menerapkan kriteria, mengkualifikasi artikel dan mengekstrasi elemen artikel.

Tujuan penelitian ini adalah didefinisikan untuk menemukan dokumen yang membahas masalah eksplisit terkait dengan tema kompetensi teknis dibidang pemesinan dalam kaitan Industri 4.0. Dengan mempertimbangkan tujuan tersebut maka di susun enam grup kata kunci.

1. "*Industry 4.0*" and "*Vocational School*"
2. "*Industry 4.0*" and "*Machining*"
3. "*Industry 4.0 and Competance or "Ability" or "Skill"*"
4. "*Machining*" and "*Competence*" or "*Ability*" or "*Skill*"
5. "*Vocational School*" and "*Competence*" or "*Ability*" or "*Skill*"
6. "*Vocational School*" and "*Machining*"

Pencarian dilakukan pada tiga database journal yaitu *Science Direct*, *taylor and francis* dan *IJR/VET*, pencarian artikel yang terbit pada priode 2011 sampai dengan 2021. Artikel yang dipilih dikumpulkan menggunakan manajer referensi Mendeley. Terkumpul 2891 buah artikel yang kemudian dilakukan penghapusan duplikasi sebanyak 5 artikel, kemudian sisa artikel, diseleksi berdasarkan judul dan abstrak menyisakan 247 artikel. Sisa artikel diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi menyisakan 84 artikel. Kriteria inklusi dan eksklusi dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. *Inclusion dan Exclusion Criteria*

<i>Inclusion criteria</i>	<i>Exclusion criteria</i>
Bahasa Inggris	Selain Bahasa Inggris
Tahun terbit 10 tahun terakhir (2011 s.d 2021)	Terbit sebelum 2011
Penelitian empiris yang diterbitkan melalui jurnal internasional dan konferensi internasional	<i>Book chapter</i> , skripsi, laporan singkat, studi yang tidak ditelaah oleh <i>peer-reviewed</i> , dan studi non-empiris atau artikel yang memberikan sedikit bukti empiris.
Terkait dengan teknologi dan kompetensi teknik pemesinan dalam konteks era Industri 4.0	Kompetensi diluar era Industri 4.0 dan di luar teknik pemesinan

Kriteria inklusi dan eksklusi pada tabel 3.1 digunakan untuk kegiatan penyeleksian awal artikel yang akan dipelajari lebih lanjut, setelah dilakukan penghapusan artikel duplikat sebelumnya.

Selanjutnya dilakukan langkah mengkualifikasikan artikel dari perhitungan dan analisis nilai *InOrdinatio of Methodi Ordinatio*. Fase ini memungkinkan

kualifikasi dan peringkat makalah sesuai dengan relevansi ilmiah, faktor dampak, tahun publikasi, dan jumlah *kutipan*.

Nilai *InOrdinatio* dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{InOrdinatio} = (\text{IF}/1000) + \alpha * [10 - (\text{RY} - \text{PY})] + (\text{Ci})$$

Dimana:

IF adalah faktor dampak, digunakan metrik Laporan Kutipan Jurnal (JCR), yang tersedia di portal CAPES sedangkan *Metrik Scimago* (SJR) digunakan untuk artikel tanpa JCR.

α adalah faktor pembobotan mulai dari 1 sampai 10 yang akan diberikan oleh peneliti. Untuk penelitian ini, nilainya dari α didefinisikan menjadi 8, karena tema merupakan objek penelitian dalam artikel terbaru.

RY adalah tahun dimana penelitian dikembangkan

PY adalah tahun penerbitan makalah

Ci adalah berapa kali makalah tersebut dikutip, untuk mengetahui jumlah kutipan, digunakan platform *Google Scholar* (*Google Cendekia*).

Selanjutnya artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan memiliki nilai *InOrdinatio* positif, dengan nilai $\alpha=8$. Tersisa 27 artikel untuk dilakukan tahapan ekstraksi data.

2. Kuisisioner

Kuisisioner terbuka digunakan untuk memperoleh informasi, pendapat industri terkait pengetahuan, keahlian dan sikap yang harus dipersiapkan siswa SMK teknik pemesinan dalam menghadapi era industri 4.0. Penelitian dengan instrument kuisisioner terbuka dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Langkah 1. Menyusun instrumen

Penelitian ini menggunakan instrument kuisisioner yang merupakan adopsi dari kuisisioner pada penelitian terdahulu. Penelitian yang pernah dilakukan oleh (kasmawati, 2020) dengan judul penelitian *Kompetensi Lulusan Teknik Industri Usu Dalam Rangka Memenuhi Kebutuhan Dunia Kerja Pada Era Industri 4.0*.

Langkah 2. Penentuan responden dan penyebaran instrumen

Responden yang dipilih merupakan HRD ataupun atasan langsung, dari karyawan yang merupakan lulusan SMK kompetensi keahlian teknik pemesinan. Instrumen disebarkan ke responden secara acak melalui tautan *google form*.

Langkah 3. Analisis hasil

Hasil jawaban responden, dikelompokkan dengan cara dikodekan berdasarkan karakteristik jawaban yang memiliki makna setara dan di sajikan pada tabel dan deskripsi dengan urutan jawaban terbanyak yang diperoleh.

BAB IV

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini ditampilkan hasil temuan dan pembahasan atas apa yang diperoleh dari konten analisis dan penyebaran kuisioner terbuka. Temuan akan ditampilkan dalam bentuk tabel, yang dikelompokan berdasarkan tema. Pembahasan akan ditampilkan pada bagian selanjutnya secara deskriptif dengan penguatan teori.

A. Temuan Penelitian

1. Kompetensi teknis SMK teknik pemesinan yang sesuai dengan tuntutan industri 4.0

Fokus Industri 4.0, terletak pada digitalisasi dan sistem produksi siber-fisik. Kondisi teknologi yang mendasari I4.0 memerlukan (i) otomatisasi, (ii) digitalisasi dan (iii) interkoneksi (Cirillo et al., 2021). Berdasarkan konten analisis yang dilakukan dari artikel yang membahas tentang teknologi teknik pemesinan industri 4.0. Perolehan artikel terdapat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Perolehan artikel

Jurnal	Jmh	Prosiding	Jmh
CIRP Annals	1	Procedia CIRP	5
Computers & Industrial Engineering	1	Procedia Computer Science	2
Computers in Industry	3	Procedia Manufacturing	5
Design Studies	1		
IFAC-PapersOnLine	1		
Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	2		
Structural Change and Economic Dynamics	1		
Sustainable Operations and Computers	2		
Journal of Manufacturing System	2		
Computer and Electrical Engineering	1		
Total	15		12

Pada tabel 4.1. menunjukkan bahwa *Procedia manufacturing* dan *Procedia CIRP* memuat lebih banyak artikel yang membahas tentang penggunaan teknologi di industri 4.0, masing-masing sebesar 18,52% dari total artikel yang dipelajari.

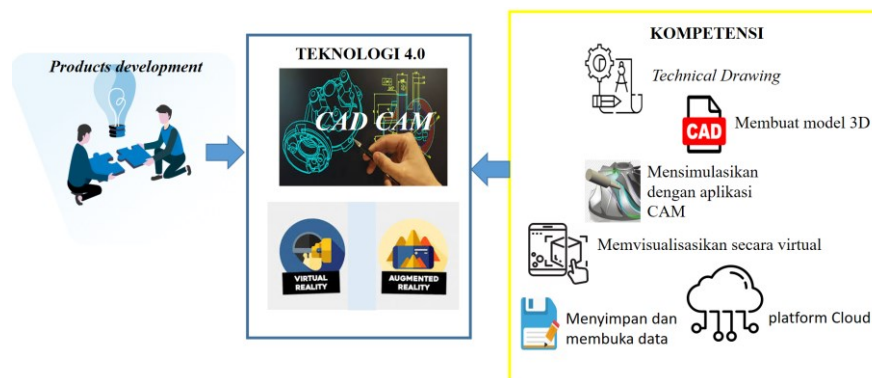
Selanjutnya jenis teknologi teknik pemesinan yang hadir di era Industri 4.0 ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Jenis teknologi Industri 4.0

Teknologi	Jumlah artikel
CAD/CAM	4
Virtual Reality or Augmented Reality	8
Cyber-Physical Machine Tools	8
3D printing or additive manufacturing	4
Maintenance	3
Jumlah	27

Mengelompokan artikel dengan klasifikasi teknologi yang dibahas ditampilkan pada tabel 4.2. Dengan cara ini peneliti dapat lebih fokus melakukan analisis konten terhadap masing-masing teknologi yang dibahas pada artikel. Untuk mempelajari teknologi yang berkembang di era Industri 4.0 dan kompetensi teknis yang dibutuhkan melalui literatur, beberapa kasus diidentifikasi. Dari 27 artikel menyajikan kasus perkembangan teknologi, kemudian menganalisis kemampuan yang dibutuhkan, terkait untuk penggunaan teknologi tersebut. Hasil analisis teridentifikasi teknologi yang berkembang di era Industri 4.0, beserta prasyarat kemampuan yang dibutuhkan untuk mengoperasikan teknologi tersebut, terbagi menjadi tiga kegiatan yaitu:

a. Perancangan dan pengembangan produk

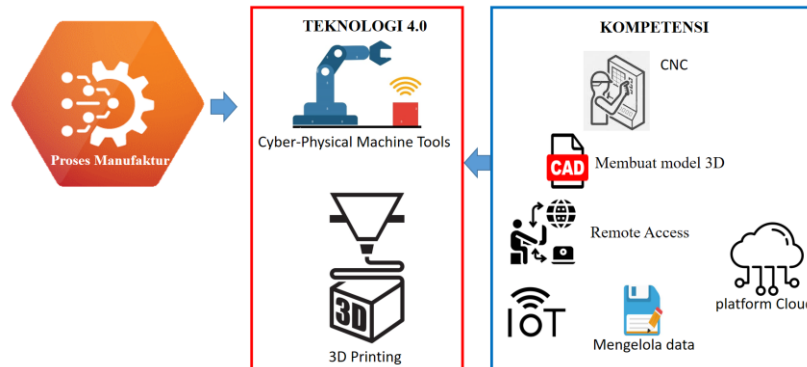


Gambar 4.1. Perancangan dan pengembangan produk

Kegiatan perancangan dan pengembangan produk di era Industri 4.0, seperti yang digambarkan pada gambar 4.1. syarat dengan penggunaan teknologi *Computer Aided Design (CAD)*, *Computer Aided Manufacturing (CAM)*, *Virtual Reality (VR)* dan *Augmented Reality (AR)*. Dimana agar mampu mengoprasikan teknologi tersebut dibutuhkan kompetensi teknis; 1) kemampuan *Technical Drawing*; 2) Kemampuan membuat model 3D dengan aplikasi CAD; 3) mensimulasikan proses manufaktur dengan aplikasi CAM; dan 4) memvisualisasikan secara virtual menggunakan aplikasi VR dan AR. Serta kemampuan pendukung dalam menyimpan

dan membuka data dalam format yang beragam dan dapat memanfaatkan platform *Cloud* untuk mendukung pertukaran file dan penyimpanan.

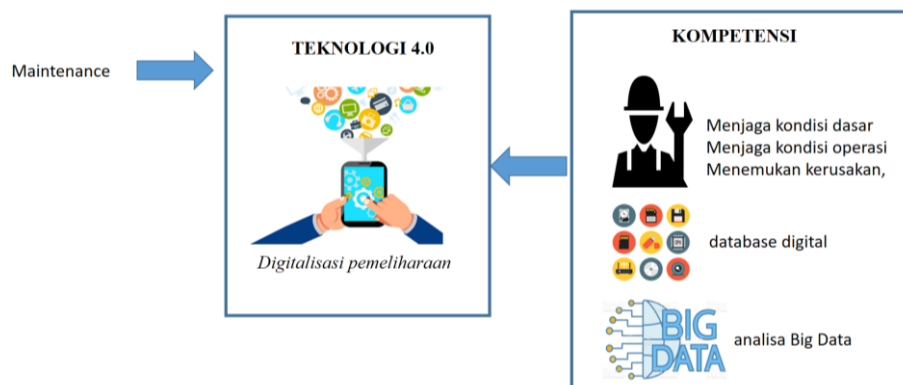
b. Proses manufaktur



Gambar 4.2. Proses manufaktur

Kegiatan proses manufaktur seperti yang ditunjukkan gambar 4.2. pada era industri 4.0. diwarnai dengan penggunaan teknologi *Cyber-Physical Machine Tools* dan 3D *printing* atau *additive manufacturing*. Agar mampu mengoperasikan teknologi *Cyber-Physical Machine Tools* diperlukan kompetensi teknis memprogram CNC, memuat program, mengubah program, mengkodekan dan menyimpan dalam memori serta memantau beberapa mesin di waktu yang sama. Sedangkan dalam mengoperasikan 3D *printing* atau *additive manufacturing* diperlukan kompetensi teknis membuat model 3D dengan aplikasi CAD dan menggunakan perangkat 3D printing. Selain itu dalam kegiatan proses manufacturing di era Industri 4.0, dibutuhkan pula kemampuan menyimpan dan mengelola data secara efektif, IOT, *Cloud Computing*, transfer data digital dan remot akses.

c. Perawatan



Gambar 4.3. Perawatan

Kegiatan perawatan di era Industri 4.0 seperti pada gambar 4.3, dimana pemanfaatan data digital sebagai pendukung dalam kegiatan memprediksi kejadian (*predictive maintenance*). Membutuhkan kompetensi teknis dalam menjaga kondisi dasar, menjaga kondisi operasi, menemukan kerusakan, dan keterampilan pengoperasian peralatan, penyiapan, dan penyesuaian, serta inspeksi visual. Serta dukungan kompetensi berinteraksi dengan komputer, mengakses database digital, dan analisa *Big Data* guna dapat memprediksi kejadian.

2. Pendapat Industri terhadap pengetahuan, keterampilan dan sikap yang harus dipersiapkan oleh siswa SMK teknik pemesinan agar mampu bersaing pada era industri 4.0

Pendapat industri diperoleh dengan cara penyebaran kuisioner terbuka ke 44 responden pada 44 perusahaan yang berbeda secara acak. Jawaban responden pada kuisioner, dikodekan berdasarkan karakteristik jawaban yang memiliki makna setara dan di sajikan pada tabel dengan urutan jawaban terbanyak yang diperoleh. Penting untuk mengelompokkan kompetensi yang diidentifikasi ke dalam kelompok yang telah ditentukan sebelumnya untuk memastikan kejelasan dan transparansi model lebih lanjut (Hecklau et al., 2016). Berikut ditampilkan karakteristik responden pada tabel 4.3. Responden merupakan karyawan dari perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur mesin industri, manufaktur kompresor, manufaktur alat pertanian, manufaktur kemasan plastik dan kemasan kertas, kontraktor teknik, pertambangan, makanan dan minuman, garmen, tekstil, perbaikan AC, perbaikan dan instalasi mesin CNC, alat berat, kimia serta industri manufaktur suku cadang otomotif.

Tabel 4.3. Karakteristik responden

Karakteristik	Jumlah	Pesentase (%)
Jabatan		
Manager	18	40,91%
Supervisor	10	22,73%
Engineer	6	13,64%
HRD	6	13,64%
Direktur	3	6,82%
PPIC dan Purchasing	1	2,27%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	36	81,82%
Perempuan	8	18,18%

Karakteristik	Jumlah	Pesentase (%)
Alamat Perusahaan		
Jabodetabek	21	47,73%
Bandung Raya	20	45,45%
Karawang	1	2,27%
Sumatra Selatan	1	2,27%
Riau	1	2,27%

Tabel 4.3. menunjukkan karakteristik responden berdasarkan jabatan, jenis kelamin dan alamat perusahaan. Responden menjawab kuisioner terbuka yang terdiri dari delapan pertanyaan berkaitan dengan 1) lingkup kerja lulusan SMK teknik pemesinan; 2) kinerja karyawan lulusan SMK teknik pemesinan; 3) pertimbangan perusahaan merekrut calon karyawan berlatar belakang SMK teknik pemesinan; 4) hal yang harus dipersiapkan oleh calon karyawan SMK teknik pemesinan agar dapat diterima di industri 4.0; 5) kesesuaian kompetensi lulusan SMK teknik pemesinan dengan kebutuhan industri 4.0; 6) keahlian yang harus disiapkan agar dapat memberikan kontribusi/keuntungan bagi perusahaan; 7) pengetahuan dan keahlian siswa SMK teknik pemesinan agar dapat bersaing di era industri 4.0 dan 8) sikap yang harus disiapkan siswa SMK teknik pemesinan agar dapat bersaing dan bertahan di era industri 4.0. Berikut temuan berkaitan dengan lingkup kerja lulusan teknik pemesinan disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Ruang lingkup pekerjaan lulusan SMK teknik pemesinan

No.	Posisi	Sub area pekerjaan
1.	Operator	a. Melakukan proses pemesinan 1) Mesin bubut 2) Mesin frais 3) Mesin gerinda 4) Mesin skrap 5) Mesin bor 6) Mesin CNC b. Melakukan pemeliharaan dan diagnostik c. Merencanakan dan mengontrol produksi d. Melakukan proses pabrikasi/las e. Melakukan proses perakitan f. Melaksanakan jaminan kualitas QC g. Melaksanakan komisioning
2.	<i>Drafter</i>	a. Desain produk menggunakan aplikasi <i>Computer Aided Design</i>
3.	<i>Programmer</i> CNC	a. Menyusun program NC b. Mensimulasikan program di aplikasi <i>Computer Aided Manufacturing</i> c. Menyimpan dan mengedit program NC

Pada tabel 4.4. menunjukkan bahwa lulusan SMK teknik pemesinan yang bekerja di industri menempati posisi sebagai operator, *drafter* dan *programmer* CNC. Berdasarkan pendapat responden kinerja karyawan lulusan SMK teknik pemesinan, memiliki kinerja baik, antusias dan semangat dalam bekerja, mudah diarahkan, memiliki loyalitas yang tinggi, bertanggung jawab serta ulet. Karyawan lulusan SMK teknik pemesinan dinilai pula mudah dalam beradaptasi dalam mengoperasikan mesin, karena telah memiliki dasar ilmu teknik dan materi praktik pengoperasian mesin. Lulusan yang sudah memiliki pengalaman bekerja diakui kompetensinya oleh perusahaan.

Dasar pertimbangan lulusan SMK teknik pemesinan direkrut menjadi karyawan adalah, lulusan SMK teknik pemesinan dinilai siap bekerja untuk menempati posisi sebagai operator, sudah mampu mengoperasikan mesin. Pendapat responden selanjutnya menyatakan bahwa, lulusan SMK teknik pemesinan sudah memiliki keterampilan dasar keteknikan, sehingga mampu bersaing, cepat tanggap saat diberi tugas, dapat dengan cepat mempelajari cara kerja mesin, dan dapat melakukan perawatan mesin. Selanjutnya perusahaan membutuhkan kompetensi pengoperasian mesin perkakas yang dimiliki oleh lulusan teknik pemesinan, dapat mengoperasikan aplikasi gambar komputer, dapat mengoperasikan mesin CNC, mengelas. Pertimbangan lainnya adalah lulusan tersebut harus lolos secara administrasi, memiliki fisik yang menunjang, adapula perusahaan yang mensyaratkan calon karyawan memiliki sertifikat pelatihan tambahan dan pengalaman bekerja.

Selanjutnya jawaban responden, yang berhubungan dengan pertanyaan menyangkut pengetahuan, keterampilan dan sikap era industri 4.0, atas pertanyaan terkait:

1. Hal yang perlu di persiapkan oleh calon karyawan berlatar belakang SMK Teknik Pemesinan agar diterima pada perusahaan yang telah menerapkan industri 4.0.
2. Keahlian yang dimiliki oleh karyawan yang berlatar belakang SMK teknik pemesinan yang sesuai dan tidak sesuai dengan kebutuhan industri 4.0.
3. Pengetahuan dan keahlian apa sajakah yang harus dipersiapkan oleh siswa SMK teknik pemesinan agar mereka dapat bersaing pada era Industri 4.0.

4. *Attitude* yang harus dipersiapkan oleh siswa SMK Teknik Pemesinan agar mereka dapat bersaing dan bertahan pada era Industri 4.0

Di kelompokkan berdasarkan Model kecekapan Industri 4.0 holistik oleh *Fabian Hecklau*. Hasil pengelompokan tersebut ditampilkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Kompetensi Industri 4.0

Jenis Kompetensi	Pengetahuan dan keterampilan
1. Kompetensi Teknis	a. Teknologi mutakhir <ol style="list-style-type: none"> 1) Digitalisasi 2) Otomasi 3) Robotik 4) 3D Printing 5) <i>Machine center</i> b. Keterampilan teknis <ol style="list-style-type: none"> 1) Mengoperasikan mesin perkakas 2) Menguasai gambar teknik 3) Perawatan 4) Penguasaan mesin CNC 5) CAD 6) CAM 7) K3 8) Pengelasan 9) Mesin injeksi 10) <i>Molding</i> 11) Alat ukur c. Pemahaman proses <ol style="list-style-type: none"> 1) Analisa pekerjaan 2) Dasar manajemen industri d. Pengkodean <ol style="list-style-type: none"> 1) Menyusun dan menganalisis data e. IT <ol style="list-style-type: none"> 1) Dasar komputer 2) Telekomunikasi 3) Jaringan
2. Kompetensi metodologis	a. Kewirausahaan
3. Kompetensi sosial	a. Bahasa Inggris b. Kerja sama c. Orientasi pelayanan d. Etika e. Manajemen orang
4. Kompetensi pribadi	a. Loyalitas b. Kreatif c. Kemampuan adaptasi

Tabel 4.5. merupakan gambaran Kompetensi, yang terdiri dari kompetensi *hard skill* dan *soft skill* yang harus dimiliki siswa SMK teknik mesin, agar mampu bersaing di era Industri 4.0. Sedangkan temuan atas keahlian yang dimiliki oleh karyawan yang berlatar belakang SMK teknik pemesinan, namun tidak sesuai dengan kebutuhan industri 4.0. responden mengungkapkan dua keahlian yaitu: 1) Gambar teknik manual dan 2) pengoprasian mesin bubut.

B. Pembahasan

Lembaga pendidikan vokasi seperti SMK menurut (Wardina et al., 2019), perlu mengintegrasikan konteks pembelajaran abad XXI dimana kurikulum berisi multi kompetensi, yang mencakup: 1) Berfikir kritis, penyelesaian masalah, kolaborasi, dan kreatifitas dan inovasi; 2) Keterampilan literasi digital meliputi literasi informasi, literasi media, dan literasi ICT, dan; 3) Karir dan kecakapan hidup meliputi fleksibilitas dan adaptasi, inisiatif, interaksi sosial dan budaya, produktifitas dan akuntabilitas, kepemimpinan serta tanggung jawab.

1. Kompetensi teknis SMK teknik pemesinan yang sesuai dengan tuntutan industri 4.0

Pengembangan produk digital telah diusulkan untuk mengatasi tantangan yang dihadapi ketika mengembangkan produk modern yang semakin kompleks (Promyoo et al., 2019). Ditemukan dari hasil analisis konten, tentang teknologi yang berkembang di era industri 4.0 dalam tiga kegiatan yaitu perancangan dan peningkatan produk, proses manufaktur dan perawatan. Disertai prasyarat keahlian, yang diperlukan untuk mengoprasikan teknologi tersebut antara lain adalah pada kegiatan:

a. Perancangan dan pengembangan produk

Disain produk merupakan inti dari pengembangan produk, merupakan proses yang kompleks dan dinamis, sehingga dapat menyebabkan desain produk yang buruk, peningkatan biaya, dan penundaan penyampaian hasil perancangan. Industri 4.0 menyediakan serangkaian peluang baru dengan munculnya terobosan baru dan teknologi mutakhir yang mewakili potensi besar untuk disain dan pembuatan prototipe. Penggunaan alat pemodelan dan simulasi produk digital, lebih efisien selama mengeksplorasi produk baru atau mendisain ulang produk untuk meningkatkan performa (Mourtzis et al., 2018).

Model 3-D *Computer Aided Design* (CAD) dari produk dibuat dan disimulasikan menggunakan beberapa teknik *computer-aided-engineering*. Proses manufaktur kemudian dibuat dan disimulasikan menggunakan alat bantu komputer (CAM) (Promyoo et al., 2019). Geometri produk diambil langsung dari data CAD, menawarkan koneksi digital antara desain dan pembuatan prototipe (Mekacher, 2019). Kemampuan dalam menyimpan dan membuka data dalam berbagai format, dengan memanfaatkan platform *cloud*, menunjang kolaborasi antara sesama perancang dan pengguna (Mourtzis et al., 2020). Data CAD menunjang visualisasi prototipe dalam bentuk virtual. Kemunculan teknologi *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR) telah mendorong pengembangan antarmuka yang lebih intuitif untuk desain dan pemodelan produk (Shen et al., 2010).

Pembuatan prototipe dengan AR memiliki potensi untuk mengurangi waktu desain dan desain ulang dalam pengembangan produk awal (Schumann et al., 2020). Melalui *Augmented Reality*, desain dapat divisualisasikan dalam skala 1:1 sehingga desain dapat ditinjau dalam skala yang lebih realistis dapat dengan mudah mendeteksi kekurangan dalam desain. Dengan teknologi Prototipe virtual dan *augmented* membantu menyatukan disain dan visualisasi yang dapat memberikan representasi realistis dari produk, sehingga dapat meningkatkan pengalaman dan persepsi (Nunes et al., 2017). Dimana dengan teknologi tradisional hal ini hanya dapat dipenuhi dengan pembuatan prototipe fisik, yang membutuhkan lebih banyak sumber daya pada saat pembuatannya. Digitalisasi disain dapat memeriksa disain produk dari perspektif yang berbeda, memungkinkan deteksi cacat pada desain awal. Hasil penelitian (Mourtzis et al., 2018) yang membahas tentang penggunaan AR pada kegiatan pembelajaran *teaching factory*, dapat mengurangi 12% kesalahan pada kegiatan disain awal dan siswa dapat melakukan perakitan 10% lebih cepat. Dengan menggunakan AR, peserta *Teaching Factory* memiliki wawasan skala nyata dari produk yang dirancang dan dapat berinteraksi dengannya.

b. Proses Manufaktur

Penerapan Industri 4.0 syarat dengan penggunaan teknologi-teknologi otomasi yang dapat memangkas proses dan biaya dalam menghasilkan produk dengan yang lebih kompleks. Sistem otomasi pada industri 4.0, membutuhkan keterampilan digital seperti memproses informasi, komunikasi, kolaborasi,

pemikiran kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah semakin dituntut di pasar tenaga kerja (Novakova, 2020). Operator manusia perlu mengetahui proses yang sedang diotomatisasi, sehingga, pada saat yang sama, pengetahuan ini dapat terus diperbarui dan proses ditingkatkan seiring dengan perkembangan teknologi digital (Romero et al., 2019). Hasil temuan tentang teknologi Industri 4.0 dalam kegiatan manufaktur terdiri dari dua teknologi yaitu:

1) *Cyber Physical Machine Tool*

Konsep *Machine Tool* 4.0 mendefinisikan generasi baru peralatan mesin yang cerdas, otonom dan lebih adaptif dari mesin yang ada saat ini (Kubota et al., 2020). Sebagai komponen utama dari setiap sistem manufaktur, peralatan mesin telah berevolusi dari mesin yang dioperasikan secara manual menjadi peralatan mesin yang dikendalikan secara numerik *Computerized Numeric Control* (CNC). *Machine Tool* 4.0 menghadirkan *Cyber-Physical Machine Tool* (CPMT) CPMT adalah integrasi alat mesin, proses pemesinan, komputasi dan jaringan, di mana komputasi tertanam memantau dan mengontrol proses pemesinan, dengan loop umpan balik di mana proses pemesinan dapat memengaruhi perhitungan dan sebaliknya (Liu & Xu, 2017). CPMT terdiri dari empat komponen utama: 1) alat mesin CNC; 2) data perangkat akuisisi; 3) *Machine Tool Cyber Twin* dan 4) antarmuka manusia-mesin cerdas (HMI). MT 4.0 mendefinisikan generasi baru peralatan mesin yang lebih cerdas, terhubung dengan baik, dapat diakses secara luas, lebih adaptif, dan lebih otonom (Liu & Xu, 2017). Siswa saat ini akan bekerja dan mengatasi dunia jaringan yang semakin mengglobal, otomatis, tervirtualisasi, bersaing untuk pekerjaan di pasar global (Yoshino et al., 2020). Pembaruan teknologi melalui (CNC) memerlukan kompetensi operator, sehingga dapat melakukan intervensi untuk mengubah program, mengkodekan dan menyimpan dalam memori sistem (Cirillo et al., 2021). Menjadikan mesin lebih fleksibel saat mengoperasikan produksi batch kecil untuk pelanggan tertentu. Memperbesar cakupan tugas operator dengan memuat program, memprogram, dan memantau beberapa mesin di waktu yang sama (Ure & Skauge, 2019). Kompetensi terkait CNC seperti dalam penelitian (Ure & Skauge, 2019) penting untuk ditingkatkan, terutama dengan mendirikan pusat pelatihan CNC yang terhubung dengan sekolah menengah atas.

2) *Additive Manufacturing*

Selain perkembangan teknologi mesin CNC, Manufaktur Aditif (AM) dianggap sebagai teknologi Industri 4.0 yang baru muncul dengan potensi untuk mengubah operasi dan manajemen rantai pasokan secara signifikan. Mempercepat proses desain, waktu produksi yang lebih sedikit, dan biaya yang lebih rendah terkait dengan inventaris, penyimpanan, pengemasan, dan transportasi (Franco et al., 2020). Manufaktur aditif mengacu pada pencetakan 3D objek fisik. Mereka juga dapat menggunakan, sebagai sumber digital, desain digital 3D CAD (Gallo & Santolamazza, 2021). Teknologi AM dengan pemanfaatan 3D printing awalnya ditujukan untuk membuat prototipe 3D (Jimeno-Morenilla et al., 2021). Seiring dengan perkembangan tipe printer 3D dan perkembangan teknologi AM, 3D *printing* mampu memproduksi perkakas, suku cadang, atau produk akhir (Franco et al., 2020). Untuk memulai proses, file CAD dibuat di sistem dan file ini diubah menjadi tipe file STL. Jenis file STL ini menyediakan data geometrik yang diperlukan oleh printer 3D untuk membuat objek (Jandyal et al., 2022). Pencetakan 3D seperti transfer data digital, akses jarak jauh, kebutuhan akan intervensi manusia yang minimal, kemampuan untuk mengembangkan geometri yang kompleks, biaya produksi yang lebih sedikit serta persyaratan pasca proses yang lebih sedikit akan membantu mencapai tujuan Industri 4.0 (Jandyal et al., 2022).

c. Perawatan (*Maintenance*)

Teknologi yang dikembangkan dalam Industri 4.0 dan khususnya pengalaman yang diperoleh melalui penggunaan alat-alat ini tentu saja harus dimanfaatkan untuk meningkatkan konsep dan manajemen pemeliharaan dasar. Memantau kondisi aset dan melakukan tindakan pemeliharaan bila diperlukan dapat menghindari kerusakan dan kemungkinan kerusakan sekunder pada peralatan. Bahwa tugas operator dalam perawatan dalam artikel (Bengtsson & Lundström, 2018) adalah:

- 1) Menjaga kondisi dasar (pembersihan, pelumasan, pemeriksaan kekencangan baut)
- 2) Menjaga kondisi operasi (operasi yang tepat dan inspeksi visual)
- 3) Temukan kerusakan, terutama melalui inspeksi visual dan identifikasi awal tanda-tanda kelainan selama operasi.

- 4) Tingkatkan keterampilan seperti pengoperasian peralatan, penyiapan, dan penyesuaian, serta inspeksi visual.

Pada era industri 4.0 hadir kegiatan *digitalization maintenance* memerlukan Operator *maintenance* 4.0 harus dapat menemukan informasi yang relevan dalam memprediksi kejadian dengan menganalisis *Big Data* dengan tepat. Diperlukan kemampuan berinteraksi dengan komputer, mengakses *database* digital, dan analisa *Big Data*, (Gallo & Santolamazza, 2021). Digitalisasi dalam pemeliharaan dan pemeliharaan di era industri 4.0, antara lain terkait dengan pemeliharaan prediktif selanjutnya mengkombinasikan kemampuan dasar pemeliharaan dan kemampuan memahami dan memanfaatkan data (Roy et al., 2016).

2. Pendapat Industri terhadap pengetahuan, keterampilan dan sikap yang harus dipersiapkan oleh siswa SMK teknik pemesinan agar mampu bersaing pada era industri 4.0

Pada saat ini yang menjadi dasar pertimbangan perusahaan merekrut karyawan lulusan SMK teknik pemesinan, karena lulusan SMK teknik pemesinan dinilai telah memiliki pengetahuan dasar ilmu teknik sebagai penunjang pekerjaan mereka sebagai operator. Lulusan SMK teknik pemesinan ternyata tidak hanya bekerja di sektor industri logam mesin dan pertambangan, mereka juga dapat bekerja di industri yang bergerak dibidang selain dari pada itu. Pada industri yang bergerak di sektor industri logam mesin, lulusan SMK teknik pemesinan bertanggung jawab sebagai:

- a. Operator mesin perkakas, bertugas menghasilkan produk yang sesuai dengan gambar kerja. Produk tersebut dibuat melalui proses pemesinan dengan bantuan mesin perkakas (bubut, frais, bor, scrap, las, gerinda, edm dan CNC). Pada tugasnya sebagai operator mesin perkakas, harus mampu mengimplemantasikan *Standar Operating Procedure* yang telah ditetapkan perusahaan mengikuti instruksi kerja (*work instruction*) dalam setiap langkah pekerjaannya. Dalam menghasilkan produk, operator mesin perkakas perlu menguasai pengetahuan tentang parameter-parameter pengoprasian mesin perkakas dan keahlian penunjang seperti keahlian membaca gambar teknik, menggunakan alat ukur, keahlian kerja bangku. Sesuai dengan unit prasyarat yang di tetapkan SKKNI Sektor logam mesin no. KEP/240/MEN/X/2004 bidang mesin dan proses industri. Unit prasyarat tersebut

adalah unit menggunakan perkakas tangan, mengukur dengan menggunakan alat ukur dan unit membaca gambar teknik;

b. Melakukan pemeliharaan dan diagnostik, mereka berperan sebagai teknisi pemeliharaan bidang mekanik dengan area pekerjaan menjalankan tugas dasar pemeliharaan seperti *preventive maintenance* mengontrol kinerja mesin dengan pengisian ceklis perawatan, melakukan *troubleshooting* dan membantu dalam kegiatan perbaikan mesin;

c. Membantu pekerjaan pengantaran material, membuat perencanaan produksi dan penjadwalan;

d. Pabrikasi melakukan pengelasan dan proses *bending* (proses pembentukan atau pembengkokan dengan bantuan mesin tekan tekanan piston dan cetakan), melakukan proses perakitan (pemasangan bagian-bagian komponen menjadi suatu produk diikuti proses pengencangan);

e. Melaksanakan jaminan kualitas QC (proses inspeksi dan pengujian fungsional serta pemisahan produk yang buruk);

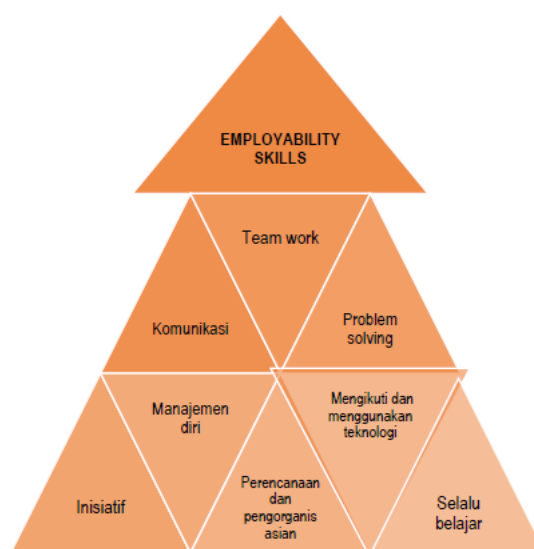
f. Instalasi dan *Commissioning* (serangkaian kegiatan pemasangan, pemeriksaan dan pengujian mesin). Lulusan SMK teknik pemesinan selain bertugas sebagai operator, mereka juga ada yang bertugas sebagai *drafter* dan *programmer CNC*, dimana keahlian menggunakan aplikasi komputer berbasis CAD dan CAM sangat menunjang tugas mendesain produk.

Lulusan SMK teknik pemesinan, yang bekerja di luar industri sektor logam mesin dan pertambangan, mereka bertugas sebagai operator mesin produksi garmen, mesin produksi pengolahan makanan, mesin produksi pengolahan kertas dan plastik. Selain itu lulusan SMK teknik pemesinan bekerja pula pada lingkup *maintenance*, mereka memiliki tugas menjaga kondisi mesin produksi dan mesin pendukung seperti kompresor, agar tetap dapat beroperasi dengan baik. Lulusan SMK teknik pemesinan juga ditempatkan pada posisi *support* produksi yang meliputi pengadaan bahan-bahan pendukung produksi seperti *steam*, *cooler*, air dan pengolahan limbah yang diperlukan industri makanan dan kimia.

Penilaian atas kinerja lulusan SMK teknik pemesinan rata-rata dinilai cukup baik oleh perusahaan, dapat beradaptasi dengan baik dalam mengoperasikan mesin. Namun perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin berkembang

pesat, memberikan dampak yang besar terhadap dunia pendidikan. Hasil pendidikan harus mampu memenuhi kebutuhan industri, diperlukan upaya peningkatan kompetensi lulusan, agar sesuai dengan tuntutan sumber daya manusia era industri 4.0, yang berupa kemampuan berpikir kritis, kreatif dan inovatif, komunikatif, kolaboratif, percaya diri, koordinatif, tanggung jawab, mengambil keputusan, memecahkan masalah, beradaptasi, dan kepemimpinan (Lase, 2019).

Upaya penungkatan kompetensi lulusan, juga perlu didukung oleh kompetensi guru. Dalam penelitian (Lase, 2019) bahwa guru perlu memiliki kompetensi *educational competence, competence for technological commercialization, competence in globalization, competence in future strategies serta counselor competence*. Guru juga perlu memiliki sikap yang bersahabat dengan teknologi, kolaboratif, kreatif dan mengambil risiko, memiliki selera humor yang baik, serta mengajar secara menyeluruh (holistik). Ini diperlukan untuk menghasilkan lulusan SMK, sesuai dengan tujuan pendidikan SMK menciptakan lulusan yang siap kerja, maka dalam kegiatan pembelajaran perlu menganut model pelatihan yang berkonsentrasi pada apa yang dapat dilakukan oleh tenaga kerja atau yang dipersyaratkan oleh tempat kerja. Sehingga dapat menghasilkan lulusan yang memiliki keterampilan kerja (*employability skills*). Dalam Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI), keterampilan kerja diidentifikasi terdiri dari delapan keterampilan, ke delapan keterampilan kerja ini digambarkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.4. Delapan aspek keterampilan (BNSP, 2020)

Kerangka atau frame *skills* (*Employability skills*) pada gambar 4.4. merupakan kemampuan untuk bisa mendapatkan pekerjaan, mempertahankan pekerjaan yang sudah dimiliki, hingga cara meraih kesuksesan dalam berkarir sesuai perkembangan zaman. *Problem solving* sangat berguna saat dihadapkan pada situasi yang pelik dan tidak terduga, tetapi harus berani mengambil keputusan. Memiliki banyak pengetahuan, terutama soft skill, akan membantu dalam menyelesaikan masalah. Berpikir positif ketika mendapatkan masalah, sebagai kesempatan untuk meningkatkan kemampuan dan belajar menganalisis masalah dengan baik. Penerapan keterampilan berpikir dalam kualifikasi pendidikan dan pelatihan kejuruan, diperoleh dalam bentuk aktivitas mental seperti pengamatan yang cermat, menilai, bertanya, membayangkan, mengingat, mengevaluasi dan menafsirkan (Hadi et al., 2015). Keterampilan kerja berfokus pada keterampilan berpikir analitis dan pengetahuan praktis terkait pekerjaan, dan harus diselenggarakan oleh lembaga pendidikan dari waktu ke waktu (Bala & Singh, 2021). Calon pekerja dituntut memiliki pengetahuan dan keterampilan untuk meningkatkan kinerja, daya saing, dan kemajuan perusahaan (Sisodia & Agarwal, 2017). Dalam konteks penerapan industri 4.0, pemanfaatan otomasi dan digitalisasi menghadirkan peluang baru bagi perusahaan untuk mengembangkan produk mereka lebih efektif. Namun pada saat yang sama menghadirkan berbagai tantangan keterampilan dan pengetahuan yang harus dimiliki calon pekerja.

Siswa SMK teknik pemesinan perlu memiliki bekal pengetahuan, keterampilan dan sikap yang sesuai dengan kompetensi Industri 4.0. berikut dijabarkan tentang kompetensi Industri 4.0.

a. Kompetensi teknis era industri 4.0.

Kompetensi teknis terdiri dari beberapa pengetahuan dan keterampilan yang harus dimiliki siswa SMK teknik pemesinan, antara lain adalah:

1) Pengetahuan dan keterampilan dalam teknologi mutakhir

Temuan penelitian mengisyaratkan ada lima keahlian dibidang teknologi mutakhir, yang perlu dikuasai lulusan SMK teknik pemesinan agar mereka dapat bersaing dalam menghadapi era industri 4.0. Lima pengetahuan dan keterampilan teknologi tersebut adalah: a) digitalisasi; b) otomasi; c) robotik; d) 3D printing; dan e) *machine center*. Pengetahuan ini diperlukan siswa SMK teknik mesin untuk

dapat bersaing di Industri 4.0, yang mana ditandai dengan peningkatan digitalisasi manufaktur, penggabungan mesin, alur kerja, dan sistem, dengan menerapkan jaringan cerdas disepanjang rantai dan proses produksi untuk mengendalikan satu sama lain secara mandiri, menghadirkan proses produksi yang lebih efektif. Hadirnya mesin baru akan mengarah pada rekayasa ulang proses produksi, membutuhkan karyawan yang telah menjalani pelatihan mesin otomatis (Benešová & Tupa, 2017).

Komponen tenaga kerja merupakan instrumen terpenting bagi perusahaan dalam mengimplementasikan industri 4.0. Komponen tenaga kerja harus memenuhi; a) kolaborasi manusia dengan robot; b) kontrol dan kendali jarak jauh; c) manajemen kinerja digital; dan d) otomasi pengetahuan kerja (Muhammad Yahya, 2018). Salah satu bentuk pengaplikasian tersebut adalah penggunaan robot untuk menggantikan tenaga manusia sehingga lebih murah, efektif, dan efisien. Dengan pengetahuan tentang digitalisasi diharapkan para lulusan SMK teknik pemesinan dapat berkomunikasi secara digital dengan mesin-mesin produksi yang dilengkapi dengan standar otomasi, mengoperasikan mesin otomasi dengan baik sehingga dapat berkontribusi pada keuntungan perusahaan, memberikan hasil produksi yang maksimal sesuai dengan yang dipersyaratkan perusahaan. Selain dari pada itu dengan pengetahuan digital, siswa SMK yang akan bekerja di industri 4.0 dapat mengakses data digital untuk keperluan peningkatan kinerja pekerjaan mereka, contohnya pada proses perancangan, produksi dan pekerjaan perawatan yang telah mengadopsi digitalisasi *maintenance*.

Selain itu era industri 4.0 memberi kesempatan perusahaan untuk menghasilkan efisiensi bahan baku produk, dengan mengurangi bahan tidak terpakai akibat pemesinan, yakni dengan penggunaan teknologi 3D *printing*. Dimana dengan 3D *printing* dapat menghasilkan produk dengan geometri yang kompleks, menghasilkan produk nyaris tidak memerlukan proses tambahan paska produksi. Dengan demikian penggunaan 3D *printing* akan memangkas alur produksi.

2) Keterampilan teknis

Temuan penelitian mengisyaratkan ada 11 keterampilan teknis, yang perlu dikuasai lulusan SMK teknik pemesinan agar mereka dapat bersaing dalam

menghadapi era industri 4.0. Sebelas keterampilan teknis tersebut adalah: a) mengoperasikan mesin perkakas; b) menguasai gambar teknik; c) perawatan; d) penguasaan mesin CNC; e) penggunaan aplikasi CAD; f) penggunaan aplikasi CAM; g) pemahaman K3; h) pengelasan; i) mesin injeksi j) molding; dan k) alat ukur. Penguasaan mesin perkakas tentunya menjadi syarat wajib bagi lulusan SMK teknik pemesinan, menguasai parameter-parameter pemesinan dan prosedur pengoperasian mesin. Era industri 4.0 pada sektor industri teknik pemesinan membutuhkan tenaga kerja yang memiliki kompetensi profesional, menguasai kombinasi teknik mesin klasik dan Teknologi Informasi (IT) untuk dapat mengoperasikan pabrik pintar (Fernández-Miranda et al., 2017).

Dalam penelitian (Saputro, 2018) bahwa perannya sebagai operator, siswa SMK teknik pemesinan harus menguasai kompetensi dasar (*base competency*), yaitu kompetensi yang berhubungan dan menunjang kompetensi inti. Keberadaan kompetensi dasar pada diri seorang operator mesin produksi merupakan syarat awal untuk menjadi seorang operator mesin produksi. Disebutkan bahwa yang termasuk pada kompetensi dasar SMK teknik pemesinan adalah unit kompetensi memahami material teknik, menggunakan alat ukur, menggunakan perkakas tangan dan mekanik serta membaca gambar teknik. Kompetensi inti (*Core Competency*), yaitu kompetensi utama yang berkaitan dengan profesi operator mesin produksi. Merupakan kombinasi keterampilan, pengetahuan dan kecakapan yang dibutuhkan agar mampu melaksanakan tugas-tugas sebagai operator mesin produksi. Kompetensi inti yang perlu dikuasai adalah unit kompetensi melakukan pekerjaan dengan mesin bubut, frais, gerinda dan mengoperasikan mesin CNC. Keterampilan inti teknis operator CNC dalam industri 4.0 menuntut operator tidak hanya dapat mengoperasikan mesin tetapi, menuntut operator yang dapat memprogram, mengubah program, mengkodekan dan menyimpan dalam memori sistem. Memperbesar cakupan tugas operator dengan memuat program, memprogram, dan memantau beberapa mesin di waktu yang sama.

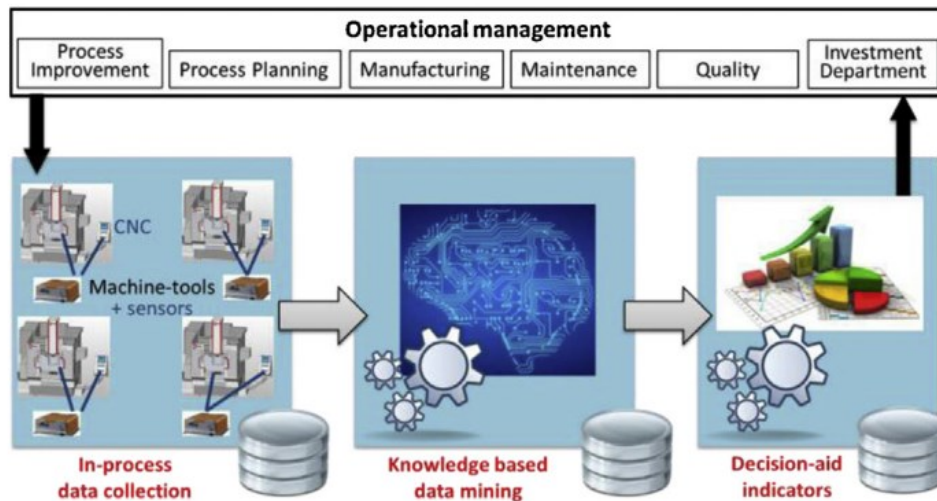
Selanjutnya adalah kompetensi penunjang yaitu, unit kompetensi memahami dan menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja dan lingkungan tempat kerja. Kompetensi penunjang merupakan kompetensi yang berhubungan dengan perilaku dan sikap kerja operator mesin produksi. Kompetensi penunjang

(*supporting competency*), merupakan kombinasi keterampilan, pengetahuan dan kecakapan dalam hal mental dan sikap (*thinking and attitude*), ekspresi kualitas personal (*personal quality*) dan kecakapan bekerja sama dengan orang lain (*working with others*) sehingga seorang operator mesin produksi memiliki kecakapan dalam memberikan impresi lebih pada profesinya.

Kemampuan teknis selanjutnya yang dipersyaratkan responden adalah kemampuan *maintenance*. Terminologinya adalah *Maintenance, Repair and Overhaul* (MRO); layanan rekayasa seumur hidup; rekayasa siklus hidup dan manajemen aset. Dengan perkembangan teknologi terjadi perubahan paradigma dalam kegiatan perawatan menjadi lebih memahami kesehatan suatu mesin dan rencana pemeliharaan berdasarkan ketersediaan volume data yang sangat besar, dimana pemeliharaan dilakukan dengan bantuan komputer (Roy et al., 2016). Selain itu era industri 4.0 juga memberikan peluang efisiensi desain produk, mempersingkat waktu desain produk dengan penggunaan aplikasi CAD dan CAM. Perangkat lunak untuk menghasilkan gambar dalam bentuk digital. Gambar yang dihasilkan dapat divisualisasikan dan disimulasikan secara digital, sehingga perancang dapat mendeteksi dengan cepat atas kegagalan desain produk. Ini dapat memangkas waktu dan biaya perancangan serta meminimalisi kegagalan produksi. Selain itu ditemukan pula keterampilan teknis yang diharapkan perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan plastik, mereka membutuhkan keterampilan berkaitan dengan mesin injeksi dan *molding*.

3) Pemahaman proses

Kompleksitas proses yang lebih tinggi menuntut pemahaman proses yang lebih luas dan lebih dalam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa SMK teknik pemesinan perlu dibekali pula pengetahuan dan keterampilan analisa pekerjaan dan dasar manajemen industri. Termasuk kedalamnya adalah kemampuan merencanakan tahapan setiap pekerjaan, agar menghasilkan proses yang efisien.



Gambar 4.5. Manajemen operasi pemesinan (Ritou et al., 2019)

Gambar 4.5. menjelaskan tentang manajemen operasi pada kegiatan produksi menggunakan alat pemesinan. Ada tiga modul saling berhubungan untuk mendukung proses pengambilan keputusan. Modul pertama melakukan proses sinyal pada pengukuran sensor dan mengumpulkan data heterogen. Langkah selanjutnya adalah data *mining* berbasis pengetahuan, melakukan pengelompokan kontekstual dan algoritma pembelajaran mesin. Akhirnya, indikator bantuan keputusan yang baru dihitung dan dikirimkan ke berbagai departemen sesuai dengan kebutuhan mereka dalam hal manajemen proses dan peningkatan. Proses rekayasa pengetahuan digunakan untuk mendukung ekstraksi, formalisasi dan integrasi pengetahuan manufaktur lainnya. Proses pemahaman pekerjaan bagi kualifikasi kejuruan melibatkan pengamatan yang cermat, menilai, bertanya, membayangkan, mengingat, bertanya-tanya, mengevaluasi dan menafsirkan (Hadi et al., 2015). Dalam upaya peningkatan hasil dan proses produksi diperlukan karyawan yang memahami alur proses setiap produksi, dengan pemahaman tersebut karyawan dapat memperoleh informasi tentang apa yang harus ditingkatkan pada setiap proses, dengan memanfaatkan pengetahuan dari kegiatan mesin saat produksi. Selanjutnya dapat menggunakan informasi tersebut guna perbaikan hasil pekerjaan individu terkait, menyimpan dan menyampaikan informasi guna peningkatan pekerjaan pada divisi lain.

4) Pengkodean

Temuan penelitian yang terkait keterampilan pengkodean adalah menyusun dan menganalisis data. Pemanfaatan teknologi digital dan otomasi di industri manufaktur, menghasilkan volume data yang besar. Analisis data manufaktur mengarah ke tantangan *Big Data*. Agar efisien, harus mengirimkan informasi yang tepat pada saat yang tepat kepada para pembuat keputusan, karena hanya sejumlah kecil informasi proses pemesinan yang bermakna yang kemudian digunakan untuk konstruksi indikator bantuan pengambilan keputusan (Ritou et al., 2019). Untuk melakukannya, harus memiliki kemampuan mengelola data, menafsirkan data, mengelompokkan data dan memastikan sirkulasi yang fleksibel dari volume data ke seluruh jaringan perusahaan.

5) IT

Keahlian IT yang ditemukan dalam penelitian, antara lain adalah keahlian 1) dasar komputer; 2) telekomunikasi dan 3) Jaringan. Revolusi industri 4.0 disebut juga revolusi digital karena terjadinya proliferasi komputer dan otomatisasi pencatatan pada semua bidang (Ritou et al., 2019). Industri 4.0 menyatakan bahwa penerapan sistem IT untuk menghubungkan mesin, pekerja, dan produk (Enke et al., 2018). Peningkatan volume data juga akan meningkatkan permintaan akan sistem dan layanan *cloud* sehingga diperlukan karyawan yang mampu menggunakan IT sebagai alat komunikasi dan kolaborasi dalam setiap kegiatan yang menunjang proses pekerjaan mereka (Benešová & Tupa, 2017).

b. Kompetensi metodologis

Hasil temuan mengungkapkan bahwa siswa SMK teknik pemesinan perlu menguasai kompetensi kewirausahaan. Tuntutan sumber daya manusia akan kompetensi era industri 4.0, yang berupa kemampuan berpikir kritis, kreatif dan inovatif, komunikatif, kolaboratif, percaya diri, koordinatif, tanggung jawab, mengambil keputusan, memecahkan masalah, beradaptasi, dan kepemimpinan menurut (Sumarno & Gimin, 2019) sesuai dengan nilai-nilai kewirausahaan, yaitu: 1) karakter wirausaha: kemampuan/*spirit* mengatasi hambatan/halangan; 2) kemampuan berkompetisi: inovasi, efisiensi, kreatif; 3) kemampuan *problem solving, decision making*; 4) Kemampuan dasar wirausaha: rencana bisnis, rencana keuangan, pemasaran, hubungan pelanggan, pembiayaan produk; 5) kemampuan

berkomunikasi; 6) kemampuan produksi yang berorientasi ke *customer* dan 7) interaksi dengan industri secara alami berdasarkan manfaat. Kewirausahaan ini merupakan sikap mental dan jiwa, yang selalu aktif atau kreatif, berdaya, bercrepta, berkarya, bersahaja, dan berusaha dalam rangka meningkatkan pendapatan atas kegiatan usahanya. Sementara wirausaha adalah orang yang terampil memanfaatkan peluang dalam mengembangkan usahanya, dengan tujuan untuk meningkatkan taraf hidup dan ekonominya (Wibowo, 2017). Proses pembelajaran dalam pendidikan kewirausahaan harus mampu mendorong peserta didik dalam membangun minat berwirausaha, mengidentifikasi dan menangkap peluang, memutuskan dan mewujudkan peluang ke dalam bentuk perilaku inisiatif.

c. Kompetensi sosial

Soft skill tampaknya menjadi hal yang penting bagi tenaga kerja di masa depan, kunci untuk membedakan manusia dari mesin (Fareri et al., 2020). Hasil penelitian yang mengungkap kaitannya dengan kompetensi sosial adalah; 1) Bahasa Inggris; 2) kerja sama; 3) orientasi pelayanan; dan 4) etika. Di era revolusi industri 4.0, siswa perlu dibekali dengan kemampuan 4C diantaranya kemampuan berpikir kritis (*critical thinking*), kemampuan berpikir kreatif (*creative thinking*), kemampuan berkomunikasi (*communicating*) dan kemampuan berkolaborasi (*collaborating*) agar mampu menghadapi tantangan dan menyelesaikan segala persoalan (Wahyuningsih & Susanti, 2020). Keterampilan kolaborasi (interpersonal dan empati) merupakan keterampilan fokus masa depan, membutuhkan komunikasi, tentang niat, ide, visi dan pengetahuan (Tang et al., 2020). Di era industri 4.0 manusia tidak hanya dituntut untuk dapat berkolaborasi dengan mesin, tetapi lebih dari pada itu, manusia perlu berkolaborasi dengan sesama untuk mencapai tujuan bersama. Fokus pendidikan abad 21 tidak lagi berfokus pada persaingan tetapi berubah menjadi fokus pada kolaborasi. Sedangkan fungsi komunikasi sangat penting dalam menjalankan kegiatan kolaborasi. Komunikasi dalam kolaborasi bertujuan mengumpulkan ide-ide menjadi inovasi, yang dapat mewujudkan visi dengan mengedepankan prinsip saling memahami. Keterampilan komunikasi menjadi keterampilan sosial yang penting dalam lingkungan global yang berubah saat ini (Sisodia & Agarwal, 2017). Komunikasi harus dijalankan secara adaptif dan strategis terhadap kemajuan teknologi komunikasi (Purwandini

& Irwansyah, 2018). Dengan berkembangnya teknologi komunikasi di era industri 4.0 memberikan kesempatan sangat luas untuk kegiatan komunikasi secara global dengan menggunakan berbagai media. Disini kemampuan Bahasa memiliki peran dalam proses pemahaman ide-ide, dengan penguasaan Bahasa Internasional (Bahasa Inggris) yang baik akan mempermudah dalam kegiatan proses pemahaman tersebut.

d. Kompetensi pribadi

Sebagai tambahan kompetensi sosial, diperlukan pula kompetensi pribadi, kemampuan pemecahan masalah yang kompleks, manajemen diri, keterampilan mengarahkan, kemampuan untuk menavigasi dalam konteks global dan pembelajaran seumur hidup (Tang et al., 2020). Hal ini sesuai dengan temuan penelitian bahwa siswa SMK teknik pemesinan harus memiliki sikap loyal terhadap perusahaan, berintegritas, disiplin dan bertanggung jawab terhadap kualitas pekerjaan mereka. Memiliki sikap kerja kreatif, berfikir kritis, teliti, mandiri percaya diri, memiliki mental yang kuat dan memiliki keahlian spesifik yang betul-betul dikuasai. Selanjutnya siswa juga diharapkan memiliki kemampuan beradaptasi dapat menerima masukan (*Open Minded*) dan selalu belajar meningkatkan kompetensi. Pendidikan diselenggarakan sebagai suatu proses pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik yang berlangsung sepanjang hayat. Sesuai dengan Prinsip Penyelenggaraan Pendidikan, Pasal 4, Ayat (3) Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Salah satu cara peningkatan kompetensi seperti yang diutarakan responden adalah dengan cara mengikuti sertifikasi secara berkala.

Industri 4.0 lebih dari sekedar teknologi, sumber daya manusia, menjadi lebih penting di era industri 4.0 (Schallock et al., 2018). Perlu mempersiapkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi, untuk menjalankan teknologi-teknologi yang hadir, akibat dampak dari penerapan revolusi industri 4.0. Oleh karena itu, untuk menanamkan keterampilan yang dibutuhkan, diperlukan identifikasi kesesuaian keterampilan dari program pelatihan (Sisodia & Agarwal, 2017). Maka dilakukan perbandingan hasil penelitian dengan kondisi kompetensi yang dipelajari saat ini. Untuk menggambarkan kesesuaian kompetensi yang diperlukan di era industri 4.0 dengan kurikulum 2013 SMK. Data yang di peroleh

dari hasil penelitian dibandingkan dengan, data mata pelajaran yang terdapat pada Peraturan Direktur Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor: 07/D.D5/KK/2018 Tentang Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)/ Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK). Serta data Kompetensi Dasar yang terdapat pada Lampiran Peraturan Direktur Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor: 464/D. D5/ Kr 2018 Tanggal: 30 Agustus 2018 Tentang Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Muatan Nasional (A), Muatan Kewilayahan (B), Dasar Bidang Keahlian (C1), Dasar Program Keahlian (C2) Dan Kompetensi Keahlian (C3).

Pada kurikulum 2013 SMK Revisi 2018 kompetensi keahlian teknik pemesinan, keterampilan CAD terdapat pada mata pelajaran Gambar Teknik Manufaktur, keterampilan Pengoperasian CNC dan CAM terdapat pada mata pelajaran Teknik Pemesinan NC/CNC dan CAM. Keterampilan yang sudah dan belum disediakan kurikulum 2013 selengkapnya di sajikan dalam bentuk tabel 4.6. Merupakan perbandingan antara kompetensi pemesinan era industri 4.0 dan kurikulum 2013. Data keterampilan era industri 4.0 diperoleh dari hasil konten analisis, serta data pengetahuan dan keterampilan era industri 4.0 diperoleh dari hasil kuisioner.

Tabel 4.6. Perbandingan kompetensi era industri 4.0 dan kurikulum 2013

No.	Pengetahuan dan keterampilan	Mata pelajaran kurikulum 2013	Nomer butir (KD)	Jml (KD)
Pengetahuan teknologi mutakhir				
1.	Digitalisasi	• Simulasi dan Komunikasi Digital	8	1
2.	Otomasi	Belum terdapat pada kurikulum 2013		
3.	Robotik	Belum terdapat pada kurikulum 2013		
4.	Menggunakan perangkat 3D printing	Belum terdapat pada kurikulum 2013		
5.	<i>Machine center</i> , memantau beberapa mesin di waktu yang sama	Belum terdapat pada kurikulum 2013		
6.	Memvisualisasikan secara virtual menggunakan aplikasi VR dan AR	Belum terdapat pada kurikulum 2013		

No.	Pengetahuan dan keterampilan	Mata pelajaran kurikulum 2013	Nomer butir (KD)	Jml (KD)
Keterampilan teknis				
1.	Mengoprasikan mesin perkakas	<ul style="list-style-type: none"> • Teknik Pemesinan Bubut • Teknik Pemesinan Frais • Teknik Pemesinan Gerinda 	1 s.d 19 1 s.d 22	19 22
2.	<i>Technical drawing</i> dan membaca gambar teknik	<ul style="list-style-type: none"> • Gambar Teknik Mesin • Gambar Teknik Manufaktur 	1 s.d 9 1 - 9	9 9
3.	<i>Maintenance</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dasar Perancangan Teknik Mesin 	1 8 dan 9	1 2
4.	CNC (Dasar)	<ul style="list-style-type: none"> • Teknik Pemesinan NC/CNC dan CAM 	1, 2, 14, 25	4
5.	Memuat dan memprogram CNC	<ul style="list-style-type: none"> • Teknik Pemesinan NC/CNC dan CAM 	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	10
6.	Membuat model 3D dengan Aplikasi <i>Computer Aided Design</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gambar Teknik Manufaktur 	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 9,10, 11, 12, 13	12
7.	Mensimulasikan proses manufaktur dengan aplikasi CAM	<ul style="list-style-type: none"> • Teknik Pemesinan NC/CNC dan CAM 	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	17
8.	Mengubah mengkodekan dan menyimpan program NC dalam memori	<ul style="list-style-type: none"> • Teknik Pemesinan NC/CNC dan CAM 	34, 35, 36, 37	4
9.	Keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan (K3L)	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerjaan dasar teknik mesin 	1	1
10.	Pengelasan	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerjaan dasar teknik mesin 	8	1
11.	Mesin Injeksi	Belum terdapat pada kurikulum 2013		
12.	Molding	Belum terdapat pada kurikulum 2013		
13.	Alat ukur	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerjaan Dasar Teknik Mesin 	2 dan 3	2
Pemahaman proses				
1.	Analisis pekerjaan	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerjaan Dasar Teknik Mesin • Dasar Perancangan Teknik Mesin • Gambar Teknik Manufaktur • Teknik Pemesinan Bubut • Teknik Pemesinan Frais 	5 9 dan 15 11 4, 7, 8, 9, 17, 18 4, 6, 8, 13, 16, 18	1 2 1 6 6

No.	Pengetahuan dan keterampilan	Mata pelajaran kurikulum 2013	Nomer butir (KD)	Jml (KD)
		• Teknik Pemesinan NC/CNC dan CAM	13, 19, 33	3
		• Produk Kreatif dan Kewirausahaan	2, 4, 5, 6, 7, 10, 14	7
2.	Dasar manajemen industri	Belum terdapat pada kurikulum 2013		
Pengkodean				
1.	Analisa <i>Big Data</i> dan data prosesi	Belum terdapat pada kurikulum 2013		
IT				
1.	Penguasaan dasar komputer	• Simulasi dan Komunikasi Digital	1, 4, 5, 6,	4
2.	Telekomunikasi	• Simulasi dan Komunikasi Digital	10	1
3.	Jaringan	• Simulasi dan Komunikasi Digital	10	1
4.	<i>Cloud Computing</i>	Belum terdapat pada kurikulum 2013		
5.	IOT	• Simulasi dan Komunikasi Digital	9	1
Kompetensi Metodologis				
1.	<i>Enterplaneur</i>	• Produk Kreatif dan Kewirausahaan	1 s.d 20	20

Dari perbandingan kompetensi yang terdapat di tabel 4.6. ditemukan bahwa ada:

- Kompetensi era Indusri 4.0 yang disediakan kurikulum SMK 2013 teknik pemesinan

Terdapat 18 kompetensi era Industri 4.0 yang telah disediakan dalam kurikulum SMK 2013 teknik pemesinan. Dalam konteks pengetahuan teknologi mutakhir, hanya satu kompetensi yaitu digitalisasi yang terdapat pada mata pelajaran Simulasi dan Komunikasi Digital. Namun materi tentang digitalisasi hanya terdapat pada satu KD saja yaitu KD nomer butir 8 (pengetahuan memahami konsep kewargaan digital dan keterampilan merumuskan etika kewargaan digital). Sedangkan pada konteks keterampilan teknis, 11 kompetensi sudah tersedia pada kurikulum SMK 2013 teknik pemesinan. Selanjutnya dalam kontek pemahaman proses terdapat satu kompetensi (Analisis pekerjaan) yang dibahas pada tujuh mata pelajaran dikurikulum SMK 2013 teknik pemesinan. Selain itu ada empat kompetensi bidang IT yang terdapat pada mata pelajaran Simulasi dan Komunikasi

Digital, masing-masing adalah penguasaan komputer terdiri dari empat KD, telekomunikasi terdiri dari satu KD, jaringan terdiri dari satu KD dan IOT satu KD. Dan yang terakhir adalah satu kompetensi metodologis yaitu *enterplaner* telah terdapat 20 KD pada materi pembelajaran Produk Kreatif dan Kewirausahaan.

Dalam tabel 4.6. dapat terlihat pula beberapa kompetensi yang hanya memiliki sedikit (satu atau dua) KD saja. Contohnya pada keterampilan teknis *maintenance*, padahal pada penelitian ini ditemukan bahwa lulusan SMK teknik pemesinan diberikan tugas sebagai tenaga *maintenance* baik di industri logam mesin maupun di industri lainnya. Tugas pemeliharaan, mengidentifikasi dan memecahkan malfungsi membutuhkan sejumlah keterampilan kejuruan, karyawan perlu memiliki pandangan holistik ketika teknologi yang berbeda digabungkan bersama dalam peralatan manufaktur (Madsen et al., 2016). Hal ini perlu dijadikan perhatian, akan kedalaman materi yang dapat disampaikan dengan sedikitnya KD tersebut. Karena ternyata lulusan SMK teknik pemesinan menurut responden berdasarkan pertanyaan lingkup pekerjaan, mengisi lingkup pekerjaan terbanyak di area *maintenance* setelah pengoperasian mesin perkakas, dan dapat dipastikan bahwa area *maintenance* dibutuhkan disemua bidang industri.

b. Kompetensi era Industri 4.0 yang tidak disediakan kurikulum SMK 2013 teknik pemesinan

Pengetahuan dan keterampilan era industri 4.0 yang tidak disediakan oleh mata pelajaran ataupun KD pada kurikulum 2013 teknik pemesinan. Pengetahuan dan keterampilan tersebut yaitu: 1) otomasi; 2) robotik; 3) menggunakan perangkat 3D *printing*; 4) *machine center* 5) memvisualisasikan secara virtual menggunakan aplikasi VR dan AR; 6) mesin Injeksi 7) *molding* 8) dasar manajemen industri; 9) analisa *Big Data* dan data prosesing; 10) *Cloud Computing*. Berdasarkan pembahasan sebelumnya bahwa kompetensi ini adalah kompetensi yang harus dikuasai di era Industri 4.0. Bahkan menurut (Sharma et al., 2021) bahwa *Cloud Computing* adalah pilar dari setiap pendekatan menuju Industri 4.0 karena realisasi penuh dari manufaktur cerdas membutuhkan rekayasa, rantai pasokan, pemrosesan, otomatisasi penjualan dan pengiriman, serta jaringan dan integrasi layanan diperlukan dukungan *cloud*. Justru seharusnya pendidikan kejuruan, berupaya mengembangkan kompetensi ini karena fokus Industri 4.0, terletak pada digitalisasi

dan sistem produksi siber-fisik, dimana kondisi teknologi memerlukan otomasi, digitalisasi dan interkoneksi.

Beberapa upaya telah dilakukan untuk meminimalisasi kesenjangan kompetensi kerja lulusan pendidikan vokasi dengan kebutuhan dunia usaha/ dunia industri, antara lain dengan program revitalisasi SMK (Kemendikbud, 2016). Melalui penyusunan skema sertifikasi bagi lulusan pendidikan vokasi dengan melibatkan asosiasi profesi dan DUDI maupun dalam pelaksanaan uji kompetensi. Program Revitalisasi SMK dalam Rangka Peningkatan Kualitas dan Daya Saing Sumber Daya Manusia Indonesia, dengan penyesuaian kurikulum kompetensi pendidikan dan pelatihan keterampilan teknis dan vokasi, berdasarkan SKKNI (Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia), KKNi (Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia) dan standar lain yang relevan (Triyono & Moses, 2020). SKKNI di Indonesia, adalah sebagai standar acuan kurikulum nasional (Widiaty, 2019). Penyusunan kurikulum saat ini telah mengacu pada SKKNI atau standar internasional (Wardina et al., 2019). Dimana untuk memastikan kompetensi SMK teknik pemesinan saat ini mengacu pada SKKNI Nomer: Kep.240/MEN/X/2004 sektor logam mesin, sesuai dengan ketentuan Skema Sertifikasi Kualifikasi Level II pada Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan yang disahkan pada tahun 2017. Skema sertifikasi bagi lulusan SMK, melibatkan asosiasi profesi dan dunia usaha dan industri serta pelaksanaan uji kompetensi menjadi strategi untuk meminimalisir kesenjangan kompetensi (Triyono & Moses, 2020). Namun, sampai dengan saat ini belum semua program keahlian telah tersedia SKKNI-nya dan beberapa SKKNI yang sudah ada belum direfleksikan dalam kurikulum (Kemendikbud, 2016).

Seperti halnya pada hasil temuan penelitian ini. Pada skema Sertifikasi Kualifikasi Level II pada Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan 2017, tidak ditemukan ke-10 kompetensi yang diperlukan era industri 4.0, baik dalam unit kompetensinya, elemen kompetensi ataupun dalam kriteria unjuk kerja (KUK). Namun pada kompetensi; 1) Injeksi; 2) *mold* dan 3) Robotik, meskipun tidak ditemukan pada skema sertifikasi, kompetensi ini ditemukan pada SKKNI Nomer: Kep.240/MEN/X/2004 sektor logam mesin, yaitu masing-masing pada:

- 1) Kompetensi injeksi tergambar pada unit kompetensi:
 - Mengoperasikan mesin pengecoran bertekanan (LOG.OO04.003.01).

2) Mold (cetakan pengecoran) tergambar pada unit kompetensi:

- Mempersiapkan dan mencampur pasir untuk cetakan logam (LOG.OO04.004.01).
- Membuat cetakan dan inti secara manual (LOG.OO04.005.01).
- Mengoperasikan mesin cetak dan mesin inti (LOG.OO04.006.01).
- Menuang cairan logam (LOG.OO04.007.01).
- Membersihkan dan memotong logam cor/tempa (LOG.OO04.008.01).
- Inspeksi/pengujian benda tuang/tempa (LOG.OO04.009.01).
- Mengembangkan dan membuat pola kayu (LOG.OO04.010.01).
- Membuat pola resin (LOG.OO04.011.01).
- Merakit pelat pola (LOG.OO04.012.01).
- Mengembangkan dan membuat pola polistiren (LOG.OO04.013.01).
- Mengembangkan dan memanufaktur produksi pola (LOG.OO04.014.01).
- Mengembangkan dan memanufaktur cetakan vakum dan peralatan yang terkait (LOG.OO04.015.01).
- Mengembangkan dan memanufaktur model presisi (LOG.OO04.016.01).
- Mengembangkan dan membuat pola roda gigi, baut (LOG.OO04.017.01).
- Operasi mesin kerja kayu secara umum (LOG.OO04.018.01).
- Instalasi dan perbaikan bahan tahan api (LOG.OO04.019.01).
- Mengoperasikan dan mengamati mesin/ proses *operate and monitor machine/process* (LOG.OO07.023.00).

3) Robotik tergambar pada unit kompetensi:

- Mengoperasikan mesin pengecoran bertekanan (LOG.OO04.003.01).
- Memprogram dan mempersiapkan CNC *Manufacturing cell Program and Set up CNC Manufacturing Cell Mechanical seals - installation and removal* (LOG.OO07.022.00).

Dalam penelitian ini ternyata juga terungkap pula keahlian yang disediakan kurikulum SMK 2013 teknik pemesinan, namun dirasa responden tidak sesuai dengan kebutuhan industri era 4.0 antara lain adalah:

1. Menggambar manual

Gambar teknik adalah diagram atau rencana yang terperinci dan tepat yang menyampaikan informasi tentang bagaimana suatu objek berfungsi atau dibangun (Technical Drawing | Engineering Drawing Software | Autodesk, 2022). Gambar teknik menjembatani komunikasi antara disainer, orang yang memunculkan ide, dan produser, orang yang mempraktikkan ide tersebut. Mereka dirancang sebagai bahasa universal untuk dipahami. Sebagai suatu alat komunikasi, gambar teknik mengandung maksud tertentu, perintah-perintah atau informasi dari pembuat gambar (perencana) untuk disampaikan kepada pelaksana atau pekerja di lapangan (bengkel) dalam bentuk gambar kerja yang dilengkapi dengan keterangan-keterangan berupa kode-kode, simbol-simbol yang memiliki satu arti, satu maksud, dan satu tujuan. Maka gambar teknik manual dapat diinterpretasikan sebagai penggambaran gagasan disainer melalui alat-alat gambar manual. Era industri 4.0 yang ditandai proses digitalisasi, serta masifnya penggunaan perangkat komputer dalam menciptakan proses produksi yang efektif. Menyediakan serangkaian peluang baru dengan munculnya terobosan baru dan teknologi mutakhir yang mewakili potensi besar untuk pembuatan disain (Promyoo et al., 2019). Dengan penggunaan aplikasi disain, lebih efisien dalam mengeksplorasi produk baru atau mendisain ulang produk untuk meningkatkan performa (Mourtzis et al., 2018). Penggunaan alat pemodelan dan simulasi digital, digunakan untuk pengembangan produk modern yang semakin kompleks.

2. Bubut konvensional

Mesin Bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda dengan cara diputar. Bubut sendiri merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan. Dengan mengatur perbandingan kecepatan rotasi benda kerja dan kecepatan translasi pahat maka akan diperoleh berbagai macam ulir dengan ukuran kisar yang berbeda. Hal ini dapat dilakukan dengan jalan menukar roda gigi translasi yang menghubungkan poros spindel dengan poros ulir.

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan perlu memiliki fleksibilitas mengikuti kebutuhan kebutuhan industri, akan kompetensi pekerja yang berubah seiring dengan perkembangan teknologi yang mereka gunakan dalam kegiatan produksinya. Seperti halnya penerapan industri 4.0, memberikan peluang bagi perusahaan untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi proses produksi (misalnya budaya perbaikan terus-menerus), meningkatkan kualitas produk dengan pemanfaatan teknologi otomasi dan digitalisasi (Zhu & Xu, 2020). Penelitian ini bermaksud memberikan masukan kepada pengembang kurikulum atas kompetensi apa yang harus dipersiapkan siswa SMK teknik pemesinan dalam menghadapi revolusi Industri 4.0.

A. Kesimpulan

Siswa saat ini akan bekerja dan mengatasi dunia jaringan yang semakin mengglobal, otomatis, tervirtualisasi, bersaing untuk pekerjaan di pasar global (Kuijpers et al., 2011). Dengan menguasai teknologi yang berkembang di era industri 4.0 diharapkan siswa dapat mengintegrasikan pengetahuan mereka dalam memecahkan masalah di dunia nyata. Memiliki pengetahuan tentang teknologi mutakhir, yang melibatkan, pemahaman proses dan keterampilan menggunakan media. Mempresentasikan operator 4.0, cerdas dan terampil dalam melakukan pekerjaan dibantu oleh mesin yang sesuai kebutuhan (Gallo & Santolamazza, 2021). Umumnya kinerja lulusan SMK teknik pemesinan dinilai cukup baik oleh industri. Lulusan SMK teknik pemesinan ternyata dapat diterima bekerja sebagai operator, tidak hanya di industri yang sesuai dengan bidang teknik pemesinan, mereka nyatanya dapat diterima bekerja di industri manufaktur lainnya. Namun demikian dalam menghadapi revolusi industri 4.0 lulusan SMK teknik pemesinan dinilai harus meningkatkan kompetensinya. Sehingga memungkinkan lulusan pendidikan kejuruan keteknikan dapat diterima di industri masa depan guna mengoperasikan teknologi baru. Dalam penelitian ini dapat teridentifikasi:

1. Kompetensi teknis SMK teknik pemesinan yang sesuai dengan tuntutan industri 4.0

Penelitian menemukan kompetensi yang diperlukan untuk mengoperasikan teknologi era Industri 4.0, terbagi dalam kegiatan:

a. Perancangan dan pengembangan produk

Dengan penggunaan teknologi CAD, CAM, VR dan AR membutuhkan kompetensi: *Technical Drawing*; membuat model 3D dengan aplikasi *Computer Aided Design*; mensimulasikan proses manufaktur dengan aplikasi *Computer Aided Manufacturing*; memvisualisasikan secara virtual menggunakan aplikasi *Virtual Realiti* dan *Augmented Reality*. Serta dukungan kompetensi IT, menyimpan dan membuka data dalam format yang beragam dan memanfaatkan platform *Cloud* untuk mendukung pertukaran file dan penyimpanan.

b. Proses Manufaktur

Dengan penggunaan teknologi *Cyber-Physical Machine Tools* dan *3D printing* atau *additive manufacturing*, membutuhkan kompetensi: Mengoperasikan mesin *Computer Numerical Control* (memprogram, memuat program, mengkodekan dan menyimpan dalam memori serta memantau beberapa mesin di waktu yang sama); membuat model 3D dengan aplikasi *Computer Aided Design* dan menggunakan perangkat *3D printing*. Serta dukungan kompetensi IT, menyimpan dan mengelola data secara efektif; *IOT*; *Cloud Computing*; transfer data digital dan Remot akses.

c. Perawatan

Dengan penggunaan teknologi *Digitalisasi pemeliharaan*, membutuhkan kompetensi: menjaga kondisi dasar; menjaga kondisi operasi; menemukan kerusakan; tingkatkan keterampilan seperti pengoperasian peralatan; penyiapan dan penyesuaian; dan inspeksi visual. Serta dukungan kompetensi IT, kemampuan berinteraksi dengan komputer; mengakses *database* digital dan analisa *Big Data* guna dapat memprediksi kejadian.

2. Pendapat industri terhadap pengetahuan, keterampilan dan sikap yang harus dipersiapkan oleh lulusan SMK teknik pemesinan agar mampu bersaing pada era industri 4.0.

Dikelompokan menjadi empat kelompok kompetensi industri 4.0 sesuai hasil penelitian (Hecklau et al., 2016) yaitu; 1) kompetensi teknis; 2) metodologis, 3) kompetensi sosial; dan 4) kompetensi pribadi yang harus dimiliki pekerja di industri 4.0. Teridentifikasi 27 pengetahuan dan keterampilan yang termasuk pada (kompetensi teknis terdiri dari, enam pengetahuan dan keterampilan tentang teknologi mutakhir, 13 keterampilan teknis, dua pengetahuan dan keterampilan tentang pemahaman proses, satu pengetahuan dan keterampilan tentang pengkodean dan lima pengetahuan dan keterampilan terkait IT). Selain itu teridentifikasi pula satu kompetensi metodologis, lima kompetensi sosial dan tiga kompetensi pribadi yang perlu dimiliki lulusan SMK teknik pemesinan untuk menunjang pekerjaannya sebagai operator di era industri 4.0. Dalam penelitian ini ditemukan pula bahwa ternyata ada 10 pengetahuan dan keterampilan yang di persyaratkan era Industri 4.0 yang tidak disediakan kurikulum 2013 SMK teknik pemesinan. Sehingga dalam penelitian ini total teridentifikasi 36 kompetensi yang perlu dipersiapkan siswa SMK teknik pemesinan dalam menghadapi revolusi industri 4.0 agar siap menjadi Operator 4.0.

B. Rekomendasi

Meskipun penelitian ini mengungkapkan kompetensi era Industri 4.0 yang lebih spesifik, terdiri dari keterampilan, pengetahuan dan sikap yang harus dimiliki siswa SMK teknik pemesinan dalam menghadapi revolusi industri 4.0. Namun karena keterbatasan sumber daya, penelitian ini memiliki keterbatasan antara lain bahwa penelitian ini tidak membahas lebih lanjut tentang:

1. Kedalaman materi dari masing-masing kompetensi era industri 4.0.
2. Temuan akan adanya kompetensi era Industri 4.0 yang belum terdapat pada kurikulum 2013 SMK teknik pemesinan.
3. Temuan akan adanya materi yang terdapat pada kurikulum SMK 2013 SMK teknik pemesinan namun tidak sesuai dengan kebutuhan era Industri 4.0.

Adapun rekomendasi yang dapat dilakukan atas temuan penelitian ini, adalah:

1. Membahas tentang kedalaman materi dari setiap kompetensi, atas temuan penelitian tentang kompetensi era Industri 4.0.
2. Melakukan penelitian lanjutan atas temuan bahwa ternyata ada kompetensi yang dipersyaratkan era Industri 4.0, tetapi tidak terdapat pada kurikulum 2013 teknik pemesinan.
3. Melakukan penelitian lanjutan atas temuan materi yang terdapat pada kurikulum 2013 teknik pemesinan, namun tidak dibutuhkan oleh industri 4.0.

Daftar Pustaka

- Afrina, Eka, & Dkk. (2018). *Vokasi di Era Revolusi Industri: (Kajian Ketenagakerjaan di Daerah)*. 1–65.
- Ansari, F., Erol, S., & Sihni, W. (2018). Rethinking Human-Machine Learning in Industry 4.0: How Does the Paradigm Shift Treat the Role of Human Learning? *Procedia Manufacturing*, 23(2017), 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.003>
- Azman, A., Simatupang, W., Karudin, A., & Dakhi, O. (2020). Link and Match Policy in Vocational Education To Address the Problem of Unemployment. *International Journal of Multi Science*, 1(6), 76–85.
- Badan Pusat Statistik. (2021). <https://www.bps.go.id/pressrelease.html>
- Badillo Amador, L., Lopez Nicolas, A., & Vila, L. E. (2008). Education and competence mismatches : job satisfaction consequences for workers. *Classification JEL (Journal of Economic Literature)*, 1:105(1), 1–12.
- Bala, R., & Singh, S. (2021). Employability skills of management students: A study of teacher’s viewpoint. *Materials Today: Proceedings*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.473>
- Balbinotti, G. (2021). *Total quality management 4 . 0 : adapting quality management to Industry 4 . 0*. <https://doi.org/10.1108/TQM-10-2020-0238>
- Benešová, A., & Tupa, J. (2017). Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 2195–2202. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>
- Bengtsson, M., & Lundström, G. (2018). On the importance of combining “the new” with “the old” - One important prerequisite for maintenance in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 25, 118–125. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.06.065>
- Bilotta, E., Bertacchini, F., Gabriele, L., Giglio, S., Pantano, P. S., & Romita, T. (2020). Industry 4.0 technologies in tourism education: Nurturing students to think with technology. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, xxxx, 100275. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2020.100275>
- Chou, C.-M., Shen, C.-H., Hsiao, H.-C., & Shen, T.-C. (2018). Industry 4.0 Manpower and its Teaching Connotation in Technical and Vocational Education: Adjust 107 Curriculum Reform. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 5(1), 9–14. <https://doi.org/10.17220/ijpes.2018.01.002>
- Cirillo, V., Rinaldini, M., Staccioli, J., & Virgillito, M. E. (2021). Technology vs. workers: the case of Italy’s Industry 4.0 factories. *Structural Change and Economic Dynamics*, 56, 166–183. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.09.007>
- Da Silva, V. L., Kovaleski, J. L., Pagani, R. N., Silva, J. D. M., & Corsi, A. (2020). Implementation of Industry 4.0 concept in companies: empirical evidences. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(4), 325–342. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1699258>
- Dikti. (2011). *Sosialisasi Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia*. 1–28.

- Dombrowski, U., Wullbrandt, J., & Fochler, S. (2019). Center of Excellence for Lean Enterprise 4.0. *Procedia Manufacturing*, 31, 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.011>
- Durmus, A., & Dağlı, A. (2017). Integration of Vocational Schools to Industry 4.0 by Updating Curriculum and Programs. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 1(1), 1–3. <http://www.mckinsey.com/global-themes/employment-and>
- ElFar, O. A., Chang, C. K., Leong, H. Y., Peter, A. P., Chew, K. W., & Show, P. L. (2020). Prospects of Industry 5.0 in algae: Customization of production and new advance technology for clean bioenergy generation. *Energy Conversion and Management: X*, 10(April 2020), 100048. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2020.100048>
- Ellahi, R. M., Ali Khan, M. U., & Shah, A. (2019). Redesigning curriculum in line with industry 4.0. *Procedia Computer Science*, 151(2018), 699–708. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.04.093>
- Enke, J., Glass, R., Kreß, A., Hambach, J., Tisch, M., & Metternich, J. (2018a). Industrie 4.0 - Competencies for a modern production system: A curriculum for Learning Factories. *Procedia Manufacturing*, 23(2017), 267–272. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.028>
- Fernández-Miranda, S. S., Marcos, M., Peralta, M. E., & Aguayo, F. (2017). The challenge of integrating Industry 4.0 in the degree of Mechanical Engineering. *Procedia Manufacturing*, 13, 1229–1236. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.039>
- Franco, D., Miller Devós Ganga, G., de Santa-Eulalia, L. A., & Godinho Filho, M. (2020). Consolidated and inconclusive effects of additive manufacturing adoption: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 148, 106713. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106713>
- Gallo, T., & Santolamazza, A. (2021). Industry 4.0 and human factor: How is technology changing the role of the maintenance operator? *Procedia Computer Science*, 180(2019), 388–393. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.364>
- Hadi, M. Y. A., Hassan, R., Razzaq, A. R. A., & Mustafa, M. Z. (2015). Application of Thinking Skills in Career: A Survey on Technical and Vocational Education Training (TVET) Qualification Semi-professional Job Duties. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 211(September), 1163–1170. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.155>
- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016a). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.102>
- Hiim, H. (2017). Ensuring curriculum relevance in vocational education and training: Epistemological perspectives in a curriculum research project. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.13152/IJRVET.4.1.1>
- Hodge, S. (2016). Alienating curriculum work in Australian vocational education and training. *Critical Studies in Education*, 57(2), 143–159. <https://doi.org/10.1080/17508487.2015.1009842>

- Jandyal, A., Chaturvedi, I., Wazir, I., Raina, A., & Ul Haq, M. I. (2022). 3D printing – A review of processes, materials and applications in industry 4.0. *Sustainable Operations and Computers*, 3(September 2021), 33–42. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.09.004>
- Jimeno-Morenilla, A., Azariadis, P., Molina-Carmona, R., Kyratzi, S., & Moulianitis, V. (2021). Technology enablers for the implementation of Industry 4.0 to traditional manufacturing sectors: A review. *Computers in Industry*, 125, 103390. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103390>
- Kemendikbud. (2018). Peraturan Direktur Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Nomor: 07/D.D5/Kk/2018 Tentang Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan (Smk)/ Madrasah Aliyah Kejuruan (Mak). *Kemendikbud*, 021, 307. <http://psmk.kemdikbud.go.id/konten/3824/struktur-kurikulum-smk-perdirjen-dikdasmen-no-07dd5kk2018-tanggal-7-juni-2018>
- Kemendikbud, T. V. K. P. dan. (2016). *Revitalisasi Pendidikan Vokasi*. <https://vokasi.uns.ac.id/index.php/revitalisasi-pendidikan-vokasi/>
- Kemenperin. (2018). *Making Indonesia 4.0 Bikin Industri Nasional Berdaya Saing Global di Era Digital*. Kemenperin. <https://kemenperin.go.id/artikel/19046/Making-Indonesia-4.0-Bikin-Industri-Nasional-Berdaya-Saing-Global-di-Era-Digital>
- Kemenperin. (2019). Making Indonesia. *Making Indonesia*, 1–8. <https://doi.org/10.7591/9781501719370>
- Khurniawan, A. W., & Erda, G. (2019). Peluang Kerja Lulusan SMK Dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0 dan Bonus Demografi Tahun 2030. *Vocational Education Policy, White Paper*, 1(11), 1–16. <http://classtap.pbworks.com/f/SkillSoft+-+Blended+Elearning.pdf>
- Klippert, M., Marthaler, F., Spadinger, M., & Albers, A. (2020). Industrie 4.0 - An empirical and literature-based study how product development is influenced by the digital transformation. *Procedia CIRP*, 91, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.152>
- Kubota, T., Hamzeh, R., & Xu, X. (2020). STEP-NC Enabled Machine Tool Digital Twin. *Procedia CIRP*, 93, 1460–1465. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.06.004>
- Kuijpers, M., Meijers, F., & Gundy, C. (2011). The relationship between learning environment and career competencies of students in vocational education. *Journal of Vocational Behavior*, 78(1), 21–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jvb.2010.05.005>
- Kurz, A., Elliott, S. N., Wehby, J. H., & Smithson, J. L. (2009). *Alignment of the Intended , Planned , and Enacted Curriculum in General and Special Education and Its Relation to Student Achievement*. <https://doi.org/10.1177/0022466909341196>
- Lase, D. (2019). Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0. *SUNDERMANN: Jurnal Ilmiah Teologi, Pendidikan, Sains, Humaniora Dan Kebudayaan*, 12(2), 28–43. <https://doi.org/10.36588/sundermann.v1i1.18>
- Lentes, J., Zimmermann, N., & Hertwig, M. (2019). IndusTriE 4.0-Scouts Programme. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 445–450. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.100>

- Liu, C., & Xu, X. (2017). Cyber-physical Machine Tool – The Era of Machine Tool 4.0. *Procedia CIRP*, 63, 70–75. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.078>
- Lund, H. B., & Karlsen, A. (2020). The importance of vocational education institutions in manufacturing regions: adding content to a broad definition of regional innovation systems. *Industry and Innovation*, 27(6), 660–679. <https://doi.org/10.1080/13662716.2019.1616534>
- Lytvyn, A., Lytvyn, V., Rudenko, L., Pelekh, Y., Didenko, O., Muszkieta, R., & Żukow, W. (2020). Informatization of technical vocational schools: Theoretical foundations and practical approaches. *Education and Information Technologies*, 25(1), 583–609. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09966-4>
- Madsen, E. S., Bilberg, A., & Grube Hansen, D. (2016). Industry 4.0 and digitalization call for vocational skills, applied industrial engineering, and less for pure academics. *5th World Conference on Production and Operations Management, 2016*, 0–10.
- Martono, Trisno and Saputro, Eng Herman, Wahyono, B., Laksono, Widyo, P., Isnantyo, & Danur, F. (2018). *Optimalisasi Kompetensi Lulusan SMK Dalam Industri / Teknologi Terapan*. 156. <http://repositori.kemdikbud.go.id/id/eprint/10839>
- Mekacher, D. L. (2019). Augmented Reality (Ar) and Virtual Reality (Vr): the Future of Interactive Vocational Education and Training for People With Handicap. *PUPIL: International Journal of Teaching, Education and Learning*, 3(1), 118–129. <https://doi.org/10.20319/pijtel.2019.31.118129>
- Mourtzis, D., Siatras, V., Angelopoulos, J., & Panopoulos, N. (2020). ScienceDirect ScienceDirect An Augmented Reality Collaborative Product Design Cloud-Based An Augmented Reality Collaborative Design Platform in the Context of Product Learning Factory Platform in the Context. *Procedia Manufacturing*, 45, 546–551. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.076>
- Mourtzis, D., Zogopoulos, V., & Vlachou, E. (2018). Augmented Reality supported Product Design towards Industry 4.0: A Teaching Factory paradigm. *Procedia Manufacturing*, 23(2017), 207–212. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.018>
- Muhammad Yahya, H. (2018). *ERA INDUSTRI 4.0: TANTANGAN DAN PELUANG PERKEMBANGAN PENDIDIKAN KEJURUAN INDONESIA Disampaikan pada Sidang Terbuka Luar Biasa Senat Universitas Negeri Makassar Tanggal 14 Maret 2018*. <https://core.ac.uk/download/pdf/154762984.pdf>
- Novakova, L. (2020). The impact of technology development on the future of the labour market in the Slovak Republic. *Technology in Society*, 62, 101256. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101256>
- Nunes, M. L., Pereira, A. C., & Alves, A. C. (2017). Smart products development approaches for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 13, 1215–1222. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.035>
- Promyoo, R., Alai, S., & El-Mounayri, H. (2019). Innovative Digital Manufacturing Curriculum for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 34, 1043–1050. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.092>
- Purwandini, D. A., & Irwansyah. (2018). Komunikasi Korporasi Pada Era Industri 4.0. *Jurnal Ilmu Sosial*, 17(1), 53. <https://doi.org/10.14710/jis.17.1.2018.53-63>

- Rahadian, L. (2019). *Skill Tak Sesuai, Suplai Tenaga Kerja Tak Terserap - Ekonomi Bisnis.com*. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190316/12/900380/skill-tak-sesuai-suplai-tenaga-kerja-tak-terserap>
- Resources, H. (2020). *COMPARISON OF VOCATIONAL CURRICULUM BASED ON*. *I(1)*, 39–50.
- Ribeiro, A., Amaral, A., & Barros, T. (2021). Project Manager Competencies in the context of the Industry 4.0. *Procedia Computer Science*, *181*(2019), 803–810. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.233>
- Ritou, M., Belkadi, F., Yahouni, Z., Da Cunha, C., Laroche, F., & Furet, B. (2019). Knowledge-based multi-level aggregation for decision aid in the machining industry. *CIRP Annals*, *68*(1), 475–478. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2019.03.009>
- Romero, D., Gaiardelli, P., Powell, D., Wuest, T., & Thüerer, M. (2019). Rethinking Jidoka Systems under Automation & Learning Perspectives in the Digital Lean Manufacturing World. *IFAC-PapersOnLine*, *52*(13), 899–903. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.309>
- Rosin, F., Forget, P., Lamouri, S., & Pellerin, R. (2020). Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. *International Journal of Production Research*, *58*(6), 1644–1661. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1672902>
- Rosina, H., Virgantina, V., Ayyash, Y., Dwiyantri, V., & Boonsong, S. (2021). ASEAN Journal of Science and Vocational Education Curriculum : Between Vocational Education and Industrial Needs. *ASEAN Journal Of Science and Engineerig Education*, *1*(2), 105–110.
- Roy, R., Stark, R., Tracht, K., Takata, S., & Mori, M. (2016). Continuous maintenance and the future – Foundations and technological challenges. *CIRP Annals*, *65*(2), 667–688. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.006>
- Samani, M. (2018). *Vocational Education in the Era of Industry 4.0: An Indonesia Case*. *201*(Aptekindo), 45–47. <https://doi.org/10.2991/aptekindo-18.2018.10>
- Saputro, H. (2018). *PETA KOMPETENSI PROFESI OPERATOR MESIN PRODUKSI DAN GAP KOMPETENSI ANTARA KOMPETENSI LULUSAN SMK JURUSAN TEKNIK PEMESINAN DENGAN TUNTUTAN DUNIA KERJA (Studi kasus pada Bengkel Peme ... Desember*. <https://doi.org/10.20961/jiptek.v6i1.12516>
- Schallock, B., Rybski, C., Jochem, R., & Kohl, H. (2018). Learning Factory for Industry 4.0 to provide future skills beyond technical training. *Procedia Manufacturing*, *23*(2017), 27–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.156>
- Schumann, M., Fuchs, C., Kollatsch, C., & Klimant, P. (2020). Evaluation of augmented reality supported approaches for product design and production processes. *Procedia CIRP*, *97*, 160–165. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.219>
- Sharma, A. K., Bhandari, R., Pinca-Bretotean, C., Sharma, C., Dhakad, S. K., & Mathur, A. (2021). A study of trends and industrial prospects of Industry 4.0. *Materials Today: Proceedings*, *47*(xxxx), 2364–2369. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.321>
- Shen, Y., Ong, S. K., & Nee, A. Y. C. (2010). Augmented reality for collaborative product design and development. *Design Studies*, *31*(2), 118–145. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.11.001>

- Shevyakova, A., Arystan, M., & Petrenko, Y. (2021). <http://jssidoi.org/esc/home>. 3(1), 124–136.
- Sisodia, S., & Agarwal, N. (2017). Employability Skills Essential for Healthcare Industry. *Procedia Computer Science*, 122, 431–438. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.390>
- Sony, M. (2020). Pros and cons of implementing Industry 4.0 for the organizations: a review and synthesis of evidence. *Production and Manufacturing Research*, 8(1), 244–272. <https://doi.org/10.1080/21693277.2020.1781705>
- Sony, M., & Naik, S. (2020). Critical factors for the successful implementation of Industry 4.0: a review and future research direction. *Production Planning and Control*, 31(10), 799–815. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1691278>
- Spöttl, G., & Windelband, L. (2021). The 4th industrial revolution—its impact on vocational skills. *Journal of Education and Work*, 34(1), 29–52. <https://doi.org/10.1080/13639080.2020.1858230>
- Stachová, K., Papula, J., Stacho, Z., & Kohnová, L. (2019). External partnerships in employee education and development as the key to facing industry 4.0 challenges. *Sustainability (Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020345>
- Suharno, Pambudi, N. A., & Harjanto, B. (2020). Vocational education in Indonesia: History, development, opportunities, and challenges. *Children and Youth Services Review*, 115(January), 105092. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105092>
- Sumarno, S., & Gimin, G. (2019). Analisis Konseptual Teoretik Pendidikan Kewirausahaan Sebagai Solusi Dampak Era Industri 4.0 Di Indonesia. *JURNAL PENDIDIKAN EKONOMI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi Dan Ilmu Sosial*, 13(2), 1. <https://doi.org/10.19184/jpe.v13i2.12557>
- Tang, T., Vezzani, V., & Eriksson, V. (2020). Developing critical thinking, collective creativity skills and problem solving through playful design jams. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100696. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100696>
- Technical Drawing | Engineering Drawing Software | Autodesk*. (2022). <https://www.autodesk.com/solutions/technical-drawing>
- Tortorella, G. L., & Fettermann, D. (2018). Implementation of industry 4.0 and lean production in brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2975–2987. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1391420>
- Triyono, M. B., & Moses, K. M. (2020). Technical and Vocational Education and Training in Indonesia. In *Education in the Asia-Pacific Region* (Vol. 51, pp. 111–142). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3319-8_5
- Ure, O. B., & Skauge, T. (2019). Skills and employment under automation: Active adaptation at the local level. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 6(3), 203–223. <https://doi.org/10.13152/IJRVET.6.3.1>
- Valentina, D. P. D. S., Valentina, D. P. D. S., Salvatore, M., & Stefano, R. (2021). Smart operators: How Industry 4.0 is affecting the worker's performance in manufacturing contexts. *Procedia Computer Science*, 180(2019), 958–967. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.347>

- Vokasi, D. (2020). Rencana Strategis Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi Tahun 2020-2024. *Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi*, 141.
- Wahyuningsih, S., & Susanti, R. D. (2020). Meningkatkan Kemampuan Bahasa Inggris Calon Guru Madrasah Ibtidaiyyah Di Era Revolusi Industri 4.0 Melalui Project-Based Learning. *ELEMENTARY: Islamic Teacher Journal*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.21043/elementary.v8i1.6384>
- Wardina, U. V., Jalinus, N., & Asnur, L. (2019). Kurikulum Pendidikan Vokasi Pada Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Pendidikan*, 20(1), 82. <https://doi.org/10.33830/jp.v20i1.843.2019>
- Wibowo, A. (2017). Dampak Pendidikan Kewirausahaan bagi Mahasiswa. *Asian Journal of Entrepreneurship and Family Business*, 01(01), 1–14. <https://doi.org/10.21632/ajefb.1.1.1-14>
- Widiaty, I. (2019). Relevance of Vocational High School Curriculum with the Industrial Needs of Making Batik Competences. *Innovation of Vocational Technology Education*, 15(2), 76. <https://doi.org/10.17509/invotec.v15i2.19635>
- Wijngaards-de Meij, L., & Merx, S. (2018). Improving curriculum alignment and achieving learning goals by making the curriculum visible. *International Journal for Academic Development*, 23(3), 219–231. <https://doi.org/10.1080/1360144X.2018.1462187>
- Yahya, M. (2016). Strategi Pemenuhan Kebutuhan Guru Produktif SMK. *Arah Kebijakan Pendidikan Guru Di Indonesia*, 1636. [http://eprints.unm.ac.id/1689/%0Ahttp://eprints.unm.ac.id/1689/1/Prosiding Konaspi VIII.pdf%0Ahttp://seminars.unj.ac.id/konaspi](http://eprints.unm.ac.id/1689/%0Ahttp://eprints.unm.ac.id/1689/1/Prosiding%20Konaspi%20VIII.pdf%0Ahttp://seminars.unj.ac.id/konaspi)
- Yoshino, R. T., Pinto, M. M. A., Pontes, J., Treinta, F. T., Justo, J. F., & Santos, M. M. D. (2020). Educational Test Bed 4.0: a teaching tool for Industry 4.0. *European Journal of Engineering Education*, 45(6), 1002–1023. <https://doi.org/10.1080/03043797.2020.1832966>
- Zhu, Z., & Xu, X. (2020). User-centered information provision of cyber-physical machine tools. *Procedia CIRP*, 93, 1546–1551. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.091>

Lampiran

Lampiran 1 Instrumen Kuisisioner

Identitas Diri:

Nama Lengkap :

Alamat :

No. Telp/Hp/E-mail :

Jenis Kelamin :

Jabatan :

Instansi :

Alamat Kantor :

1. Kompetensi SMK Teknik Pemesinan merefleksikan kemampuan individu dalam melaksanakan satu tugas spesifik, dengan menggunakan alat, informasi dan prosedur kerja. Menunjukkan kinerja dengan mutu yang terukur dibawah pengawasan langsung atasan. Dari definisi diatas, apa saja ruang lingkup tugas para lulusan SMK Teknik Pemesinan yang ada di perusahaan Bapak/Ibu?
2. Berdasarkan pengamatan yang Bapak/Ibu lakukan, bagaimana penilaian Bapak/Ibu terhadap kinerja para karyawan yang berlatar belakang SMK Teknik Pemesinan di perusahaan?
3. Dari beberapa bulan terakhir ini, apakah perusahaan Bapak/Ibu melakukan perekrutan karyawan yang memiliki latar belakang SMK Teknik Pemesinan?
 - a. Ya
 - b. Tidak

Jika iya, apakah yang menjadi dasar pertimbangan perusahaan untuk merekrut calon karyawan yang memiliki latar belakang SMK Teknik Pemesinan jika dikaitkan dengan definisi Teknik Pemesinan diatas ?
4. Menurut Bapak/Ibu hal apa saja yang perlu di persiapkan oleh calon karyawan berlatar belakang SMK Teknik Pemesinan agar diterima pada perusahaan yang telah menerapkan industri 4.0?

5. Dari pengamatan yang Bapak/Ibu lakukan, kira-kira keahlian apa yang dimiliki oleh karyawan yang berlatar belakang SMK Teknik Pemesinan yang sesuai dan tidak sesuai dengan kebutuhan industri 4.0?
6. Jika ada penerimaan kedepan, keahlian apa saja yang perlu dipersiapkan oleh calon karyawan yang berlatar belakang SMK Teknik Pemesinan, sehingga mampu memberikan kontribusi/keuntungan bagi perusahaan?
7. Menurut Bapak/Ibu pengetahuan dan keahlian apa sajakah yang harus dipersiapkan oleh siswa SMK Teknik Pemesinan agar mereka dapat bersaing pada era Industri 4.0?
8. Menurut Bapak/Ibu *Attitude* apa sajakah yang harus dipersiapkan oleh siswa SMK Teknik Pemesinan agar mereka dapat bersaing dan bertahan pada era Industri 4.0?

Lampiran 2 Hasil Kuisioner
Data Responden

No.	Nama Perusahaan/Instansi	Jabatan	Jenis Kelamin
1.	PT. Sharprindo Dinamika Prima	Manager Sales and Service	Laki-laki
2.	PT. Daikin Airconditioning Indonesia	SVP	Laki-laki
3.	PT. Global Boga Sukses	SVP Produksi	Laki-laki
4.	PT. Multi Nitrotama Kimia	Process Control & Research Manager	Laki-laki
5.	PT. Daya Pratama Lestari	Kepala Produksi	Laki-laki
6.	PT. United Tractors	Manager	Laki-laki
7.	PT. Detpak Indonesia	Operasional Manager	Laki-laki
8.	PT. Komatsu Indonesia	Learning Dep.Manager	Laki-laki
9.	PT. Alkindo Naratama	Kepala Produksi	Laki-laki
10.	PT Sakai Indonesia	Quality Dept. Head	Laki-laki
11.	PT. Ultrajaya Milk industry	SPV QC	Laki-laki
12.	CV. Rasmi Alif Karya Mandiri	Direktur	Laki-laki
13.	PT. Mitsubishi Electric Indonesia	Engineer	Laki-laki
14.	Kopisma	Supervisor	Perempuan
15.	PT. Denso	HRD	Perempuan
16.	PT Ateja	Supervisor Rekrutmen	Perempuan
17.	PT Kharisma Mitra Lestari	Supervisor	Laki-laki
18.	Pt Smart Tehnik Utama	Ka Produksi	Laki-laki
19.	CV Jasa teknik	Teknik	Laki-laki
20.	PT. Namasindoplas	Supervisor	Perempuan
21.	PT. Efata Mitra mandiri	Manager produksi	Laki-laki
22.	Taufik Jaya Teknik	PPIC & Purchasing	Perempuan
23.	PT. Bunyamin Inovasi Teknik	Kepala Produksi dan PPIC	Laki-laki
24.	PT. Orion Inovasi Indonesia	Director	Laki-laki
25.	PT. Ireh Fashion Industry	Kepala. HRD	Laki-laki
26.	PT. Lotus Lingga Pratama	Kepala. Produksi	Laki-laki
27.	PT. Argatama Multi Agung	Spv Produksi	Laki-laki
28.	PT. REKATAMA	Engineering Services	Laki-laki
29.	PT. Mitra Jofer Indonesia	HRGA Mgr	Laki-laki
30.	PT Arkha Jayanti Persada Tbk	HBD	Laki-laki
31.	PT. Graha seribu satu jaya	Kepala produksi	Laki-laki
32.	PT. Trieka Aimex	Managar produksi	Laki-laki
33.	PT. Bonavista Polypack	Supervisor	Laki-laki
34.	PT. CNC Design Nusantara	Application Engineer	Laki-laki
35.	PT. Barasentosa Lestari (Sinarmas Mining)	Mine Plan Section Head	Laki-laki
36.	PT. Dharma Polimetal Tbk	Staff HRD	Perempuan
37.	PT. Pertamina Hulu Rokan	Analyst	Laki-laki
38.	PT. Kemas sentral abadi	HRD	Perempuan
39.	PT. Kanitra Mintrajaya Utama	Direktor	Laki-laki
40.	ADARO	Mekanik Senior	Laki-laki
41.	PT. CIDAS SUPRA METALINDO	Kepala Produksi	Laki-laki
42.	PT indah permata teknik	SVP	Laki-laki
43.	PT. Sinar Metalindo Utama	Manager Produksi	Laki-laki
44.	PT. Delimajaya Karoseri	Ka.HRD	Perempuan

1. Jawaban Responden atas pertanyaan:

“Kompetensi SMK Teknik Pemesinan merefleksikan kemampuan individu dalam melaksanakan satu tugas spesifik, dengan menggunakan alat, informasi dan prosedur kerja. Menunjukkan kinerja dengan mutu yang terukur dibawah pengawasan langsung atasan. Dari definisi diatas, apa saja ruang lingkup tugas para lulusan SMK Teknik Pemesinan yang ada di perusahaan Bapak/Ibu?”

No.	Jawaban Responden
1.	Operator mesin bubut cnc, drafter, teknisi after sales service, engineering.
2.	Terampil dalam menggunakan software desain seperti Autocad, solidwork dll.
3.	Operator mesin <i>bone saw</i> , <i>maintenance</i> mesin.
4.	Menjalankan tugas dasar pemeliharaan dan perbaikan mesin.
5.	Operator Mesin dan <i>Maintenance</i> .
6.	Melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur yang spesifik, melakukan kerja bangku, inspeksi material.
7.	produksi, <i>maintenance</i> dan <i>quality control</i> .
8.	Memahami dan menjalankan <i>Company Value</i> , mempunyai <i>basic knowledge</i> pemesinan dan Bisa melakukan <i>Basic practical</i> pemesinan.
9.	Sebagai Operator mesin bubut.
10.	Melakukan pekerjaan mengoperasikan mesin mesin produksi semisal: Mesin Drill, mesin bubut, mesin milling baik manual maupun CNC sesuai dengan prosesdur kerja yang telah ditetapkan. melakukan pengecekan dan pengukuran hasil kerja. Mengisi hasil pengukuran in line produksi ke dalam <i>checksheet</i> . melaporkan kepada atasannya jika ditemukan <i>defect</i> .
11.	Di area produksi & <i>utility</i> .
12.	1. Berjiwa disiplin 2. mempunyai loyalitas yang baik terhadap perusahaan 3. Mampu mengoperasikan alat alat produksi dan menghasilkan barang yang bermutu.
13.	Perbaikan dan Perawatan AC.
14.	Membantu pekerjaan sesuai SOP di perusahaan dgn pengawasan dari instruktur.
15.	Operator Mesin Produksi.
16.	Membuat benda kerja seperti meja kursi dengan mengelas besi.
17.	Menghasilkan produk yang berkualitas sesuai dengan gambar kerja
18.	Sebagai operator mesin yg ada di perusahaan sesuai dengan bidang keahliannya.
19.	Mesin bubut, las, gerinda tangan, miling, skrap.
20.	Membantu dalam <i>maintenance</i> mesin setiap hari, ceklis dan turut serta saat troubleshooting mesin.
21.	Operator bubut, frais, edm, mesin press, drafter.
22.	Operator Mesin Frais, Mesin CNC Bubut dan QC, Engineering.
23.	Ruang lingkup tugas para lulusan SMK teknik yang masuk ke perusahaan adalah menjalankan mesin Bubut dan Mesin Milling.
24.	1.Membuat benda kerja sesuai standar/referensi gambar 2. Melakukan perawatan terhadap mesin produksi, 3. Meningkatkan kemampuan motorik dan pengetahuan sesuai bidang masing-masing.
25.	Menangani mesin-mesin pendukung, seperti kompresor, mesin press cut.
26.	Operator cnc
27.	Mampu mengimplementasikan cara kerja sesuai Intruksi Kerja (WI) dan SOP) baik SOP mesin maupun SOP Product
28.	Sebagai Operator mesin CNC, <i>Turning</i> dan <i>Welding</i>
29.	<i>Preventif</i> Mesin dan <i>Mild, Assy</i> .

No.	Jawaban Responden
30.	Melakukan/mengoperasikan mesin las, mesin bending, mesin CNC, gerinda dll.
31.	Operator.
32.	Sebagai operator mesin produksi.
33.	Bagus. Bisa mengikuti perkembangan perindustrian.
34.	Di tempat kami ruang lingkup alumni SMK sebagai petugas yang memasang perangkat kabel di panel elektrik. Pemasangan rangkaian kabel dilakukan mengikuti panduan dari wiring diagram.
35.	PDCA dalam segala bidang industri yang terdapat teknologi permesinan.
36.	Operator produksi.
37.	Teknisi <i>Maintenance</i> bidang Mekanikal, Admin <i>Maintenance</i> .
38.	Pengelasan, perakitan dan drafter.
39.	PT KANITRA MINTRAJAYA UTAMA
40.	<i>Maintenance</i> Alat berat.
41.	Sebagai operator mesin cnc, sebagai programer cad cam, dan sebagai QC, sebaga <i>drafter</i> .
42.	Menjalankan mesin produksi
43.	Operator mesin, <i>Drafter</i> .
44.	Disain Body Kendaraan 3D, <i>Welding</i> , <i>Quality Control</i> , Operator <i>Cutting</i> , Bending, Bubut.

2. Jawaban Responden atas pertanyaan:

“Berdasarkan pengamatan yang Bapak/Ibu lakukan, bagaimana penilaian Bapak/Ibu terhadap kinerja para karyawan yang berlatar belakang SMK Teknik Pemesinan di perusahaan?”

No.	Jawaban Responden
1.	Siap bekerja dan mudah diarahkan karena pengetahuan dasar permesinan sudah dimiliki.
2.	Bisa bersaing namun masih perlu dilatih dalam hal komunikasi.
3.	Lebih cepat mengerti mengenai mesin-mesin yang di gunakan di perusahaan.
4.	Baik namun perlu dibimbing.
5.	Cukup baik namun perlu bimbingan.
6.	Dapat menyesuaikan dengan pekerjaan di bidang pemeliharaan alat berat.
7.	Ada beberapa yang kurang menguasai alat dan prosedur kerja dan masih kurang siap bekerja didunia industri, terutama dari fisik lulusan.
8.	Cukup Baik, mereka bisa melanjutkan belajar mengenai <i>Technical</i> yang lain dan menambah pengalamannya.
9.	Kurang dalam hal keterampilan, namun mudah diarahkan.
10.	Basic pembelajaran di SMK sangat membantu dan memudahkan di dalam proses adaptasi pekerjaan.
11.	Cukup baik.
12.	Secara <i>soft skill</i> ada yang baik dan ada yang tidak, kalo secara <i>hard skill</i> bisa dilatih, namu watak tidak bisa.
13.	Kemampuan siswa SMK <i>fresh graduate</i> belum dapat memenuhi kebutuhan dari kami
14.	Sangat kompeten di bidang/jurusan nya
15.	Baik
16.	Perlu peningkatan mental yang baik

No.	Jawaban Responden
17.	Pada umumnya tetap harus ada masa transisi dulu dari suasana sekolah ke suasana tempat kerja/industri. Tapi jika lulusan teknik minimal tidak terlalu canggung mengenai alat-alat ukur dan mesin-mesin dalam dunia industri.
18.	Karyawan SMK lebih di arahkan dan lebih cepat memahami pekerjaan.
19.	Bagus karena sudah mempunyai dasar dari sekolah teknik pemesinan.
20.	Lebih mudah untuk adaptasi karena sudah mengetahui seputar mesin dan mudah diarahkan, tidak banyak <i>effort</i> untuk mengajari.
21.	Cukup baik menjalankan tugas yang diberikan.
22.	Bagus.
23.	Para karyawan yang berlatar belakang SMK Teknik Pemesinan sudah lebih bisa paham dasar-dasar tentang proses kerja di lapangan, jadi tinggal di <i>upgrade</i> lagi sesuai dengan kebutuhan dari perusahaan.
24.	Penilaian dilakukan objektif, rata-rata sudah memiliki kemampuan dasar, tinggal menambah jam terbang dan kemampuan teknis praktis lainnya.
25.	Baik.
26.	Cukup baik, namun perlu pengawasan di awal masuk kerja kerja.
27.	Diperlukan training berkala tentang K3, <i>safety</i> , kualitas produk, intruksi kerja mesin, <i>attitude</i> , 5S/5R yang berlaku di perusahaan.
28.	Sudah bisa diandalkan jika sudah berpengalaman.
29.	Rata-rata bagus, semangat, antusias mengenal dunia kerja, rajin.
30.	Cukup bagus.
31.	Baik.
32.	Bisa menjalankan tugasnya dengan baik.
33.	Sangat memuaskan dan memiliki loyalitas yang tinggi.
34.	Baik sekali.
35.	Kompeten dan tanggung jawab.
36.	Perlu didalami lagi pengetahuan tentang mesin CNC.
37.	Cukup bagus
38.	Ulet dan terampil dalam bekerja.
39.	PT KANITRA MINTRAJAYA UTAMA.
40.	Perlu pendalaman materi Praktik Mesin.
41.	Tergantung dari kualitas lulusannya dan juga pribadi dari anak-anaknya. Biasanya sekolah yg mempunyai fasilitas untuk pelatihan yang cukup akan menghasilkan lulusan yang baik dan trampil.
42.	Lebih cepat memahami pekerjaannya
43.	Rata-rata baik.
44.	Tidak banyak yang menguasai 3D dan <i>Welding</i> .

3. Jawaban Responden atas pertanyaan:

“Dari beberapa bulan terakhir ini, apakah perusahaan Bapak/Ibu melakukan perekrutan karyawan yang memiliki latar belakang SMK Teknik Pemesinan?”

“Jika iya, apakah yang menjadi dasar pertimbangan perusahaan untuk merekrut calon karyawan yang memiliki latar belakang SMK Teknik Pemesinan?”

No.	Jawaban Responden	
1.	YA	Karena siap bekerja dan memiliki dasar ilmunya
2.	TIDAK	

No.	Jawaban Responden	
3.	TIDAK	
4.	YA	Karakter yang baik, ketekunan, dan kemauan belajar
5.	YA	Dapat beradaptasi dengan cepat dalam mengoperasikan dan merawat mesin
6.	YA	Cepat beradaptasi dengan ruang lingkup pekerjaan di bidang pemeliharaan alat berat
7.	YA	<i>Attitude</i> , fisik, kemampuan dasar permesinan
8.	YA	Kompetensi dan fasilitas perusahaan banyak menggunakan mesin-mesin yang harus dikuasai oleh karyawan dengan latar belakang Pemesinan untuk menghasilkan produk sesuai kompetensinya..
9.	YA	Sudah dapat mengoperasikan mesin
10.	YA	Proses adaptasi dan belajar lebih cepat, karena calon karyawan sudah mempunyai dasar kemampuan tehnik
11.	YA	Sesuai dengan background pendidikan, keterampilan, dan pengalaman dilapangan.
12.	YA	Kedisiplinan, <i>skill</i> mengikuti.
13.	TIDAK	
14.	TIDAK	
15.	YA	Lebih cocok dalam mengoperasikan mesin produksi.
16.	YA	Kompetensinya.
17.	YA	Masa transisi nya tidak terlalu lama.
18.	TIDAK	
19.	TIDAK	
20.	TIDAK	
21.	YA	Pada umumnya keahlian yang diperlukan sudah dimiliki, selanjutnya diperlukan penyesuaian dan adaptasi dilingkungan kerja.
22.	YA	Memiliki keahlian khusus di permesinan.
23.	TIDAK	
24.	TIDAK	
25.	YA	Mampu menangani mesin-mesin industri garment.
26.	YA	Memahami dasar penggunaan mesin-mesin CNC.
27.	YA	Lulus secara administrasi, cepat tanggap saat diberi materi dan praktek kerja.
28.	TIDAK	
29.	YA	Untuk tingkat operator kita memang memakai lulusan SMK.
30.	YA	Untuk mengoperasikan mesin sesuai keahliannya.
31.	YA	Cepat mempelajari cara kerja mesin.
32.	YA	Karena sudah ada dasar teknik permesinan sesuai kebutuhan perusahaan.
33.	YA	Mampu bersaing dan mengikuti perkembangan perindustrian di perusahaan kami.
34.	TIDAK	
35.	TIDAK	
36.	YA	Menyesuaikan dengan kebutuhan produksi, kebetulan saat ini yg dibutuhkan bagian <i>Maintenance</i> .
37.	TIDAK	
38.	YA	Memiliki keterampilan mengelas, menggunakan aplikasi gambar dikomputer.
39.	YA	lebih luwes dan leluasa di beri job.
40.	YA	Sudah pernah ikut kursus <i>basic</i> alat berat secara total.
41.	YA	Karena lebih cocok untuk industri kami.

No.	Jawaban Responden	
42.	TIDAK	
43.	TIDAK	
44.	YA	Menguasai dasar-dasar teknik karena perusahaan kami bergerak dalam bidang Karoseri dan <i>manufacturing</i> .

4. Jawaban Responden atas pertanyaan:

“Menurut Bapak/Ibu hal apa saja yang perlu di persiapkan oleh calon karyawan berlatar belakang SMK Teknik Pemesinan agar diterima pada perusahaan yang telah menerapkan industri 4.0?”

No.	Jawaban Responden
1.	Keterampilan mesin yg berbasis program, seperti CNC dan CAM juga perlu dibekali kemampuan gambar teknik 3D dan 2D
2.	<i>Skill</i> desain & komunikasi bahasa Inggris
3.	Jasmani, mengikuti pelatihan operator mesin yang akan di pegangnya dengan baik, mengeluarkan skill-skill atau pelajaran peraktek yang di pelajari di SMK
4.	Wawasan dan keahlian komputer serta jaringan.
5.	Memahami tentang digitalisasi industri.
6.	Proses permesinan dan pemeliharaan mesin industri yang sudah menggunakan sistem otomasi.
7.	Mempunyai kemampuan dasar mesin, otomasi, <i>attitude</i> yang bagus dan karakter yang kuat.
8.	Penguasaan teknologi komputer dan digitalisasi.
9.	Pengetahuan dasar dan keterampilan dasar pemesinan.
10.	Pemahaman gambar teknik baik proyeksi ruang, simbol-simbol permesinan, simbol-simbol pengelasan, dan proses perakitan. Pemahaman dan penerapan 5S, disiplin dalam waktu. Keinginan untuk selalu menguasai hal yang baru.
11.	Lebih ke harus mengerti segala sesuatu terkait permesinan sari segi, keamanan, efektifitas juga cara <i>maintenance</i> nya dan <i>Soft skiil</i> , pelatihan tambahan seperti BLK.
12.	Kedisiplinan, watak yang baik dan kemampuan bekerja.
13.	Harus dapat mengerti teknologi terkini berbasis komputer.
14.	Dibekali pengetahuan teknologi permesinan untuk membangun industri manufaktur yang berdaya saing global.
15.	Memiliki kemampuan mengoperasikan perangkat IT.
16.	Mental yang kuat.
17.	Mungkin lebih memahami/menguasai <i>software-software</i> tertentu yang berkaitan dengan dunia teknik Permesinan.
18.	Lebih menguasai berbagai mesin dan lebih menguasai gambar teknik.
19.	Harus rajin, tawakal , jujur, dan sedikitnya sudah bisa dasar menyalakan alat bantu permesinan.
20.	<i>Hard Skill</i> sudah pasti namun juga ditunjang dengan <i>softskill</i> minimal kemampuan dalam <i>Team Work</i> dan Komunikasi yang baik.
21.	Dikarenakan diindustri 4.0 mesin sudah serba otomatis diperlukah pengetahuan, <i>skill</i> teknik pemesinan untuk mengoprasikan mesin-mesin otomatis berbasis komputer.
22.	Membaca gambar, teknik operasional permesinan.
23.	Untuk jam Praktik di sekolah lebih di padatkan dari pada teori.

No.	Jawaban Responden
24.	Dapat mengoperasikan <i>software</i> CAD, menguasai <i>software office</i> , memahami pemograman CNC dan program lainnya terkait <i>softskill</i> masing-masing individu.
25.	Membentuk pola pikir bahwa disipin ilmu yg diterima bisa menjadi dasar pemikiran dalam pejerjaan apapun.
26.	Penguasaan teknologi komputer dan digitalisasi.
27.	Sertifikat / <i>Skill matriks</i> atau pengalaman yang melatar belakangi kebutuhan perusahaan.
28.	Dapat menjalankan program aplikasi, menguasai teknik gambar.
29.	Mau belajar, disiplin dan bertanggung jawab.
30.	<i>Skill</i> yang memadai.
31.	Mengetahui proses otomasi mesin produksi.
32.	Memahami tentang digitalisasi industri.
33.	Selalu mengikuti perkembangan teknologi, terutama teknologi robotik.
34.	Menguasai kemampuan menggunakan komputer dengan baik, lebih baik lagi bisa menguasai teknologi jaringan juga selain kemampuan dimesin.
35.	Menguasai ilmu permesinan, software & bahasa Inggris.
36.	Paham budaya industri, mental dan <i>soft skill</i> .
37.	Kemampuan menyusun dan menganalisa data dari beragam sumber.
38.	Perlu tambahan pengetahuan yang menunjang teknologi digital di industri pemesinan.
39.	Fisik harus ideal index berat badan, tidak buta warna.
40.	Mental bekerja yg <i>all out</i> , tidak cengeng dan bukan sekedar bekerja.
41.	<i>Skill</i> dasar yang cukup dalam bidang mesin cnc, mempunyai kemauan untuk maju, dan disiplin terhadap waktu kerja.
42.	Meningkat kemampuan dibidang teknologi informasi.
43.	Sikap dan <i>soft skill</i> .
44.	Punya satu kopetensi unggulan yang betul-betul dikuasai, dan mempunyai akhlak yang baik.

5. Jawaban Responden atas pertanyaan:

“Dari pengamatan yang Bapak/Ibu lakukan, kira-kira keahlian apa yang dimiliki oleh karyawan yang berlatar belakang SMK Teknik Pemesinan yang sesuai dan tidak sesuai dengan kebutuhan di era industri 4.0?”

No.	Jawaban Responden
1.	Rata-rata sesuai.
2.	
3.	Menjadi operator atau pemeliharaan mesin yang di gunakan di perusahaan, yang tidak smk teknik pemesinan adalah jadi administrasi.
4.	Kurang tahu.
5.	Mengerti cara merawat mesin.
6.	Yang sesuai : Gambar Mesin dgn AutoCAD, Pekerjaan dan Pemeliharaan dengan Permesinan dan Pengelasan Otomatis, yang tidak sesuai: Menggambar manual, kerja bangku lanjutan
7.	Yang sesuai kalau menguasai CNC.
8.	Yang tidak sesuai adalah kompetensi yang tidak mendukung industri 4.0.
9.	Mengoperasikan dasar komputer, seperti <i>Microsoft Office</i> dan internet.

No.	Jawaban Responden
10.	Pembacaan dan pemahaman gambar teknik yang lebih dalam. Kemampuan menguasai mesin mesin CNC baik program maupun operasional. <i>Skill</i> dalam menggunakan Program CAD.
11.	Lulusan SMK akan lebih cepat mengerti, memahami, sehingga lebih dapat mempercepat waktu training di lapangan nanti. Serta lebih disiplin.
12.	Terlalu perhitungan (materi).
13.	Siswa SMK belum memiliki keahlian dengan kebutuhan industri 4.0 karena siswa praktek di sekolah dengan menggunakan peralatan yang tidak sesuai dengan perkembangan zaman.
14.	Belum menguasai dan jika perlu diberikan pelatihan-pelatihan untuk menambah keahlian dibidangnya.
15.	Yang sesuai keahlian yang mendukung penggunaan perangkat IT.
16.	Kompetensi produktif seperti mengelas.
17.	Harus lebih ditingkatkan lagi etikanya terutama dalam bergaul dengan orang-orang yg lebih senior (ilmu atupun umur) dan jangan gengsi untuk bertanya mengenai hal yg belum diketahui.
18.	Lebih mengenal pekerjaan teknik.
19.	Baik, jujur, tawakal, dan rajin, cepat tanggap.
20.	Yang sesuai kebutuhan industri 4.0 : kritis, mau belajar, kreatif, punya kemampuan komunikasi interpersonal.
21.	Sudah sesuai namun perlu diperkenalkan teknologi terbaru dibidang pemesinan.
22.	Keahlian dalam membaca gambar dan operasional mesin.
23.	Lebih tahu dan faham tentang mesin industri, dibanding yang bukan lulusan SMK pemesinan.
24.	Yang sesuai: dapat mengoperasikan mesin produksi, memahami gambar dan terminologi yg terkandung di dalamnya.
25.	Kebanyakan sesuai.
26.	Yang paling sesuai keahlian dalam mengoprasikan mesin CNC.
27.	Yang sesuai (kemampuan berkomunikasi, bekerja sama dalam team, memiliki tanggung jawab pribadi yang sosial), yang tidak sesuai (memiliki sifat malas & tidak sopan, dan tidak mau meningkatkan <i>skill</i> yang dimiliki)
28.	Sesuai : CNC Tidak sesuai : mesin bubut konvensional.
29.	Operator mesin <i>injection</i> , <i>Maintenance</i> mesin, mold.
30.	Perlu memiliki keahlian sesuai dengan jurusannya.
31.	Keahlian dalam mengoprasikan mesin otomatis.
32.	Digitalisasi industri.
33.	Saya rasa sudah cukup sesuai dengan tingkat keahlian yang dimiliki saat ini.
34.	Karyawan berlatarbelakang SMK mampu mengoperasikan mesin, mengeksekusi pekerjaan, cepat beradaptasi dan cepat belajar. Selanjutnya teknik perencanaan pekerjaan dan analisa dalam bekerja yang perlu dikuatkan
35.	<i>Skill</i> praktek sebagai mekanik lebih unggul dari daripada lulusan S1.
36.	Belum, ada beberapa siswa yg tidak paham ketika di wawancara.
37.	Yang sesuai: Menggambar dengan <i>software drawing</i> , Menganalisa data dari spreadsheet, Menggunakan <i>Microsoft Office 365</i> .
38.	Keterampilan pabrikan sudah cukup baik namun perlu ditambah keterampilan penggunaan komputer.
39.	Teknik mesin yang paham IT.
40.	Pemahaman teknologi mesin.
41.	Sebagai <i>drafter</i> yang menguasai <i>software</i> desain 3D dan CAD/CAM
42.	CNC mesin.

No.	Jawaban Responden
43.	Bisa mengoperasikan CNC dan CAD.
44.	Mengusai digital karena industri akan beralih ke robot tidak dengan tenaga manusi yang semakin hari semakin mahal dan banyak sekali tunjangan yang harus dipenuhi.

6. Jawaban Responden atas pertanyaan:

“Jika ada penerimaan kedepan, keahlian apa saja yang perlu dipersiapkan oleh calon karyawan yang berlatar belakang SMK Teknik Pemesinan, sehingga mampu memberikan kontribusi/keuntungan bagi perusahaan?”

No.	Jawaban Responden
1.	Bubut. Las. Gambar teknik. Perbaikan mesin (after sales service)
2.	Analisa teknis, rekayasa teknis, desain dan bahasa inggris.
3.	Cepat beradaptasi dan mengikuti pelatihan dengan mesin mesin baru yang ada di perusahaan tersebut.
4.	<i>Soft skill</i> , terutama team work, adaptasi, dan <i>continuous learning</i> .
5.	Memiliki keahlian mengoperasikan dan merawat mesin.
6.	Pekerjaan Permesinan Otomatis dan Gambar Kerja dengan Komputer/AutoCAD.
7.	Mempunyai kemampuan CNC dan mempunyai <i>attitude</i> dan inisiatif yang bagus.
8.	Pahami mengenai value perusahaan yg dimaksud, Pahami pengetahuan mengenai permesinan dan kuasai <i>basic practical nya</i> .
9.	Pengetahuan dasar pemesinan dan sikap yang baik.
10.	Pembacaan dan pemahaman gambar teknik yang lebih dalam. Kemampuan menguasai mesin mesin CNC baik program maupun operasional. <i>Skill</i> dalam menggunakan Program CAD.
11.	Keahlian dasar terkait operasional mesin, safety, keamanan lingkungan serta keamanan personal.
12.	<i>Soft skill</i> berupa watak yang baik, <i>hard skill</i> kemampuan mengoperasikan bubut, frais dan CNC
13.	Keahlian teknologi berbasis komputer dan IT.
14.	Mengoptimalkan teknologi permesinan supaya terhubung dengan peruhaan lain .
15.	Kemampuan pembacaan gambar teknik, penggunaan alat ukur dan kemampuan IT Dasar.
16.	Pengelasan membuat benda kerja secara manual sehingga terbentuk kesabaran dan mental yang kuat.
17.	Etika, ketelitian, ketekunan dan kemampuan menguasai <i>software</i> tertentu (akan menjadi nilai tambah).
18.	Bisa menggunakan berbagai alat ukur, bisa menguasai gambar teknik dan bisa mengoperasikan berbagai mesin.
19.	Tawakal dan jujur, sudah punya dasar dari hasil pendidikan.
20.	Menyiapkan <i>Hard Skill</i> , mengasah <i>soft skill</i> , manajemen emosi.
21.	Memiliki kemampuan mengoperasikan mesin bubut, frais, lebih baik bisa CNC, dan CAD
22.	Mumpuni dalam pengetahuan dasar dalam mengoperasikan mesin.
23.	Karena dengan adanya indsutri 4.0 maka dibutuhkan karyawan yang berintegritas tinggi, yg bukan hanya mengetahui teknik dasar tentang mesin, tapi lebih mendalam dari itu.

No.	Jawaban Responden
24.	Memahami prosedur kerja pemesinan, mengerti perawatan mesin produksi, <i>proficiency in measurement tools</i> , dapat menggambar menggunakan CAD program, CNC
25.	Mesin Industri Garment.
26.	Dapat mengoperasikan dan memprogram mesin CNC
27.	Mampu mengoperasikan sebuah mesin dengan mengikuti SOP, dan jangka pendek mampu melakukan improvisasi atau perubahan-perubahan dalam proses kerja
28.	Kuasai gambar teknik, dapat menjalankan aplikasi pemograman mesin, menguasai alat ukur.
29.	Mempunyai teknik bongkar pasang, mengenal peralatan yang berhubungan dengan mesin dan kegunaannya
30.	keahlian mengoperasikan mesin produksi di perusahaan.
31.	Sehat jasmani dan rohani, mampu mengoperasikan mesin produksi otomatis.
32.	Yang penting <i>attitude</i> .
33.	Loyalitas kerja yang baik disiplin.
34.	Keahlian dasar untuk pengoperasian mesin, jam terbang dalam menangani banyak jenis pekerjaan, dan sikap professional dalam bekerja.
35.	Permesinan alat berat, software dan bahasa Inggris
36.	Keilmuan tentang teknik mesin, selain itu <i>basic mentality</i> dan <i>soft skill</i> .
37.	Menggambar dengan <i>software drawing</i> , Menganalisa data dari <i>spreadsheet</i> , Menggunakan <i>Microsoft Office 365</i>
38.	Memiliki keahlian mengelas dan menggunakan aplikasi gambar di komputer
39.	Melek IT, trampil, Bahasa Inggris, dll.
40.	Bekerja sesuai SOP perusahaan terakut <i>safety</i> regulasi.
41.	Mampu menjalankan mesin cnc, familiar dengan <i>software</i> desain 3D
42.	Harus dapat menghasilkan mengimbangi kemajuan teknologi permesinan.
43.	Memahami pabrikan <i>sheet metal</i> , mesin CNC dan CAD serta mau terus belajar.
44.	Mrnguasai Digital, mempunyai kopotensi unggulan, mau terus belajar karena industri cepat berkembang

7. Jawaban Responden atas pertanyaan:

“Menurut Bapak/Ibu pengetahuan dan keahlian apa sajakah yang harus dipersiapkan oleh siswa SMK Teknik Pemesinan agar mereka dapat bersaing pada era Industri 4.0?”

No.	Jawaban Responden
1.	Kemampuan dan ketrampilan yang bersifat teknik programing permesinan.
2.	Pendalaman <i>skill</i> Bahasa.
3.	Keahlian yg sudah di pelajari di sekolah.
4.	Digitalisasi pemeliharaan permesinan (misal SAP modul <i>maintenance</i>).
5.	Faham digitalisasi industri, kemampuan merawat dan memperbaiki mesin.
6.	1. Kompetensi Teknis: Pekerjaan dengan Mesin Otomatis, Gambar Kerja Komputer. 2. Kompetensi Behaviour: Sikap Kerja, Kedisiplinan dll 3. Kompetensi Management: Dasar dasar Management Industri dan Otomasi
7.	Otomatisasi dan adaptasi dengan dunia industri.
8.	Menguasai aplikasi penggunaan komputer dan teknologinya.
9.	Penguasaan dasar komputer.

No.	Jawaban Responden
10.	Pembacaan dan pemahaman gambar tehnik yang lebih dalam. Kemampuan menguasai mesin mesin CNC baik program maupun operasional. <i>Skill</i> dalam menggunakan Program CAD. Meguasai penggunaan alat alat ukur baik yang manual maupun berbasis CAM.
11.	Secara garis besar sudah di jelaskan diatas.
12.	<i>Fight.</i>
13.	Keahlian teknologi berbasi komputer dan IT yang paling penting adalah para pengajar harus mumpuni mengajarkan keahlian ke siswa perihal teknologi terkini.
14.	Teknologi telekomunikasi .
15.	Keterampilan IT.
16.	Tentang komputer supaya tidak gaptek.
17.	Lebih terbuka terhadap teknologi terbaru.
18.	Bisa membaca gambar teknik bisa menguasai mesin terutama mesin yang berbasis komputer.
19.	Tawakal jangan malas.
20.	Terus meningkatkan <i>hard skill</i> dan <i>soft skill</i> .
21.	Keahlian pengoprasian dan pemograman mesin CNC, CAD dan 3D <i>printing</i> .
22.	Pengetahuan dalam mengoperasikan mesin dan ahli dalam membaca gambar dasar.
23.	Karena dengan adanya indsutri 4.0 maka dibutuhkan karyawan yang berintegritas tinggi, yang bukan hanya mengetahui teknik dasar tentang mesin, tapi lebih mendalam dari itu.
24.	Keahlian spesifik teknis dan non teknis misal <i>entrepreneur</i> .
25.	Dasar-dasar mesin Industri manufaktur.
26.	Menguasai aplikasi komputer yang berkaitan dengan pemesinan.
27.	Peningkatan volume data (komputerisasi), perbaikan intruksi transfer digital kedunia fisik (<i>robotic</i> , 3d <i>printing</i>), memiliki analisis, kemampuan dan kecerdasan bisnis.
28.	Pengetahuan bahasa inggris, mengikuti <i>up date</i> pemrograman mesin, mengetahui berbagai mesin produksi khususnya <i>automatic</i> mesin (<i>robotic</i>)
29.	<i>Critical thinking</i> <i>Creativity</i> <i>People management</i> <i>Coordinating with other</i> <i>Service orientation</i>
30.	Keahlian sesuai dengan kejuruannya.
31.	Keahlian teknik otomasi.
32.	Wawasan yang luas tentang digitalisasi.
33.	Pengetahuan tentang informasi <i>robotic</i> .
34.	Mampu mengoperasikan mesin kemudian komputer, mampu merencanakan tahapan pekerjaan dan analisa pekerjaan.
35.	Mengikuti perkembangan teknologi, <i>software</i> dan bahasa Inggris.
36.	<i>Soft skill</i> perlu diasah dengan sering mengikuti lomba dan organisasi.
37.	Bahasa Inggris, Dasar-dasar pemrosesan data.
38.	Keahlian dalam menggunakan komputer dalam menunjang pekerjaan.
39.	IT.
40.	Harus <i>training product</i> pabrikan dan sistem-sistemnya serta <i>self learning</i> yang kuat dan dilakukan <i>assessment competency</i> berkala sesuai target <i>level</i> .
41.	Pengetahuan umum yang memadai, terutama pengetahuan mengenai permesinan dan <i>tooling</i> yang selalu berkembang.
42.	Mampu mengoperasikan <i>machining centre</i> .
43.	CNC, CAD dan keterampilan teknologi informasi.

No.	Jawaban Responden
44.	Punya sertifikat welding, punya sertifikat 3D, punya kemampuan yang lain sesuai hobi

8. Jawaban Responden atas pertanyaan:

“Menurut Bapak/Ibu Sikap apa sajakah yang harus dipersiapkan oleh siswa SMK Teknik Pemesinan agar mereka dapat bersaing dan bertahan pada era Industri 4.0?”

No.	Jawaban Responden
1.	Belajar perdalam di satu bidang yang diminati. Sehingga berdaya saing tinggi. Bila semua diperdalam akan memakan waktu lama dan cenderung kalah di awal-awal persaingan.
2.	Berfikir kritis, teliti dan memahami instruksi kerja.
3.	Disiplin mau belajar.
4.	Tidak anti akan hal/sesuatu yang baru, terutama terkait digitalisasi.
5.	Jujur, Rajin, ulet dan tidak anti akan perubahan industri ke arah digital.
6.	- <i>Open Mind</i> : mau menerima ilmu baru & masukan dari manasaja - <i>Fast Learner</i> : cepat belajar dan beradaptasi - <i>Team Work</i> dan <i>Collaboration</i> - Integritas & Tanggung Jawab
7.	<i>Attitude</i> , fisik, inisiatif, <i>automatisasi</i> .
8.	Jujur, disiplin dan taat aturan.
9.	Disiplin dan tanggung jawab.
10.	Memahami dan membiasakan 5S, giat dalam bekerja dan mempunyai kemauan yang kuat untuk menguasai hal yang baru. Dapat bekerja sama di dalam team. Selalu menjaga kesehatan dan keselamatan dalam bekerja. Mengerti tentang sistim pelaporan jika ada ketidak sesuaian.
11.	Disiplin, Rajin, tekun, selalu mengikuti instruksi atasan, dan melaksanakan segala aturan yang berlaku.
12.	Tahan banting atau kuat mental.
13.	Tidak sombong dengan kemampuan yang telah diimiliki, jujur, terus belajar perihal ilmu terbaru, percaya diri.
14.	Selalu <i>update</i> dalam mengikuti perkembangan industri.
15.	Selalu mau belajar hal yang baru.
16.	Sikap.
17.	Etika, ketelitian, ketekunan dan kemampuan menguasai <i>software-software</i> tertentu (akan menjadi nilai tambah).
18.	Lebih mandiri dan mau kerja keras.
19.	Harus semangat dan jangan malas.
20.	Semangat untuk belajar hal baru, percaya diri, mampu beradaptasi, berfikiran terbuka.
21.	Harus mampu dengan cepat beradaptasi dengan perkembangan teknologi agar tidak ketinggalan.
22.	Disiplin dan mampu mengembangkan pengetahuan yang didapat baik di sekolah ataupun selama prakerin di industri.
23.	Karena dengan adanya indsutri 4.0 maka dibutuhkan karyawan yang berintegritas tinggi, yang bukan hanya mengetahui teknik dasar tentang mesin, tapi lebih mendalam dari itu.
24.	Sikap selalu ingin belajar, meningkatkan kompetensi individu, optimis, <i>teamwork</i> .
25.	Disiplin, mampu menyerap perubahan kemajuan teknologi digital.

No.	Jawaban Responden
26.	Jujur, disiplin, semangat belajar terus.
27.	Disiplin, bertanggung jawab, dan memiliki sikap baik serta loyalitas yang tinggi ke perusahaan.
28.	Menjiwai Teknik Mesin, siapkan mental untuk menghadapi tingkat kesulitan dan <i>schedule</i> ketat pekerjaan, ikuti perkembangan teknologi mesin- mesin produksi.
29.	<i>Critical thinking</i> <i>Creativity</i> <i>People management</i> <i>Coordinating with other</i> <i>Service orientation</i>
30.	Sikap yang kreatif.
31.	Integritas santun, jujur dan disiplin.
32.	Bekerja keras dan <i>continous improvement</i> .
33.	Sikap mau terus belajar dan berkembang.
34.	Sikap professional dalam bekerja, cepat beradaptasi dalam lingkungan kerja dan cepat belajar untuk jenis pekerjaan baru.
35.	Selalu mau belajar dan proaktif demi meningkatkan <i>hardskill</i> dan <i>softskill</i>
36.	Paham CNC, PLC, <i>basic mentality</i> , <i>soft skill</i>
37.	Bahasa Inggris, aplikasi komputer.
38.	Disiplin, jujur dan mau terus belajar.
39.	Disiplin.
40.	Belajar sambil bekerja secara totallitas.
41.	Keinginan untuk selalu meningkatkan <i>skill</i> permesinan.
42.	Kemampuan teknik informatika.
43.	Sikap yang jujur, rajin dan memiliki rasa ingin tau yang besa.r
44.	Semangat belajar, tidak mudah putus asa, harus jeli menilai kemampuan diri,

Lampiran 3 Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN/MADRASAH ALIYAH KEJURUAN

Bidang Keahlian	: Teknologi dan Rekayasa
Program Keahlian	: Teknik Mesin
Kompetensi Keahlian	: Teknik Pemesinan (C1)

Tujuan kurikulum mencakup empat aspek kompetensi, yaitu (1) aspek kompetensi sikap spiritual, (2) sikap sosial, (3) pengetahuan, dan (4) keterampilan. Aspek-aspek kompetensi tersebut dicapai melalui proses pembelajaran intrakurikuler, kokurikuler, dan ekstrakurikuler.

Rumusan kompetensi sikap spiritual yaitu, “Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya”. Sedangkan rumusan kompetensi sikap sosial yaitu, “Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), bertanggung-jawab, responsif, dan proaktif melalui keteladanan, pemberian nasihat, penguatan, pembiasaan, dan pengkondisian secara berkesinambungan serta menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia”. Kedua kompetensi tersebut dicapai melalui pembelajaran tidak langsung (*indirect teaching*) yaitu keteladanan, pembiasaan, dan budaya sekolah, dengan memperhatikan karakteristik mata pelajaran serta kebutuhan dan kondisi peserta didik.

Penumbuhan dan pengembangan kompetensi sikap dilakukan sepanjang proses pembelajaran berlangsung, dan dapat digunakan sebagai pertimbangan guru dalam mengembangkan karakter peserta didik lebih lanjut.

KOMPETENSI INTI 3 (PENGETAHUAN)	KOMPETENSI INTI 4 (KETERAMPILAN)
<p>3. Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual, konseptual, operasional dasar, dan metakognitif sesuai dengan bidang dan lingkup Simulasi dan Komunikasi Digital, dan Dasar Bidang Teknologi dan Rekayasa pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional, dan internasional.</p>	<p>4. Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan lingkup Simulasi dan Komunikasi Digital, dan Dasar Bidang Teknologi dan Rekayasa.</p> <p>Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja.</p> <p>Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif,</p>

KOMPETENSI INTI 3 (PENGETAHUAN)	KOMPETENSI INTI 4 (KETERAMPILAN)
	<p>komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.</p> <p>Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.</p>

Mata Pelajaran : Simulasi dan Komunikasi Digital

Jam Pelajaran : 108 JP (@ 45 menit)

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.1 Menerapkan logika dan algoritma komputer	4.1 Menggunakan fungsi-fungsi perintah (<i>Command</i>)
3.2 Menerapkan metode petaminda	4.2 Membuat peta-minda
3.3 Mengevaluasi paragraf deskriptif, argumentatif, naratif dan persuasif	4.3 Menyusun kembali format dokumen pengolah kata
3.4 Menerapkan logika dan operasi perhitungan data	4.4 Mengoperasikan perangkat lunak pengolah angka
3.5 Menganalisis fitur yang tepat untuk pembuatan slide	4.5 Membuat slide untuk presentasi
3.6 Menerapkan teknik presentasi yang efektif	4.6 Melakukan presentasi yang efektif
3.7 Menganalisis pembuatan e-book	4.7 Membuat e-book dengan perangkat lunak e-book editor
3.8 Memahami konsep Kewargaan Digital	4.8 Merumuskan etika Kewargaan Digital
3.9 Menerapkan teknik penelusuran Search Engine	4.9 Melakukan penelusuran informasi
3.10 Menganalisis komunikasi sinkron dan asinkron dalam jaringan	4.10 Melakukan komunikasi sinkron dan asinkron dalam jaringan
3.11 Menganalisis fitur perangkat lunak pembelajaran kolaboratif daring	4.11 Menggunakan fitur untuk pembelajaran kolaboratif daring (kelas maya)

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.12 Merancang dokumen tahap pra-produksi	4.12 Membuat dokumen tahap pra-produksi
3.13 Menganalisis produksi video, animasi dan/atau musik digital	4.13 Memproduksi video dan/atau animasi dan/atau musik digital
3.14 Mengevaluasi pascaproduksi video, animasi dan/atau musik digital	4.14 Membuat laporan hasil pasca-produksi

**KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN/MADRASAH ALIYAH KEJURUAN**

Bidang Keahlian	: Teknologi dan Rekayasa
Program Keahlian	: Teknik Mesin
Kompetensi Keahlian	: Teknik Pemesinan (C2)

KOMPETENSI INTI 3 (PENGETAHUAN)	KOMPETENSI INTI 4 (KETERAMPILAN)
<p>3. Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual, konseptual, operasional dasar, dan metakognitif sesuai dengan bidang dan lingkup kerja Dasar-dasar Teknik Mesin pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional, dan internasional.</p>	<p>4. Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan bidang kerja Dasardasar Teknik Mesin.</p> <p>Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja.</p> <p>Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.</p> <p>Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.</p>

Tujuan kurikulum mencakup empat aspek kompetensi, yaitu (1) aspek kompetensi sikap spiritual, (2) sikap sosial, (3) pengetahuan, dan (4) keterampilan. Aspek-aspek kompetensi tersebut dicapai melalui proses pembelajaran intrakurikuler, kokurikuler, dan ekstrakurikuler.

Rumusan kompetensi sikap spiritual yaitu, “Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya”. Sedangkan rumusan kompetensi sikap sosial yaitu, “Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), bertanggung-jawab, responsif, dan proaktif melalui keteladanan, pemberian nasihat, penguatan, pembiasaan, dan pengkondisian secara berkesinambungan serta menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa

dalam pergaulan dunia”. Kedua kompetensi tersebut dicapai melalui pembelajaran tidak langsung (*indirect teaching*) yaitu keteladanan, pembiasaan, dan budaya sekolah, dengan memperhatikan karakteristik mata pelajaran serta kebutuhan dan kondisi peserta didik.

Penumbuhan dan pengembangan kompetensi sikap dilakukan sepanjang proses pembelajaran berlangsung, dan dapat digunakan sebagai pertimbangan guru dalam mengembangkan karakter peserta didik lebih lanjut.

Mata Pelajaran : Gambar Teknik Mesin

Jam Pelajaran : 144 JP (@ 45 Menit)

KOMPETENSI DASAR		KOMPETENSI DASAR	
3.1	Memahami fungsi peralatan dan kelengkapan gambar teknik	4.1	Memilih peralatan dan kelengkapan gambar teknik
3.2	Memahami jenis dan fungsi garis gambar teknik	4.2	Menempatkan garis-garis gambar teknik
3.3	Memahami standar huruf, dan angka gambar teknik	4.3	Menempatkan huruf, dan angka gambar teknik
3.4	Menerapkan gambar konstruksi geometris	4.4	Menunjukkan gambar konstruksi geometris
3.5	Memahami aturan etiket gambar teknik	4.5	Menempatkan etiket gambar teknik
3.6	Menganalisis rancangan gambar proyeksi piktorial (3D)	4.6	Menampilkan gambar proyeksi piktorial (3D)
3.7	Menganalisis rancangan gambar proyeksi orthogonal kuadran I dan kuadran III (2D)	4.7	Menampilkan gambar proyeksi orthogonal kuadran I dan kuadran III (2D)
3.8	Mengevaluasi gambar potongan	4.8	Merancang gambar potongan
3.9	Mengevaluasi hasil pemberian ukuran pada gambar	4.9	Merancang pemberian ukuran pada gambar

Mata Pelajaran : Pekerjaan Dasar Teknik Mesin

Jam Pelajaran : 180 JP (@ 45 Menit)

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.1 Memahami persyaratan keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan (K3L)	4.1 Melaksanakan keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan (K3L)
3.2 Memahami konsep penggunaan alat ukur pembanding dan atau alat ukur dasar	4.2 Melakukan pengukuran dengan alat ukur pembanding dan atau alat ukur dasar
3.3 Memahami alat ukur Mekanik Presisi	4.3 Menggunakan alat ukur Mekanik Presisi
3.4 Mengevaluasi hasil penggunaan perkakas tangan	4.4 Memodifikasi penggunaan perkakas tangan
3.5 Menganalisis strategi penggunaan perkakas bertenaga/operasi digenggam	4.5 Memperbaiki penggunaan perkakas bertenaga/operasi digenggam
3.6 Menerapkan prosedur pengoperasian mesin umum	4.6 Mengoperasikan mesin umum
3.7 Menerapkan prosedur pengoperasian mesin gerinda alat potong	4.7 Mengoperasikan mesin gerinda alat potong
3.8 Menerapkan proses pengelasan	4.8 Melakukan rutinitas proses pengelasan
3.9 Menerapkan teknik pengerjaan pembentukan dan fabrikasi logam	4.9 Melakukan pengerjaan pembentukan dan fabrikasi logam
3.10 Menerapkan teknik pengecoran logam	4.10 Melakukan pengecoran logam

Mata Pelajaran : Dasar Perancangan Teknik Mesin

Jam Pelajaran : 144 JP (@ 45 Menit)

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.1 Memahami jenis bahan teknik	4.1 Memilah jenis bahan teknik
3.2 Memahami prinsip pengolahan bahan logam	4.2 Mengidentifikasi pengolahan bahan logam
3.3 Memahami prinsip pengolahan bahan non logam	4.3 Mengidentifikasi pengolahan bahan non logam
3.4 Memahami persyaratan perlakuan panas logam	4.4 Mengidentifikasi perlakuan panas logam
3.5 Menerapkan teknik pengujian logam (ferrous dan non ferrous)	4.5 Melakukan pengujian logam (ferrous dan non ferrous)
3.6 Menerapkan teknik penanganan material	4.6 Melakukan penanganan material
3.7 Memahami prinsip kerja mesin tenaga fluida	4.7 Mengidentifikasi kerja mesin tenaga fluida

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.8 Memahami dasar-dasar kelistrikan	4.8 Mempraktikandasar-dasar kelistrikan
3.9 Menganalisis sistem kontrol	4.9 Menunjukkan sistem kontrol
3.10 Memahami konsep besaran dan sistem satuan	4.10 Mengidentifikasi besaran dan system satuan
3.11 Menerapkan langkah-langkah vector, gaya, resultan gaya dan kesetimbangan	4.11 Melakukan langkah-langkah vector, gaya resultan, gaya dan kesetimbangan
3.12 Menganalisis system tegangan dan momen pada suatu konstruksi	4.12 Menghitung tegangan dan momen pada suatu konstruksi
3.13 Menganalisis system gaya aksi dan reaksi dari macam macam tumpuan	4.13 Menghitung gaya aksi dan reaksi dari macam-macam tumpuan
3.14 Menganalisis system gerak translasi, rotasi dan keseimbangan benda tegar	4.14 Menghitung gerak translasi, rotasi dan keseimbangan benda tegar
3.15 Menganalisis prediksi kekuatan sambungan	4.15 Menghitung kekuatan sambungan
3.16 Menerapkan teknik kekuatan poros dan pasak	4.16 Menghitung kekuatan poros dan pasak
3.17 Menerapkan teknik kekuatan transmisi (pulley & belt, rantai, kopling, roda gigi)	4.17 Menghitung kekuatan, transmisi (pulley & belt, rantai, kopling, roda gigi)
3.18 Mengevaluasi hasil perhitungan gaya, tegangan dan momen pada sambungan: keling, pasak, baut dan las	4.18 Merumuskan hasil perhitungan gaya, tegangan dan momen pada sambungan: keling, pasak, baut dan las

KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN/MADRASAH ALIYAH KEJURUAN

Bidang Keahlian	: Teknologi dan Rekayasa
Program Keahlian	: Teknik Mesin
Kompetensi Keahlian	: Teknik Pemesinan (C3)

Tujuan kurikulum mencakup empat aspek kompetensi, yaitu (1) aspek kompetensi sikap spiritual, (2) sikap sosial, (3) pengetahuan, dan (4) keterampilan. Aspek-aspek kompetensi tersebut dicapai melalui proses pembelajaran intrakurikuler, kokurikuler, dan ekstrakurikuler.

KOMPETENSI INTI 3 (PENGETAHUAN)	KOMPETENSI INTI 4 (KETERAMPILAN)
<p>3. Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual, konseptual, operasional dasar, dan metakognitif sesuai dengan bidang dan lingkup kerja Teknik Pemesinan pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional, dan internasional.</p>	<p>4. Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan bidang kerja Teknik Pemesinan.</p> <p>Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja.</p> <p>Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.</p> <p>Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.</p>

Rumusan kompetensi sikap spiritual yaitu, “Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya”. Sedangkan rumusan kompetensi sikap sosial yaitu, “Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), bertanggung-jawab, responsif, dan proaktif melalui keteladanan, pemberian nasihat, penguatan, pembiasaan, dan pengkondisian secara berkesinambungan serta menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia”. Kedua kompetensi tersebut dicapai melalui

pembelajaran tidak langsung (*indirect teaching*) yaitu keteladanan, pembiasaan, dan budaya sekolah, dengan memperhatikan karakteristik mata pelajaran serta kebutuhan dan kondisi peserta didik.

Penumbuhan dan pengembangan kompetensi sikap dilakukan sepanjang proses pembelajaran berlangsung, dan dapat digunakan sebagai pertimbangan guru dalam mengembangkan karakter peserta didik lebih lanjut.

Mata Pelajaran : Gambar Teknik Manufaktur

Jam Pelajaran : 280 JP (@ 45 Menit)

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.1 Memahami aturan teknik gambar mesin dan tanda pengerjaan	4.1 Menerapkan aturan teknik gambar mesin dan tanda pengerjaan
3.2 Memahami konsep dasar Computer Aided Design (CAD)	4.2 Mendemonstrasikan piranti sistem pendukung CAD
3.3 Memahami system koordinat pada gambar CAD 2D	4.3 Menerapkan sistem koordinat pada gambar CAD 2D
3.4 Memahami fungsi perintah dalam perangkat lunak CAD untuk membuat dan memodifikasi gambar CAD 2D	4.4 Mendemonstrasikan fungsi perintah dalam perangkat lunak CAD untuk membuat dan memodifikasi gambar CAD 2D
3.5 Memahami etiket gambar sesuai standar ISO pada gambar CAD 2D	4.5 Membuat etiket gambar sesuai standar ISO pada gambar CAD 2D
3.6 Memahami pembuatan gambar detail komponen mesin dengan CAD 2D	4.6 Menyajikan gambar detail komponen mesin dengan CAD 2D
3.7 Menganalisa luas area gambar	4.7 Menyajikan luas area gambar
3.8 Mengevaluasi output gambar CAD 2D	4.8 Menyajikan output penggambaran CAD 2D
3.9 Memahami system koordinat pada gambar CAD 3D	4.9 Membuat sistem koordinat pada gambar CAD 3D
3.10 Memahami fungsi perintah dalam perangkat lunak CAD untuk membuat dan memodifikasi gambar CAD 3D	4.10 Menggunakan fungsi perintah dalam perangkat lunak CAD untuk membuat dan memodifikasi gambar CAD 3D
3.11 Menganalisis gambar 3D kompleks	4.11 Membuat langkah kerja menggambar 3D kompleks
3.12 Memahami fungsi perintah dalam perangkat lunak CAD untuk penggambaran sketsa gambar kompleks	4.12 Mendemonstrasikan membuat sketsa gambar 3D kompleks
3.13 Memahami fungsi perintah untuk membangun gambar 3D kompleks	4.13 Mendemonstrasikan penggunaan fungsi perintah untuk membangun gambar 3D kompleks

Mata Pelajaran : Teknik Pemesinan Bubut

Jam Pelajaran : 422 JP (@ 45 Menit)

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.1 Memahami bagian-bagian mesin bubut berdasarkan jenis dan fungsinya	4.1 Mengidentifikasi fungsi bagian-bagian mesin bubut berdasarkan jenis dan fungsinya
3.2 Memahami handel-handel yang tersedia pada mesin untuk pembubutan	4.2 Mengidentifikasi fungsi handel-handel yang tersedia pada mesin untuk pembubutan
3.3 Memahami mesin bubut untuk jenis pekerjaan tertentu yang disyaratkan	4.3 Menidentifikasi kasi mesin bubut untuk jenis pekerjaan tertentu yang disyaratkan
3.4 Menganalisis kecepatan putar mesin bubut untuk berbagai kecepatan potong bahan	4.4 Menggunakan kecepatan putar mesin bubut untuk berbagai kecepatan potong bahan
3.5 Mengevaluasi kecepatan putaran mesin berdasarkan tabel yang tersedia untuk pemotongan/pembubutan	4.5 Menentukan kecepatan putaran mesin berdasarkan tabel yang tersedia untuk pemotongan/pembubutan
3.6 Memahami alat potong mesin bubut	4.6 Mengidentifikasi kasi alat potong yang sesuai untuk pekerjaan membubut
3.7 Menganalisis alat potong untuk sesuai keperluannya	4.7 Menggunakan alat potong sesuai keperluannya
3.8 Menganalisis parameter pemotongan mesin bubut untuk berbagai jenis pekerjaan	4.8 Menggunakan parameter pemotongan mesin bubut untuk berbagai jenis pekerjaan
3.9 Menganalisis berbagai jenis pekerjaan pada pemesinan bubut	4.9 Menggunakan teknik pemesinan bubut untuk berbagai jenis pekerjaan
3.10 Menerapkan prosedur teknik membubut eksentrik	4.10 Membuat poros eksentrik menggunakan mesin bubut
3.11 Menerapkan prosedur teknik membubut bentuk oval/handel mesin	4.11 Membuat bentuk oval/handel mesin dengan prosedur yang benar
3.12 Mengevaluasi suaian untuk pembubutan komponen yang berpasangan	4.12 Menyajikan suaian untuk membuat komponen yang berpasangan
3.13 Merancang komponen suaian yang berpasangan	4.13 Menentukan komponen yang berpasangan
3.14 Menerapkan prosedur teknik membubut ulir segi empat untuk batang dan murnya	4.14 Membuat ulir segi empat luar dan dalam
3.15 Menerapkan prosedur teknik pembubutan benda kerja dengan taper attachment	4.15 Membuat tirus menggunakan taper attachment sesuai prosedur

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.16 Menerapkan prosedur teknik pembuatan ulir cacing	4.16 Membuat ulir cacing
3.17 Menganalisis pembuatan benda kerja yang tak teratur yang dibubut menggunakan face plate	4.17 Menentukan pembuatan benda kerja yang tak teratur menggunakan face plate
3.18 Menganalisis pembubutan benda kerja yang panjang menggunakan kaca mata jalan/tetap	4.18 Menentukan pembuatan benda kerja yang panjang menggunakan kaca mata jalan/tetap
3.19 Menerapkan prosedur teknik pembuatan benda kerja rakitan, dengan menggunakan berbagai cara	4.19 Membuat benda kerja rakitan yang kompleks dengan menggunakan berbagai cara sesuai dengan prosedur

Mata Pelajaran : Teknik Pemesinan Frais

Jam Pelajaran : 456 JP (@ 45 Menit)

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.1 Memahami bagian-bagian mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya	4.1 Mengidentifikasi bagian-bagian mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya
3.2 Memahami handel-handel yang tersedia pada mesin untuk proses pengefraisan	4.2 Mengidentifikasi kasi handel-handel yang tersedia pada mesin untuk pengefraisan
3.3 Memahami mesin mesin frais untuk jenis pekerjaan tertentu yang disyaratkan	4.3 Mengidentifikasi kasi mesin frais untuk jenis pekerjaan tertentu yang disyaratkan
3.4 Menganalisis kecepatan putar mesin frais untuk berbagai kecepatan potong bahan	4.4 Menggunakan kecepatan putar mesin frais untuk berbagai macam kecepatan potong bahan
3.5 Memahami alat potong mesin frais	4.5 Mengidentifikasi kasi alat potong mesin frais sesuai dengan jenis pekerjaan
3.6 Menganalisis alat potong pada holder sesuai keperluannya	4.6 Menggunakan alat potong sesuai keperluannya
3.7 Mengklasifikasi penjepit benda kerja/ragum mesin	4.7 Menunjukkan ragum untuk penjepitan benda kerja sesuai spesifikasi benda kerja
3.8 Menganalisis penjepit benda kerja/ragum pada meja mesin	4.8 Menggunakan ragum untuk menjepit benda kerja
3.9 Mengevaluasi parameter pemotongan mesin frais untuk berbagai jenis pekerjaan	4.9 Menggunakan parameter pemotongan mesin frais untuk berbagai jenis pekerjaan

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.10 Menerapkan prosedur teknik pengefraisan balok segi empat	4.10 Membuat balok segi empat
3.11 Menerapkan standar operasional prosedur teknik pengefraisan rack dan roda gigi lurus	4.11 Menggunakan teknik pengefraisan untuk pembuatan rack dan roda gigi lurus
3.12 Menerapkan prosedur teknik pengefraisan benda kerja bertingkat	4.12 Membuat benda kerja bertingkat
3.13 Menganalisis pembuatan benda kerja dengan memiringkan meja mesin untuk pembuatan rack miring	4.13 Menentukan pembuatan benda kerja dengan memiringkan meja mesin untuk pembuatan rack miring
3.14 Menerapkan prosedur teknik mengefraisi roda gigi miring	4.14 Membuat roda gigi miring
3.15 Memahami teknik mengefraisi roda gigi konis/payung	4.15 Merancang pembuatan roda gigi konis/payung
3.16 Menganalisis prosedur teknik fraisi roda gigi payung	4.16 Menentukan pembuatan roda gigi konis/payung
3.17 Memahami pengefraisan alur melingkar menggunakan rotari table	4.17 Merancang pembuatan menggunakan rotari table
3.18 Menganalisis pengefraisan alur melingkar menggunakan rotari table	4.18 Menentukan pembuatan alur melingkar menggunakan rotari table
3.19 Menerapkan prosedur teknik mengefraisi alur spiral	4.19 Membuat alur spiral
3.20 Mengevaluasi pemotongan alur menggunakan slide mill	4.20 Membuat alur pada benda kerja menggunakan slide mill
3.21 Menerapkan pemotongan menggunakan slot mill	4.21 Membuat alur bentuk T pada mesin fraisi menggunakan slot mill
3.22 Menerapkan pemotongan chamfer	4.22 Membuat chamfer benda kerja menggunakan angle cutter 45°

Mata Pelajaran : Teknik Pemesinan Gerinda

Jam Pelajaran : 136 JP (@ 45 Menit)

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.1 Memahami mesin gerinda datar (surface grinding machine)	4.1 Mengidentifikasi mesin gerinda datar/ surface grinding machine untuk berbagai jenis pekerjaan
3.2 Memahami jenis dan bentuk batu gerinda untuk penggerindaan datar	4.2 Mengidentifikasi jenis dan bentuk batu gerinda untuk penggerindaan datar

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.3 Memilih parameter pemotongan pada mesin gerinda datar untuk berbagai jenis pekerjaan	4.3 Menggunakan parameter pemotongan pada mesin gerinda datar untuk berbagai jenis pekerjaan
3.4 Menerapkan teknik pemesinan gerinda datar untuk berbagai jenis pekerjaan	4.4 Mengoperasikan mesin gerinda datar untuk berbagai jenis pekerjaan
3.5 Memahami mesin gerinda silinder (cylindrical grinding machine) untuk berbagai jenis pekerjaan	4.5 Mengidentifikasi mesin gerinda silinder/ cylindrical grinding machine untuk berbagai jenis pekerjaan
3.6 Memahami batu gerinda untuk penggerindaan silinder	4.6 Mengidentifikasi kasi batu gerinda untuk berbagai jenis pekerjaan penggerindaan silinder
3.7 Memilih parameter pemotongan mesin gerinda silinder untuk berbagai jenis pekerjaan	4.7 Menggunakan parameter pemotongan mesin gerinda silinder untuk berbagai jenis pekerjaan
3.8 Mengevaluasi proses pemesinan gerinda luar pada tabung silinder	4.8 Menggunakan mesin gerinda luar pada tabung silinder
3.9 Mengevaluasi teknik pemesinan gerinda dalam pada tabung silinder	4.9 Menggunakan mesin gerinda dalam pada tabung silinder

Mata Pelajaran : Teknik Pemesinan NC/CNC dan CAM

Jam Pelajaran : 420 JP (@ 45 Menit)

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.1 Memahami bagianbagian mesin bubut CNC	4.1 Mengidentifikasi kasi bagian-bagian mesin bubut CNC
3.2 Memilih parameter pemotongan mesin bubut CNC	4.2 Mengeset parameter pemotongan mesin bubut CNC
3.3 Menerapkan teknik pemograman mesin bubut CNC	4.3 Melaksanakan pemograman mesin bubut CNC
3.4 Menerapkan prosedur pemesinan bubut CNC	4.4 Membuat benda sederhana dengan mesin bubut CNC
3.5 Mengevaluasi kegagalan hasil pekerjaan mesin bubut CNC	4.5 Memperbaiki seting dan parameter lain pada pekerjaan pada mesin bubut CNC
3.6 Mengevaluasi prosedur pemesinan bubut CNC	4.6 Menggunakan teknik pemesinan bubut CNC
3.7 Memahami bagianbagian mesin frais CNC	4.7 Mengidentifikasi kasi bagian-bagian mesin frais CNC
3.8 Memilih parameter pemotongan mesin frais CNC	4.8 Mengeset parameter pemotongan mesin frais CNC

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.9 Menerapkan teknik pemrograman mesin frais CNC	4.9 Melaksanakan pemrograman mesin frais CNC
3.10 Menerapkan prosedur pemrograman mesin frais CNC	4.10 Membuat benda sederhana dengan mesin frais CNC
3.11 Mengevaluasi kegagalan hasil pekerjaan mesin frais CNC	4.11 Memperbaiki seting dan parameter lain pada pekerjaan pada mesin frais CNC
3.12 Mengevaluasi prosedur pemesinan frais CNC	4.12 Menggunakan teknik pemesinan frais CNC
3.13 Menganalisis konsep dasar Computer Aided Manufacturing (CAM) untuk proses Milling	4.13 Mendemonstrasikan fungsi perintah-perintah dalam perangkat lunak CAM Milling
3.14 Memahami jenis alat potong dan parameternya untuk CNC milling	4.14 Mengidentifikasi alat potong dan parameternya untuk CNC milling
3.15 Memahami fungsi perintah untuk pembuatan program contour 2D dan 3D	4.15 Menggunakan perintah perangkat lunak CAM Milling pembuatan program contour 2D dan 3D
3.16 Memahami fungsi perintah untuk membuat program drill toolpath	4.16 Menggunakan fungsi perintah membuat program drill toolpath
3.17 Memahami fungsi perintah membuat program facing and pocketing	4.17 Menggunakan fungsi perintah membuat program facing and pocketing
3.18 Memahami fungsi perintah membuat program surface roughing and finishing	4.18 Menggunakan fungsi perintah membuat program surface roughing and finishing
3.19 Menganalisis program CAM Milling melalui proses simulasi	4.19 Menentukan simulasi program CAM Milling
3.20 Mengevaluasi program G Code	4.20 Menggunakan program G Code
3.21 Memahami fungsi perintah memodifikasi G Code	4.21 Menggunakan fungsi perintah memodifikasi G Code
3.22 Memahami transfer G Code ke mesin CNC Milling	4.22 Memindah kan G Code ke mesin CNC Milling
3.23 Mengoperasikan program di mesin CNC Miling	4.23 Mengeksekusi program di mesin CNC Miling
3.24 Memahami Computer Aided Manufacturing (CAM) untuk proses Lathe	4.24 Menggunakan fungsi perintahperintah dalam perangkat lunak CAM Lathe
3.25 Memahami jenis alat potong dan parameternya untuk CNC lathe	4.25 Mengidentifikasi kasikan alat potong dan parameternya untuk CNC lathe

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.26 Memahami fungsi perintah untuk proses facing	4.26 Menggunakan fungsi perintah dalam perangkat lunak CAM Lathe untuk proses facing
3.27 Memahami fungsi perintah untuk proses drilling	4.27 Menggunakan fungsi perintah dalam perangkat lunak CAM Lathe untuk proses drilling
3.28 Memahami fungsi perintah untuk proses roughing/ finishing outer diameter (pembubutan luar)	4.28 Menggunakan fungsi perintah dalam perangkat lunak CAM Lathe untuk proses Roughing/ finishing outer diameter (pembubutan luar)
3.29 Memahami fungsi perintah untuk proses grooving outer diameter (pembubutan alur luar)	4.29 Menggunakan fungsi perintah dalam perangkat lunak CAM Lathe untuk proses grooving outer diameter (pembubutan alur luar)
3.30 Memahami fungsi perintah untuk proses roughing/ finishing inner diameter (pembubutan dalam)	4.30 Menggunakan fungsi perintah dalam perangkat lunak CAM Lathe untuk proses Roughing/ finishing inner diameter (pembubutan dalam)
3.31 Memahami fungsi perintah untuk proses grooving inner diameter (pembubutan alur dalam)	4.31 Menggunakan fungsi perintah dalam perangkat lunak CAM Lathe untuk proses grooving inner diameter (pembubutan alur dalam)
3.32 Memahami fungsi perintah untuk proses pembuatan ulir luar dan dalam	4.32 Menggunakan fungsi perintah dalam perangkat lunak CAM Lathe untuk proses pembuatan ulir luar dan dalam
3.33 Menalisis program CAM Lathe melalui proses simulasi	4.33 Menentukan simulasi program CAM Lathe
3.34 Mengevaluasi program G Code	4.34 Menggunakan program G Code
3.35 Memahami fungsi perintah memodifikasi G Code	4.35 Menggunakan fungsi perintah memodifikasi G Code
3.36 Memahami transfer G Code ke mesin CNC Milling	4.36 Mengelola transfer G Code ke mesin CNC Milling
3.37 Mengoperasikan program di mesin CNC Milling	4.37 Menggunakan program di mesin CNC Milling

Mata Pelajaran : Produk Kreatif dan Kewirausahaan

Jam Pelajaran : 524 JP (@ 45 Menit)

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.1 Memahami sikap dan perilaku wirausahawan	4.1 Mempresentasikan sikap dan perilaku wirausahawan
3.2 Menganalisis peluang usaha produk barang/jasa	4.2 Menentukan peluang usaha produk barang/jasa
3.3 Memahami hak atas kekayaan intelektual	4.3 Mempresentasikan hak atas kekayaan intelektual
3.4 Menganalisis konsep desain/ <i>prototype</i> dan kemasan produk barang/jasa	4.4 Membuat desain/ <i>prototype</i> dan kemasan produk barang/jasa
3.5 Menganalisis proses kerja pembuatan <i>prototype</i> produk barang/jasa	4.5 Membuat alur dan proses kerja pembuatan <i>prototype</i> produk barang/jasa
3.6 Menganalisis lembar kerja/gambar kerja untuk pembuatan <i>prototype</i> produk barang/jasa	4.6 Membuat lembar kerja/gambar kerja untuk pembuatan <i>prototype</i> produk barang/jasa
3.7 Menganalisis biaya produksi <i>prototype</i> produk barang/jasa	4.7 Menghitung biaya produksi <i>prototype</i> produk barang/jasa
3.8 Menerapkan proses kerja pembuatan <i>prototype</i> produk barang/jasa	4.8 Membuat <i>prototype</i> produk barang/jasa
3.9 Menentukan pengujian kesesuaian fungsi <i>prototype</i> produk barang/jasa	4.9 Menguji <i>prototype</i> produk barang/jasa
3.10 Menganalisis perencanaan produksi massal	4.10 Membuat perencanaan produksi massal
3.11 Menentukan indikator keberhasilan tahapan produksi massal	4.11 Membuat indikator keberhasilan tahapan produksi massal
3.12 Menerapkan proses produksi massal	4.12 Melakukan produksi massal
3.13 Menerapkan metoda perakitan produk barang/jasa	4.13 Melakukan perakitan produk barang/jasa
3.14 Menganalisis prosedur pengujian kesesuaian fungsi produk barang/jasa	4.14 Melakukan pengujian produk barang/jasa
3.15 Mengevaluasi kesesuaian hasil produk dengan rancangan	4.15 Melakukan pemeriksaan produk sesuai dengan kriteria kelayakan produk/standar operasional
3.16 Memahami paparan deskriptif, naratif, argumentatif, atau persuasif tentang produk/jasa	4.16 Menyusun paparan deskriptif, naratif, argumentatif, atau persuasif tentang produk/jasa
3.17 Menentukan media promosi	4.17 Membuat media promosi berdasarkan segmentasi pasar

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.18 Menyeleksi strategi pemasaran	4.18 Melakukan pemasaran
3.19 Menilai perkembangan usaha	4.19 Membuat bagan perkembangan usaha
3.20 Menentukan standard laporan keuangan	4.20 Membuat laporan keuangan