BAB II
KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pendidikan Kejuruan

a. Pendidikan Kejuruan Secara Umum

Pendidikan kejuruan adalah pendidikan yang diselenggarakan bagi para siswa yang merencanakan dan mengembangkan karirnya pada bidang keahlian tertentu untuk bekerja secara produktif. Pendi-dikan kejuruan dirancang untuk mengembangkan keterampilan, kemampuan/kecakapan, pemahaman, sikap, kebiasaan-kebiasaan kerja, dan apresiasi yang diperlukan oleh pekerja dalam mamasuki pekerjaan dan membuat kemajuan-kemajuan dalam pekerjaan penuh makna dan produk-tif (Adhikary, P.K.,2005). Menurut Pavlova (2009) tradisi dari pendidikan kejuruan adalah menyiapkan siswa untuk bekerja. Pendidikan Kejuruan adalah pendidikan pada jenjang menengah yang mengutamakan pengembangan kemampuan siswa untuk melaksanakan jenis pekerjaan tertentu (PP 29 tahun 1990 Pasal 1 ayat 3).

Fungsi pendidikan kejuruan menyiapkan siswa menjadi tenaga kerja produktif antara lain meliputi:

a. Memenuhi keperluan tenaga kerja dunia usaha dan industri.
b. Menciptakan lapangan kerja bagi dirinya dan bagi orang lain.
c. Merubah status siswa dari ketergantungan menjadi bangsa yang berpenghasilan (produktif).

Sedangkan sebagai tenaga kerja professional siswa mampu mengerjakan tugasnya secara cepat, tepat dan effisien yang didasarkan pada unsur-unsur berikut:

a. Ilmu atau teori yang sistematis,
b. Kewenangan professional yang diakui oleh klien,
c. Sanksi dan pengakuan masyarakat akan keabsahan kewenangannya,
d. Kode etik yang *regulative*.

Selanjutnya, menyiapkan siswa menguasai IPTEK dimaksudkan agar siswa:

a. Mampu mengikuti, menguasai, dan menyesuaikan diri dengan kemajuan IPTEK.
b. Memiliki kemampuan dasar untuk dapat mengembangkan diri secara berkelanjutan

Prinsip pendidikan kejuruan didefinisikan sebagai generalisasi untuk menyiapkan dan menjadi arahan untuk program dan konstruksi kurikulum, evaluasi, pemilihan praktik instruksional, dan pengembangan kebijakan.Dengan kata lain: para praktisi pendidikan kejuruan dapat merencanakan/membuat program dan kurikulum pendidikan, evaluasi, dan proses pembelajaran maupun kebijaksanaan lain yang dikembangkan berdasarkan kepentingan dan perkembangan zaman atau IPTEK. Prinsip-prinsip kontemporer pendidikan kejuruan mencerminkan praktik sukses dari masa lalu dan reinterpretasi dari prinsip-prinsip ini untuk memenuhi kebutuhan perubahan zaman.

Barlow (1974) mengemukakan 7 prinsip pendidikan kejuruan:

a. Dikembangkan dan diselenggarakan untuk warganegara
b. Disediakan melalui pendidikan secara umum
c. Membuat variabel pendidikan kejuruan untuk semua
d. Integrasikan teori dan praktek di dalam pendidikan kejuruan
e. Melibatkan pemberi kerja di (dalam) program kejuruan
f. Melibatkan pemerintah secara umum di (dalam) pendidikan kejuruan di (dalam) area penetapan standard diinginkan dan pemerintah menyediakan dana untuk program
g. Menyediakan penguasaan belajar (mastery learning) dan instruksi secara individual.

Berdasarkan pemikiran para philosopher realisme dan pragmatisme, rumusan prinsip dasar pendidikan vokasi dapat dinyatakan sebagaimana dirumuskan Miller (1985) bahwa dalam penyelenggaraan pendidikan vokasi terdapat tiga prinsip dasar yang perlu diperhatikan, yaitu : *people*, program, dan proses.

Prinsip-prinsip yang dikemukan oleh Miller tersebut sesuai dengan pemikiran Prosser yang diwujudkan dengan 16 landasan filasafat (teori Prosser) dalam pendidikan vokasi yaitu filosofi prinsip dasar pendidikan vokasi dapat dirumuskan bahwa interaksi peserta didik dengan lingkungan yang serupa/ mirip dengan dunia kerja merupakan bentuk metafisika dan prinsip dasar peserta didik dalam pendidikan vokasi, proses belajar mengajar yang dilakukan baik teori maupun praktik

merupakan bentuk epistimologi dan prinsip program, dan memberi pengalaman belajar sesuai dengan situasi kerja merupakan bentuk axiologi dan prinsip proses

b. Pendidikan Kejuruan di Indonesia

Pendidikan kejuruan menurut Undang – Undang Sistem Pendidikan Nasional No 20 Tahun 2003 Pasal 15, merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta belajar terutama untuk bekerja dalam bidang tertentu. Pendidikan kejuruan mencakup institusi SMK dan MA Kejuruan, serta ada juga SMK+ (yang menyelenggarakan *community college*).

Pendidikan kejuruan telah terbukti mempunyai peran yang besar dalam pembangunan industri, seperti di Jerman. Dalam hal ini Gatot Hari Priyowiryanto dalam Kompas, 20 April 2002, (dalam Sugiyono, 2003: 12) menyatakan "Jerman menjadi negara industri yang tangguh karena didukung tenaga terampil lulusan sekolah kejuruan. Sekitar 80% sekolah menengah di Jerman adalah sekolah kejuruan, 20% sisanya adalah sekolah umum."

Menurut Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI), lulusan pendidikan kejuruan berada di level 2 yang diharapkan: 1) mampu melaksanakan satu tugas spesifik, dengan menggunakan alat, dan informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan, serta menunjukkan kinerja dengan mutu yang terukur, di bawah pengawasan langsung atasannya; 2) memiliki pengetahuan operasional dasar dan pengetahuan

faktual di bidang kerja yang spesifik, sehingga mampu memilih pemecahan yang tersedia terhadap masalah yang lazim timbul ; dan 3) bertanggung jawab pada pekerjaan sendiri dan dapat diberi tanggung jawab membimbing orang lain. Supaya dapat mengimplementasikan hal tersebut, maka seorang siswa SMK/MAK/SMK+ harus memiliki ilmu pengetahuan (*science*), pengetahuan (*knowledge*), pengetahuan praktis (*know – how*), keterampilan (*skill*) dan kompetensi (*competency*) yang cukup untuk terjun ke dunia kerja.

Merujuk pada surat edaran Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8275/ D5.3/ KR/ 2016 tanggal 15 November 2016 tentang Spektrum Keahlian Pendidikan Menengah Kejuruan, bidang keahlian pendidikan menengah kejuruan berjumlah sembilan bidang yang terdiri dari: 1) teknologi dan rekayasa; 2) energi dan pertambangan; 3) teknologi informasi dan komunikasi; 4) kesehatan dan pekerjaan sosial; 5) agribisnis dan agroteknologi; 6) kemaritiman; 7) bisnis dan manajemen; 8) pariwisata; dan 9) seni dan industri kreatif. Dalam setiap bidang keahlian terdiri dari beberapa program keahlian dan program keahlian terdiri dari beberapa kompetensi keahlian.

Bidang keahian teknologi dan rekayasa program keahlian teknik mesin sendiri memiliki enam kompetensi keahlian, yaitu 1) teknik pemesinan; 2) teknik pengelasan; 3) teknik pengecoran logam; 4) teknik mekanik industri; 5) teknik perancangan dan gambar mesin; 6) teknik

fabrikasi logam dan manufaktur. Semua kompetensi keahlian memiliki durasi belajar tiga tahun, kecuali teknik fabrikasi logam dan manufaktur durasi belajarnya adalah empat tahun.

2. Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan

Sesuai dengan PP Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan, istilah paket keahlian diubah kembali menjadi kompetensi keahlian (Surat edaran Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8275/ D5.3/ KR/ 2016 tanggal 15 November 2016 tentang Spektrum Keahlian Pendidikan Menengah Kejuruan). Secara umum kompetensi keahlian teknik pemesinan membekali siswa untuk mengenal, mamahami materi tentang mesin-mesin produksi. Namun demikian perlu bagi kita untuk mengetahui lebih mendalam mengenai apa itu teknik pemesinan. Teknik mesin merupakan cabang *engineering* tertua dan terbesar yang merupakan sebuah disiplin yang berurusan dengan sistem-sistem mekanik, mesin-mesin bermotor, dan metode-metode manufaktur atau produksi.

Tujuan Program Keahlian Teknik Pemesinan secara umum mengacu pada isi Undang-undang Sistem Pendidikan Nasional (UU SPN) pasal 3 mengenai Tujuan Pendidikan Nasional dan penjelasan pasal 15 yang menyebutkan bahwa pendidikan kejuruan merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta didik untuk bekerja dalam bidang tertentu. Secara khusus tujuan kompetensi keahlian teknik pemesinan adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan

sikap agar kompeten dalam bidang pemesinan yang meliputi keterampilan mengoperasikan mesin-mesin produksi (mesin bubut, mesin frais, mesin gerinda, mesin CNC), mengasah alat potong, pengelasan, dan fabrikasi logam. Secara rincinya adalah mendidik peserta didik dengan keahlian dan keterampilan dalam program keahlian teknik pemesinan agar dapat bekerja baik secara mandiri atau mengisi lowongan pekerjaan yang ada di dunia usaha dan dunia industri sebagai tenaga kerja tingkat menegah. Mendidik peserta didik agar mampu memilih karir, berkompetisi, dan mengembangkan sikap profesional dalam program keahlian teknik pemesinan.

a. Teknik Pemesinan Frais

Teknik pemesinan frais merupakan salah satu mata pelajaran produktif yang diajarkan pada kelas XII Sekolah Menengah Kejuruan/ Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/ MAK) untuk Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan. Mata pelajaran ini perlu dikuasai siswa dikarenakan merupakan salah satu dasar agar siswa memiliki kemampuan yang baik di bidang pemesinan. Teknik pemesinan frais membahas secara rinci proses produksi komponen yang berbentuk silindris maupun persegi dan segala hal yang terkait dengan proses pemesinan. Berbeda dengan teknik pemesinan bubut, pemesinan frais dapat memproduksi berbagai macam bentuk komponen yang lebih kompleks.

Mesin frais adalah mesin perkakas untuk mengerjakan atau menyelesaikan suatu benda kerja dengan mempergunakan pisau *Milling*

(*cutter*) sebagai pahat penyayat yang berputar pada sumbu mesin. Mesin frais termasuk mesin perkakas yang mempunyai gerak utama yang berputar, Pisau Frais dipasang pada sumbu/arbormesin yang didukung dengan alat pendukung arbor, jika arbor mesin berputar melalui suatu putaran motor listrik maka pisau Frais akan ikut berputar, arbor mesin dapat ikut berputar kekanan dan kekiri sedangkan banyaknya putaran dapat diatur sesuai kebutuhan. Prinsip kerja dari mesin Frais yaitu pahat potong/pemotong Frais melakukan gerak rotasi dan benda kerja dihantarkan pada pemotong Frais tersebut. *Milling* (Frais) adalah proses menghilangkan/pengambilan fatal-fatal dari bahan atau benda kerja dengan pertolongan dari alat potong yang berputar dan mempunyai sisi potong, kecuali pahat potong yang bersisi tunggal yang juga digunakan

b. Kurikulum di SMK

Kurikulum adalah perangkat mata pelajaran dan program pendidikan yang diberikan oleh suatu lembaga penyelenggara pendidikan yang berisi rancangan pelajaran yang akan diberikan kepada peserta pelajaran dalam satu periode jenjang pendidikan. Kurikulum yang diterapkan di SMK sekarang adalah kurikulum 2013. Dalam hal ini Kurikulum 2013 yaitu kurikulum yang terintegrasi, maksudnya adalah suatu model kurikulum yang dapat mengintegrasikan *skill, themes, concepts, and topics* baik dalam bentuk *within single*

disciplines, across several disciplines and within and across learners. (Poerwati & Amri, 2013: 28).

Adapun obyek pembelajaran dalam kurikulum 2013 adalah fenomena alam, sosial, seni, dan budaya. Melalui pendekatan itu diharapkan siswa memiliki kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan jauh lebih baik. Mereka akan lebih kreatif, inovatif, dan lebih produktif sehingga nantinya mereka bisa sukses dalam menghadapi berbagai persoalan dan tantangan di jamannya, memasuki masa depan yang lebih baik.

Pengembangan Kurikulum 2013 dilandasi secara filosofis, yuridis, dan konseptual sebagai berikut.

1) Landasan Filosofis
   a) Filosofi Pancasila yang memberikan berbagai prinsip dasar dalam pembangunan pendidikan.
   b) Filosofi pendidikan yang berbasis pada nilai – nilai luhur, nilai akademik, kebutuhan peserta didik, dan masyarakat.
2) Landasan Yuridis
   a) RPJMM 2010 – 2014 Sektor Pendidikan, tentang Perubahan Metodologi Pembelajaran dan Penataan Kurikulum.
   b) PP No. 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan.
   c) INPRES Nomor 2 Tahun 2010, tentang Percepatan Pelaksanaan Prioritas Pembangunan Nasional, penyempurnaan kurikulum dan

metode pembelajaran aktif berdasarkan nilai – nilai budaya bangsa untuk membentuk daya saing dan karakter bangsa.

3) Landasan Konseptual

a) Relevansi Pendidikan (*link and match*).
b) Kurikulum berbasis kompetensi dan karakter.
c) Pembelajaran kontekstual (*contextual teaching and learning*).
d) Pembelajaran aktif (*student active learning*).
e) Penilaian yang valid, utuh, dan menyeluruh.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016 Tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah bahwasannya Kurikulum 2013 mencakup Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah (SD/MI), Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah (SMP/MTs), Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA), dan Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/MAK). Kurikulum 2013 terdiri atas kerangka dasar kurikulum dan struktur kurikulum. Pelaksanaan pembelajaran pada Sekolah Menangah Atas/ Madrasah Aliyah (SMA/ MA) dan Sekolah Menengah Kejuruan/ Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/ MAK) dilakukan dengan pendekatan pembelajaran sebagai mata pelajaran yang berdiri sendiri.

Pada Bab II Permendikbud Nomor 24 Tahun 2016 dijelaskan tentang Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD). Kompetensi

Inti (KI) merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai standar kompetensi lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik pada setiap tingkat kelas. KI pada Kurikulum 2013 meliputi: 1) Kompetensi inti sikap spiritual, 2) Kompetensi inti sikap sosial, 3) Kompetensi inti pengetahuan, dan 4) Kompetensi inti keterampilan. Sedangkan Kompetensi Dasar (KD) berisi kemampuan dan materi pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada masing – masing satuan pendidikan yang mengacu pada kompetensi inti.

3. Mesin Frais

a. Definisi Mesin Frais

Mesin frais (*milling machine*) adalah mesin perkakas yang dalam proses kerja pemotongannya dengan menyayat atau memakan benda kerja menggunakan alat potong bermata banyak yang berputar (*multipoint cutter*). (Rasum, 2006)

b. Prinsip Kerja Mesin Frais

Pengerjaan yang terjadi di mesin frais horizontal. Benda kerja dijepit di suatu ragum mesin atau peralatan khusus atau dijepit di meja mesin frais. Pemotongan dikerjakan oleh pemakanan benda kerja di bawah suatu pisau yang berputar. Pekerjaan yang terjadi mesin frais vertikal. Pergerakkan meja dan ke atas dan ke bawah dari spindel. Mesin frais vertikal dapat menghasilkan permukaan horizontal.

c. Macam-Macam Mesin Frais

Terdapat beberapa jenis mesin frais. Berdasarkan spindelnya mesin frais dibedakan atas:

1) Mesin frais vertikal, merupakan mesin frais dengan poros utama sebagai pemutar dengan pemegang alat potong dengan posisi tegak.



Gambar 1. Frais Vertikal

2) Mesin frais horizontal, merupakan mesin frais yang poros utamanya sebagai pemutar dan pemegang alat potong pada posisi mendatar.



Gambar 2. Frais Horisontal

3) Mesin universal, merupakan mesin yang pada dasarnya gabungan dari mesin frais horizontal dan mesin frais vertikal.mesin ini dapat mengerjakan pekerjaan pengefraisan muka, datar, spiral, roda gigi,

pengeboran dan reamer serta pembuatan alur luar dan alur dalam.



Gambar 3. Frais *Universal*

d. Bagian Utama dan Kelengkapannya

Setiap mesin memiliki bagian-bagian penyusun. Berikut ini bagian utama mesin frais:

1) Head

Merupakan tempat mekanisme motor penggerak terpasang untuk menggerakkan spindel.



Gambar 4. Head

2) Spindel

Merupakan bagian yang menggerakkan arbor (tempat mata pahat/cutter).

3) Arbor

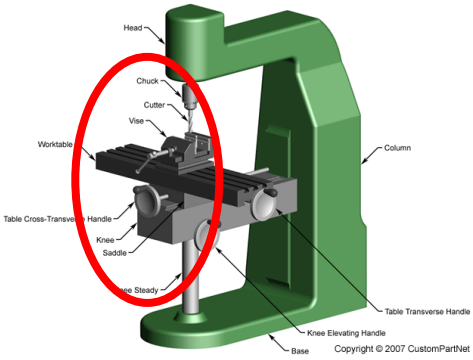
Arbor digunakan untuk mencekan pahat frais yang terpasng pada sumbu utama.



Gambar 5. Arbor

4) Column

Column berfungsi untuk menyokong dan menuntun knee saat bergerak vertikal.



Gambar 6. Column

5) Knee

Merupakan bagian yang terapsang pada column, tempat mekanisme (transmisi penggerak) pengaturan pemakanan (feed) dan menopang saddle



Gambar 7. Knee

6) Saddle

Saddle terpasang pada knee yang bergerak keluar masuk ke arah operator secara manual dengan mengatur handwheel maupun secara otomatis. Saddle digunakan untuk menopang meja.

7) Base

Merupakan landasan mesin yang terletak menyatu dengan lantai. Base juga berfungsi sebagai reservoir (penampung fluida pendingin).



Gambar 8. Base

8) Kepala pembagi

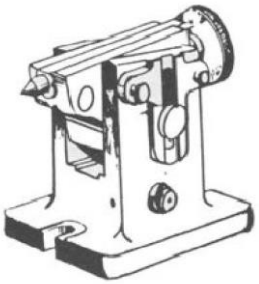
Benda kerja dapat dipasang antara dua senter, satu senter dipasang dalam lubang dalam spindel kepala pembagi dan senter lainnya dipasang pada kepala lepas.



Gambar 9. Kepala pembagi

9) Kepala lepas

Kepala lepas digunakan untuk menahan benda kerja yang panjang, kepala lepas sebagai salah satu senter pada mesin frais.



Gambar 10. Kepala lepas

10) Meja putar

Untuk mesin frais tegak, meja putar digunakan sebagai kepala pembaginya. Pada alat ini dibuat alur T untuk mencekam benda kerja dengan baut jepit.

11) Ragum (tanggem penjepit/facing fixture vise)

Ragum digunakan untuk menjepit benda kerja.

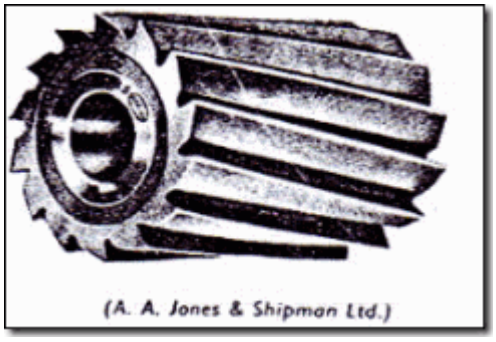


Gambar 11. Ragum

e. Macam-Macam Pisau Frais dan Kegunaannya

Ada bermacam-macam pisau pada mesin frais. Berikut ini jenis pisau frais dan kegunaannya adalah:

1) Pisau silindris, pisau ini digunakan untuk menghasilkan permukaan horizontal dan dapat mengerjakan permukaan yang lebar dan pekerjaan berat.



Gambar 12. Pisau silindris

2) Pisau muka dan sisi, pisau ini memiliki gigi potong di kedua sisinya. Digunakan untuk menghasilkan celah dan ketika digunakan dalam pemasangan untuk menghasilkan permukaan rata, kotak, hexagonal, dll. Untuk ukuran yang besar, gigi dibuat terpisah dan

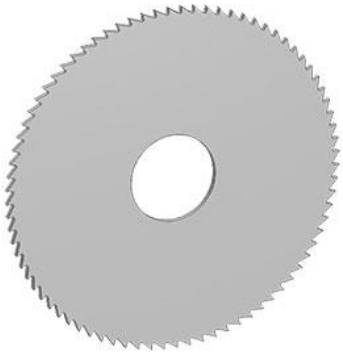
dimasukkan ke dalam badan pisau. Keuntungan ini memungkinkan cutter dapat dicabut dan dipasang jika mengalami kerusakan.

3). *Slotting cutter*, Pisau ini hanya memilki gigi di bagian kelilingnya dan pisau ini digunakanuntuk pemotongan celah dan alur pasak



Gambar 13. *Slotting cutter*

4). *Metal slitting saw*, pisau ini memiliki gigi hanya di bagian keliling saja atau memiliki gigi keduanya di bagian keliling dan sisi sisinya. Digunakan untuk memotong kedalaman celah dan untuk memotong panjang dari material.



Gambar 14. *Metal slitting saw*

5). Frais ujung, Frais ujung berukuran dari berdiameter 4 mm sampai diameter 40 mm.



Gambar 15. Pisau frais ujung

6). *Shell end mill*, Kelopak frais ujung dibuat untuk disesuaikan dibor pendek yang dipasang di poros. Kelopak frais ujung lebih murah untuk diganti daripada frais ujung padat/solid.



Gambar 16. Pisau *shell end mill*

7). Frais muka, Pisau ini dibuat untuk mengerjakan pemotongan berat dan juga digunakan untuk menghasilkan permukaan yang datar. Ini lebih akurat daripada cylindrical slab mill/frais slab silindris. Frais muka memiliki gigi di ujung muka dan kelilingnya. Panjang dari gigi di kelilingnya selalu kurang dari separuh diameter dari pisaunya.



Gambar 17. Pisau frais muka

8). *T-slot cutter* Pisau ini digunakan untuk frais celah awal. Suatu celah atau alur harus dibuat pada benda kerja sebelum pisau ini digunakan.



Gambar 18. *T slot cutter*

4. Roda Gigi

a. Pengertian Roda Gigi

Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang saling bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Dua atau lebih roda gigi yang bersinggungan dan bekerja bersama-sama disebut sebagai transmisi roda gigi, dan bisa menghasilkan keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi.

Roda gigi mampu mengubah kecepatan putar, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya. Tidak semua roda gigi berhubungan dengan roda gigi yang lain; salah satu kasusnya adalah pasangan roda gigi dan pinion yang bersumber dari atau menghasilkan gaya translasi, bukan gaya rotasi.

Transmisi roda gigi analog dengan transmisi sabuk dan puli. Keuntungan transmisi roda gigi terhadap sabuk dan puli adalah keberadaan gigi yang mampu mencegah slip, dan daya yang ditransmisikan lebih besar. Namun, roda gigi tidak bisa mentransmisikan daya sejauh yang bisa dilakukan sistem transmisi roda dan puli kecuali ada banyak roda gigi yang terlibat di dalamnya.

Ketika dua roda gigi dengan jumlah gigi yang tidak sama dikombinasikan, keuntungan mekanis bisa didapatkan, baik itu kecepatan putar maupun torsi, yang bisa dihitung dengan persamaan

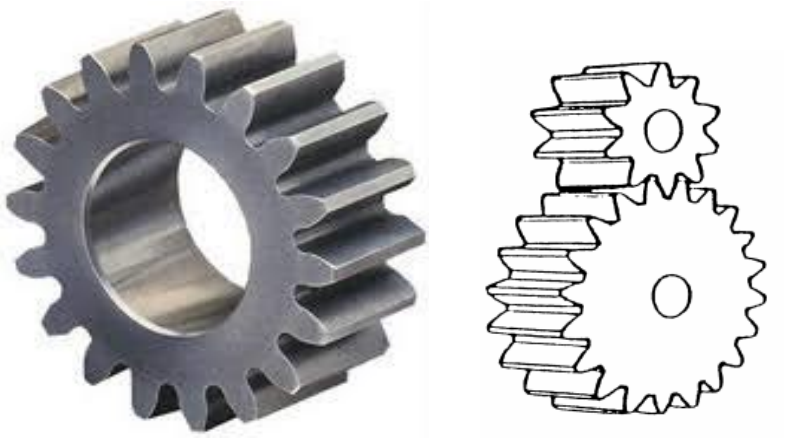
yang sederhana. Roda gigi dengan jumlah gigi yang lebih besar berperan dalam mengurangi kecepatan putar namun meningkatkan torsi.

b. Macam-macam Roda Gigi

Roda gigi mempunyai beberapa macam jenis dan bentuk dengan fungsi yang berbeda-beda. Proses pembuatan dari setiap macam roda gigi juga berbeda beda. Berikut contoh macam-macam roda gigi adalah:

1) Roda gigi lurus

Roda gigi lurus paling banyak dijumpai pada kehidupan sehari-hari. Bentuk roda gigi ini terdiri dari silinder atau piringan dengan gigi yang benbentuk secara radial.



Gambar 19. Roda gigi lurus

2) Roda gigi miring/helix

Roda gigi miring/helix merupakan roda gigi secara desain tidak menimbulkan banyak suara atau dengan kata lain minimum getaran. Roda gigi helix mampu diaplikasikan pada kecepatan tinggi, beda dengan roda gigi lurus jika diaplikasikan pada kecepatan tinggi maka getaran yang dihasilkan semakin besar.



Gambar 20. Roda gigi miring

3) Roda gigi payung

Roda gigi payung adalah roda gigi yang berbentuk menyudut atau mengkerucut. Jenis roda gigi ini sering dijumpai pada garden mobil atau pada pintu bendungan yang menggunakan roda gigi.



Gambar 21. Roda gigi payung

4) Roda gigi dalam

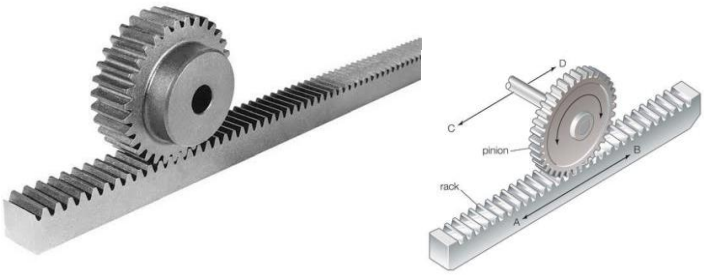
Roda gigi dalam memiliki gigi-gigi pada bagian dalam sebuah lingkaran silindris. Roda gigi jenis ini biasanya terdapat pada *gearbox* sebuah mesin bertenaga.



Gambar 22. Roda gigi dalam

5) Rack dan pinion

Roda gigi jenis ini terdiri dari sebuah roda gigi dan sebuah rack atau batang bergigi. Ketika pinion berputar, rank akan bergerak lurus. Mekanisme ini digunakan pada mesin bubut yaitu mengubah rotasi handle mesin bubut menjadi pergerakan ke kanan dan ke kiri dari rack sehinga eretan bergerak berubah arah.



Gambar 23. Rack dan pinion

6) Roda gigi cacing

Roda gigi cacing merupakan sebuah batang yang pada batangnya terdapat *screw* atau ulir. Pasangan roda gigi cacing ini adalah roda gigi lurus. Roda gigi cacing mampu mendapatkan rasio torsi yang tinggi dan kecepatan putar yang rendah. Biasanya, pasangan roda gigi lurus atau roda gigi helix hanya memiliki rasio maksimum 10:1, namun roda gigi cacing mampu mencapai rasio 500:1.



Gambar 24. Roda gigi cacing

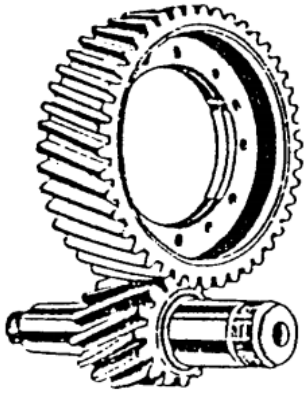
5. Roda Gigi Miring/helix

a. Pengertian Roda Gigi Miring/helix

Roda gigi miring/helix adalah penyempurnaan dari spur. Ujung-ujung dari gigi-giginya tidak paralel terhadap aksis rotasi, melainkan tersusun miring pada derajat tertentu. Karena giginya bersudut, maka menyebabkan roda gigi terlihat seperti heliks.

Roda gigi miring kriterianya hampir sama dengan roda gigi lurus. Roda gigi miring dipakai untuk memindah-kan putaran antara poros-

poros yang sejajar. Sudut kemiringan adalah sama pada setiap roda gigi, tetapi satu roda gigi harus mempunyai kimiringan ke sebelah kanan dan yang lain ke kiri.



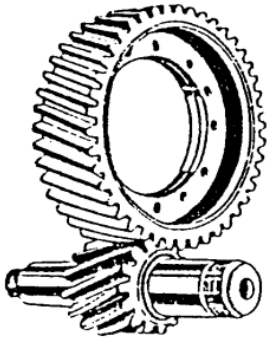
Gambar 25. Roda gigi helix/miring

Gigi-gigi yang bersudut menyebabkan pertemuan antara gigi-gigi menjadi perlahan sehingga pergerakan dari roda gigi menjadi halus dan minim getaran. Berbeda dengan spur di mana pertemuan gigi-giginya dilakukan secara langsung memenuhi ruang antara gigi sehingga menyebabkan tegangan dan getaran. Roda gigi heliks mampu dioperasikan pada kecepatan tinggi dibandingkan spur karena kecepatan putar yang tinggi dapat menyebabkan spur mengalami getaran yang tinggi. Spur lebih baik digunakan pada putaran yang rendah. Kecepatan putar dikatakan tinggi jika kecepatan linear dari pitch melebihi 25 m/detik

Roda gigi heliks bisa disatukan secara paralel maupun melintang. Susunan secara paralel umum dilakukan, dan susunan secara melintang biasanya disebut dengan *skew*.

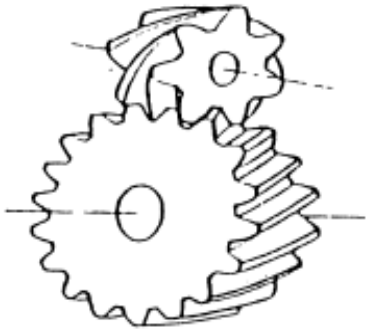
b. Macam-macam Roda Gigi Miring/helix

1) Roda gigi miring biasa



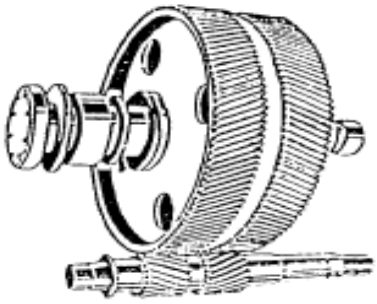
Gambar 26. Roda gigi miring biasa

2) Roda gigi miring silang



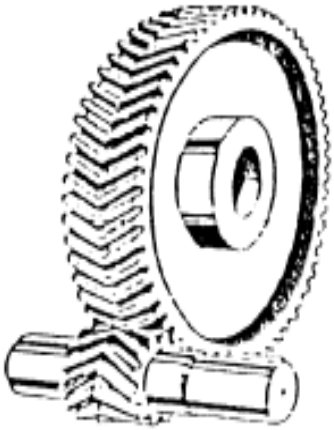
Gambar 27. Roda gigi miring silang

3) Roda gigi miring ganda



Gambar 28. Roda gigi miring ganda

4) Roda gigi ganda bersambung



Gambar 29. Roda gigi ganda bersambung

c. Ciri-ciri Roda Gigi Miring/helix

Ciri-ciri rodagigi miring adalah:

1) Arah gigi membentuk sudut terhadap sumbu poros.
2) Distribusi beban sepanjang garis kontak tidak seragam.
3) Kemampuan pembebanan lebih besar daripada roda gigi lurus.
4) Gaya aksial lebih besar sehinggamemerlukan bantalan aksial dan roda gigi yang kokoh.

d. Kelebihan dan Kekurangan Roda Gigi Miring/helix

1) Kelebihan
   a) Roda gigi ini mampu memindahkan putaran lebih dari 3600 rpm dan kecepatan keliling lebih dari 5000 ft/menit.
   b) Dalam pengoperasiannya rodagigi miring lebih lembut dan tingkat kebisingannya rendah dengan perkontakan antara gigi lebih dari 1.

2) Kekurangan

Sudut helix yang menimbulkan beban frusit (beban aksial terhadap poros) sehingga harus memakai bantalan.

e. Ukuran Utama Roda Gigi Helix

Ukuran-ukuran utama yang perlu diketahui dan di hitung pada pembuatan roda gigi miring meliputi:

1) Modul gigi

2) Diameter jarak bagi,diameter kepala,dan diameter kaki gigi

3) Tinggi kaki gigi,tinggi kepala,dan tinggi dari gigi menurut standar yang berlaku

4) Jarak antara poros

5) Sudut gigi

6) Angka transmisi,untuk roda gigi yang berpasangan

f. Langkah yang perlu diperhatikan dalam pembuatan Roda Gigi Helix

1) Perhitungan ukuran roda gigi miring

Beberapa ukuran yang harus diketahui sebelum pengefraisan roda gigi miring antara lain:

a) Diameter pitch

Diameter pitch dalam system metric ditentukan oeh jumlah gigi,modul dan sudut kemiringan diameter pitch = jumlah gigi x modul x secant sudut kemiringan = z x m x secβ**.** Pada sistem *diametral pitch*, diameter pitch ditentukan oleh jumlah gigi, diametral pitch, dan sudut kemiringan jumlah gigi x sec sudut miring.

$$\text{Diameter Pitch} = \frac{jumlah\ gigi\ x\ \sec ant\ sudut\ \text{miring}}{DP}$$

$$= \left(\frac{z.\sec antB}{DP}\right)$$

Gambar 30. Rumus perhitungan Diameter Pitch

b) Diameter luar

Diameter luar merupakan diameter bahan awal yang harus dibubut. Diameter luar = diameter pitch+(2 x modul) = (z x m x secβ)+(2 x m). Diameter dalam = diameter pitch + (z/diameter pitch) = (z/DP x secβ)+(z/DP).

c) Kisar yang harus dipotong

Kisar benda kerja = diameter pitch/tan sudut miring = (DP/tgβ)

d) Rasio pemindaan gigi

Rasio pemindahan gigi merupakan perbandingan antara kisar kerja dengan kisar mesin. Sudut miring benda kerja merupakan susut penyetelan juga untuk meja. Selanjutnya untuk

mencari roda-roda tukar atau roda gigi pengganti dapat digunakan rumus:

$$UW = \frac{zPG}{zDG} = \frac{pl}{pw}$$

Uw : Perbandingan roda gigi dari roda-roda tukar

Pl : Kisar benda kerja dalam mm

Pw : Kisar sekerup penghantar dari meja frais

ZPG : hasil jumlah gigi dari roda-roda tukar penggerak

ZDG :hasil kali jumlah gigi dari roda-roda tukar yang digerakkan

2) Pemilihan pisau frais

Dalam pengefraisan roda gigi lurus jumlah gigi yang akan difrais dan pitch menentukan jenis pisau yang akan dipakai. Namun demikian dalam pengefraisan roda gigi miring, sudut kemiringan mengakibatkan pitch menjadi lebih besar dibanding dengan roda gigi lurus meskipun pada jumlah dan ukuran gigi yang sama. Oleh karena itu diperlukan jenis pisau yang berbeda pula. Nomor pisau dalam pengefraisan roda gigi miring tidak ditentukan oleh junlah gigi, namun ditentukan oleh jumlah gigi bayangan pada roda gigi bayangan. Jumlah gigi bayanghan pada roda gigi bayangan dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut:

Jumlah gigi bayangan = (jumlah gigi/$\cos^3$ sudut miring) = ($z/ \cos^3 \beta$)

3) Pemasangan roda gigi pengganti

Pada pengefraisan miring tidak dapat dilepaskan dari pemasangan roda-roda gigi pengganti yang akan mengubungkan gerakan meja mesin frais dan gerakan spindel alat bantu. Roda gigi

pertama dipasang pada meja mesin, roda gigi kedua dan ketiga dipasang pada quadrant plate dan roda gigi keempat dipasang pada alat bantu yang akan menggerakkan benda kerja (misal kepala pembagi). Jumlah poros dan jumlah pasangan gigi akan sangat ditentukan oleh arah pemotongan giginya. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penmasangan roda gigi antara lain:

a) Telitilah pengunci gerakan plat pembagi
b) Teliti dan pastikan putaran benda kerja dan dan meja pada arah yang benar
c) Yakinkan bahwa roda gigi terpasang dengan benar dan berputar dengan bebas serta tidak terkunci

4) Pemasangan benda kerja

Dalam pengefraisan roda gigi miring, pencekaman benda kerja dapat dilakukan dengan menjepit benda kerja menggunakan mandrel diantara dua senter kepala pembagi dan kepala lepas yang dilengkapi dengan pelat pembawa, dapat pula dilakukan dengan cara benda kerja dijepit dengan cekam rahang tiga yang dipasang pada poros kepala pembagi dengan didudkung senetr maupun tanpa didukung senter. Penting artinya untuk memastikan bahwa benda kerja terpasang dengan mantap pada mandrel dan mampu menahan gerakan benda dibawah tekanan yang dihasilkan dari proses pemotongan.

5) Setting pahat terhadap benda kerja

Langkah terpenting sebelum mengatur kedudukan meja mesin adalah menempatkan pahat sesumbu dengan benda kerja.

6) Setting meja mesin frais

Meja mesin harus diatur sebesar sudut miring yang akan dipotong.

a) untuk roda gigi miring kanan: putar ujung kanan meja mendekati kolom
b) untuk roda gigi miring kiri, putar ujung kiri meja mendekati kolom

7) Setting dalam pemotongan gigi miring

Perhitungan kedalaman pemotongan pada pengefraisan roda gigi miring sama dengan kedalaman pemotongan pada roda gigi lurus yaitu 2,25 x m.

8) Pemotongan gigi miring

6. Media

1. Pengertian Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa latin medius yang secara harfiah berarti “tengah”, “perantara”, atau “pengantar”. Dalam bahasa Arab, media adalah perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan (Arsyad, 2011: 3). Dalam pengertian ini, guru , buku teks, dan lingkungan sekolah merupakan media. Secara lebih khusus,

pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan sebagai alat – alat grafis, photografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses dan menyusun kembali informasi visual atau verbal. Menurut Heinich (1993) (dalam Susilana & Riyana, 2009: 6) media merupakan alat saluran komunikasi. Heinich mencontohkan media ini seperti film, televisi, diagram, bahan tercetak (*printed materials*), komputer, dan instruktur.

Sementara itu Asosiasi Pendidikan Nasional (*Nation Education Association*/ NEA) memberikan batasan tentang media yaitu bentuk-bentuk komunikasi baik tercetak maupun audio visual serta bebagai peralatannya. Media pendidikan adalah sumber belajar dan dapat juga diartikan dengan manusia dan benda atau peristiwa yang membuat kondisi siswa mungkin memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap. Selain alat yang berupa benda, yang digunakan untuk menyalurkan pesan dalam proses pendidikan, pendidikan sebagai figur sentral atau model dalam proses interaksi edukatif merupakan alat pendidikan yang juga harus di perhitungkan.

Menurut Hamalik (1986), media pembelajaran adalah hubungan komunikasi interaksi akan berjalan lancar dan tercapainya hasil yang maksimal, apabila menggunakan alat bantu yang disebut media komunikasi. Dalam pengertian komunikasi, media adalah alat yang memindahkan informasi (pesan) dari sumber kepada penerima. Menurut Schramm (1982) (dalam Susilana & Riyana, 2009: 6) media

pembelajaran adalah teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran.

Dari beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah wadah dari pesan berupa materi yang ingin disampaikan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Dengan penggunaan media pembelajaran secara interaktif diharapkan siswa dapat menyerap informasi pembelajaran lebih banyak dan lebih baik sesuai dengan tujuan pembelajaran.

2. Manfaat Media Pembelajaran

Menurut Hamalik (1986) bahwa pemakaian media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologis terhadap siswa.

Encyclopedia of Educational Research dalam Hamalik (1994:5) merincikan manfaat media pendidikan sebagai berikut:

1) Meletakkan dasar-dasar yang konkrit untuk berpikir, oleh karena itu mengurangi verbalisme.
2) Memperbesar perhatian siswa.
3) Meletakkan dasar-dasar penting untuk perkembangan belajar, oleh karena itu membuat pelajaran lebih mantap.
4) Memberikan pengalaman nyata yang dapat menmbuhkan kegiatan berusaha sendiri di kalangan siswa.

5) Menumbuhkan pemikiran yang teratur dan kontinyu, terutama melalui gambar hidup.
6) Membantu tumbuhnya pengertian yang dapat membantu perkembangan kemampuan berbahasa.
7) Memberikan pengalaman yang tidak mudah diperoleh dengan cara lain, dan membantu efisiensi dan keragaman yang lebih banyak dalam belajar.

Dari beberapa pendapat ahli di atas, dapat disimpulkan beberapa manfaat dari penggunaan media pembelajaran antara lain :

1) Dapat memperjelas materi pembelajaran sehingga berdampak pada kelancaran proses dan peningkatan hasil belajar.
2) Dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian peserta didik yang pada akhirnya akan menimbulkan motivasi belajar.
3) Dapat mengatasi keterbatasan ruang dan waktu;
   a) Objek yang terlalu besar untuk ditampilkan langsung di kelas dapat diganti dengan foto atau gambar.
   b) Objek yang terlalu kecil dapat disajikan dalam bentuk foto atau gambar.
   c) Objek atau proses yang rumit dapat ditampilkan secara konkrit dalam bentuk video atau simulasi.
4) Dapat memberikan kesamaan pengalaman langsung kepada peserta didik dan memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan guru.

3. Modul

Modul digunakan oleh siswa sebagai alat untuk belajar secara mandiri dan digunakan seorang pengajar untuk memberikan materi kepada siswa secara runtut. Modul merupakan media yang digunakan untuk belajar secara mandiri karena di dalam modul terdapat petunjuk belajar yang memungkinkan siswa dapat belajar sendiri tanpa bantuan pengajar. Segala aspek seperti halnya bahasa, struktuk desain dan pola juga diatur sedemikian rupa sehingga membuat siswa merasa lebih mudah dalam belajar. Modul merupakan alat yang dapat digunakan guru dalam mengajar, karena modul merupakan alat yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan SK dan KD.

Menurut Depdiknas (2008) sebuah modul dikatakan baik apabila memenuhi beberapa karakteristik sebagai berikut:

1) *Self Instructional*

Seorang pelajar dapat membelajarkan diri sendiri tanpa perlu bantuan pihak lain seperti guru dan buku yang lain. Meskipun pada kenyataannya seorang siswa tetap membutuhkan bimbingan dan pendamping ketika dihadapkan pada sebuah materi yang rumit, akan tetapi modul yang baik adalah modul yang memberikan solusi ketika siswa merasa kesulitan dalam belajar menggunakan modul tersebut.

Sebuah modul dikatakan memiliki sifat self instructional jika memenuhi beberapa syarat dibawah ini;

a) Berisi tujuan yang dirumuskan secara jelas
b) Materi yang dimuat merupakan materi yang dibagi dalam unit kecil/ spesifik sehingga memudahkan siswa belajar secara tuntas.
c) Terdapat contoh dan ilustrasi pada konsep yang abstrak untuk mendukung kejelasan dalam pemaparan materi pembelajaran.
d) Menampilkan soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang dapat digunakan siswa untuk mengukur kemampuannya secara mandiri.
e) Kontekstual, materi yang disajikan terkait dengan suasana lingkungan
f) Menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif
g) Terdapat rangkuman materi
h) Terdapat instrument penilaian
i) Terdapat umpan balik
j) Tersedia tentang informasi rujukan.

2) *Self contained*

Seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi yang hendak dipelajari terdapat di dalam modul tersebut yang disusun secara utuh dan runtut

3) *Stand alone*

Modul yang baik adalah modul yang tidak bergantung pada media lain saat digunakan oleh siswa. Modul yang bagus merupakan modul yang apabila digunakan sudah mendukung semua materi yang hendak dipelajari oleh siswa dan tidak diperlukan media lain yang digunakan secara bersama-sama. Apabila seorang siswa masih membutuhkan media lain untuk pemenuhan belajarnya, maka modul tersebut bukan kategori modul yang berdiri sendiri.

4) *Adaptive*

Modul yang hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Modul yang adaptif adalah modul yang dapat menyesuaikan dengan perkembangan ilmu dan selalu memberikan informasi-informasi mengenai keterbaruan ilmu.

5) *User friendly*

Modul yang baik adalah modul yang mampu bersahabat dengan si pembaca. Setiap informasi dan instruktur yang terdapat didalamnya bersifat membantu dan memudahkan siswa dalam belajar.

4. Pengembangan Media Pembelajaran

Menurut Sujarwo (2012: 4) pengembangan media pembelajaran dapat diartikan sebagai upaya mengadaptasi, merekayasa, atau

menyesuaikan (modifikasi) media pembelajaran yang sudah ada dengan kebutuhan dalam proses pembelajaran. Dalam proses pembelajaran seringkali tidak dilengkapi dengan media pembelajaran yang memadai. Pendidik (fasilator) ataupun pengelola/penyelenggara program dituntut untuk mampu merancang, menyusun atau mengembangkan media yang digunakan dalam proses pembelajaran.

Menurut Arsyad (2011: 105), pengembangan media pembelajaran merupakan salah satu kriteria yang digunakan dalam pemilihan media untuk mendukung penyampaian isi bahan pelajaran dengan mudah. Pengembangan media pembelajaran meliputi media berbasis visual (yang meliputi gambar, *chart*, grafik, transparasi, dan *slide*), media berbasis *audio-visual* (video dan *audio-tape*), dan media berbasis komputer (komputer dan video interaktif). Pengembangan media pembelajaran yang diterapkan dalam pendidikan akan meningkatkan minat siswa dalam mengikuti materi pelajaran dan memahami materi pelajaran yang telah disampaikan guru.

Menurut Tiwan (2010:2) pada pembuatan modul pembelajaran ada beberapa faktor yang harus diperhatikan diantaranya materi yang diajarkan, subyek yang belajar dan lingkungan belajar. Agar menghasilkan modul yang mampu meningkatkan motivasi penggunanya, maka modul harus mencakup karakteristik yang diperlukan, yaitu:

1) Mampu membelajarkan diri sendiri

2) Tidak tergantung pada pihak lain
3) Keutuhan cakupan materi pembelajaran
4) Tidak tergantung pada media lain
5) Interaktif adaptif terhadap perkembangan ilmu dan teknologi
6) Bersahabat/akrab dengan pemakainya

Menurut S. Nasution (2008: 217-218), penyusunan modul atau pengembangan modul dapat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1) Merumuskan secara jelas dan spesifik sejumlah tujuan yang akan diamati dan diukur.
2) Uraian tujuan-tujuan itu menentukan langkah-langkah yang diikuti dalam modul tersebut.
3) Membuat tes diagnostik untuk mengukur latar belakang siswa, pengetahuan dan kemampuan yang telah dimilikinya sebagai prasyarat untuk menempuh modul tersebut.
4) Menyusun alasan atau rasional pentingnya modul bagi siswa. Siswa harus tahu manfaat dan kegunaan mempelajari modul tersebu.
5) Merencanakan kegiatan belajar siswa agar kompetensi yang terdapat dalam tujuan bisa tercapai. Bagian merencankan kegiatan merupakan bagian inti dari proses penyusunan modul, karena sangat erat kaitannya dengan proses belajar siswa.

6) Menyusun post test untuk mengukur hasil belajar siswa dan untuk mengetahui sejauh manakah siswa menguasai tujuan-tujuan dalam modul.
7) Menyiapkan daftar referensi agar siswa bisa memperoleh informasi tambahan jika suatu saat memerlukannya.

Menurut Imam Mustholiq dkk. (2015:4) dampak praktis ketika media yang berkualitas tinggi digunakan sebagai bagian integral di kelas adalah :

1) Isi sebuah topik dapat diseleksi dengan lebih hati-hati dan diorganisasikan
2) Penyampaian materi dapat lebih terstandar
3) Pembelajaran lebih menarik
4) Belajar menjadi lebih interaktif ketika diterapkan teori belajar yang dapat diterima
5) Pembelajaran yang memerlukan waktu panjang dapat direduksi
6) Kualitas belajar dapat diperbaiki
7) Pembelajaran dapat diulang ketika dan di mana diinginkan atau diperlukan
8) Sikap positif individu terhadap apa yang dipelajari dan proses belajarnya dapat ditingkatkan
9) Peran instrukstur dapat ditingkatkan

Sementara Nana Sudjana dan Ahmad Rivai (2007: 133), menjelaskan suatu modul disusun dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Menyusun Kerangka Modul, yang meliputi:
   a) Menetapkan tujuan instruksional umum yang akan dicapai dengan mempelajari modul tersebut.
   b) Merumuskan tujuan instruksional khusus yang merupakan perincian atau pengkhususan dari tujuan instruksional umum.
   c) Menyusun butir-butir soal penilaian untuk mengukur sejauh mana tujuan instruksional khusus dapat dicapai.
   d) Mengidentifikasi pokok-pokok materi yang sesuai dengan setiap tujuan instruksional khusus.
   e) Menyusun pokok-pokok materi tersebut di dalam urutan yang logis dan fungsional.
   f) Menyusun langkah-langkah kegiatan belajar siswa.
   g) Memeriksa sejauh mana langkah-langkah kegiatan belajar telah diarahkan untuk mencapai semua tujuan yang telah dirumuskan.
   h) Mengidentifikasi alat-alat yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan belajar dengan modul.
2) Menyusun program secara terperinci meliputi pembuatan semua komponen modul yaitu petunjuk guru, lembar kegiatan modul, lembar kerja siswa, lembar jawaban, lembar penilaian, lembar kerja tes dan lembar jawaban tes.

Sedangkan menurut Chomsin S. Widodo dan Jasmadi (2008: 44), langkah-langkah yang harus diperhatikan dalam penyusunan modul sebagai berikut:

1) Penentuan Standar Kompetensi

Standar kompetensi harus ditetapkan terlebih dahulu untuk mendapatkan sebuah pijakan dari sebuah proses belajar mengajar, dimana kompetensi adalah kemampuan yang harus dicapai oleh peserta didik. Standar kompetensi harus dinyatakan dalam rencana kegiatan belajar mengajar.

2) Analisis Kebutuhan Modul

Analisis kebutuhan modul merupakan kegiatan menganilisis kompetensi untuk menentukan jumlah dan judul materi dalam modul yang dibutuhkan untuk mencapai suatu kompetensi. Penyusunan modul merupakan proses pembuatan modul yang meliputi pengumpulan referensi, membuat serta mengembangan garis-garis besar materi isi modul.

3) Penyusunan Draft

Penyusunan draft pada dasarnya adalah kegiatan untuk menyusun dan mengorganisasikan materi pembelajaran untuk mencapai kompetensi tertentu atau bagian dari kompetensi menjadi sebuah kesatuan yang tertera secara sistematis. Dengan adanya draft modul ini akan dapat dilakukan evaluasi terhadap modul yang nantinya akan diproduksi.

4) Uji Coba

Uji coba merupakan kegiatan penerapan atau penggunaan modul kepada peserta didik secara terbatas. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk melakukan penilaian modul, yaitu untuk mengetahui kemampuan dan kemudahan peserta didik dalam menggunakan serta memahami modul, mengetahui efisiensi waktu pembelajaran peserta didik menggunakan modul serta mengetahui efektifitas modul dalam mendukung peserta didik agar menguasai materi pembelajaran.

5) Validasi

Validasi merupakan proses permintaan pengesahan kesesuaian modul yang telah dibuat terhadap kebutuhan peserta didik. Proses validasi melibatkan pihak praktisi yang ahli dalam bidang yang terkait dengan modul.

6) Revisi

Revisi atau perbaikan dilakukan setelah mendapatkan masukan dari proses uji coba dan validasi. Perbaikan dilakukan dengan maksud untuk menyempurnakan modul yang telah dibuat, sehingga modul benarbenar telah siap untuk digunakan peserta didik.

Dari beberapa prosedur langkah-langkah pengembangan ataupun penyusunan modul diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam pengembangan modul secara garis besar memuat langkah-langkah sebagai berikut:

1) Merumuskan tujuan yang akan dicapai dengan mempelajari modul.

2) Menganalisis dan menyusun materi sesuai dengan kompetensi dasar yang ingin dicapai dalam pembelajaran.
3) Menyusun soal latihan siswa sebagai bahan untuk mengevaluasi sejauh mana siswa menguasai materi.
4) Membuat kunci jawaban dari soal latihan sebagai sarana siswa untuk mengetahui hasil ketercapaian belajar siswa dengan modul.
5) Melakukan validasi modul yang melibatkan pihak praktisi yang ahli dalam bidang yang terkait dengan modul.
6) Melakukan uji coba modul guna mengetahui kelayakan modul.
7) Penyebaran modul, yaitu penggunaan modul pada skala yang lebih luas, misalnya di kelas lain, di sekolah lain dan oleh guru yang lain.

5. Elemen Mutu Modul

Supaya sebuah modul pembelajaran mampu memerankan fungsi dan perannya dalam pembelajaran yang efektif, Daryanto (2013: 13-15) dalam bukunya Menyusun Modul: Bahan Ajar untuk Persiapan Guru dalam Mengajar menjelaskan bahwa modul perlu dirancang dengan memperhatikan beberapa elemen berikut:

1) Format
   a) Menggunakan format kolom yang proporsional disesuaikan dengan bentuk dan ukuran kertas yang digunakan.
   b) Menggunakan format kertas secara vertikal atau horisontal dengan memeperhatikan tata letak dan format pengetikan.

c) Menggunakan tanda-tanda (icon) untuk menekankan hal yang dianggap penting atau khusus.

2) Organisasi

a) Menampilkan cangkupan materi dalam modul.

b) Isi materi pembelajaran diurutkan secara sistematis.

c) Penempatan naskah, gambar dan ilustrasi mudah dimengerti.

d) Mengorganisasikan antar bab, antar unit, antar paragraf sehingga memudahkan peserta didik dalam memahaminya.

e) Mengorganisasikan anatar judul, subjudul dan uraian yang mudah diikuti oleh peserta didik.

3) Daya Tarik

a) Bagian sampul depan mengkombinasikan warna, gambar, bentuk dan huruf yang serasi.

b) Isi modul ditempatkan rangsangan-rangsangan berupa gambar, pencetakan huruf tebal, miring, garis bawah atau warna.

c) Tugas dan latihan dikemas secara menarik.

4) Bentuk dan Ukuran Huruf

a) Menggunakan ukuran huruf yang mudah dibaca.

b) Menggunakan perbandingan huruf yang proporsional antara judul, subjudul dan isi naskah.

c) Menghindari penggunaan huruf kapital pada seluruh teks.

5) Ruang (spasi kosong)

Spasi kosong berfungsi untuk menambahkan catatan penting dan memberikan kesempatan jeda pada peserta didik. Penempatan spasi kosong dapat dilakukan pada: ruang sekitar judul bab dan subbab, batas tepi kertas, spasi antar kolom, pergantian antar paragraf dan pergantian antar bab tau bagian.

6) Konsistensi

a) Menggunakan bentuk dan huruf secara konsisten pada setiap halaman.

b) Menggunakan jarak spasi yang konsisten antara judul dengan baris pertama, antara judul dengan teks utama.

c) Menggunakan tata letak pengetikan yang konsisten baik pola pengetikan, maupun batas pengetikannya.

B. Penelitian yang Relevan

1. Aliangga Kusumam dkk (2016), meneliti tentang pengembangan bahan ajar mata pelajaran dasar dan pengukuran listrik untuk sekolah menengah kejuruan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar dasar dan pengukuran listrik, dan mengetahui kelayakan bahan ajar yang telah dikembangkan menurut *expert judgment* dan peserta didik di SMKN I Koba Bangka. Metode penelitian ini menggunakan *Research and Development* (R & D) yang diawali dengan studi pendahuluan dilanjutkan tahap pengembangan dan penilaian produk. Subjek penelitian ditentukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling* yang terdiri dari tiga orang *expert judgement* dan 28 orang peserta didik teknik instalasi

pemanfaatan tenaga listrik. Pengumpulan data dengan teknik studi dokumentasi, wawancara dan kuesioner berupa angket. Prosedur penelitian ini adalah proses penyusunan bahan ajar dasar dan pengukuran listrik melalui tahap-tahap sebagai berikut: (a) Studi pendahuluan, dengan melakukan wawancara terhadap ketua program dan guru. Studi analisis silabus dan menganalisa kompetensi dasar dalam penyusunan bahan ajar (b) Mengumpulkan sumber belajar dan literatur serta pokok-pokok materi yang akan disusun. (c) Penyusunan *draft* bahan ajar dasar dan pengukuran listrik. (d) Uji coba terbatas produk. (e) Uji coba lebih luas produk. (f) Pengolahan data dan evaluasi.

Kesimpulan penelitian ini adalah pengembangan bahan ajar mata pelajaran dasar dan pengukuran listrik yaitu bahan dikembangkan dari kurikulum 2013 dan silabus mata pelajaran dasar dan pengukuran listrik. Materi bahan ajar dikembangkan mulai dari materi arus listrik dan arus elektron, bahanbahan listrik, elemen pasif, elemen aktif, rangkaian resistif arus searah, teorema dua kutub, daya dan usaha, peralihan rangkaian, sistem satuan pengukuran, alat ukur dan pengukuran listrik, dan jenis alat ukur.

2. Suyitno (2016), meneliti tentang pengembangan multimedia interaktif pengukuran teknik untuk meningkatkan hasil belajar siswa smk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) proses pengembangan media interaktif untuk pembelajaran pengukuran teknik; dan (2) efektivitas pengembangan media interaktif untuk pembelajaran pengukuran teknik. Penelitian ini

merupakan *research and development*. Pengumpulan data dilakukan menggunakan angket dan tes.

Hasil penelitian antara lain: (1) proses pembuatan media pembelajaran dilakukan melalui tiga tahap yaitu: analisis kebutuhan, pengembangan produk, uji coba satu-satu, uji coba kelompok kecil dan implementasi produk akhir; dan (2) produk multimedia ini dapat digunakan sebagai salah satu media untuk meningkatkan pemahaman materi pengukuran teknik. Terdapat perbedaan hasil belajar antara siswa yang menggunakan media interaktif dan siswa yang menggunakan media konvensional. Media interaktif lebih efektif daripada media konvensional, dapat dilihat dari rerata kelas eksperimen sebesar 78,83 yang lebih besar dari rerata kelas kontrol sebesar 69,78.

3. Imam Mutholiq dkk (2007), meneliti tentang pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis multimedia mata kuliah dasar listrik. Tujuan penelitian ini antara lain (1) Mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis multimedia mata kuliah Dasar Listrik yang dalam kegiatannya mencakup analisis kebutuhan, desain, penerjemahan modul hasil desain ke dalam bentuk aplikasi, pengujian terhadap perangkat lunak yang dihasilkan, pengaplikasian produk kepada pengguna dan perbaikan serta (2) Mendapatkan unjuk kerja hasil pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis multimedia pada mata kuliah Dasar Listrik. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembanagn untuk mengembangkan media pembelajaran

interaktif berbasis multimedia pada mata kuliah Dasar Listrik. Prosedur penelitian yang digunakan meliputi analisis kebutuhan, desain, penerjemahan modul hasil desain ke dalam bentuk aplikasi, pengujian terhadap perangkat lunak yang dihasilkan, pengaplikasian produk kepada pengguna dan perbaikan. Pengujian terhadap unjuk kerja hasil pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis multimedia mata kuliah Dasar Listrik dilakukan dengan memintakan penilaian unjuk kerja media pembelajaran tersebut kepada ahli materi, ahli media dan mahasiswa. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain komputer multimedia dengan perangkat pendukung antara lain kamera video, kamera digital, *scanner*, *printer* dan CD *writer*,perangklat lunak yang digunakan antara lain system operasi Microsoft Windows XP, pengolah gambar Adobe Photoshop 6.0, pengolah animasi Macromedia Flash 5.0, Freehand, pengolah suarat Cool Edit 2000, pengolah video Ulead Vidio Studio 7.0 daN pembuat program intearaktif Authoware. Disamping itu untuk memberikan penilaian terhadapunjuk kerja hasil media pembelajaran digunakan angket. Analisi data dilakukan secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukan: (a) telah diperoleh hasil pengembanagn media pembelajaran interaktif berbasis multimedia pada mata kuliah dasar listrik , dengan prosedur pengembangan mencakup analisis kebutuhan, desain, penerjemahan modul hasil desain ke dalam bentuk aplikasi, pengujian terhadap perangkat lunak yang dihasilkan,

pengaplikasian produk kepada pengguna dan perbaikan. (b) Hasil pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis multimedia pada mata kulian dasar listrik mempunyai unjuk kerja yang baik, yang ditunjukan skor rata-rata penilaian yang diberikan oleh ahli media, ahli materi dan mahasiswa terhadap unjuk kerja hasil pengembangan media pembelajaran interaktif tersebut adalah 3,18 atau secara persentase sebesar 79,71%.

4. Bambang Setiyo Hari Purwoko (2008), meneliti tentang pengembangan media mesin CNC virtual TU-3A sebagai media pembelajaran mata kuliah pemesinan NC. Penelitian ini bertujuan: (1) Menghasilkan suatu model Simulasi Visual Lintasan Pahat mesin CNC TU-3A yang dapat menerima masukan dan bereaksi sebagaimana mesin CNC sesungguhnya, (2) Menguji model Simulasi Visual Lintasan Pahat mesin CNC TU-3A yang dikembangkan untuk mengetahui kemampuan merepresentasikan mesin CNC. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Obyek penelitian ini adalah rekayasa software CNC Virtual dengan program aplikasi Visual Basic 6. Subyek penelitian adalah ahli dan pengajar CNC, ahli teknologi pembelajaran, ahli media pendidikan, ahli multimedia, dan pengguna program (dosen CNC, guru CNC, mahasiswa, dan siswa SMK). Data penelitian dikumpulkan dengan observasi yang dikembangkan peneliti, dan masukan dari teman sejawat pengampu mata kuliah Proses Pemesinan NC. Analisis data dilakukan dan disajikan dalam bentuk deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) prototype Simulasi Visual Lintasan Pahat mesin CNC TU-3A yang dikembangkan berhasil diwujudkan, di buat dengan spesifikasi atau perencanaan awal pengembangan yang diinginkan, baik dari segi tampilan program, kontrol panel, dan animasi, (2) beberapa perintah pemrograman CNC sudah dapat dijalankan oleh media yang dikembangkan dengan baik, akan tetapi masih terdapat Bug pada kode-kode tertentu, sehingga masih memerlukan revisi dan pengembangan lebih lanjut, (3) media mampu menampilkan simulasi gerakan pahat meskipun sebatas pada kode program tertentu.

5. Zainur Rofiq dkk (2014), meneliti tentang pengembangan model pembelajaran kolaboratif untuk peningkatan hasil belajar gambar teknik di sekolah menengah kejuruan. Tujuan penelitian ini adalah menemukan pengaruh model pembelajaran dan gaya kognitif pada hasil belajar siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Model pembelajaran dalam penelitian ini adalah model pembelajaran kolaboratif dan model pembelajaran langsung. Gaya kognitif siswa adalah gaya kognitif field independent dan field dependent. Penelitian ini dilaksanakan di SMKN 3 Yogyakarta dengan menggunakan eksperimen desain faktorial 2x2. Jumlah sampel dalam penelitian ini sejumlah 132 siswa SMKN 3 Yogyakarta yang diambil secara multistage random sampling.

   Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) Hasil belajar siswa yang diberi perlakuan model pembelajaran kolaboratif lebih tingi dari pada hasil belajar siswa yang diberi perlakuan model pembelajaran langsung

pada mata pembelajaran Membaca Gambar Teknik, (2) Terdapat interaksi antara model pembelajaran dan gaya kognitif pada siswa SMK, (3) Hasil belajar siswa yang mempunyai gaya kognitif field independent dan diberi perlakuan model pembelajaran kolaboratif lebih tinggi daripada mereka yang diberi perlakuan model pembelajaran langsung, (4) Hasil belajar siswa yang mempunyai gaya kognitif field dependent dan diberi perlakuan model pembelajaran kolaboratif tidak berbeda secara signifikan dengan siswa yang diberi perlakuan model pembelajaran langsung.

C. Kerangka Berfikir

Pengembangan media pembelajaran merupakan proses yang dilakukan untuk mengadaptasi, merekayasa atau memodifikasi media pembelajaran yang ada dengan kebutuhan dalam proses pembelajaran. Teknik pemesinan frais merupakan salah satu mata pelajaran produktif yang diajarkan pada kelas XII Sekolah Menengah Kejuruan/ Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/ MAK) untuk Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan. Pada pembelajaran teknik pemesinan frais, siswa diharapkan memiliki keterampilan dalam mengoperasikan mesin frais. Pengembangan media pembelajaran yang menghasilkan media pembelajaran interaktif diharapkan dapat menarik dan memperbesar perhatian siswa terhadap materi yang diajarkan. selain itu, dengan media pembelajaran interaktif dapat mengurangi verbalisme dalam proses pembelajaran.

Melalui pengembangan media pembelajaran ini peneliti ingin menghasilkan sebuah media pembelajaran modul dan ingin mengetahui

kelayakan media yang telah dikembangkan sehingga dapat menjadi media yang layak untuk digunakan.

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, didapatkan pertanyaan penelitian pengembangan media pembelajaran modul proses pembuatan roda gigi helix sebagai pendukung pada mata pelajaran teknik pemesinan frais di SMK Negeri 2 Yogyakarta, yaitu :

1. Bagaimanakah produk modul pembuatan roda gigi helix pada mata pelajaran teknik pemesinan frais yang sesuai dengan kebutuhan SMK Negeri 2 Yogyakarta mengacu pada kurikulum 2013?
2. Seberapa besarkah tingkat kelayakan pengembangan modul proses pembuatan roda gigi helix pada mata pelajaran teknik pemesinan frais mengacu pada kurikulum 2013?