

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Pembelajaran

1. Pengertian Pembelajaran

Pembelajaran menjadi suatu sarana penting guna mendukung proses pendidikan. Pendidikan yang baik akan melalui berbagai pembelajaran dalam proses belajar mengajar. Menurut Sugihartono (2013: 81) pembelajaran merupakan suatu upaya yang dilakukan dengan sengaja oleh pendidik untuk menyampaikan ilmu pengetahuan, mengorganisasi dan menciptakan sistem lingkungan dengan berbagai metode sehingga siswa dapat melakukan kegiatan belajar secara efektif dan efisien serta dengan hasil optimal.

Definisi pembelajaran tidak pernah lepas dari istilah kata “belajar”. Arief Sadiman dalam Cecep Kustandi dan Bambang Sutjipto (2013: 5) menyatakan bahwa pembelajaran merupakan suatu usaha sadar guru atau pengajar untuk membantu siswa atau anak didiknya, agar mereka dapat belajar sesuai dengan kebutuhan dan minatnya.

Berdasarkan definisi pembelajaran di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa pembelajaran adalah usaha oleh pendidik untuk menyampaikan ilmu pengetahuan, mengorganisasi dan menciptakan sistem lingkungan dengan berbagai metode sehingga siswa dapat melakukan kegiatan belajar secara efektif dan efisien, serta agar siswa dapat belajar sesuai dengan kebutuhan dan minatnya.

2. **Komponen Pembelajaran**

Menurut Cegi Riyana (2008: 3) terdapat beberapa komponen yang mendukung terjadinya proses pembelajaran. Komponen-komponen tersebut yaitu tujuan pembelajaran, materi ajar, metode pembelajaran, media pembelajaran, evaluasi pembelajaran, peserta didik/siswa dan pendidik/guru. Adapun penjelasan masing-masing komponen dalam pembelajaran adalah sebagai berikut:

a. Tujuan Pembelajaran

Nurdyansyah dan Eni Fariyatul Fahyuni (2016: 18) mendefinisikan tujuan pembelajaran bukan hanya untuk merubah perilaku siswa, tetapi membentuk karakter dan sikap mental profesional yang berorientasi pada global mindset. Selain itu, menurut Kemp dan David E. Kapel dalam Samsul Hidayat (2015: 3) menyebutkan bahwa tujuan pembelajaran adalah suatu pernyataan spesifik yang dinyatakan dalam pengetahuan dan keterampilan yang diwujudkan dalam bentuk tulisan untuk menggambarkan hasil belajar yang diharapkan. Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa tujuan pembelajaran merupakan rumusan mengenai apa saja yang harus dikuasai oleh siswa sebagai akibat dari hasil pembelajaran yang dinyatakan dalam bentuk tingkah laku yang dapat diamati dan diukur.

b. Materi Ajar

Ary Purmadi dan Herman Dwi Surjono (2016: 152) menerangkan bahwa bahan ajar termasuk bagian dari sumber belajar. Bahan ajar memegang peranan penting untuk membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran. Melalui bahan ajar guru akan lebih mudah dalam melaksanakan pembelajaran dan siswa akan terbantu dan mudah dalam belajar.

c. Metode Pembelajaran

Muhamad Afandi, et al (2013: 16) menyatakan bahwa metode pembelajaran adalah cara atau tahapan yang digunakan dalam interaksi antara peserta didik dan pendidik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sesuai dengan materi dan mekanisme metode pembelajaran. Penggunaan metode pembelajaran yang sesuai akan mempermudah interaksi antara peserta didik dan pendidik.

d. Media Pembelajaran

Menurut Daryanto (2013: 5) kata media berasal dari bahasa Latin yang adalah bentuk jamak dari medium, pengertian media pada media pendidikan yakni adalah media yang digunakan sebagai alat dan bahan kegiatan pembelajaran.

e. Evaluasi Pembelajaran

Menurut Harjanto (2005: 277) evaluasi pembelajaran adalah penilaian atau penaksiran terhadap pertumbuhan dan kemajuan

peserta didik kearah tujuan-tujuan yang telah ditetapkan. Lebih lanjut Thorndike dan Hagen dalam Sugihartono (2013: 144) mengungkapkan tujuan dan kegunaan evaluasi hasil belajar diarahkan untuk mengambil keputusan yang menyangkut: pengajaran, hasil belajar, diagnosis dan perbaikan, penempatan, seleksi, bimbingan dan konseling, kurikulum, dan penilaian kelembagaan.

f. Peserta didik/Siswa

Menurut pasal 1 ayat 4 Undang-undang No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, peserta didik adalah anggota masyarakat yang berusaha mengembangkan dirinya melalui proses pendidikan pada jalur, jenjang, dan jenis pendidikan tertentu. Peserta didik tersebut merupakan komponen Inti dari kegiatan pembelajaran karena pada hakikatnya pembelajaran merupakan kegiatan membelajarkan peserta didik untuk rnencapai suatu tujuan pernbelejaran.

g. Pendidik/Guru

Menurut pasal 1 ayat 6 Undang-undang No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Lebih lanjut dalam pasal 39 dijelaskan bahwa pendidik bertugas merencanakan dan melaksanakan proses

pembelajaran, menilai hasil pembelajaran, serta melakukan pembimbingan dan pelatihan. Segala aktifitas yang dilakukan oleh para pendidik tersebut harus mengarah pada keberhasilan pembelajaran yang dialami oleh para peserta didiknya.

3. Pendekatan Pembelajaran

Pendekatan merupakan pandangan terhadap sebuah proses yang sifatnya sangat umum. Dalam proses pembelajaran, pendekatan merupakan sudut pandang atau titik tolak seseorang terhadap proses pembelajaran. Menurut Roy Killen dalam Rusman dkk (2012:45-46), pendekatan pembelajaran secara umum dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Pendekatan Pembelajaran Berorientasi pada Pendidik (*Teacher Centered Approaches*), dimana pendidik merupakan satu-satunya sumber belajar dan pihak yang serba bisa, sedangkan peserta didik merupakan objek dalam kegiatan pembelajaran. Ciri pendekatan pembelajaran berorientasi pada pendidik adalah pengelolaan pembelajaran sepenuhnya ditentukan oleh pendidik. Strategi pembelajaran yang digunakan adalah pembelajaran langsung (*direct instruction*), pembelajaran ekspositori atau pembelajaran induktif.
- b. Pendekatan Pembelajaran Berorientasi pada Peserta Didik (*Student Centered Approaches*), dimana peserta didik bertindak sebagai subjek belajar, sedangkan pendidik berperan sebagai fasilitator dan pembimbing dalam mengarahkan kegiatan

pembelajaran. Pendekatan ini menurunkan strategi pembelajaran discovery, inkuiry dan pembelajaran induktif.

4. Konsep Pembelajaran pada Kurikulum 2013

Menurut Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia pada Permendikbud Nomor 70 Tahun 2013 (2013: 5-6) dijelaskan bahwa pembelajaran pada Kurikulum 2013 dikembangkan dengan perubahan pola pikir pembelajaran berpusat pada peserta didik; pola pembelajaran interaktif, menuntut siswa untuk aktif-mencari, berbasis tim, menuntut kekritisian peserta didik dan berbasis alat multimedia. Untuk mengakomodir pola pembelajaran tersebut, kegiatan pembelajaran pada kurikulum 2013 dilaksanakan melalui pendekatan saintifik. Langkah-langkah pendekatan saintifik dalam proses pembelajaran antara lain mengamati (*observing*), menanya (*questioning*), mengumpulkan informasi (*collecting*), mengasosiasi (*associating*) dan mengomunikasikan (*communicating*).

a. Mengamati

Kegiatan mengamati sangat bermanfaat bagi pemenuhan rasa ingin tahu peserta didik, sehingga proses pembelajaran memiliki kebermaknaan yang tinggi. Kegiatan mengamati dalam pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a tahun 2013, hendaklah guru membuka secara luas dan bervariasi kesempatan peserta didik untuk melakukan pengamatan melalui kegiatan: melihat, menyimak, mendengar, dan membaca (Menteri

Pendidikan dan Kebudayaan, 2013). Dengan kata lain, pada kegiatan mengamati guru hendaklah memfasilitasi peserta didik untuk melakukan pengamatan, melatih mereka untuk memperhatikan (melihat, membaca, mendengar) hal yang penting dari suatu benda atau objek.

b. Menanya

Kegiatan menanya dalam kegiatan pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, dilakukan dengan mengajukan pertanyaan tentang informasi yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik (Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, 2013). Dengan kata lain, dalam kegiatan mengamati guru hendaknya membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk bertanya mengenai apa yang sudah dilihat, disimak, dibaca atau dilihat. Pertanyaan tersebut kemudian menjadi dasar untuk mencari informasi yang lebih lanjut dan beragam dari sumber yang ditentukan guru sampai yang ditentukan peserta didik.

c. Mengumpulkan Informasi

Kegiatan mengumpulkan informasi merupakan tindak lanjut dari bertanya. Dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, aktivitas mengumpulkan informasi dilakukan melalui eksperimen, membaca

sumber lain selain buku teks, mengamati objek/ kejadian/, aktivitas wawancara dengan nara sumber dan sebagainya (Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, 2013). Dengan kata lain, kegiatan mengumpulkan informasi dilakukan dengan menggali dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber melalui berbagai cara. Untuk itu peserta didik dapat membaca buku yang lebih banyak, memperhatikan fenomena atau objek yang lebih teliti, atau bahkan melakukan eksperimen.

d. Mengasosiasi

Kegiatan mengasosiasi dalam kegiatan pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013 adalah memproses informasi yang sudah dikumpulkan baik terbatas dari hasil kegiatan mengumpulkan/eksperimen maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi. Pengolahan informasi yang dikumpulkan dari yang bersifat menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan (Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, 2013). Dengan kata lain, kegiatan mengasosiasi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya, menemukan pola dari keterkaitan informasi tersebut.

e. Mengomunikasikan

Berdasarkan Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, kegiatan mengomunikasikan adalah menyampaikan hasil pengamatan, kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya (Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, 2013). Dengan kata lain, melalui kegiatan mengomunikasikan guru diharapkan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan apa yang telah mereka pelajari. Kegiatan ini dapat dilakukan melalui menuliskan atau menceritakan apa yang ditemukan dalam kegiatan mencari informasi, mengasosiasikan dan menemukan pola. Hasil tersebut disampaikan di kelas dan dinilai oleh guru sebagai hasil belajar peserta didik atau kelompok peserta didik tersebut.

B. Media Pembelajaran

1. Pengertian Media Pembelajaran

Menurut Gerlach dan Ely dalam Azhar Arsyad (2016: 3) secara garis besar media merupakan manusia, materi atau kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap. AECT (*Association of Education and Communication Technology*) dalam Azhar Arsyad (2016: 3) memberi batasan tentang media sebagai segala bentuk dan saluran yang digunakan untuk menyampaikan pesan dan informasi. Jadi, dapat dipahami bahwa media merupakan suatu sarana atau perangkat yang

berfungsi sebagai pengantar yang menyampaikan pesan dan informasi sehingga siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap.

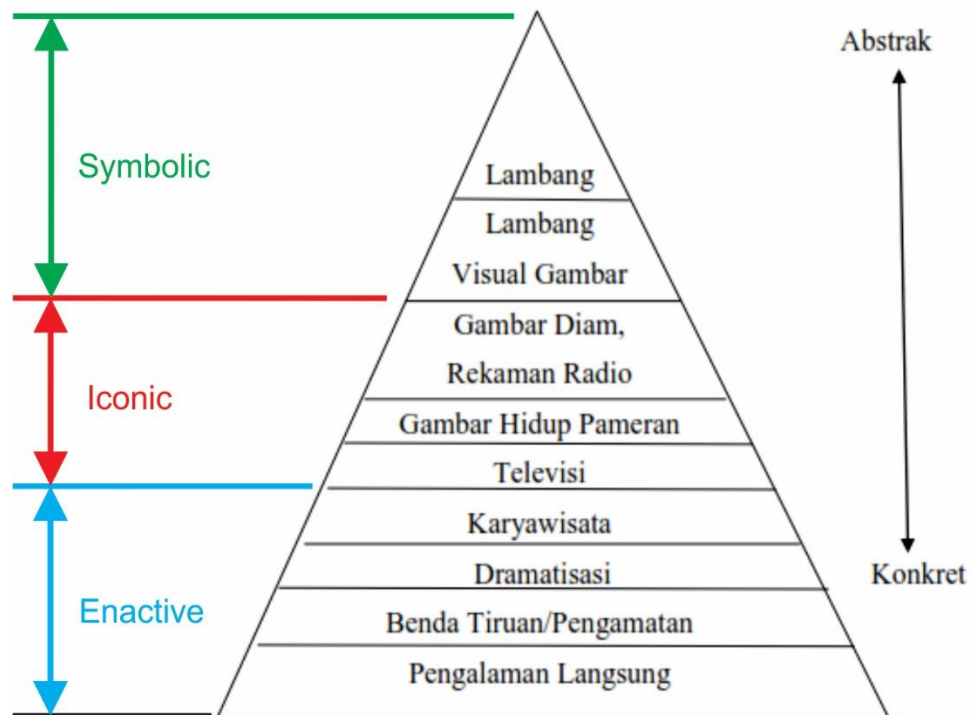
Dalam konteks pembelajaran, media mempunyai pengertian yang lebih spesifik yakni terkait fungsinya sebagai penunjang kegiatan belajar-mengajar yang selanjutnya disebut sebagai media pembelajaran. Menurut Cecep Kustandi dan Bambang Sutjipto (2011: 8) media pembelajaran adalah alat yang dapat membantu proses belajar mengajar dan berfungsi untuk memperjelas makna pesan yang disampaikan, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih baik dan sempurna. Dari beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan media pembelajaran adalah sarana yang dirancang secara khusus untuk menyampaikan pesan, merangsang pikiran, perasaan, perhatian dari pendidik ke peserta didik dalam proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran.

2. Landasan Teoritis Penggunaan Media Pembelajaran

Penggunaan media sangat diperlukan dalam pembelajaran, hal ini berdasarkan landasan-landasan dalam penggunaannya. Landasan teoritis dalam penggunaan media pembelajaran ada empat, menurut Daryanto (2013: 12-16) landasan penggunaan media pembelajaran antara lain yaitu landasan filosofi, psikologi, teknologis, dan empiris. Landasan filosofi merupakan landasan dimana ketika pembelajaran dilakukan dengan bantuan media hasil teknologi baru atau tidak, proses pembelajaran yang

dilakukan tetap membutuhkan pendekatan humanis. Landasan psikologis menyatakan bahwa seseorang akan lebih mudah mempelajari hal yang konkrit ketimbang yang abstrak.

Penggunaan media sangat diperlukan dalam pembelajaran, hal ini berdasarkan landasan-landasan dalam penggunaannya. Edgar Dale dalam Azhar Arsyad (2016:13) mengungkapkan bahwa jenjang konkrit hingga abstrak dimulai dari seseorang yang berpartisipasi dalam pengalaman langsung, kemudian menuju peserta didik sebagai pengamat kejadian nyata, dilanjutkan peserta didik sebagai pengamat kejadian yang disajikan dengan alat bantu dan terakhir peserta didik sebagai pengamat kejadian yang disajikan dengan simbol. Urutan dalam proses pembelajaran tersebut juga harus menyesuaikan kebutuhan dan kemampuan kelompok peserta didik dan mempertimbangkan situasi belajarnya. Lebih lanjut Jerome Burner dalam Azhar Arsyad (2016:10) menjelaskan terdapat tiga tingkatan utama modus belajar, yaitu *enactive* (pengalaman melakukan), *iconic* (pengalaman dengan audio dan visual) dan *symbolic* (pengalaman abstrak). Ketiga pengalaman ini saling berinteraksi dalam upaya memperoleh pengalaman belajar. Pengalaman belajar dari Edgar Dale dan Jerome Burner dapat disajikan dalam bentuk kerucut berikut.



Gambar 1. Kerucut pengalaman belajar

Sementara itu, landasan teknologis yaitu landasan yang didasarkan pada teknologi pembelajaran yang terkait teori dan praktik perancangan, pengembangan, penerapan, pengelolaan dan penilaian media. Kemudian landasan empiris merupakan temuan-temuan penelitian bahwa terdapat interaksi antara penggunaan media pembelajaran dan karakteristik belajar peserta didik dalam menentukan keberhasilan belajar peserta didik.

3. **Klasifikasi Media Pembelajaran**

Berdasarkan perkembangan teknologi yang terjadi, maka media pembelajaran dapat dikelompokkan kedalam empat kelompok, yaitu : (1) media hasil teknologi cetak; (2) media hasil teknologi audio visual; (3) media hasil teknologi yang berdasarkan komputer; (4) media hasil gabungan teknologi cetak dan computer (Cecep Kustandi & Bambang Sutjipto, 2011: 29).

Uraian di atas memberikan penjelasan bahwa berbagai jenis media dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Guru dapat dengan mudah memilih media pembelajaran mana yang tepat agar dapat mencapai tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Namun, pada proses pemilihan guru juga harus memperhatikan beberapa hal yaitu harus disesuaikan dengan tujuan, materi, karakteristik serta kemampuan belajar siswa agar pembelajaran dapat terlaksana secara efektif dan efisien.

4. Pemilihan Media Pembelajaran

Pemilihan media pembelajaran merupakan suatu hal yang penting diperhatikan oleh seorang pendidik. Pemilihan tersebut haruslah disesuaikan dengan keperluan. Nana Sudjana dan Ahmad Rivai (2010: 4-5) berpendapat bahwa terdapat beberapa kriteria-kriteria yang perlu diperhatikan sebelum memilih media pembelajaran, yaitu : (1) Ketepatannya dengan tujuan pembelajaran; (2) Dukungan terhadap isi bahan pelajaran; (3) Kemudahan memperoleh media; (4) Keterampilan guru dalam menggunakannya; (5) Tersedia waktu yang cukup untuk menggunakan media; (6) dan sesuai dengan taraf berpikir siswa.

Sedangkan menurut Azhar Arsyad (2016: 75-76), kriteria-kriteria yang perlu diperhatikan dalam memilih media pembelajaran antara lain : (1) Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai; (2) Tepat untuk mendukung isi pelajaran yang sifatnya fakta konsep, prinsip atau generalisasi; (3) Praktis, luwes dan bertahan. Media yang dipilih sebaiknya dapat digunakan dimanapun, kapanpun dan oleh siapapun; (4) Guru

terampil menggunakannya. Nilai dan manfaat media amat ditentukan oleh guru yang menggunakannya; (5) Pengelompokan sasaran. Media yang cocok digunakan untuk kelompok besar belum tentu cocok digunakan untuk kelompok kecil. Ada media yang efektif untuk kelompok besar, sedang, kecil dan perorangan; (6) Mutu teknik. Pengembangan visual baik gambar ataupun foto harus memenuhi persyaratan teknis tertentu.

Dari beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa kriteria yang harus diperhatikan dalam memilih media pembelajaran antara lain :

- (1) Kesesuaian dengan tujuan yang akan dicapai dalam pembelajaran;
- (2) Tepat untuk mendukung isi materi yang bersifat fakta, konsep, dan prinsip yang bersifat generalisasi;
- (3) Praktis, luwes, dapat digunakan kapanpun, dimanapun dan oleh siapapun;
- (4) Guru dapat menggunakan media tersebut;
- (5) Sesuai dengan tingkat berpikir siswa.

5. Media Pembelajaran Berbasis Komputer

Pemanfaatan teknologi telah banyak memberikan kontribusi dalam proses pembelajaran. Menurut Azhar Arsyad (2016: 93) penggunaan komputer sebagai pembantu tambahan belajar atau lebih dikenal dengan *Computer Assisted Instruction (CAI)*. Pembelajaran berbasis komputer merupakan suatu bentuk pembelajaran yang dalam penyajiannya menggunakan komputer.

Azhar Arsyad (2016: 97) berpendapat bahwa konsep interaktif paling erat kaitannya dengan media berbasis komputer. Interaksi dalam lingkungan pembelajaran berbasis komputer pada umumnya mengikuti

tiga unsur, yaitu : 1) Urut-urutan instruksional yang dapat disesuaikan; 2) jawaban/respons atau pekerjaan siswa; dan 3) umpan balik yang dapat disesuaikan.

C. Multimedia Pembelajaran Interaktif

1. Pengertian Multimedia Pembelajaran Interaktif

Menurut Agus Suheri (2006:29), multimedia dapat diartikan sebagai penggunaan beberapa media yang berbeda untuk menggabungkan dan menyampaikan informasi dalam bentuk teks, audio, grafis, animasi, dan video.



Gambar 2. Gambaran Definisi Multimedia

Selanjutnya, Daryanto (2013: 52) mendefinisikan multimedia pembelajaran sebagai aplikasi multimedia yang digunakan dalam proses belajar mengajar, yang berarti multimedia pembelajaran berfungsi menyalurkan (pengetahuan, ketrampilan, dan sikap), merangsang pilihan, perasaan, perhatian dan kemauan siswa, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran.

Berdasarkan beberapa definisi di atas dapat disimpulkan bahwa yang dimaksud multimedia pembelajaran interaktif adalah suatu aplikasi

(software) sebagai sarana pembelajaran yang mengoptimalkan pemanfaatan komputer untuk mengombinasikan bermacam media dan dilengkapi dengan pengontrol navigasi sehingga memungkinkan pengguna untuk mengendalikan atau mengontrol sesuai dengan keinginan.

2. Karakteristik Multimedia Pembelajaran Interaktif

Multimedia pembelajaran yang bersifat interaktif mempunyai karakteristik khusus sehingga membedakannya dengan media belajar lainnya. Menurut Daryanto (2013: 53-54), bahwa karakteristik multimedia disebut interaktif yaitu : (1) memiliki lebih dari satu media yang konvergen, misalnya menggabungkan unsur audio dan visual; (2) bersifat interaktif, dalam pengertian memiliki kemampuan untuk mengakomodasi respon pengguna dan (3) bersifat mandiri, dalam pengertian memberi kemudahan dan kelengkapan isi sedemikian rupa sehingga pengguna bisa menggunakan tanpa bimbingan orang lain.

Selain memenuhi ketiga karakteristik tersebut, karakteristik dari multimedia interaktif juga dapat dilihat dari fungsi yang didapat dari penggunaannya yakni : (1) multimedia mampu memperkuat respon pengguna secepatnya dan sesering mungkin; (2) mampu memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengontrol laju kecepatan belajarnya sendiri; (3) memperhatikan bahawa siswa untuk mengikuti suatu urutan yang koheren dan terkendalikan; (4) multimedia mampu memberikan kesempatan atas partisipasi dari pengguna dalam bentuk respon, baik berupa jawaban, pemilihan keputusan, percobaan dan lain-lain.

3. Format Sajian Multimedia Pembelajaran Interaktif

Daryanto (2013: 54-56) menjelaskan format penyajian multimedia interaktif dapat dikategorikan menjadi lima kelompok, yaitu tutorial, drill and practice, simulasi, percobaan atau eksperimen dan permainan instruksional. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing sajian tersebut :

- a. Tutorial, merupakan format penyajian konsep materi melalui teks, gambar atau grafik yang disampaikan secara tutorial. Siswa akan membaca, menginterpretasi dan menyerap konsep, kemudian setelah siswa memahami akan dilanjutkan dengan satu pertanyaan. Apabila jawaban siswa benar maka materi akan dilanjutkan ke konsep berikutnya, dan bila jawaban salah maka siswa harus mengulang konsep tersebut secara keseluruhan atau pada bagian tertentu saja yang siswa belum paham. Pada bagian akhir akan disajikan pertanyaan untuk mengukur tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang disajikan.
- b. Drill and Practice, merupakan format penyajian materi dimana siswa akan dihadapkan pada beberapa pertanyaan yang disajikan secara acak, sehingga setiap kali digunakan pertanyaan yang akan muncul berbeda-beda. Dengan metode ini diharapkan siswa dapat memahami materi yang disampaikan. Setelah siswa selesai menjawab pertanyaan dan mempelajari jawaban yang benar maka akan

ditampilkan skor siswa, sebagai indikator untuk pembelajaran berikutnya.

- c. Simulasi, merupakan format penyajian materi yang digunakan untuk menyamai proses dinamis yang terjadi di dunia nyata, misalnya simulasi kendaran mobil, pada program simulasi ini seakan-akan pengguna sedang mengendarai mobil di jalan raya. Program ini mempunyai tujuan untuk memberikan pengalaman yang berhubungan dengan resiko.
- d. Percobaan atau Eksperimen, merupakan format penyajian materi yang hampir mirip dengan simulasi, namun pada percobaan lebih ditujukan untuk kegiatan-kegiatan yang bersifat eksperimen, seperti kegiatan praktik di laboratorium IPA, biologi atau kimia. Pada penyajian percobaan diharapkan pengguna dapat menjelaskan suatu fenomena tertentu berdasarkan eksperimen yang mereka lakukan secara maya.
- e. Permainan Instruksional, merupakan format penyajian materi dalam bentuk permainan. Bentuk permainan yang disajikan harus mengacu pada proses pembelajaran sehingga siswa dapat belajar sambil bermain.

D. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif

Pengembangan media pembelajaran dapat dilakukan melalui suatu penelitian dan pengembangan sehingga menghasilkan produk berupa

multimedia pembelajaran yang layak digunakan dalam pembelajaran. Menurut Fellyson Titting dkk (2016: 122) penelitian pengembangan merupakan metode untuk menghasilkan produk tertentu atau menyempurnakan produk yang telah ada serta menguji keefektifan produk tersebut. Pernyataan serupa juga diungkapkan Endang Mulyatiningsih (2011: 54) yang mengemukakan bahwa dalam penelitian pengembangan selalu ada produk yang dihasilkan seperti model, media, modul, alat-alat evaluasi, dan sebagainya. Dari kedua pendapat tersebut dapat diketahui bahwa produk yang dihasilkan melalui penelitian dan pengembangan bukan hanya berupa penyempurnaan produk yang telah ada, tetapi juga dapat menghasilkan produk baru untuk kemudian dikembangkan melalui tahap-tahap tertentu.

1. Tahap Pengembangan

Multimedia pembelajaran yang baik tidak terlepas dari proses pengembangan yang benar. Langkah pengembangan yang benar menurut Arief S. Sadiman dkk (2009: 100) terdapat enam langkah yang dapat dilaksanakan dalam pengembangan media pembelajaran. Langkah-langkah tersebut terdiri dari : 1) melakukan analisis kebutuhan dan karakteristik peserta didik; 2) merumuskan tujuan pembelajaran yang hendak dilakukan melalui media pembelajaran; 3) pengembangan materi, 4) perumusan alat ukur untuk mengukur keberhasilan media; 5) penulisan naskah dan produksi media; dan dilanjutkan dengan 6) evaluasi media.

Langkah lain dalam pengembangan produk juga diungkapkan oleh Thiagarajan (1974: 5) yang menyatakan bahwa tahap pengembangan

produk memiliki empat langkah dalam yang dikenal dengan istilah 4D (four-D). Langkah tersebut terdiri dari : 1) pendefinisian (*define*) yaitu menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat yang dibutuhkan dalam pengembangan; 2) perancangan (*design*) yaitu menyiapkan prototipe perangkat pembelajaran; 3) pengembangan (*develop*) yaitu mengembangkan produk berdasarkan validasi ahli dan ujicoba lapangan; dan 4) penyebaran (*dissemination*) yaitu melakukan penyebaran produk yang telah dihasilkan.

Berdasarkan uraian langkah-langkah pengembangan dari beberapa ahli, secara garis besar dapat diketahui bahwa untuk menghasilkan suatu produk dalam hal ini adalah multimedia pembelajaran diperlukan langkah-langkah yang terdiri dari mendefinisikan (analisis kebutuhan, karakteristik peserta didik), merancang (mengembangkan materi, membuat flowchart dan storyboard, dan produksi awal), mengembangkan (melakukan evaluasi media berdasarkan validasi ahli dan ujicoba), serta melakukan penyebaran produk akhir.

2. Acuan Kelayakan Multimedia

Dalam mengembangkan multimedia pembelajaran, diperlukan acuan yang tepat untuk mengukur kelayakan dari sebuah multimedia yang dikembangkan. Penentuan kelayakan tersebut dapat didasarkan pada aspek kriteria media pembelajaran yang baik. Walker dan Hess dalam Azhar Arsyad (2016; 219-220) memberikan kriteria dalam mereview perangkat lunak media pembelajaran berdasarkan:

- a. Kualitas isi dan tujuan, terdiri dari: (a) ketepatan; (b) kepentingan; (c) kelengkapan; (d) keseimbangan; (e) minat perhatian; (f) keadilan; dan (g) kesesuaian dengan situasi peserta didik.
- b. Kualitas Instruksional, terdiri dari: (a) memberikan kesempatan belajar; (b) memberikan bantuan untuk belajar; (c) kualitas memotivasi; (d) fleksibilitas instruksionalnya; (e) hubungan dengan program pengajaran lainnya; (f) kualitas sosial interaksi instruksionalnya; (g) kualitas tes dan penilaiannya; (h) dapat memberi dampak bagi peserta didik; dan (i) dapat memberi dampak bagi pendidik dan pengajarannya.
- c. Kualitas Teknis, terdiri dari : (a) keterbacaan; (b) mudah digunakan; (c) kualitas tampilan/tayangan; (d) kualitas penanganan jawaban; (e) kualitas penanganan programnya; dan (f) kualitas pendokumentasiannya.

Sedangkan menurut Alwan Salim Junaedi (2014: 37-38), aspek penilaian pada multimedia pembelajaran menyangkut tiga aspek, yaitu:

- a. Aspek rekayasa perangkat lunak, terdiri dari : (a) efektif dan efisien dalam penggunaan; (b) kehandalan perangkat lunak (reliabilitas); (c) kemudahan dalam pengelolaan program (maintainable); (d) kemudahan dalam penggunaan (usabilitas); (e) ketepatan pemilihan jenis tool untuk pengembangan; (f) kemampuan media untuk dapat diinstalasi/dijalankan (kompatibilitas); (g) pemaketan program media pembelajaran terpadu dan mudah dalam eksekusi; (h) dokumentasi

program media pembelajaran yang lengkap; dan (i) sebagian atau seluruh program media pembelajaran dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain (reusabilitas).

- b. Aspek desain pembelajaran, terdiri dari : (a) kejelasan tujuan pembelajaran; (b) relevansi tujuan pembelajaran dengan SK/KD/kurikulum; (c) cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran, (d) ketepatan penggunaan strategi pembelajaran; (e) interaktivitas, (f) pemberian motivasi belajar; (g) kontekstualitas dan aktualitas; (h) kelengkapan dan kualitas bahan bantuan pembelajaran; (i) kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran; (j) kedalaman materi; (k) kemudahan untuk dipahami; (l) kejelasan uraian, pembahasan, contoh, simulasi, latihan; (m) ketepatan alat evaluasi; dan (n) pemberian umpan balik terhadap hasil evaluasi.
- c. Aspek komunikasi visual, terdiri dari : (a) komunikatif; (b) kreatif dalam ide penuangan gagasan; (c) sederhana dan memikat; (d) audio (narasi, sound effect, background, musik); (e) visual (layout desain, typography, warna); (f) media bergerak (animasi, movie); dan (g) layout interactive.

Berdasarkan kriteria-kriteria media pembelajaran yang disampaikan, maka secara garis besar kriteria-kriteria tersebut dapat dikelompokkan kedalam dua komponen utama. Bagian pertama adalah kelayakan multimedia dari sisi materi dan bagian kedua adalah kelayakan multimedia dari sisi media. Dari sisi materi mencakup aspek kualitas isi

materi dan kualitas pembelajaran, sementara dari sisi media mencakup aspek komunikasi visual dan rekayasa perangkat lunak (pemrograman).

3. Evaluasi Multimedia Pembelajaran

Penilaian atau evaluasi dimaksudkan untuk media pembelajaran yang telah dibuat dapat mencapai tujuan-tujuan yang telah ditentukan. Menurut Azhar Arsyad (2016: 174), tujuan dilakukannya evaluasi pada media pembelajaran yang dikembangkan diantaranya adalah untuk menentukan apakah media itu dapat diperbaiki atau ditingkatkan, menentukan apakah isi pelajaran dalam media sudah tepat, dan mengetahui sikap peserta didik terhadap media pembelajaran. Evaluasi media pembelajaran dibagi menjadi dua, yaitu evaluasi formatif dan sumatif. Berkenaan dengan evaluasi formatif, Alessi dan Trollip dalam Herman Dwi Surjono (2013: 73-79) mengemukakan bahwa terdapat tiga tahap yang dapat dilakukan, yaitu *on going evaluation*, *alpha testing*, dan *betha testing*.

Tahap pertama yaitu *on going evaluation* merupakan kegiatan evaluasi yang dilakukan pengembang untuk menghasilkan multimedia. Pada tahap ini pengembang harus melakukan pemeriksaan (evaluasi) secara terus menerus agar semua komponen multimedia berkualitas baik. Dengan kata lain, segala aspek dari awal sampai akhir pengembangan media pembelajaran interaktif harus dipastikan dikontrol dengan baik.

Tahap kedua yaitu *alpha testing* dilakukan oleh para ahli yang bertugas memberikan saran untuk perbaikan multimedia. Para ahli tersebut

terdiri dari ahli materi dan ahli media. Saran yang didapatkan dari tahap alpha testing kemudian dijadikan acuan untuk perbaikan multimedia sebelum masuk pada tahap betha testing.

Tahap ketiga yaitu *betha testing* merupakan kegiatan evaluasi yang dilakukan oleh subjek sasaran atau pengguna. Pada tahap betha testing ini pengguna juga dapat memberikan tanggapan terhadap multimedia yang dikembangkan. Tanggapan dari pengguna kemudian dijadikan acuan perbaikan multimedia sebelum multimedia siap menjadi produk akhir.

Berdasarkan pendapat tersebut, dapat diketahui bahwa untuk menghasilkan media yang layak, selain harus dilakukan oleh pengembang secara mandiri juga harus melewati beberapa tahap yang terdiri dari validasi ahli dan ujicoba lapangan. Hasil dari validasi ahli dan ujicoba lapangan tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan (dalam bentuk perbaikan dan penyempurnaan) media hingga dihasilkan produk akhir berupa multimedia pembelajaran yang layak untuk digunakan.

E. Multimedia Pembelajaran Interaktif menggunakan *Adobe Flash*

Adobe Flash merupakan perangkat lunak (*software*) yang dapat digunakan untuk membuat dan mengkombinasikan berbagai jenis media seperti: gambar, teks, animasi, audio, maupun video. Menurut Madcoms (2007 :1) *Adobe Flash* memiliki beberapa kelebihan sebagai software pembuatan multimedia pembelajaran, antara lain : 1) Dapat membuat tombol interaktif dengan sebuah movie atau objek lain; 2) Dapat membuat transparansi warna

dalam movie; 3) Dapat membuat perubahan animasi dari satu bentuk ke bentuk lain; 3) Dapat membuat gerakan animasi dengan mengikuti alur yang telah ditetapkan; 4) Dapat dikonversi dan dipublikasikan ke dalam beberapa tipe diantaranya adalah swf, html, gif, png, exe dan mov; 5) Dapat mengolah dan membuat animasi dari objek bitmap; 6) Flash program animasi berbasis vektor mempunyai fleksibilitas dalam pembuatan objek-objek vektor; dan (7) terintegrasi dengan Adobe Photoshop dan Illustrator.

Adapun jenis *Adobe Flash* yang digunakan untuk pengembangan media pembelajaran interaktif adalah *Adobe Flash CS6 (creative suite 6)*. Dalam *Adobe Flash CS6* tersedia berbagai fasilitas yang dapat memudahkan pembuatan karya atraktif dan interaktif. Oleh karena itu, *Adobe Flash CS6* dapat digunakan untuk membuat berbagai keperluan seperti film animasi pendek, desain web, game, dan media pembelajaran interaktif.



Gambar 3. Logo *Adobe Flash CS 6*

Pada halaman kerja *Adobe Flash*, disediakan beberapa fungsi yang dapat mendukung interaksi program dengan pengguna. Fungsi tersebut diantaranya : 1) Menu Bar yang berisi perintah-perintah operasi; 2) Title Bar untuk menampilkan nama file yang sedang aktif; 3) Toolbox yang berisi

kumpulan tool atau peralatan kerja untuk berbagai keperluan; 4) Timeline panel yang digunakan untuk pengaturan layer, timing objek, pengaturan lamanya durasi movie yang dibuat; dan 5) Stage yang berisi halaman kerja untuk menampilkan objek.

Selain beberapa fungsi, untuk mendukung interaksi *Adobe Flash* juga menggunakan bahasa pemrograman yang disebut dengan action script. Action script inilah yang digunakan untuk mengontrol obyek berupa tombol navigasi, suara, gambar maupun animasi sehingga program yang dibuat lebih menarik dan interaktif. action script pada *Adobe Flash* terus dikembangkan mulai dari 1.0, 2.0 hingga yang terbaru merupakan versi 3.0.

F. Karakteristik Siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)

Peserta didik pada tingkat pendidikan tertentu memiliki karakteristik tersendiri, termasuk dalam hal ini adalah siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Berikut menurut para ahli definisi mengenai pembelajaran. Menurut Piaget dalam Idrus Alhadad (2012: 2) terdapat 4 tahapan perkembangan kognitif pada manusia, yaitu: 1) Tahap sensori motor (*sensori-motor stage*), yaitu dari lahir sampai usia sekitar 2 tahun; 2) Tahap pre operasi (*pre operational stage*), yaitu dari usia sekitar 2 tahun sampai sekitar 7 tahun; 3) Tahap operasi konkrit (*concrete operational stage*), yaitu dari usia sekitar 7 tahun sampai sekitar 11-12 tahun; dan 4) Tahap operasi formal (*formal operational stage*), yaitu dari usia dari 12 tahun sampai dewasa.

Mengacu pada teori perkembangan kognitif peserta didik tersebut, siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki karakteristik perkembangan mental pada tahap perkembangan operasional formal. Menurut Piaget dalam Idrus Alhadad (2012: 9) seseorang yang berada dalam tahap perkembangan operasional formal mempunyai karakteristik mampu berfikir secara abstrak, menalar secara logis dengan mempertimbangkan banyak pandangan, dapat merumuskan hipotesis (perkiraan) sebelum ia berbuat, dan menarik kesimpulan dari informasi yang tersedia.

Berdasarkan pola berfikir tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam menerima materi pembelajaran, siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dapat membangun konsep pemikirannya sendiri yang didasarkan pada hal-hal yang mereka terima. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan adanya stimulasi dari guru dalam mengembangkan rasa keingintahuan mereka dengan memberikan kesempatan untuk melakukan eksplorasi secara mandiri.

G. Kajian Mata Pelajaran Pemesinan Frais di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta

Mata pelajaran Pemesinan Frais adalah salah satu mata pelajaran pada program keahlian Teknik Pemesinan. Setiap mata pelajaran memiliki rencana pembelajaran yang dinamakan silabus yang mencakup kompetensi inti, kompetensi dasar, materi pokok/pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi untuk penilaian, penilaian, alokasi waktu, dan sumber belajar yang dapat dilihat pada Lampiran 1.4. Adapun kompetensi

inti dan kompetensi dasar pada mata pelajaran Pemesinan Frais di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kompetensi Inti dan Dasar pada Mata Pelajaran Pemesinan Frais

Kompetensi Inti (Kelas XI)	Kompetensi Dasar
KI-1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menghayati hakikat bangsa dan Negara sebagai anugerah Tuhan Yang Maha Esa
	1.2 Mensyukuri fungsi dan peran Pancasila dalam kehidupan bangsa dan negara Indonesia
KI-2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan 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	2.1 Responsif terhadap hakikat bangsa dan Negara.
	2.2 Proaktif melaksanakan fungsi dan peran Pancasila dalam kehidupan bangsa dan negara Indonesia.
	2.3 Menunjukkan sikap peduli terhadap penerapan nilai-nilai Pancasila dalam kehidupan berbangsa dan bernegara
KI-3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Memahami bagian-bagian mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya
	3.4 Menganalisis kecepatan putar mesin frais untuk berbagai kecepatan potong bahan
	3.5 Memahami alat potong mesin frais
	3.10 Menerapkan prosedur teknik pengefraisan balok segi empat
	3.11 Menerapkan standar operasional prosedur teknik pengefraisan rack dan roda gigi lurus
	3.12 Menerapkan prosedur teknik pengefraisan benda kerja bertingkat

Kompetensi Inti (Kelas XI)	Kompetensi Dasar
KI-4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.10 Membuat Balok Segi Empat
	4.11 Menggunakan teknik pengefraisan untuk pembuatan rack dan roda gigi lurus
	4.12 Membuat benda kerja bertingkat

Pembuatan produk pengembangan Multimedia Pembelajaran mengacu pada Silabus yang digunakan oleh SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta. Pembuatan produk multimedia mengambil materi dari beberapa kompetensi dasar yang bersifat teori, sehingga multimedia pembelajaran Pemesinan Frais ini berfokus pada proses belajar mengajar di ruang kelas.

H. Materi Pemesinan Frais pada Multimedia

Pembuatan Multimedia Pembelajaran Pemesinan Frais mengacu pada silabus yang digunakan oleh SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta program keahlian Teknik Pemesinan. Adapun isi materi pada Multimedia Pembelajaran diatur sesuai dengan silabus yang ada. Berikut merupakan isi materi yang akan terdapat pada Multimedia Pembelajaran tentang Pemesinan Frais yang dirangkum dari beberapa sumber.

1. Dasar Kerja Pemesinan Frais

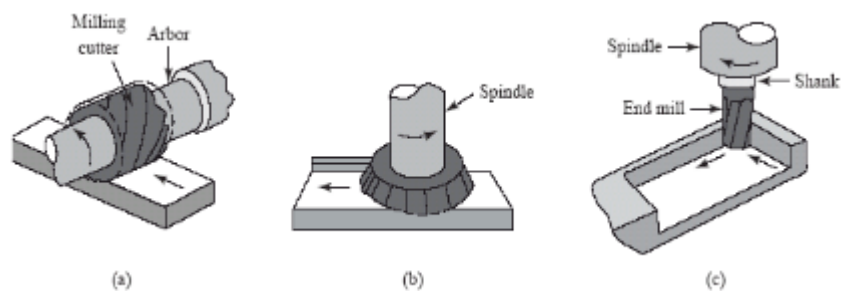
a. Pengertian Pemesinan Frais

Mesin frais (*milling machine*) adalah mesin perkakas yang dalam proses kerja pemotongannya dengan menyayat/memakan benda kerja menggunakan alat potong bermata banyak yang berputar

(*multipoint cutter*). Pada saat alat potong (*cutter*) berputar, gigi-gigi potongnya menyentuh permukaan benda kerja yang dijepit pada ragum meja mesin frais sehingga terjadilah pemotongan/penyayatan dengan kedalaman sesuai penyetingan sehingga menjadi benda produksi sesuai dengan gambar kerja yang dikehendaki (Wirawan Sumbodo, 2008).

b. Klasifikasi Proses Frais

Proses frais dapat diklasifikasikan dalam tiga jenis yakni frais periperal / *slab milling*, frais muka / *face milling* dan frais jari / *end milling* (Widarto, 2008). Klasifikasi ini berdasarkan jenis pahat, arah penyayatan dan posisi relatif pahat terhadap benda kerja (Gambar 4).



Gambar 4. Tiga Klasifikasi proses frais : (a) frais periperal / *slab milling*, (b) frais muka / *face milling*, (c) frais jari / *end milling*

1) Frais Periperal (*Slab Milling*)

Proses frais ini disebut juga slab milling, permukaan yang difrais dihasilkan oleh gigi pahat yang terletak pada permukaan luar badan alat potongnya. Sumbu dari putaran pahat biasanya pada bidang yang sejajar dengan permukaan benda kerja yang disayat.

2) Frais muka (*Face Milling*)

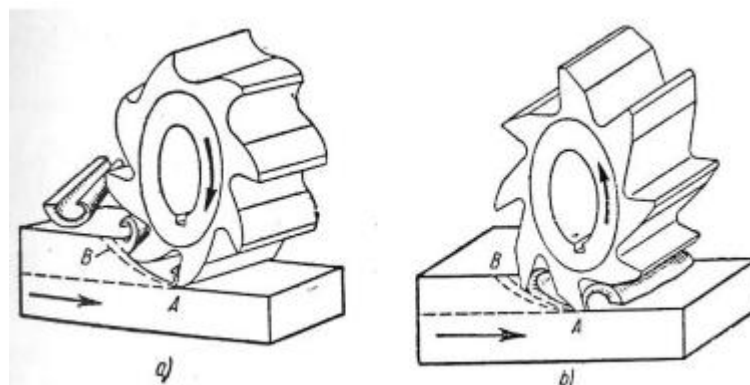
Pada frais muka, pahat dipasang pada spindel yang memiliki sumbu putar tegak lurus terhadap permukaan benda kerja. Permukaan hasil proses frais dihasilkan dari hasil penyayatan oleh ujung dan selubung pahat.

3) Frais jari (*End Milling*)

Pahat pada proses frais ujung biasanya berputar pada sumbu yang tegak lurus permukaan benda kerja.. Pahat dapat digerakkan menyudut untuk menghasilkan permukaan menyudut. Gigi potong pada pahat terletak pada selubung pahat dan ujung badan pahat.

c. Metode Proses Frais

Metode proses frais ditentukan berdasarkan arah relatif gerakan meja mesin frais terhadap putaran pahat (Gambar 4). Metode proses frais ada dua yaitu frais naik dan frais turun (Dwi Rahdiyanta, 2010).



Gambar 5. (a) Frais Naik (*up milling*) dan (b) Frais Turun (*down milling*)

1) Frais Naik (*Up Milling*)

Frais naik biasanya disebut frais konvensional (*conventional milling*). Gerak dari putaran pahat berlawanan arah terhadap gerak makan meja mesin frais. Sebagai contoh, pada proses frais naik apabila pahat berputar searah jarum jam, benda kerja disayat ke arah kanan. Penampang melintang bentuk beram (*chips*) untuk proses frais naik adalah seperti koma diawali dengan ketebalan minimal kemudian menebal. Proses frais ini sesuai untuk mesin frais konvensional/ manual, karena pada mesin konvensional *backlash* ulir transportirnya relatif besar dan tidak dilengkapi *backlash compensation*.

2) Frais Turun (*Down Milling*)

Proses frais turun dinamakan juga *climb milling*. Arah dari putaran pahat sama dengan arah gerak makan meja mesin frais. Sebagai contoh jika pahat berputar berlawanan arah jarum jam, benda kerja disayat kekanan. Penampang melintang bentuk beram (*chips*) untuk proses frais naik adalah seperti koma diawali dengan ketebalan maksimal kemudian menipis. Proses frais ini sesuai untuk mesin frais CNC, karena pada mesin CNC gerakan meja dipandu oleh ulir dari bola baja, dan dilengkapi *backlash compensation*. Untuk mesin frais konvensional tidak direkomendasikan melaksanakan proses frais turun, karena meja mesin frais akan tertekan dan ditarik oleh pahat.

2. Jenis-jenis Mesin Frais

Jenis mesin frais yang umum digunakan ada dua macam, yaitu mesin frais *horizontal* dan *vertikal*.

a. Mesin frais *horizontal*

Mesin frais horizontal (Gambar 6), alasnya terbuat dari besi tuang kelabu yang digunakan mendukung seluruh komponen dan dibaut pada fondasi serta berfungsi untuk menampung cairan pendingin yang mengalir ke bawah, dimana di dalam kolom (column) terdapat mesin pompa yang memompa cairan tersebut untuk kemudian disirkulasi lagi ke atas meja (table). Pada bagian kolom yang mendukung seluruh rangka terdapat kotak roda gigi kecepatan, motor dengan sabuk transmisi. Kolom ini adalah merupakan komponen utama mesin frais yang berbentuk box dimana lengan mesin (overarm) dan spindel tempat memasang poros arbor. Mesin ini dibentuk sedemikian rupa sehingga meja kerja dapat digerakkan longitudinal maju mundur, secara manual maupun otomatis. Kedudukan sumbu (*spindel*) dari mesin frais jenis ini adalah kearah horizontal (Wirawan Sumbodo, 2008).



Gambar 6. Mesin Frais *Horizontal*

b. Mesin Frais *Vertikal*

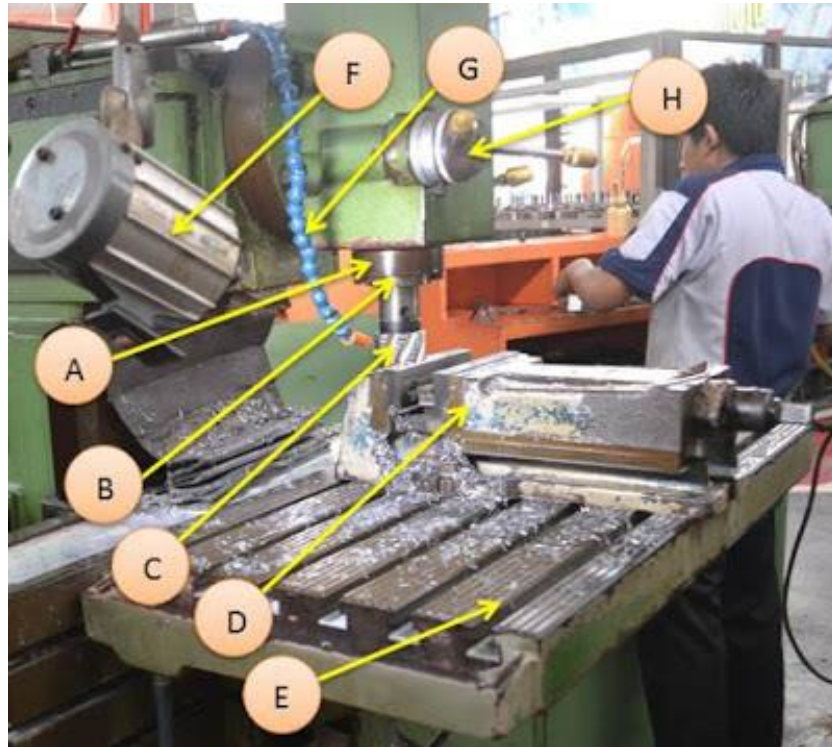
Sesuai dengan namanya, yang dimaksud vertikal sebenarnya adalah poros spindelnya yang dikonstruksikan dalam posisi tegak / *vertikal*. Semua bagian yang terdapat pada mesin frais tegak sama seperti pada mesin frais horizontal hanya saja posisi spindelnya tegak, untuk lebih jelasnya nama-nama bagian mesin frais tegak dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini (Wirawan Sumbodo, 2008).



Gambar 7. Mesin Frais *Vertikal*

3. Bagian-bagian Mesin Frais

Mesin frais memiliki bagian-bagian mesin yang berguna sebagai kontrol maupun sarana pengoperasian alat. Bagian-bagian mesin frais dapat dilihat pada gambar 8, 9 dan 10.



Gambar 8. Bagian Operasional pada Mesin Frais

Keterangan :

A = Spindel mesin (sebagai tempat berputar dan dicekamnya alat potong)

B = Arbor (sebagai penjepit *cutter*/pisau)

C = Pisau frais/*cutter* (sebagai alat penyayat benda kerja)

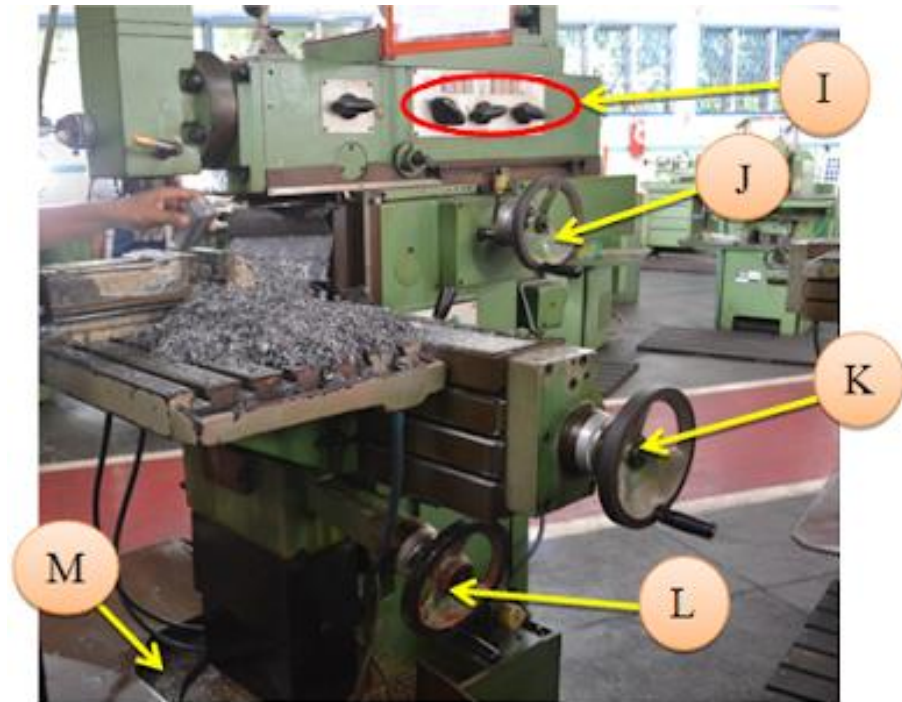
D = Ragum (sebagai tempat untuk menjepit benda kerja)

E = Meja mesin (sebagai tempat kedudukan ragum)

F = Lampu (sebagai alat penerangan saat proses berlangsung)

G = Selang cairan coolant (Sebagai tempat mengalirnya air pendingin dari penampungan ke alat potong)

H = Tuas *drill* (tuas yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan spindel ketika proses *drilling*)



Gambar 9. Bagian Kendali pada Mesin Frais

Keterangan :

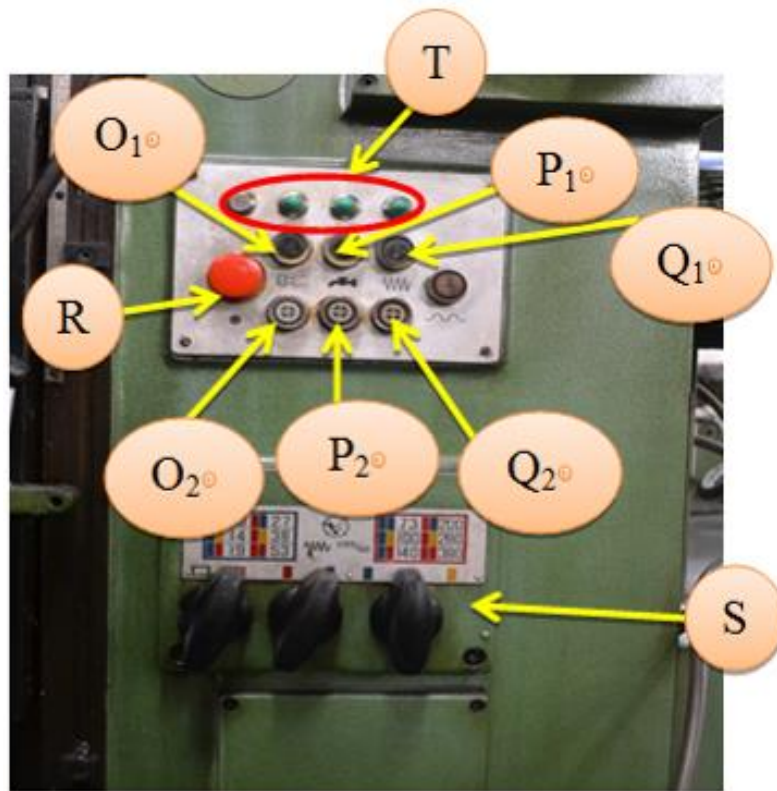
I = Tuas pengatur RPM (sebagai pengatur kecepatan berputarnya alat potong RPM)

J = Eretan melintang sumbu Y (sebagai penggerak pahat maju-mundur)

K = Eretan memanjang sumbu X (sebagai penggerak meja mesin arah *horizontal* / kanan-kiri)

L = Eretan tinggi sumbu Z (untuk menggerakkan meja pada arah naik-turun)

M = Bak penampung collant (untuk menampung cairan pendingin yang telah selesai digunakan)



Gambar 10. Bagian Tombol pada Mesin Frais

Keterangan :

- O1 = Tombol ON spindel (untuk menghidupkan putaran spindel)
- O = Tombol OFF spindel : (untuk mematikan putaran spindle)
- P1 = Tombol ON collant : (untuk menghidupkan cairan)
- P2 = Tombol OFF collant : (untuk mematikan cairan pendingin)
- Q1 = Tombol ON feeding : (untuk menghidupkan feeding otomatis)
- Q2 = Tombol OFF feeding : (untuk mematikan feeding otomatis)
- R = Tombol emergency : (untuk mematikan mesin secara mendadak ketika terjadi kesalahan)

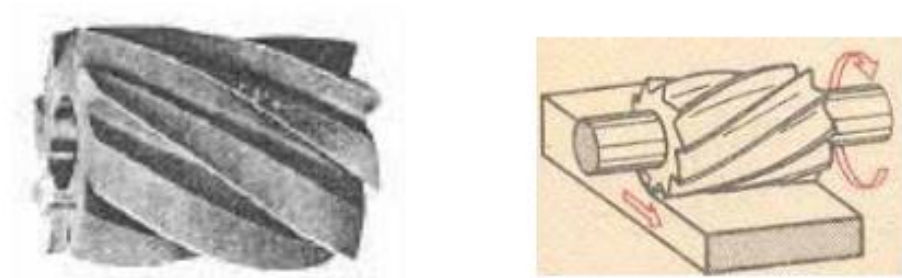
T = Lampu indikator : (untuk mengetahui hidup atau matinya dari tombol operasional)

4. Alat-alat potong (cutter) mesin frais

Pisau mesin frais / *cutter* mesin frais memiliki banyak sekali jenis dan bentuknya. Pemilihan pisau frais berdasarkan pada bentuk benda kerja, serta mudah atau kompleksnya benda kerja yang akan dibuat. Adapun jenis-jenis pisau frais, antara lain:

a. Pisau Mantel (*Helical milling cutter*)

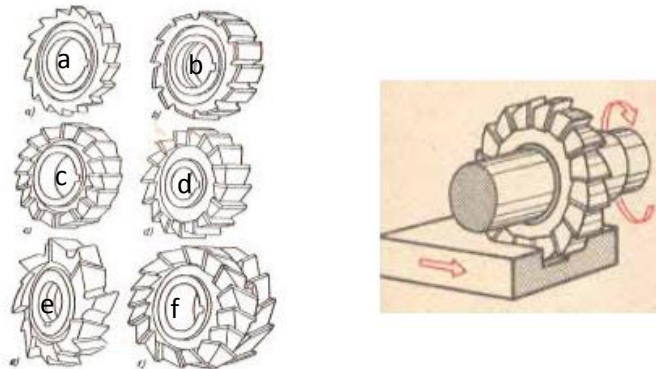
Pisau jenis ini dipakai pada mesin frais *horizontal*. Biasanya digunakan untuk pemakanan permukaan kasar (*Roughing*) dan lebar.



Gambar 11. Pisau mantel

b. Pisau Alur (*slot milling cutter*)

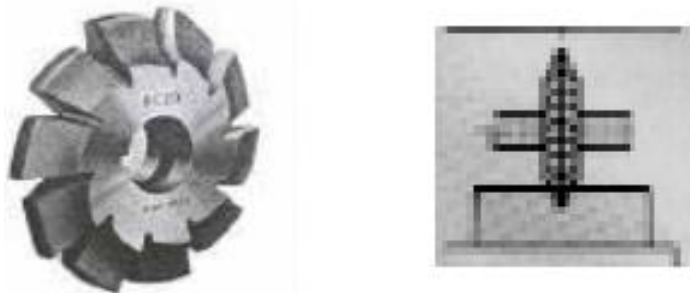
Pisau alur berfungsi untuk membuat alur pada bidang permukaan benda kerja. Jenis pisau ini ada beberapa macam yang penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan. Gambar 12 a dan b menunjukkan jenis pisau alur mata sayat satu sisi, gambar 12 c dan d menunjukkan pisau alur dua mata sayat yaitu muka dan sisi, gambar 12 e dan f menunjukkan pisau alur dua mata sayat yaitu muka dan sisi dengan mata sayat silang.



Gambar 12. Pisau alur

c. Pisau frais gigi (*Gear cutter*)

Pisau frais gigi ini digunakan untuk membuat roda gigi sesuai jenis dan jumlah gigi yang diinginkan. Gambar 13 menunjukkan salah satu jenis gear cutter.



Gambar 13. Gear cutter

d. Pisau frais alur T (*T Slot Cutter*)

Pisau jenis ini hanya digunakan untuk untuk membuat alur berbentuk “T” seperti halnya pada meja mesin frais.



Gambar 14. Pisau Alur T

e. Pisau Jari / Ujung (*Endmill Cutter*)

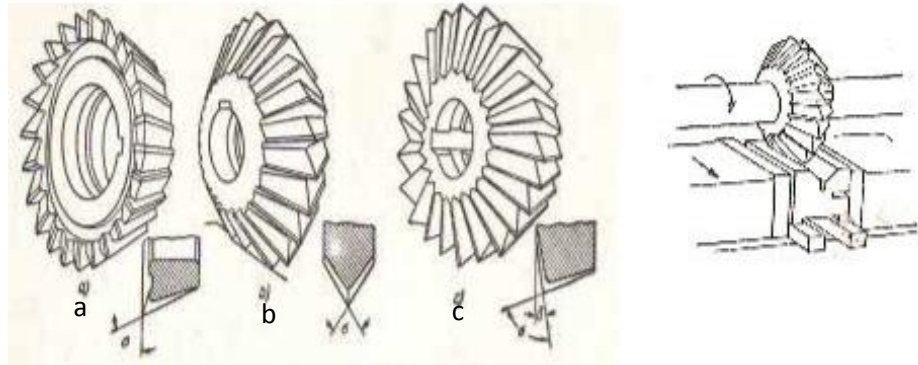
Ukuran pisau jenis ini sangat bervariasi mulai ukuran kecil sampai ukuran besar. *Cutter* ini biasanya dipakai untuk membuat alur pada bidang datar atau pasak dan jenis pisau ini pada umumnya dipasang pada posisi tegak (mesin frais *vertical*), namun pada kondisi tertentu dapat juga dipasang posisi horizontal yaitu langsung dipasang pada spindle mesin frais.



Gambar 15. *Endmill Cutter*

f. Pisau frais sudut

Pisau jenis ini digunakan untuk membuat alur berbentuk sudut yang hasilnya sesuai dengan sudut pisau yang digunakan. Pisau jenis ini memiliki sudut-sudut yang berbeda diantaranya: 30° , 45° , 50° , 60° , 70° dan 80° . Gambar 16a menunjukkan pisau satu sudut 60° (*angle cutter*), Gambar 16b menunjukkan pisau dua sudut $45^\circ \times 45^\circ$ (*double angle cutter*), Gambar 16c menunjukkan pisau dua sudut $30^\circ \times 60^\circ$ (*double angle cutter*).



Gambar 16. Pisau sudut dan penggunaannya

g. Pisau frais gergaji (*Slitting saw*)

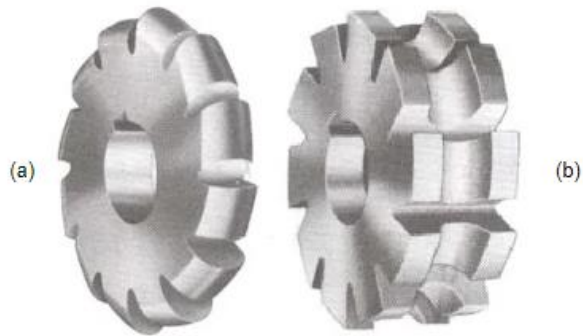
Pisau frais jenis ini digunakan untuk memotong atau membelah benda kerja. Selain itu juga dapat digunakan untuk membuat alur yang memiliki ukuran lebar kecil.



Gambar 17. Pisau frais gergaji

h. Pisau frais radius (*Form Cutter*)

Pisau frais radius, berfungsi untuk membentuk radius luar berbentuk cekung disebut *convex milling cutter* (gambar 18a) dan untuk membentuk radius luar berbentuk cembung disebut *concave milling cutter* (gambar 18b).



Gambar 18. Pisau frais radius

i. Pisau Frais Ekor Burung (*Dove Tail Cutter*)

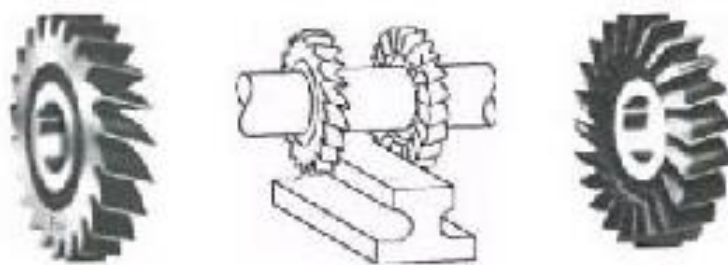
Pisau frais ini digunakan untuk mengefrais alur ekor burung, pada umumnya sudut ekor burung yang dapat dibuat besarnya: 30°, 45° dan 60°.



Gambar 19. Pisau Frais Ekor Burung

j. Pisau samping satu sisi (*Half side milling cutter*)

Pisau samping ini mempunyai gigi pemotong hanya pada satu sisinya saja dan pada bagian mukanya. Pisau ini digunakan untuk pengefraisan benda kerja pada satu sisinya saja.

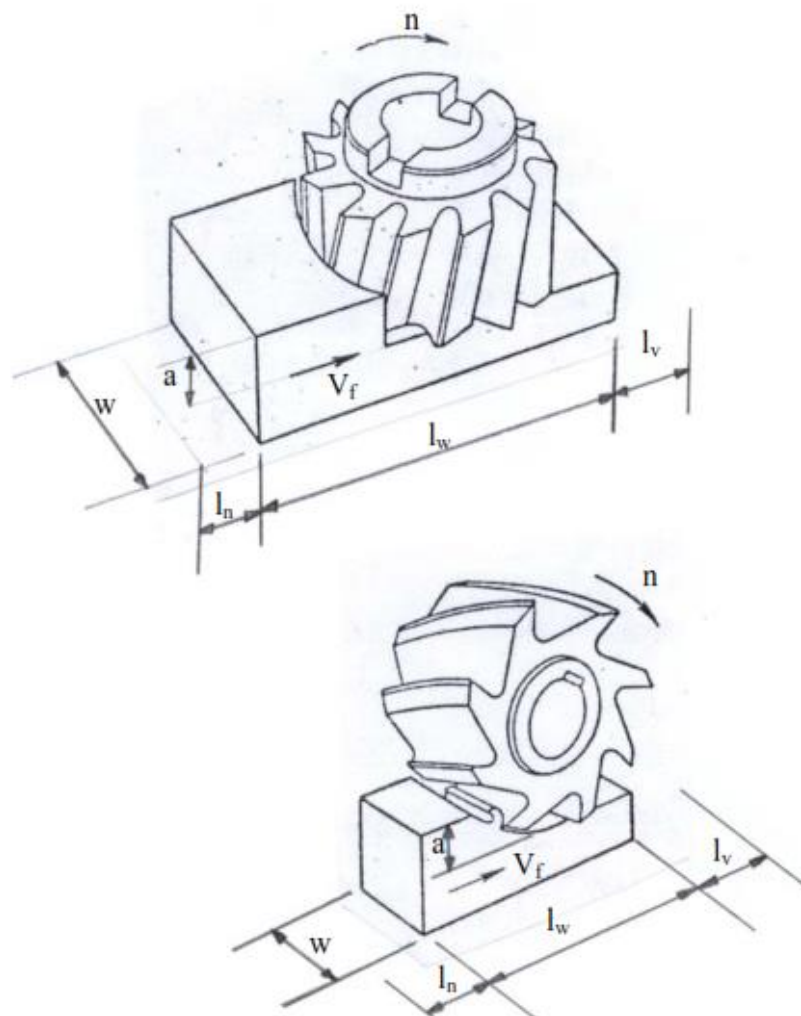


Gambar 20. Pisau samping satu sisi

Pisau samping satu sisi dapat juga dipakai untuk pengefraisan dua sisi, misalnya kepala baut, yang dapat dilaksanakan dengan dua buah pisau samping satu sisi sekaligus, di mana keduanya dipasang secara bersama pada arbor mesin. Pemasangan pisau frais seperti ini sering disebut sebagai *straddle milling*.

5. Elemen Dasar Proses Frais

Elemen dasar proses frais hampir sama dengan elemen dasar proses bubut. Elemen diturunkan berdasarkan rumus dan Gambar 19 berikut :



Gambar 21. Gambar skematis proses frais *vertikal* dan frais *horizontal*

Keterangan :

Benda kerja :

w = lebar pemotongan ; mm

l_w = panjang pemotongan ; mm

l_t = $l_v + l_w + l_n$; mm

Pisau Frais :

d = diameter luar ; mm

z = jumlah gigi (mata potong)

α_r = sudut potong utama (90°) untuk pahat frais

Mesin Frais

n = putaran poros utama ; rpm

v_f = kecepatan makan ; mm/putaran

Rumus – rumus :

a) Kecepatan potong :

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \dots \text{ m/menit}$$

b) Gerak makan per gigi :

$$f_z = v_f / z \cdot n = \dots \text{ mm/menit}$$

c) Waktu pemotongan :

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} = \dots \text{ menit}$$

d) Kecepatan penghasilan beram :

$$Z = v_f \cdot a \cdot w / 1000 = \dots \text{ cm}^3/\text{menit}$$

Rumus-rumus (1 sampai 4) tersebut di atas digunakan untuk perencanaan proses frais. Proses frais bisa dilakukan dengan banyak cara menurut jenis pisau yang digunakan dan bentuk benda kerjanya. Selain itu jenis Mesin Frais yang bervariasi menyebabkan analisa proses frais menjadi rumit. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bukan hanya kecepatan potong dan gerak makan saja, tetapi juga cara pencekaman, gaya potong, kehalusan produk, getaran mesin dan getaran benda kerja. Dengan demikian hasil analisa/perencanaan merupakan pendekatan bukan merupakan hasil yang optimal (Widarto, 2008).

I. Kajian Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Alwan Salim Junaedi dalam penelitiannya yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif pada Mata Pelajaran Teknik Listrik di SMK Negeri 2 Yogyakarta pada tahun 2014 menyimpulkan bahwa telah dihasilkan media pembelajaran interaktif dengan materi terdiri dari Hukum Ohm, Hukum Kirchoff, rangkaian seri, rangkaian paralel dan rangkaian campuran. Hasil penilaian kelayakan diperoleh dari validator ahli materi sebesar 4.46 pada kategori sangat layak, ahli media sebesar 4.44 pada kategori sangat layak, uji coba produk dengan responden 12 siswa sebesar 4,03 pada kategori layak, dan uji coba pemakaian dengan responden 48 siswa sebesar 4,24 pada kategori sangat layak, sehingga media

pembelajaran tersebut sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa respon siswa dilakukan secara bertahap, tahap pertama dengan jumlah responden terbatas, kemudian dilanjutkan tahap kedua dengan jumlah responden sesuai dengan jumlah kelas sesungguhnya.

2. Anggun Ratnasari dalam penelitiannya yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Program Studi Ketenagalistrikan di Sekolah Menengah Kejuruan” pada tahun 2015 mengemukakan bahwa telah dihasilkan media pembelajaran dengan pokok bahasan keselamatan dan kesehatan kerja dengan hasil penilaian ahli media memperoleh skor 4,188 atau termasuk kategori “layak”, dan penilaian ahli materi memperoleh skor 4,25 yang termasuk dalam kategori “layak”; respon penilaian siswa terhadap media pembelajaran pada uji kelompok besar memperoleh skor 4,046 yang menunjukkan bahwa media pembelajaran dalam kategori “layak” sebagai media pembelajaran. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa kelayakan dari sebuah media pembelajaran ditentukan melalui penilaian ahli yang mencakup ahli materi dan ahli media, kemudian dilanjutkan respon siswa selaku pengguna media pembelajaran tersebut.

J. Kerangka Pikir

Kurang optimalnya proses pembelajaran mengakibatkan tujuan pembelajaran juga tidak dapat dicapai secara optimal. Pembelajaran yang

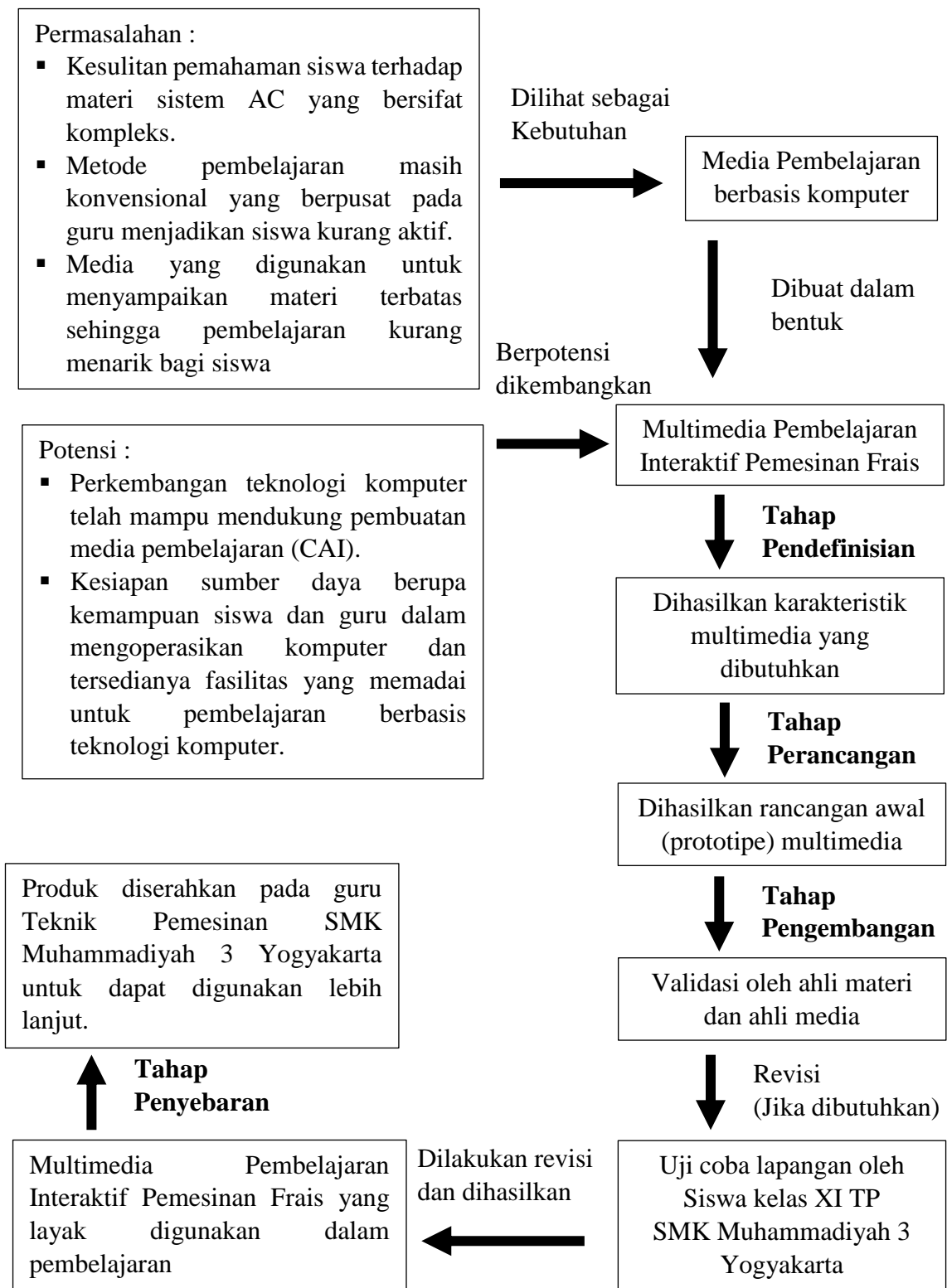
kurang optimal tersebut terjadi pada program keahlian Teknik Pemesinan di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta. Berdasarkan observasi yang dilakukan didapati siswa masih kesulitan (43,33% beranggapan sulit dan 13,33% beranggapan sangat sulit) dalam memahami materi pada salah satu kompetensi kejuruan yaitu Teknik Pemesinan Frais yang cukup kompleks. Selain itu, diketahui pula metode yang digunakan guru dalam menyampaikan materi masih konvensional sehingga membuat siswa cenderung bersikap pasif saat pembelajaran berlangsung dan terbatasnya media pembelajaran yang digunakan dalam menyampaikan materi sehingga kurang menarik bagi siswa karena cenderung monoton atau kurang variasi.

Berbagai permasalahan pembelajaran tersebut dapat diatasi dengan bantuan media pembelajaran berbasis komputer. Dengan bantuan komputer, dapat dibuat sebuah multimedia pembelajaran yang dapat memvisualisasikan materi agar menjadi lebih mudah dipahami. Selain itu, metode pembelajaran yang diinginkan juga dapat diintegrasikan melalui cara penyajian materi dalam multimedia, sehingga pembelajaran nantinya dapat diarahkan menjadi pembelajaran yang interaktif. Pengembangan media pembelajaran berbasis komputer tersebut sangat mungkin untuk diwujudkan, mengingat teknologi komputer yang sudah berkembang ditambah dengan kesiapan sumber daya manusia dan ketersediaan fasilitas yang dimiliki SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta.

Berdasarkan hal tersebut, dilakukanlah proses pengembangan untuk kemudian dapat dihasilkan multimedia pembelajaran interaktif Pemesinan

Frais yang layak digunakan dalam pembelajaran. Dalam proses pengembangan tersebut, tahap pertama adalah melakukan pendefinisian sehingga dihasilkan karakteristik multimedia yang sesuai kebutuhan. Selanjutnya dilakukan tahap kedua yaitu proses perancangan sehingga dihasilkan prototipe awal multimedia. Multimedia yang masih berwujud rancangan awal kemudian memasuki tahap pengembangan dengan pengujian validasi ahli dan ujicoba lapangan diikuti revisi. Dari tahap pengembangan tersebut kemudian dihasilkan produk akhir multimedia yang telah layak untuk digunakan dalam pembelajaran, untuk selanjutnya dilakukan tahap penyebaran dengan memaketkan multimedia dan diberikan pada jurusan Teknik Pemesinan di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta. Kerangka berpikir dari penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut:

Hasil Observasi di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta



Gambar 22. Bagan hasil observasi di SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta