PENERAPAN METODE VDI 2221 PADA PERANCANGAN SEPEDA MOTOR PEMADAM

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Hari Eko Hidayanto

5315117222

Skripsi Ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2016

ABSTRACT

Hari Eko Hidayanto, application of methods VDI 2221 for the design of the fire motorcycle. Thesis, Jakarta : Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta, May 2016

A densely populated area have the potential dangers of fire are great if settlement location not managed well so that settlement in a visible tending to solid .Currently the process of fire tackling is still a main task of fire department .To preventing the spread of fires on the residential area , researchers devised a fire extinguishers with using motorcycles to cope with the fire in a premature manner .On design researchers used a method of VDI 2221 to contrive fire motorcycle . The research at least that produce the requisite centrifugal pump with discharge minimnal 95 liter / minutes with head at least 8 feet , using a rubber 1,5 inches in diameter with long 10 feet tall and nozzle with long 10 inches in diameter outlet 10,075 mm.

Keywords : *VDI 2221, Fire Exthingusher, Motorcycle.*

ABSTRAK

Hari Eko Hidayanto, Penerapan Metode VDI 2221 Pada Perancangan Sepeda Motor Pemadam. Skripsi, Jakarta : Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Mei 2016

Pemukiman padat memiliki potensi bahaya kebakaran yang besar jika lokasi pemukiman tidak tertata dengan rapih sehingga pemukiman terlihat cenderung padat. Saat ini proses penanggulangan kebakaran masih menjadi tugas pokok dinas pemadam kebakaran. Untuk mencegah meluasnya kebakaran pada pemukiman penduduk, peneliti merancang sebuah alat pemadam kebakaran dengan menggunakan sepeda motor untuk menanggulangi kebakaran secara dini. Pada perancangannya peneliti menggunakan metode VDI 2221 untuk merancang sepeda motor pemadam. Hasil penelitian menghasilkan syarat minimal yaitu pompa sentrifugal dengan debit minimnal 95 liter/menit dengan head minimal 8 meter, dengan menggunakan selang *rubber* berdiameter 1,5 inchi dengan panjang 10 meter dan *nozzle* dengan panjang 10 cm dengan diameter outlet 10,075 mm.

Kata Kunci : *VDI 2221, Alat Pemadam Kebakaran, Sepeda Motor*

LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Hari Eko Hidayanto

No. Registrasi : 5315117222

Tempat, tanggal lahir : Purworejo, 09 Januari 1986

Adalah benar penulisan skripsi ini dengan gagasan sendiri dan melakukan penelitian sesuai dengan arahan dosen pembimbing dengan skripsi yang berjudul "**PENERAPAN METODE VDI 2221 PADA PERANCANGAN SEPEDA MOTOR PEMADAM**". Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Demikian lembar pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh. Apabila kemudian ditemukan bukti kuat bahwa skripsi ini tidak asli seperti pernyataan diatas, maka penulis bersedia menerima hukuman yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Juli 2016
Yang membuat pernyataan

Hari Eko Hidayanto
No. Reg. 5315 11 7222

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan kasih sayang-Nya, penulis masih diberikan nikmat sehat dan kelancaran dalam penulisan skripsi yang berjudul : **"PENERAPAN METODE VDI 2221 PADA PERANCANGAN SEPEDA MOTOR PEMADAM".**

Penulis menyadari sepenuhnya tanpa bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, khususnya dari Dosen Pembimbing yang telah memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua Bpk. Alip dan Ibu. Samini yang telah mendidik penulis sampai akhirnya bisa meraih gelar Sarjana. Dan juga atas doa dan dukungannya berupa moril maupun materi kepada penulis yang tidak pernah berhenti.
2. Bapak Ahmad Kholil, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
3. Bapak Jafar Amiruddin, S.T., M.T. selaku Ketua Konsentrasi *Fire Protection and Safety Engineering.*
4. Bapak Dr. Riza Wirawan, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa dengan sabarnya memberikan bimbingan akademik selama menempuh perkuliahan dan memberikan arahan serta dukungan untuk penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa dengan sabarnya memberikan bimbingan dan memberikan arahan serta dukungan untuk penyelesaian skripsi ini.
6. Ibu Aam Amaningsih Jumhur, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
7. Denis Ardianto yang telah banyak membantu penulis untuk penyelesaian skripsi ini dari awal hingga akhir.

8. Istri tercinta Soeshanthy Dambasari, S.S yang banyak memberikan supportnya kepada penulis untuk terus semangat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
9. Teman – teman dari Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan, yang telah membantu dan selalu memberikan dukungan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan penulisan skripsi.
10. Teman – teman Forjah, Achmad Sumantri, Wijiyanto Pracoyo, Danang Eko Prihandoko, Silvanus Kemal yang telah memberikan semangat dan terus mengingatkan penulis untuk dapat menyelesaikan penulisan skripsi.
11. Teman seperjuangan satu tim, Hilmy Fathul Jabbar, Abizar Widi dan Seluruh Mahasiswa Konsentrasi *Fire Protection and Safety Engineering* yang telah memberikan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Untuk itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, Juli 2016

Hari Eko Hidayanto
5315 11 7222

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI i

ABSTRACT ii

ABSTRAK iii

LEMBAR PENYATAAN iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR TABEL xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Identifikasi Masalah 3
1.3 Pembatasan Masalah 3
1.4 Perumusah Masalah 3
1.5 Tujuan Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Kebakaran 4
2.1.1 Teori Api 4
2.1.1.1 Segitiga Api 4
2.1.1.2 Tetrahedron Api 5
2.1.2 Klasifikasi Kebakaran 6
2.1.3 Proses Penyebaran Api 7
2.1.4 Fase Kebakaran 8
2.1.5 Bahaya Kebakaran 9
2.2 Pompa 11

2.2.1 Prinsip Kerja Pompa 12
2.2.2 Klasifikasi Pompa 13
2.2.3 Macam-macam Pompa 13
2.2.3.1 Pompa Sentrifugal 14
2.2.3.2 Karakteristik Pompa Sentrifugal 15
2.2.3.3 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal 17
2.2.4 Kapasitas Pompa Nominal 19

2.3 MetodePerancangan VDI 2221 19
2.3.1 TujuanMetode VDI 2221 20
2.3.2 Langkah-langkahTujuan Metode VDI 2221 20

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

3.1. Jenis dan Desain Perancangan 26
3.2. Unit Analisis Perancangan 26
3.3. Prosedur Perancangan 26
3.4. Perancangan Konsep Produk 28
3.5. Penjabaran Tugas 28
3.6. Menentukan Funsi dan Strukturnya 28
3.7. Pemilihan Kombinasi Yang Sesuai 28
3.8. Diagram *Fishbone* 29

BAB IV PERANCANGAN

4.1 Perancangan Konsep Sepeda Motor Pemadam 30
4.1.1 Spesifikasi Awal Pompa 30
4.1.2 Spesifikasi Awal Selang 31
4.1.3 Spesifikasi Awal *Nozzle* 31
4.1.4 Spesifikasi Awal Sepeda Motor 32
4.2 Fungsi Struktur Speda Motor Pemadam 33
4.3 Pembuatan *Prototyipe* Sepeda Motor Pemadam 38
4.4 Pengujian *Prototype* 40

4.5 Pembahasan 42
4.6 Diagram *Fishbone* Hasil 44

BAB VKESIMPULAN

5.1 Kesimpulan 46
5.2 Saran 47

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Segitiga Api 5

Gambar 2.2 Tetrahedron Api 5

Gambar 2.3 Pompa Rumah Keong 13

Gambar 2.4 Pompa *Diffuser* 13

Gambar 2.4 Pompa Sentrifugal 14

Gambar 2.4 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal 17

Gambar 3.1 Diagram Alur Metode VDI 2221 27

Gambar 3.2 Diagram *Fishbone* 29

Gambar 4.1 Sub Struktur Fungsi Sepeda Motor Pemadam 33

Gambar 4.2 Rancangan Sepeda Motor Pemadam Varian 2 38

Gambar 4.3 *Prototype* Sepeda Motor Pemadam 1 39

Gambar 4.4 *Prototype* Sepeda Motor Pemadam 2 38

Gambar 4.5 *Prototype* Sepeda Motor Pemadam 3 38

Gambar 4.6 Pengujian Sepeda Motor Bergerak Lurus 41

Gambar 4.7 Diagram *Fishbone* 46

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi Awal Pompa 30

Tabel 4.2 Spesifikasi Awal Selang 31

Tabel 4.3 Spesifikasi Awal *Nozzle* 31

Tabel 4.4 Spesifkasi Awal Sepeda Motor 32

Tabel 4.5 Prinsip Solusi Sub Fungsi 34

Tabel 4.6 Analisis Varian 35

Tabel 4.7 Kombinasi Varian 36

Tabel 4.8 *Selection chart* 37

Tabel 4.9 Spesifikasi Teknis Sepeda Motor Pemadam 40

Tabel 4.10 Tabel Pengujian Pompa 42

Tabel 4.11 Tabel Kebutuhan dan Fungsi 45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Akhir-akhir ini peristiwa kebakaran sering terjadi di wilayah Indonesia, khususnya di Ibu kota DKI Jakarta. Peristiwa kebakaran tersebut menimbulkan kerugian harta benda yang tidak sedikit. Selain itu, di beberapa kasus menimbulkan korban jiwa. dari data Suku Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Kota Administrasi Jakarta Timur menyatakan kerugian akibat terjadinya 263 kasus kebakaran sejak Januari hingga Desember 2014 mencapai Rp 76,6 miliar. Sebanyak 42 % kejadian atau 110 dari 263 kebakaran adalah kawasan padat penduduk. Kebakaran kawasan umum dan perdagangan terjadi sebanyak 9 % (23 kejadian), 7 % (18 kejadian) kebakaran pada bangunan industri, 6 % (16 kejadian) kebakaran pada kendaraan ,dan 37 % (96 kejadian) kebakaran lain-lain, (Laporan Kebakaran Suku Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Tahun 2014)

Indonesia dikategorikan sebagai negara yang rentan terhadap bahaya kebakaran. Peristiwa kebakaran kerap mewarnai kehidupan sehari-hari penduduk Indonesia. Di media masa seringkali peistiwa kebakaran diberitakan sebagai sebuah musibah yang sangat merugikan masyarakat dan lingkungan sekitar. Jakarta sebagai kota terbesar dan terpadat di Indonesia telah lama bergelut dengan masalah kebakaran.

Pada pemukiman padat penduduk ada banyak ancaman terhadap bahaya kebakaran setiap hari. Baik untuk keperluan pemukiman warga, keperluan bisnis, dan lain lain. Meluasnya kebakaran pada pemukiman padat penduduk harus diantisipasi sejak dini agar tidak menimbulkan keresahan bagi warga yang lain. Keterbatasan armada dan alat Dinas Pemadam Kebakaran pun menjadi faktor penentu bahwa kebakaran harus bisa segara ditangani secara dini agar kebakaran tidak meluas kerumah penduduk lain. Banyaknya kendala petugas Dinas

Pemadam Kebakaran pada saat menanggulangi kebakaran tak luput dari kondisi jalan menuju lokasi kebakaran yang selalu terhambat oleh kemacetan dan lokasi yang padat, sehingga mobil pemadam kebakaran kesulitan menjangkau lokasi terjadinya kebakaran.

Alat yang efektif dan efisien untuk mencegah meluasnya kebakaran harus dirancang dengan baik untuk kawasan pemukiman padat penduduk. Sistem yang dirancang harus mempunyai manfaat untuk penduduk perumahan padat. Mencegah meluasnya kebakaran pada pemukiman padat penduduk merupakan salah satu upaya pemerintah setempat untuk menyelamatkan jiwa para penghuni pemukiman dan aset yang dimilikinya.

Perancangan sepeda motor pemadam dapat menjadi salah satu solusi dalam penanggulangan kebakaran dini pada pemukiman padat penduduk dengan akses jalan sempit. Pada perancangan sepeda motor pemadam, metode untuk melakukan perancangannya perlu diperhatikan. Metode VDI 2221 menjadi solusi untuk perancangan ini. Karena metode VDI 2221 menggunakan konsep metode perancangan sistematis, analisis dan sintesis. Merancang merupakan suatu usaha untuk memenuhi permintaan yang dianggap cara paling sesuai untuk dilakukan. Merancang menjadi sebuah kegiatan teknik yang meliputi berbagai segi kehidupan manusia, tergantung pada penemuan dan hukum-hukum dari ilmu pengetahuan dan teknologi. Merancang juga dapat membuat suatu keadaan yang dapat mengaplikasikan hukum-hukum tersebut menjadi suatu produk yang berdaya guna. Dalam merancang banyak dilibatkan berbagai disiplin ilmu seperti matematika, fisika, thermodinamika, mekanika, teknik produksi, ilmu logam dan lain sebagainya.

Oleh karena itu penerapan metode VDI 2221 pada sepeda motor pemadam dapat menjadi suatu inovasi terbaru yang berguna bagi masyarakat untuk penanggulangan bencana kebakaran pada pemukiman padat penduduk agar kebakaran bisa diatasi sedini mungkin sebelum petugas pemadam kebakaran tiba dilokasi kejadian.

1.2. Identifikasi masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat di identifikasi masalah-masalah yang dapat menanggulangi kebakaran sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi mobil Pemadam Kebakaran ?
2. Bagaimana kondisi lapangan ?
3. Bagaimana inovasi selain mobil pemadam kebakaran ?

1.3. Pembatasan Masalah

Peneliti membatasi masalah tentang "Penerapan Metode VDI 2221 pada Perancangan Sepeda Motor Pemadam Kebakaran"

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah tersebut, maka permasalahan dalam penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Menentukan alat yang ada pada mobil pemadam kebakaran untuk diaplikasikan pada sepeda motor pemadam.
2. Menentukan inovasi sebuah alat untuk menjadi salah satu solusi menanggani kasus kebakaran pada akses jalan sempit.

1.5. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisa kebutuhan sepeda motor pemadam.
2. Menginventarisasi alat dan komponen yang digunakan untuk sepeda motor pemadam.
3. Membuat rancangan sepeda motor pemadam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Kebakaran

Kebakaran adalah suatu peristiwa terjadinya pembakaran yang sifatnya selalu merugikan dan sulit dikendalikan. Kebakaran dapat menyebabkan kerugian baik jiwa, material dan aset berharga (Lestari dan Panindrus, 2008)

Kebakaran adalah terjadinya api yang tidak dikehendaki yang berpotensi menimbulkan kerugian materi, kehilangan kehidupan atau kerugian akibat terputusnya kegiatan kerja.

Pencegahan kebakaran adalah berbagai kegiatan proteksi terhadap bahaya kebakaran yang bertujuan untuk mencegah terjadinya atau meminimalkan potensi terjadinya kebakaran.

2.1.2 Teori Api

Api adalah suatu massa zat gas yang dapat timbul karena adanya reaksi yang bersifat eksotermis dan dapat menghasilkan nyala, cahaya, asap, dan bara.

2.1.1.1 Segitiga Api

Api tidak terjadi begitu saja, akan tetapi timbul karena terdapat suato proses kimiawi antara uap bahan bakar, oksigen dan panas. Teori ini dikenal dengan teori segitiga api (*fire triangle*). Dalam teori ini, kebakaran terjadi karena adanya 3 unsur pemicu

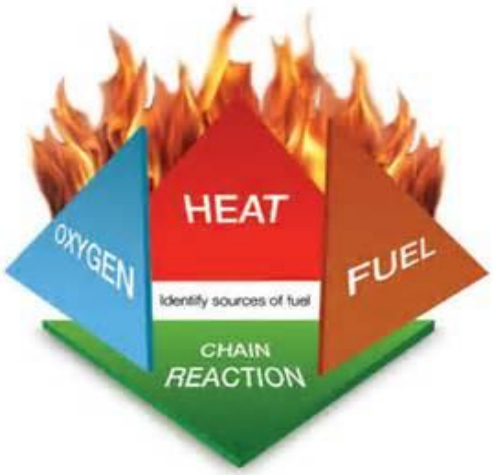
1. Bahan bakar (*fuel*) yaitu unsur bahan bakar baik padat, cair maupun gas yang dapat terbakar dan bercampur dengan oksigen di udara.
2. Sumber panas (*heat*) yaitu unsur yang menjadi pemicu kebakaran dengan energi yang cukup untuk menyalakan campuran antara bahan bakar dan oksigen di udara.

3. Oksigen yang terkandung di dalam udara. Tanpa adanya oksigen maka proses kebakaran tidak akan terjadi (Ramli. 2010).

Gambar 2.1 Segitiga Api

2.1.1.2. Tetrahedron Api

Selain tiga unsur yang telah disebutkan diatas, masih ada unsur keempat yang disebut reaksi berantai atau reaksi kimia, karena tanpa adanya reaksi pembakaran maka api tidak akan menyala terus menerus. Keempat unsur api ini disebut juga tetrahedron api *(fire tetrahedron*) (Ramli. 2010).



Gambar 2.2 Tetrahedron Api

2.1.2 Klasifikasi Kebakaran

Klasifikasi kebakaran adalah pengelompokan jenis-jenis kebakaran berdasarkan jenis-jenis bahan yang terbakar. Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.Per.04/Men/1980 menetapkan bahwa klasifikasi kebakaran di Indonesia dibedakan menjadi empat kelas. Dengan mengetahui klasifikasi kebakaran ditujukan untuk mengetahui cara dan media yang tepat dalam memadamkan kebakaran. Empat klasifikasi tersebut adalah:

1. Kebakaran Kelas A

   Kebakaran Kelas A adalah kebakaran dengan bahan bakar padat selain logam, seperti wool, kertas, kain, kayu, kertas, karet, plastik dan lain-lain. Jika terjadi kebakaran kelas A maka dapat digunakan metode pemadaman dengan cara pendinginan dengan air.
2. Kebakaran Kelas B

   Kebakaran Kelas B adalah kebakaran dengan bahan bakar cair, *grease* dan gas,seperti minyak bumi, bensin, solar, gas LPG, gas LNG dan lain-lain. Jika terjadi kebakaran kelas B maka metode pemadaman yang dapat digunakan adalah dengan penutupan atau pelapisan bahan bakar, penyelimutan bahan bakar menggunakan busa, pemindahan bahan bakar, penurunan *temperature*.
3. Kebakaran Kelas C

   Kebakaran Kelas C adalah kebakaran dengan bahan bakar peralatan yang bermuatan listrik. Metode pemadaman kelas C ini dapat menggunakan pemadaman menggunakan bahan yang non konduksi listrik, atau dengan menghilangkan kadar oksigen menggunakan APAR tipe CO_2 agar oksigen tidak membantu proses pembentukan api kembali. Bisa juga dengan cara memutuskan arus listrik dan padamkan seperti pemadaman kebakaran kelas A atau kelas B.

4. Kebakaran Kelas D

Kebakaran Kelas D adalah kebakaran dengan bahan bakar logam, seperti magnesium, titanium, zirconium, sodium, potasium, serbuk alumunium dan lain-lain. Jika terjadi kebakaran pada kelas D ini, metode pemadamannya adalah dengan pelapisan atau penyelimutan dengan bahan pemadam khusus terutama bubuk kering (*Dry Chemical*).

2.1.3 Proses Penyebaran Api

Penyebaran api berlangsung secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Bagian atas ruangan merupakan bagian yang paling cepat terasa panas karena api banyak yang terkonveksikan kearah tersebut. (Mantra, 2005)

1. Konduksi adalah perpindahan energi panas dari satu titik ke titik yang lain. Konduksi terjadi bila sebuah benda memanas sebagai akibat dari kontak langsung dengan sumber panas.

2. Konveksi adalah perpindahan energi panas melalui pergerakan cairan – cairan atau gas-gas panas. Ketika panas dipindahkan dengan cara konveksi, ada pergerakan atau sirkulasi cairan dan gas (yang akan mengalir) dari suatu tempat ke tempat lain.

3. Radiasi adalah penyebaran energi sebagai gelombang elektromagnetik tanpa adanya media penghalang, radiasi terjadi antara ruang/bangunan yang berdekatan. Hal ini akan lebih cepat terjadi jika sebaran api dibantu oleh tekanan udara/angin ke arah bangunan lain.

Rahman (2004) mengungkapkan Api dengan cepat berkembang besar melalui konveksi, dan kemudian menyebar secara lateral terus ke langit-langit bila ruangan terbatas. Sesuatu yang terbakar, disamping menghasilkan gas, juga asap dan panas. Panas gas yang timbul peristiwa kebakaran, bisa mencapai 650^{0}C – 950^{0}C. Salah satu fenomena khas terjadi pada peristiwa

kebakaran adalah terjadinya *flashover*, dimana api tiba-tiba membesar dengan nyala yang besar pula.

2.1.4 Fase Kebakaran

Mantra (2005) menjelaskan tentang perkembangan api, api mengalami beberapa tahapan yang lama masing-masing tahapan tidak sama pada satu peristiwa kebakaran dengan yang lainnya. Adapun tahapan perkembangan api tersebut adalah :

1. Tahap penyalaan

Ditandai dengan munculnya api di dalam ruangan. Proses timbulnya api dalam ruangan ini disebabkan oleh adanya energi panas yang mengenai material dalam ruangan. Energi panas tersebut bisa berasal dari panas akibat ledakan kompor, hubungan singkat arus listrik, dan lain sebagainya.

2. Tahap pertumbuhan

Api mulai berkembang sebagai fungsi dari bahan bakardengan dengan sedikit/tanpa pengaruh dari luar. Tahapan ini merupakan tahap yang paling baik untuk melakukan evakuasi penghuni. Pada saat ini pula sensor-sensor pencegah kebakaran dan alat pemadaman harus mulai bekerja.

3. Tahap flashover

Masa transisi antara tahap pertumbuhan dengan tahap pembakaran penuh. Prosesnya berlangsung sangat cepat yang mana suhunya berkisar antara 300° sampai 600 ^{o}C. Terjadinya tahapan ini karena terjadinya ketidakstabilan termal dalam ruang.

4. Tahap pembakaran penuh

Pada tahap ini kalor yang dilepaskan adalah yang paling besar, karena kebakaran terjadi diseluruh ruang. Seluruh material dalam ruang terbakar sehingga temperatur dalam ruang menjadi sangat tinggi mencapai 1200 C.

5. Tahap surut

Tercapai apabila material terbakar sudah habis dan temperatur ruangan berangsur turun. Selain penurunan temperatur, ciri lainnya adalah laju pembakaran yang juga turun.

Rahman (2004) pula menjelaskan tentang pembahasan sifat teknis api dan kebakaran. Karena hal dan prosedur penanggulangan bahaya kebakaran dilandasi oleh fenomena teknis api. Hal-hal teknis yang menjadi landasan upaya penanggulangan antara lain :

1. Unsur penbentuk api
2. Tahan perkembangan api
3. Hal-hal yang membahayakan keselamatan jiwa.

Api tumbuh secara bertahap, dari mulai menyala, membesar, menghasilkan gas dan asap dari bahan yang terbakar, dan bila tidak dikontrol, ia akan mencapai tahap maksimal yang menghanguskan serta membahayakan keselamatan jiwa.

2.1.5 Bahaya Kebakaran

Menurut Angela (2006), kebakaran yang terjadi tak terduga akibat kelalaian manusia dan kondisi lingkungan dapat menyebabkan kerugian materi dan fisik serta rasa khawatir yang menurunkan kondisi kerja.

Bahaya kebakaran juga dijelaskan dalam SNI 03-1736-2000 adalah bahaya yang diakibatkan oleh adanya ancaman potensial dan derajat terkena pancaran api sejak dari awal terjadi kebakaran hingga penjalaran api, asap, dan gas yang ditimbulkan.

Sedangkan menurut Perda Provinsi DKI Jakarta No. 8 2008 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran, bahaya kebakaran terdapat 6 klasifikasi, yaitu:

1. Bahaya kebakaran ringan ancaman bahaya kebakaran ringan yang mempunyai nilai dan kemudahan terbakar rendah, apabila kebakaran melepaskan panas melepaskan, sehingga penjalaran api lambat.
2. Bahaya kebakaran sedang 1 adalah ancaman bahaya kebakaran yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sedang ; penimbunan kemudahan terbakar dengan tinggi tidak lebih dari 2,5 meter dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sedang, sehingga penjalaran api sedang.
3. Bahaya kebakaran sedang 2 adalah ancaman bahaya kebakaran yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sedang ; penimbunan kemudahan terbakar dengan tinggi tidak lebih dari 4 meter dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sedang, sehingga penjalaran api sedang.
4. Bahaya kebakaran sedang 3 adalah ancamana bahaya kebakaran yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar agak tinggi, menimbulkan panas agak tinggi, serta penjalaran api agak cepat apabila terjadi kebakaran.
5. Bahaya kebakaran berat 1 adalah ancaman bahaya kebakaran yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar tinggi, menimbulkan panas tinggi dan penjalaran api cepat apabila terjadi kebakaran.
6. Bahaya kebakaran berat ancaman bahaya kebakaran yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sangat tinggi, menimbulkan panas sangat tinggi dan penjalaran api sangat cepat apabila terjadi kebakaran.

2.3. Pompa

Pompa merupakan pesawat angkut yang bertujuan untuk memindahkan zat cair melalui saluran tertutup. Pompa menghasilkan suatu tekanan yang sifatnya hanya mengalir dari suatu tempat ke tempat yang bertekanan lebih rendah. Atas dasar kenyataan tersebut maka pompa harus mampu membangkitkan tekanan fluida sehingga dapat mengalir atau berpindah. Fluida yang dipindahkan adalah fluida inkompresibel atau fluida yang tidak dapat dimampatkan (Oktama dkk, 2014).

Sedangkan Panjaitan, dkk (2012) mendefenisikan pompa adalah peralatan mekanis untuk mengubah energi mekanik dari mesin penggerak pompa menjadi energy tekan fluida yang dapat membantu memindahkan fluida ke tempat yang lebih tinggi elevasinya.

Bangun (2008) memaparkan pula, Pompa adalah mesin fluida yang banyak digunakan untuk mengalirkan fluida incompressible dari suatu tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi atau dari tekanan yang rendah ketekanan yang lebih tinggi. Bila ditinjau dari tekanan yang menimbulkan energi fluida maka pompa dapat diklasifikasikan kedalam dua jenis yaitu:

1. Pompa Tekanan Statis
2. Pompa Tekanan Dinamis

Pompa sentrifugal adalah termasuk kedalam jenis pompa tekanan dinamis,dimana pompa jenis ini memiliki impeller yang berfungsi untuk mengangkat fluida dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi atau dari tekanan yang lebih rendah ke tekanan yang lebih tinggi.

Kaitannya mengenai desain dan prediksi unjuk kerjanya, masih merupakan hal yang perlu dikembangkan dan diteliti karena pada pompa sentrifugal terdapat banyak parameter geometri bebas. Disisi lain jika didesain dan diteliti secara eksperimental akan membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang signifikan karena dengan sedikit perubahan pada impeler berdampak pada perubahan head maupun efisiensi pompa tersebut. (Thoharuddin dkk, 2014)

Putro (2010) mengingatkan agar pompa yang digunakan pada suatu instalasi tertentu dapat memenuhi kebutuhan sesuai yang direncanakan, maka spesifikasi pompa yang digunakan perlu diuji, karena terdapat kemungkinan spesifikasi pompa tidak sesuai dengan kenyataan di lapangan, sehingga pompa gagal dipergunakan. Kemungkinan kegagalan pompa dapat terjadi sejak dari proses pembuatan, perakitan, atau ada kerusakan komponen pompa sebelum digunakan. Dengan pengujian kinerja pompa diharapkan kegagalan pompa pada instalasi dapat diatasi. Pengujian pompa selama inihanya berdasarkan aktualisasi setelah pompa dipasang dan digunakan pada unit instalasi, sehingga kegagalan perencanaan debit dan *head* mengharuskan menggantikan pompa dengan pompa yang lain sampai diperoleh pompa yang memiliki debit dan *head* sesuai dengan yang direncanakan.

2.2.1 Prinsip Kerja Pompa

Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap fluida. Pada sisi hisap *(suction)* elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan fluida yang dihisap. Akibatnya fluida akan mengalir ke ruang pompa. Oleh elemen pompa fluida ini akan didorong atau diberikan tekanan sehingga fluida akan mengalir kedalam saluran tekan *(discharge)* melalui lubang tekan. Proses kerja ini akan berlangsung terus selama pompa beroperasi. Pompa yang dipergunakan sebelumnya harus diketahui karakteristik pada kondisi kerja yang berbeda, dengan demikian dapat ditentukan batas batas kondisi kerja dimana pompa tersebut bisa mencapai efisiensi maksimum. Hal ini perlu dilakukan karena pada kenyataannya sangat sulit memastikan performansi pompa pada kondisi kerja yang sebenarnya (Thoharuddin dkk, 2014).

2.2.2 Klasifikasi Pompa

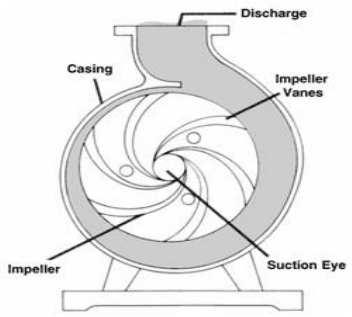
Secara umum pompa dapat diklasifikasikan dalam dua jenis kelompok besar yaitu :

1. Pompa tekanan statis (*Positive Displacement Pump*)
2. Pompa tekanan dinamis (*Rotodynamic Pump*)

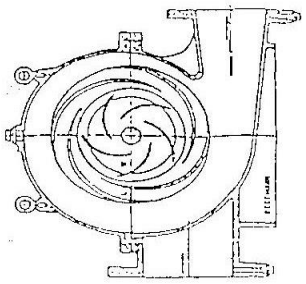
2.2.3 Macam-Macam Pompa

Menurut Dietzel (1990), ditinjau dari mekanisme kerjanya, pompa terbagi menjadi tiga jenis, yaitu pompa rotary, pompa torak/piston dan pompa sentrifugal. Pemakaian pompa yang paling banyak digunakan baik dilingkungan rumah tangga maupun di industri adalah jenis pompa sentrifugal. Pada pompa sentrifugal gaya sentrifugal dimanfaatkan untuk mendorong fluida keluar impeller.

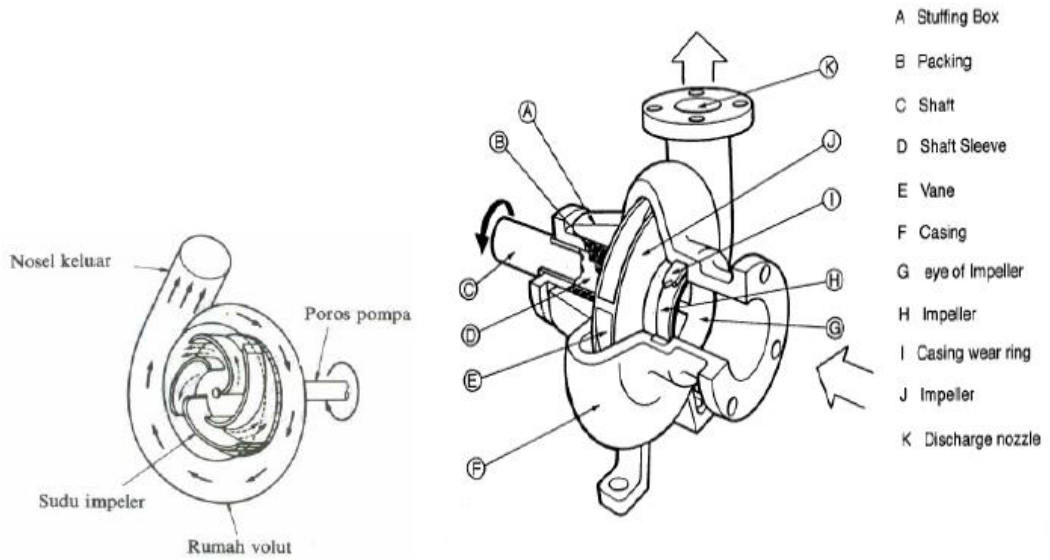
Macam pompa sentrifugal ada tiga, yaitu: Pompa rumah keong, pompa *diffuser* dan pompa turbin



Gambar 2.3 Pompa Rumah Keong



Gambar 2.4 Pompa *Diffuser*



Gambar 2.5 Pompa Sentrifugal

2.2.3.1 Pompa Sentrifugal

Silaen (2011), menjabarkan pula bahwa pompa sentrifugal adalah mesin yang menggunakan gaya sentrifugal yang diberikan oleh motor penggerak kepada poros pompa untuk memutar impeller didalam zat cair. Maka zat cair yang ada didalam impeller sudu-sudu yang ikut berputar. Karena timbulnya gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeler keluar melalui saluran diantara sudu-sudu didalam casing atau dirumah pompa.

Delly (2009) mengungkapkan pompa sentrifugal banyak digunakan dalam dunia industry, pertanian, maupun rumah tangga. Karena banyaknya penggunaan tersebut, maka dibutuhkan pompa sentrifugal yang unjuk kerjanya memadai. Unjuk kerja pompa sentrifugal ditandai dengan besarnya efisiensi, head, dan kapasitas pompa tersebut apabila digunakan dengan daya yang sama.

Masih menurut Sitorus (2014) Pompa tidak terlepas dari pembahasan pipa isap (*suction pipe*) dan pipa tekan (*discharge*) yang secara keseluruhan juga tentang pemompaan (*pumping system*). Perubahan karakteristik instalasi melalui pengaturan

pembukaan katup) karakteristik diubah dengan melalui atau menggunakan katup yang dipasang di dalam system pipa saluran dengan meningkatkan besarnya kerugian arus aliran fluida maka akan mengakibatkan perubahan dari karakteristik instalasi sehingga di dapatkan titik potong yang baru dengan karakteristik pompa, pengaturan atau pencekikan (dengan cara memperbesar atau memperkecil pembukaan katup) ini mudah dilaksanakan, tetapi karena caranya dengan memperbesar kerugian arus aliran fluida akibatnya biaya bekerjanya adalah tinggi (Sitorus, 2014)

2.2.3.2. Karakteristik Pompa Sentrifugal

Bangun (2008) memaparkan, Karakteristik pompa sentrifugal ditentukan oleh besaran-besaran seperti kapasitas, tinggi tekanan fluida,sifat atau keadaan disisi bagian isap, daya yang dibutuhkan untuk memutar pompa, kecepatan putar, efisiensi.

Besarnya daya yang dibutuhkan pompa sentrifugal merupakan fungsi dari kopel yang diberikan oleh motor penggerak yang dapat diukur dengan beberapa metode, diantaranya dengan menggunakan metode brake dynamometer,weirmeter dan metode rem prony. (Bangun, 2008)

Pompa-pompa sentrifugal pada dasarnya adalah mesin-mesin berkecepatan tinggi (dibandingkan dengan jenis-jenis torak, rotary, atau pepindahan). Perkembangan akhir-akhir ini pada turbin-turbin uap, dan motor-motor listrik dan disain-disain sistem gigi kecepatan tinggi telah memperbesar pemakaian dan penggunan pompa-pompa sentrifugal, seharusnya dapat bersaing dengan unit-unit torak yang ada.

Garis-garis effesiensi adalah garis yang menyatakan effesiensi yang sama untuk hubungan head dengan kapasitas atau daya dapat di tentukan batasan putaran maksimum dan minimum

dengan kata lain untuk mendapatkan daerah operasi yang terbaik jika dilihat dari segi putaran pompa. Dan keuntungannya adalah sebagai berikut :

1. Konstruksi lebih sempurna
2. Lebih mudah dioperasikan
3. Biaya perawatan yang rendah
4. Dapat dikopel langsung dengan electromotor

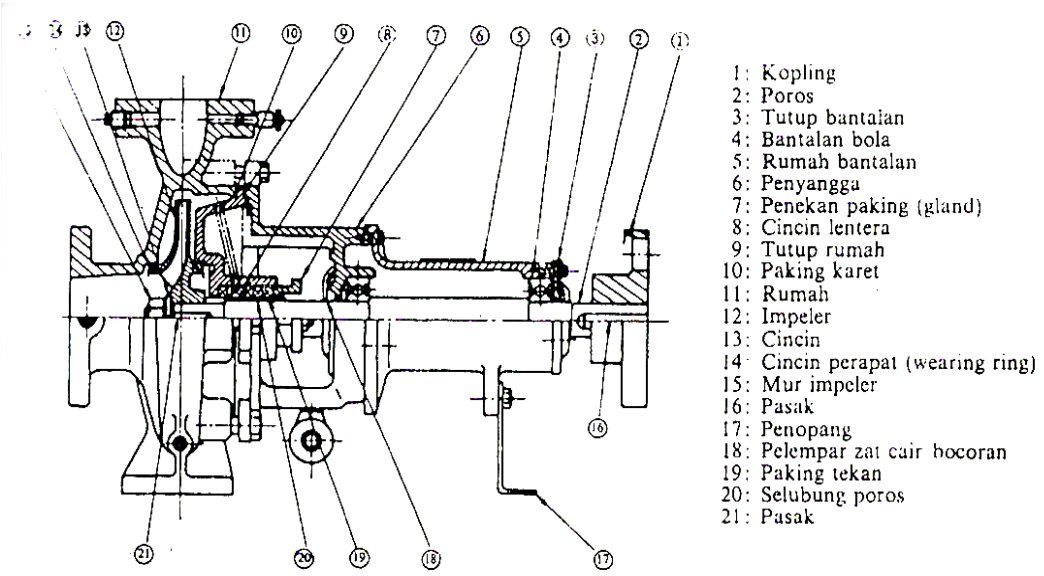
Kerugiannya :

1. Effesiensi rendah pada kapasitas tinggi
2. Adanya kerugian pada pipa hisap karena bocor pada saat beroperasi

Selanjutnya Khoryanton memaparkan hal yang sama mengenai karakterisik pompa sentrifugal, yaitu pompa sentrifugal ditentukan oleh besaran-besaran seperti kapasitas, tinggi tekanan fluida, sifat atau keadaandisisi bagian isap, daya yang dibutuhkan untuk memutar pompa, kecepatan putar, efisiensi. Dalam proses untuk pengaturan kapasitas dari suatu instalasi pompa atau perubahan karakteristik (pengaturan dengan pembukaan katup) dapat dilakukan, tetapi hal ini berlaku bila penyimpangan kapasitas yang dibutuhkan dari kapasitas nominal hanya berlaku dalam waktu yang singkat, dan bila daya yang dibutuhkan mesin penggerak pompa pada kapasitas yang lebih kecil menjadi makin turun (berkurang dantidak bertambah naik). Pengaturan pompa sentrifugal dan instalasi pompa (system pemipaan, katup-katup, dan lain-lain) adalah merupakan 2 buah sistem yang bekerja sama dan saling mempengaruhi.

2.2.3.3. Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Prinsip kerja pompa sentrifugal adalah energi mekanis dari luar diberikan pada poros untuk memutar impeler. Akibatnya fluida yang berada dalam impeler, oleh dorongan sudu-sudu akan terlempar menuju saluran keluar. Pada proses ini fluida akan mendapat percepatan sehingga fluida tersebut mempunyai energi kinetik. Kecepatan keluar fluida ini selanjutnya akan berkurang dan energi kinetik akan berubah menjadi energi tekanan di sudu-sudu pengarah atau dalam rumah pompa. Adapun bagian-bagian utama pompa sentrifugal adalah poros, impeler dan rumah pompa.



Gambar 2.6 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Sedangkan menurut Bangun (2008) Daya dari luar diberikan keporos untuk memutar impeller kedalam rumah pompa, maka fluida yang berada disekitar impeller juga akan ikut berputar akibat dari dorongan sudu-sudu impeller. Karena timbulnya gaya sentrifugal maka fluida mengalir dari tengah impeller keluar

melalui saluran diantara sudu-sudu impeller. Head fluida akan bertambah besar karena fluida tersebut mengalami percepatan. Fluida yang keluar dari impeller ditampung oleh saluran yang berbentuk **volute** mengelilingi impeller dan disalurkan keluar pompa melalui **nosel**,didalam nosel kecepatan aliran fluida diubah menjadi head tekanan.

Menurut Sitorus (2014), sistem kerja Pompa sentrifugal adalah pompa digerakkan oleh motor, daya dari motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller yang dipasangkan pada poros tersebut. Zat cair yang ada dalam impeller akan ikut berputar karena dorongan sudu-sudu. Karena timbulnya gaya sentrifugal, maka zat cair mengalir dari tengah impeller keluar melalui saluran diantara sudu dan meninggalkan impeller dengan kecepatan yang tinggi. Zat cair yang keluar dari impeller dengan kecepatan tinggi ini kemudian mengalir melalui saluran yang penampangnya makin membesar (volute/*diffuser*), sehingga terjadi perubahan dari head kecepatan menjadi head tekanan. Maka zat cair yang keluar dari flens keluar pompa head totalnya bertambah besar. Pengisapan terjadi karena setelah zat cair dilemparkan oleh impeller, ruang diantara sudu-sudu menjadi vakum sehingga zat cair akan terisap masuk (Sitorus, 2014)

Pompa ini menggunakan impeler jenis radial atau francis. Konstruksinya sedemikian rupa sehingga aliran fluida yang keluar dari impeler akan melalui bidang tegak lurus pompa. Impeler jenis radial digunakan untuk tinggi tekan (*head*) yang sedang dan tinggi, sedangkan impeler jenis francis digunakan untuk head yang lebih rendah dengan kapasitas yang besar. Impeler dipasang pada ujung poros dan pada ujung lainnya dipasang kopling sebagai penggerak poros pompa.

2.2.4. Kapasitas Pompa Nominal

Karena pompa ini peruntukannya untuk kebakaran, maka menurut SNI 03-6570-2001, Pompa kebakaran harus mempunyai kapasitas nominal dalam liter per menit (gpm) berikut dan harus pada tekanan nominal neto 2,7 bar (40 psi) atau lebih (lihat tabel 2.3). Pompa untuk nominal di atas 18.925 liter per menit (5000 gpm) terutama untuk dikaji tersendiri oleh instansi berwenang atau laboratorium yang terdaftar.

2.3. Metode Perancangan VDI 2221

Perancangan merupakan proses mengambil keputusan yang dipakai untuk mengembangkan sistem teknik yang melibatkan sifat manusiawi. Merancang berarti menyusun dan mendapatkan hal-hal baru. Merancang dapat yang benar-benar baru atau pengembangan produk yang sudah ada, sehingga mendapatkan peningkatan performa. Secara umum perancangan terbagi dalam tiga jenis yaitu :

1) Perancangan Orisinil (*Original Design*), yaitu perancangan yang melibatkan ketelitian dengan prinsip solusi orisinil untuk sebuah sistem (rencana, pengerjaan atau perakitan) yang sama atau sebuah tugas baru.

2) Perancangan Adaptif (*Adaptive Design*) yaitu perancangan yang melibatkan penyesuaian pada sistem yang telah ada (merupakan solusi dari prinsip yang sama dari yang pernah ada) untuk merubah tugas. Perancangan ini merupakan bagian dari perancangan orisinil atau sering disebut dengan perakitan saja.

3) Perancangan Varian (*Varian Design*) yaitu perancangan yang melibatkan kegiatan merubah dimensi atau menyusun aspek yang pasti dari sistem yang telah dipilih, dengan fungsi dan tujuan yang diinginkan dari konsep dasar.

Dalam melakukan proses perancangan, metode yang dapat digunakan cukup bervariasi. Beberapa metode yang dapat digunakan adalah Metode Ibrahim Zeid, Metode French, Metode Pahl & Beitz, Metode Ullman dan Metode Ulrich. Setiap metode perancangan mempunyai kekhasan masing-masing, tetapi secara umum meliputi beberapa fase perancangan yaitu : fase perencanaan, fase perancangan

konsep produk, fase perancangan bentuk, fase perancangan detail, fase perancangan manufaktur, fase produksi.

Perancangan dengan menggunakan metode VDI 2221 (*Verein Deutcher Ingenieure*) merupakan salah satu metode untuk menyelesaikan permasalahan dan mengoptimalkan penggunaan material, teknologi dan keadaan ekonomi. Ide dan pengetahuan merupakan sumber dasar dari perancangan produk guna memenuhi permintaan konsumen dan demi keuntungan semua pihak tentunya.

2.3.1. Tujuan Metode VDI 2221

Persaingan yang terjadi dalam membuat sistem dan produk teknik sangat ditentukan oleh ketepat-gunaan / efektivitas proses desainnya. Berbagai kebutuhan harus disesuaikan terhadap perusahaan, situasi pasar dan perkembangan teknologi. Ketiga macam kriteria tersebut harus dapat diatasi oleh suatu metode / sistem desain. VDI 2221 bersama dengan prinsip – prinsip desain umum yang berlaku hingga saat ini membentuk suatu pedoman / metode yang tidak terkait kepada salah satu cabang industri tertentu. Tujuan yang ingin dicapai ialah merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang berkembang pesat akibat kegiatan riset. Diharapkan seorang pemakai dapat dengan cepat menguasai metode ini tanpa harus mempelajari secara terinci.

2.3.2. Langkah-langkah Kerja Dalam Metode VDI 2221

Secara keseluruhan langkah kerja yang terdapat dalam VDI 2221 terdiri dari 4 (empat) fase yaitu :

1. Klasifikasi Tugas (*Clasification of the Task*)

Pada langkah kerja Klasifikasi Tugas ini dilakukan perumusan dan daftar persyaratan yang disesuaikan dengan solusi akhir. Informasi ini akan menjadi acuan penyusunan spesifikasi. Spesifikasi adalah daftar yang berisi persyaratan yang diharapkan mampu dipenuhi oleh konsep yang sedang dibuat.

Untuk mempermudah penyusunan spesifikasi, dapat dilakukan dengan meninjau aspek-aspek tertentu, seperti aspek geometri, kinematika, gaya, energi dan sebagainya. Dari aspek-aspek tersebut dapat diuraiakan syarat-syarat yang bersangkutan, selanjutnya merumuskan tugas yang harus dihadapi sehingga menjadi sesuai dengan kacamata seorang desainer.

Spesifikasi ini merupakan suatu dokumen penting yang menjadi dasar dalam melaksanakan langkah kerja lainnya. Oleh karena itu spesifikasi harus selalu ditinjau dan diperbaharui. Untuk mempermudah pada tahap pekerjaan yang berikutnya, spesifikasi harus dilakukan secara teratur dan sistematik. Setelah spesifikasi diperoleh, maka dilakukan langkah-langkah abstraksi dan formulasi, yang bertujuan untuk menentukan bagian mana dari spesifikasi tersebut yang merupakan bagian penting dan berlaku umum.

Pada saat melakukan langkah-langkah abstraksi dan formulasi, hal penting yang harus diperhatikan adalah membedakan sebuah persyaratan, apakah sebagai suatu tuntutan (*Demand*) atau keinginan (*Wishes*). Demand (*Keharusan*) adalah persyaratan yng harus terpenuhi pada setiap kondisi, atau dengan kata lain apabila persyaratan itu tidak terpenuhi maka perancangan dianggap tidak benar/gagal. Whises adalah persyaratan yang diinginkan apabila memungkinkan. Sebagai contoh suatu persyaratan membutuhkan biaya yang tinggi tanpa memberi pengaruh teknik yang besar, maka persyaratan tersebut dapat dihilangkan/diabaikan.

Langkah kerja ini dilakukan perumusan kehendak yang disesuaikan dengan kehandak konsumen dan atau bagian Perencanaan Hasil Produksi (*Product Planning Department*). Pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan meliputi :

a) Mengumpulkan informasi / data yang berhubungan dengan perencanaan, memeriksa kendala apa saja yang dihadapi.
b) Memeriksa kehendak-kehendak yang lain yang dapat menunjang pekerjaan.
c) Menambah kehendak tertentu perusahaan.
d) Merumuskan tugas yang dihadapi sehingga menjadi sesuai dengan kacamata desainer.

Hasil kerja yang diperoleh ialah daftar kehendak / *requirementlist*. Daftar kehendak ini harus tidak terikat dengan solusi (pemecahan).

2. Perancangan Konsep (*Conseptual Design*)

Adapun yang dibahas dalam perancangan konsep ini meliputi, pembuatan struktur fungsi, pencarian dan kombinasi prinsip solusi, pemilihan kombinasi yang sesuai, pembuatan variankonsep,serta evaluasi.

1. Menentukan Fungsi dan Strukturnya (*Determine Function and Their Structures*)
   a. Struktur Fungsi Keseluruhan (*Overalle Function*).

      Setelah masalah utama diketahui, kemudian dibuat struktur fungsi secara keseluruhan. Struktur fungsi ini digambarkan dengan blok diagram yang menunjukkan hubungan input dan output. Input dan output berupa aliran energi, material atau sinyal.

   b. Sub Fungsi.

      Apabila fungsi keseluruhan cukup rumit, maka cara untuk mengantisipasinya adalah membagi menjadi beberapa sub fungsi. Pembagian ini akan memberikan keuntungan

memberikan beberapa buah kemungkinan solusi dengan melihat kombinasi solusi sub fungsi.

Pada saat pembuatan struktur fungsi, harus dibedakan antara perancangan murni (*original design*) dengan perancangan ulang (*adaptive design*). Pada perancangan murni yang menjadi dasar struktur fungsi adalah spesifikasi dan masalah utama, sedang pada perancangan ulang perancangan dimulai dari struktur fungsi yang kemudian dianalisis. Analisis ini akan memberikan kemungkinan bagi pengembangan variasi solusi sehingga diperoleh solusi baru. Pada langkah ini dilakukan Menentukan fungsi-fungsi Pada mulanya fungsi keseluruhan, kemudian apabila perlu fungsi bagian (sub functions). Fungsi ini kemudian disusun menjadi struktur-struktur fungsi, yang merupakan dasar untuk mencari prinsip solusi.

3. Perancangan Wujud (*Embodiment Design*)

Perancangan wujud dimulai dengan konsep produk teknik, kemudian dengan menggunakan kriteria teknik dan ekonomi, perancangan dikembangkan dengan menguraikan struktur fungsi kedalam struktur modul untuk memperoleh elemen-elemen pembangun struktur fungsi yang memungkinkan dapat dimulainya perancangan yang lebih rinci.

Langkah ini dapat menjadi umpan balik pada langkah sintesis untuk pencarian alternative solusi yang lebih baik. Analisa diikuti evaluasi dimana dapat timbul kemungkinan perlu dibuatnya model atau *protype* untuk dapat mengukur kinerja,kualitas, kemudahan dan beberapa kriteria lain dari hasil perancangan.

Tahap Perancangan Wujud ini meliputi beberapa langkah perancangan, yaitu menguraikan menjadi modul-modul, memberi bentuk pada mudul, memberi bentuk pada seluruh modul.

1. Mengurai menjadi modul-modul

   Pada langkah kerja ini, prinsip-prinsip solusi yang diperoleh pada langkah sebelumnya dikombinasikan sehingga menjadi struktur modul. Hasil kerja yang diperoleh ialah Struktur modul / Module Structure.Berbeda dengan struktur fungsi atau prinsip solusi, strukturmodul merupakan bentuk awal dari peralihan solusi menjadi system bagian (*sub systems*) dan bagian-bagian (system elemen). Struktur modul biasanya berbentuk gambar-gambar, diagram alir, diagram sirkuit atau diagram alir perangkat lunak (*software flowchart*).

2. Memberi bentuk pada modul

   Pada langkah kerja ini dilakukan mengembangkan rancangan/layout dari modul-modul.Ukuran-ukuran geometri dan perincian-perincian lainnya mula-mula dicantumkan pada modul-modul utama, terbatas hanya untuk memperoleh modul yang terbaik.Hasil kerja yang diperoleh adalah Rancangan awal dari modul-modul utama (*key modules*). Perancangan awal berbentuk gambar-gambar berskala, diagram sirkuit dan sebagainya.

3. Memberi bentuk pada seluruh modul

   Pada langkah kerja ini rancangan awal yang diperoleh pada langkah kerja sebelumnya disempurnakan dengan cara menambahkan informasi rinci mengenai perakitan dan komponen yang dipakai. Kadang-kadang dapat pula diperolehmodul baru dalam melakukan pekerjaan ini, setelah dilakukan pemeriksaan, misalnya pemeriksaan terhadap standart.Hasil kerja yang diperoleh ialah Rancangan keseluruhan. Rancangan berupa semua informasi penting mengenai konfigurasi pelaksanaan produksi.Bentuk-bentuk

utama dari rancangan ialah gambar-gambar berskala, daftar komponen utama, diagram alir instrumen dan sebagainya.

4. Perancangan Detail (*Detail Design*)

Tahap ini merupakan akhir metode perancangan sistematis yang berupa presentasi hasil. Pada langkah kerja ini, dilakukan pekerjaan-pekerjaan merinci gambar akhir, termasuk gambar terperinci mengenai tiap-tiap bagian/ elemen dari produk, kekasaran permukaan, toleransi dan sebagainya. Merinci setiap data perakitan dan data-data lain yang berhubungan dengan persiapan produksi/pembuatan.

Hasil kerja yang diperoleh dokumentasi produk (*Produk document*). Dokumentasi produk berbentuk gambar rincian, daftar komponen, data-data perakitan, pemeriksaan, transportasi unjuk kerja dan sebagainya. Pada setuap langkah kerja diatas, beberapa variasi solusi dianalisa dan apabila perlu diperiksa/ diuji dalam bentuk model/*prototype*, kemudian dievaluasikan kembali. Kegatan seleksi, optimasi dan pengambilan keputusan terjadi pada tiap langkah kerja. Perlu dirinci lebih lanjut. Pada akhir tahap ini dievaluasi kembali untuk melihat apakah produk mesin atau sistem teknik tersebut benar-benar sudah memenuhi spesifikasi dan semua gambar-gambar dokumen produk lainnya telah selesai dan lengkap.

BAB III

METODOLOGI PERANCANGAN

3.1. Jenis dan Desain Perancangan

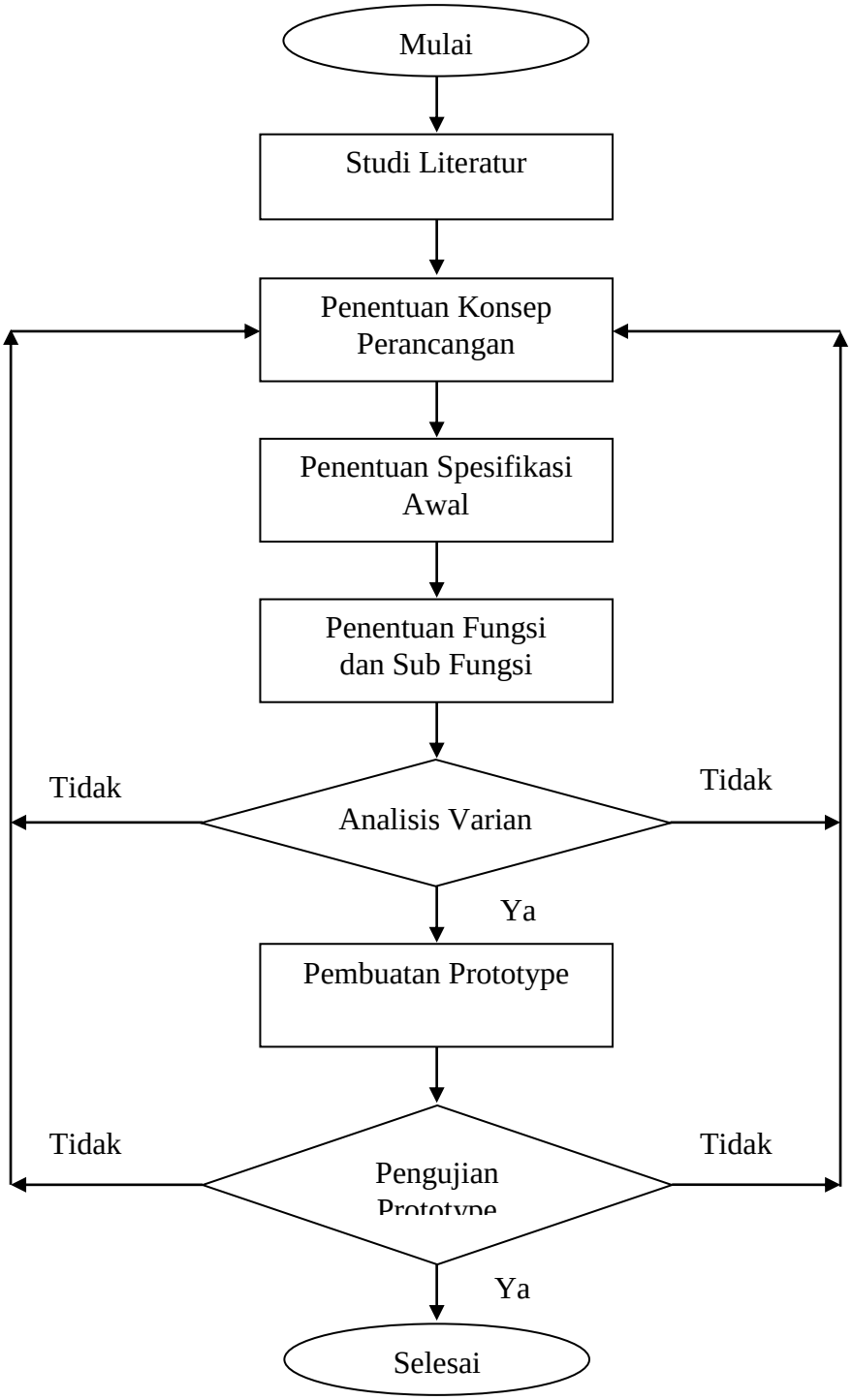
Desain perancangan sepeda motor pemadam kebakaran menggunakan metode VDI 2221 melalui pengamatan lapangan dan kejelasan rencana yang akan diterapkan pada sepeda motor pemadam kebakaran.

3.2. Unit Analisis Perancangan

Unit yang dianalisis untuk perancangan sepeda motor pemadam kebakaran meliputi, spesifikasi, fungsi, sub fungsi, struktur, energi, material, geometri, gaya, varian, konsep, ergonomi, dan perakitan.

3.3. Prosedur Perancangan

Prosedur penelitian merupakan rangkaian dari awal melakukan penelitian, sampai akhir melakukan penelitian. Berikut adalah *flow chart* penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alur Metode VDI 2221

3.4. Perancangan Konsep Produk

Pada fase ini dikumpulkan semua informasi tentang persyaratan atau *requirements* yang harus dipenuhi oleh produk yang merupakan usulan-usulan terhadap permintaan dari pasar yang diolah dengan hingga memunculkan sebuah ide atau gagasan perancangan.

3.5. Penjabaran Tugas

Pada langkah kerja penjabaran tugas ini dilakukan perumusan dan daftar persyaratan yang disesuaikan dengan kehendak konsumen dan perancang, yang diharapkan dipenuhi oleh solusi akhir. Informasi ini akan menjadi acuan penyusunan spesifikasi.

3.6. Menentukan Fungsi dan Strukturnya

Dalam menentukan fungsi dan strukturnya hal-hal yang dibahas meliputi struktur fungsi keseluruhan dan sub fungsi

3.7. Pemilihan Kombinasi Yang Sesuai

Apabila pemilihan kombinasi yang ada terlalu banyak maka untuk memilih kombinasi dengan cara mengambil menjadi lima yang terbaik saja, dan mengeliminasi yang lainnya. Beberapa kriteria yang perlu diperhatikan dalam pemilihan kombinasi yang paling sesuai, antara lain :

a) Kesesuaian terhadap fungsi keseluruhan.

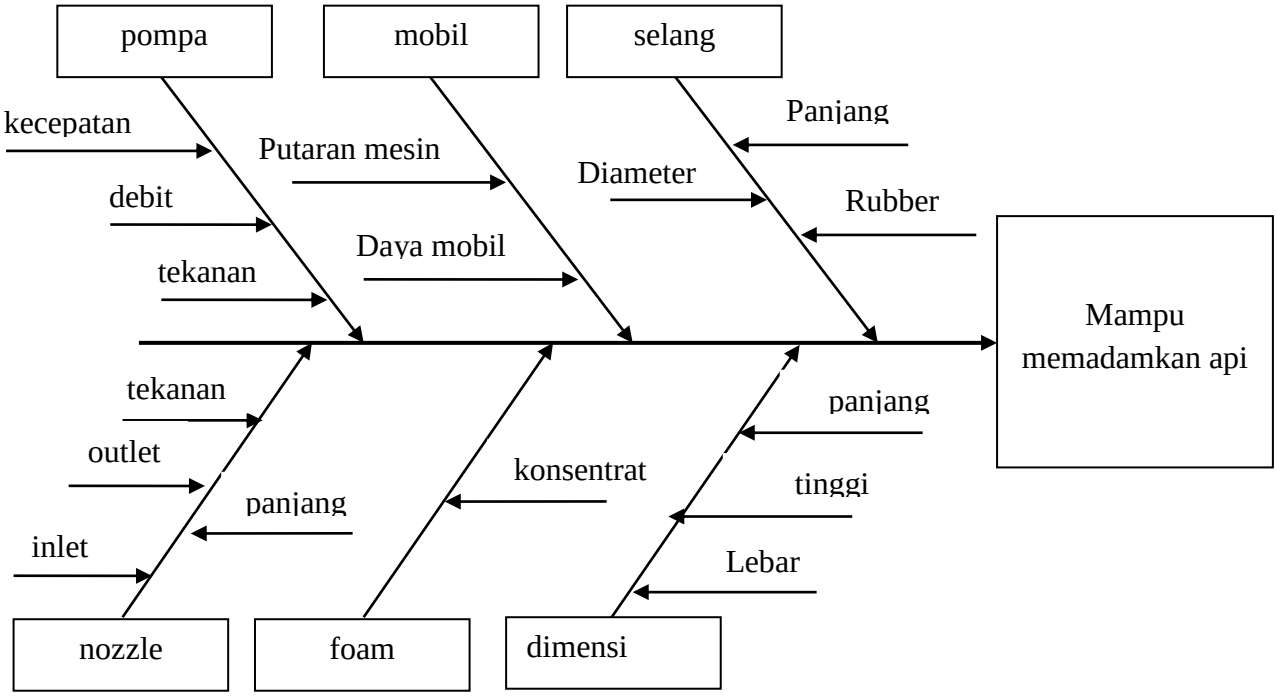
b) Terpenuhinya tuntutan *(demand)* yang tertulis dalam daftar spesifikasi.

c) Kebaikan dalam hal prestasi atau kemudahan perakitan (produksi).

d) Kendala biaya, pengetahuan atau informasi tentang konsep yang bersangkutan memadai.

3.8. Diagram Fishbone

Berikut diagram alur mobil pemadam menggunakan diagram fishbone sebagai acuan perancangan:



Gambar 3.2 Diagram Fishbone

BAB IV

PERANCANGAN

4.1 Perancangan Konsep Sepeda Motor Pemadam

Sebagai acuan awal dalam perancangan ini, ditetapksan daftar kehendak atau spesifikasi awal dengan memperhatikan persyaratan apakah keharusan (*demand*) atau keinginan (*wishes*). Konsep perancangan sepeda motor pemadam adalah mengacu pada spesifikasi fungsi mobil pemadam kebakaran, maka komponen-komponen yang akan digunakan juga mengacu pada mobil pemadam kebakaran dan kita tentukan sesuai kebutuhan agara dapat diaplikasikan pada sepeda motor pemadam.

4.1.1. Spesifikasi Awal Pompa

Pompa yang akan digunakan adalah sama dengan yang ada pada mobil pemadam kebakaran yaitu pompa sentrifugal, spesifikasi yang dibutuhkan adalah mempunyai debit minimal sesuai dengan SNI, diameter *inlet* menggunakan diameter selang hisap yang mudah didapatkan di pasaran, *outlet* menggunakan ukuran diameter selang pada mobil pemadam kebakaran yang lebih kecil. Head pompa yang dibutuhkan yaitu mampu menyemprotkan air dengan jarak aman antara petugas sampai dengan titik api dan untuk kebutuhan pemadaman dengan ketinggian 2 lantai.

Tabel 4.1 Spesifikasi Awal Pompa

Spesifikasi	Demand (D) / Wish (W)
Pompa sentrifugal	**D**
Diameter inlet 2 inch	**D**
Diameter outlet 1,5 inch	**D**
Debit air minimal 95 Liter/menit	**W**
Head pompa min 8 meter	**W**

4.1.2. Spesifikasi Awal Selang

Selang yang akan digunakan adalah selang dengan material yang mampu menahan tekanan tinggi, dan mempunyai gaya gesek yang lebih kecil terhadap air. Diameter selang yang akan digunakan adalah sesuai dengan diameter selang terkecil yang ada pada mobil pemadam kebakaran.

Tabel 4.2 Spesifikasi Awal Selang

Spesifikasi	Demand (D) / Wish (W)
Selang *rubber*	**D**
Diameter selang 1,5 inch	**D**
Panjang selang minimal 10 m	**W**

4.1.3. Spesifikasi Awal *Nozzle*

Nozzle yang akan digunakan adalah *nozzle* buatan yang dirancang dan dibuat dengan bahan baku yang mudah didapatkan di pasaran, nozzle akan dirancang *nozzle* jet dengan *eductor* agar mampu menghisap *foam liquid,* dimensi *nozzle* disesuaikan panjangnya agar mudah untuk melakukan manuver saat menyemprot atau melakukan pemadaman, diameter *outlet* pada *nozzle* disesuaikan agar mampu mencapai kebutuhan tekanan yang dibutuhkan.

Tabel 4.3 Spesifikasi Awal *Nozzle*

Spesifikasi	Demand (D) / Wish (W)
Panjang minimal 10 cm	**D**
Diameter *outlet* 10 mm	**W**
Nozzle eductor	**D**
Mampu memancarkan air dengan tekanan min 2,5 bar	**D**
Mampu menghisap foam dengan konsentrat 3 %	**D**
Menggunakan bahan baku pipa PVC	**W**

4.1.4. Spesifikasi Awal Sepeda Motor

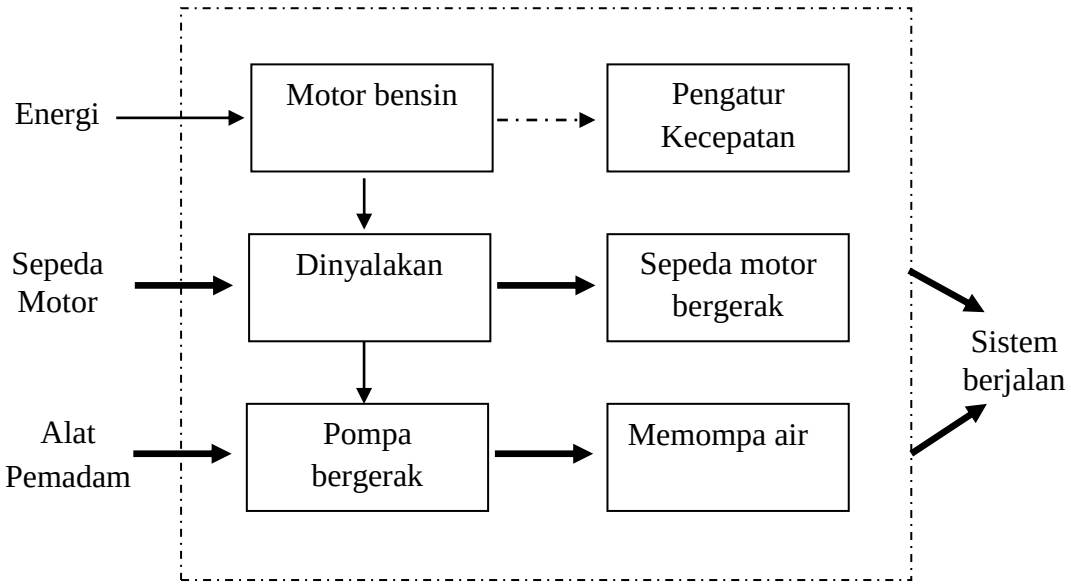
Sepeda motor yang akan digunakan adalah sepeda motor yang sudah ada di pasaran dengan dimensi yang mudah melakukan manuver pada jalan yang sempit, menggunakan bahan bakar bensin, karena motor yang akan digunakan akan digunakan juga untuk memutar pompa maka digunakan sepeda motor *matic* yang mempunyai putaran tak hingga,

Tabel 4.4 Spesifikasi Awal Sepeda Motor

NO	Spesifikasi	Besar dan Satuan
1	Tipe Mesin	4 langkah, SOHC, pendingin udara
2	Volume Silinder	113.7 CC
3	Kopling	Kering, Sentrifugal Otomatis
4	Susunan Silinder	Tunggal
5	Sistem Pengapian	DC-CDI
6	Pelumas	Wet Sump
7	Kapasitas Oli Mesin	0.9 Liter
8	Transmisi	V-Belt Otomatis
9	Sistem Rem Depan	Hydraulic Single Disc
10	Sistem Rem Belakang	Drum
11	Berat Kosong	87 Kg
12	Tipe Rangka	Steel Tube
13	Kapasitas Tangki	3,7 Liter
14	Jarak Sumbu Roda	1,240 mm
15	Jarak ke Tanah	130 mm
16	Tinggi Tempat Duduk	745 mm
17	Dimensi (P x L x T)	1,820 x 675 x 1,050 mm
18	Sistem Starter	Kick & Electric
19	Daya Maksimum	6.54 Km (8.9 ps) / 8,000 rpm
20	Torsi Maksimum	7.84 Nm (0.88 kgf.m) / 7,000 rpm

4.2 Fungsi Struktur Sepeda Motor Pemadam

Dalam perancangan ini telah ditetapkan bahwa akan dirancang sebuah alat pemadam kebakaran yang dapat digunakan oleh masyarakat pemukiman padat penduduk dengan akses jalan sempit dengan menggunakan sepeda motor bensin. Sehingga sepeda motor pemadam dapat digunakan oleh masyarakat. Oleh karena itu, perlu dibuat struktur fungsi yang menyatakan bagaimana alur gerakan dari sebuah alat pemadam kebakaran yang digerakan dengan menggunakan sepeda motor.



Gambar 4.1 Sub Struktur Fungsi Sepeda Motor Pemadam

Selanjutnya harus dibuat daftar prinsip solusi sub fungsi untuk melakukan seleksi komponen yang mungkin digunakan dalam mewujudkan desain sepeda motor pemadam. Prinsip solusi terbaik sebanyak mungkin.Jika telah diperoleh, prinsip-prinsip solusi tersebut perlu dianalisis kembali, dimana prinsip solusi yang kurang bermanfaat dapat dihilangkan atau diabaikan dengan tujuan agar dalam tahap perancangan konsep selanjutnya tidak terlalu banyak evaluasi yang harus dilakukan.

Tabel 4.5 Prinsip Solusi Sub Fungsi

No	Prinsip solusi / Sub Fungsi	A	B	C
1	Sumber daya	Bensin	AC 220 Volt	DC 12 Volt
2	Penggerak	Mekanik	Motor listrik AC	Motor listrik DC
3	Penerus Daya Motor	Kopling tetap	Kopling tidak tetap	PTO
4	Tingkat kecepatan	~	1	2
5	Jenis pompa	Sentrifugal	Rotary	
6	Jenis Kopling	Tetap	Tidak tetap	
7	Jenis Selang	Rubber	Kanvas	Plastik
8	Jenis Nozzle	Spray	Jet	

Setelah prinsip solusi sub fungsi dibuat, maka perlu dilakukan kombinasi yang mungkin, sehingga terbentuk suatu sistem yang paling menunjangdalam bentuk beberapa varian.

Tabel 4.6 Analisis Varian

No	Prinsip solusi / Sub Fungsi	A	B	C
1	Sumber daya	Bensin	AC 220 Volt	DC 12 Volt
2	Penggerak	Mekanik	Motor listrik AC	Motor listrik DC
3	Penerus Daya Motor	Kopling tetap	Kopling Tidak tetap	PTO
4	Tingkat kecepatan	~	1	2
5	Jenis pompa	Sentrifugal	Rotary	Torak
6	Jenis Kopling	Tetap	Tidak tetap	
7	Jenis Selang	Rubber	Kanvas	Plastik
8	Jenis Nozzle	Spray	Jet	

Berdasarkan prinsip-prinsip solusi yang telah dilakukan diatas, dapat diperoleh beberapa kombinasi atau variasi :

Tabel 4.7 Kombinasi Varian

	Sumber daya	pengerak	Penerus daya motor	Tingkat kecepatan	Jenis pompa	Jenis kopling	Jenis selang	Jenis Nozzle
Varian 1	Bensin	Mekanik	Kopling tetap	~	sentrifugal	tetap	rubber	spray
Varian 2	Bensin	Mekanik	Kopling tetap	~	sentrifugal	tetap	rubber	Jet
Varian 3	Bensin	Mekanik	Kopling Tidak tetap	1	Rotary	Tidak tetap	Kanvas	Jet
Varian 4	AC 220 Volt	Motor listrik AC	Kopling tetap	~	sentrifugal	tetap	rubber	Jet
Varian 5	DC 12 Volt	Motor listrik DC	Kopling tetap	~	sentrifugal	tetap	rubber	Jet

Untuk menentukan varian yang mungkin dilanjutkan dalam proses perancangan ini, harus dilakukan seleksi terhadap varian yang ada. Salah satu cara dalam pemilihan varian dapat dilakukan dengan menggunakan *selection chart* seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.8 ***Selection chart***

Varian dievaluasi dengan kriteria solusi:	Keputusan tanda solusi varian (SV) :
(+) Ya	(+) Meningkatkan solusi
(-) Tidak	(-) Menghilangkan solusi
(?) Kekurangan informasi	(?) Mengumpulkan informasi
(!) Periksa spesifikasi	(!) Memeriksa spesifikasi untuk perubahan

Sesuai dengan fungsi keseluruhan

Sesuai dengan daftar kehendak

Secara prinsip dapat diwujudkan

Dalam batasan biaya produksi

Pengetahuan tentang konsep memadai

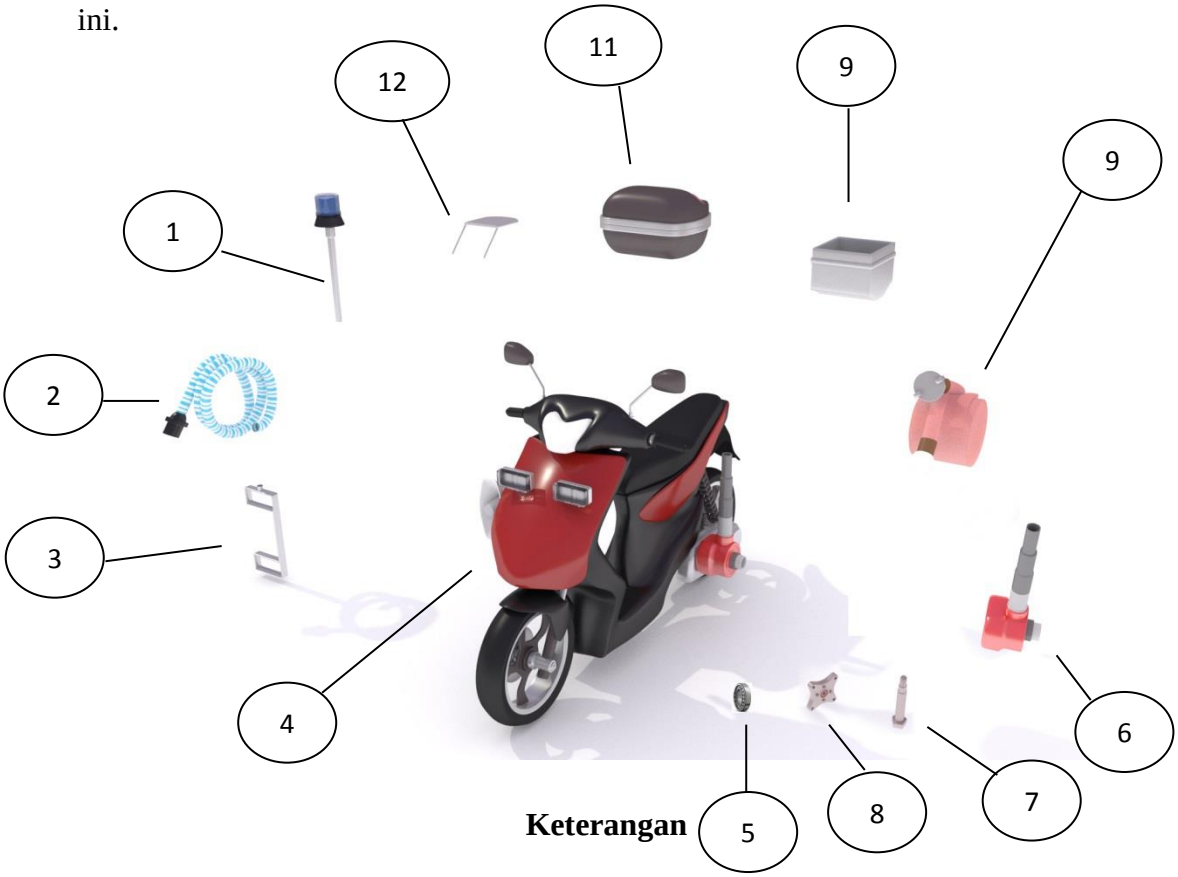
Sesuai dengan keinginan pembuat

Memenuhi syarat keamanan

	Sumber daya	pengerak	Penerus daya motor	Tingkat kecepatan	Jenis pompa	Jenis kopling	Jenis selang	Keterangan	SV
V1	+	+	+	+	+	+	-	Tidak sesuai	-
V2	+	+	+	+	+	+	+	Sesuai	+
V3	+	+	-	-	-	-	-	Tidak sesuai	-
V4	-	-	+	+	+	+		Tidak sesuai	-
V5	-	-	+	+	+	+	-	Tidak sesuai	-

4.3. Perancangan Detail *Prototype* Sepeda Motor Pemadam

Setelah varian yang akan dikembangkan dapat diperoleh, kemudian dilakukan perancangan detail. Perancangan detail meliputi perancangan konstruksi, perhitungan daya sepeda motor terhadap pompa, pemilihan komponen pendukung, pemilihan transmisi pemindahan daya sepeda motor menuju pompa. Gambar rancangan sepeda motor pemadam dapat dilihat sepertigambar dibawah ini.



Keterangan

No	Keterangan	No	Keterangan
1	Lampu Sirine	7	Poros Pompa
2	Selang Hisap	8	Bracket Pompa
3	Bracket Selang Hisap	9	Selang Rubber
4	Sepeda Motor Matic	10	Bracket Selang Rubber
5	Bearing Poros Pompa	11	Box
6	Pompa Sentrifugal	12	Bracket Box

Gambar 4.2 Rancangan SepedaMotor Pemadam Varian 2

Gambar 4.3 *Prototype* Sepeda Motor Pemadam 1

Gambar 4.4 *Prototype* Sepeda Motor Pemadam 2

Gambar 4.5 *Prototype* Sepeda Motor Pemadam 3

Tabel 4.9 Spesifikasi Teknis Sepeda Motor Pemadam

No	Spesifikasi	Besar dan Satuan
1	Panjang total	1820 mm
2	Lebar total	800 mm
3	Diameter roda	14 inci
4	Sudut kemudi	75°
5	Sistem transmisi	V-belt otomatis
6	Kecepatan maksimum	2 m/s
7	Daya	8,9 Ps (Maksimum)
8	Jenis Pompa	Sentrifugal type N-45
9	Tekanan pompa	3 bar (maksimum) / rpm 5000
10	Tekanan Nozzle	2 bar (maksimum) / rpm 5000
11	Debit	95 Liter/menit / rpm 5000

4.4. Pengujian *Prototype*

Setelah *prototype* fisik dibuat, kemudian dilakukan pengujian agar diperoleh karakteristik dari sepeda motor pemadam hasil rancangan. Pengujian-pengujian ini bertujuan untuk mengetahui secara langsung bagaimana kecepatan sepeda motor, kapasitas pompa, daya dorong pompa dan *nozzle* serta sistem pemadaman berlangsung.

Pengujian sepeda motor dilakukan dengan berbagai variasi kecepatan sepeda motor dan manuver sepeda motor pada akses jalan sempit yaitu berupa kecepatan ketika belok kiri, belok kanan, bergerak lurus, berputar balik, sistem pengereman dan sistem kemudi yang digunakan pada sepeda motor pemadam.

Pengujian pertama adalah pengujian sepeda motor saat bergerak lurus kedepan. Dapat dicapai sepeda motor dengan kecepatan maksimum dari kecepatan 0 m/s sampai dengan kecepatan 2 m/s dalam kurun waktu 10 detik setelah sepeda motor bergerak. Dikarenakan sepeda motor membawa beban pompa dan *bracket* yang besar sehingga kecepatan dapat ditempuh dengan demikian.

Gambar 4.6 Pengujian Sepeda Motor Bergerak Lurus

Pengujian kedua adalah pengujian sistem pengereman yang digunakan pada sepeda motor pemadam. Rem yang digunakan pada roda depan yaitu rem menggunakan piringan (*disc break*), sedangkan rem pada roda belakang yaitu rem tromol sesuai dengan keluaran pabrik. Kedua rem berfungsi dengan baik.

Pengujian ketiga yaitu pengujian sistem kemudi. Pada saat melakukan manuver, hanya dibutuhkan ruangan yang kecil sehingga dapat melakukan manuver pada jalan sempit (gang) dengan lebar sekitar 1 meter karena terpasang *bracket* dan pompa pada sepeda motor pemadam sehingga sepeda motor menjadi lebih lebar. Hal ini didukung oleh sudut kemudi yang dapat dilakukan oleh sistem kemudi sebesar 80°.

Pengujian keempat adalah pengujian kapasitas pompa pada sepeda motor pemadam.Dengan menyambungkan pulley primer pada pompa menggunakan poros dan kunci sok sebagai kopling tetap, maka pompa dapat digerakkan untuk mengalirkan air dari penampungan menuju *nozzle* yang akan digunakan untuk proses pemadaman. Pompa digerakkan dengan putaran pulley pada sepeda motor dengan putaran efektif dan setelah dilakukan beberapa kali percobaan sehingga pada RPM 3500 sampai 4000, pompa dapat bekerja secara efektif untuk melakukan proses pemadaman.

4.5. Pembahasan

Dalam melakukan perancangan sepeda motor pemadam ini, perancangan terlebih dahulu melakukan survei terhadap berbagai bentuk sepeda motor yang cocok untuk melakukan pemadaman serta survey lokasi untuk kebutuhan sepeda motor pemadam yang akan digunakan pada pemukiman padat penduduk. Berdasarkan hasil survey, dipilih sepeda motor jenis matic yang ada dipasaran untuk dimodifikasi pada bagian CVT sepeda motor matic dan dipasang penambahan poros pada bagian pulley dengan menggunakan kunci sok sebagai kopling yang nantinya akan menggerakkan impeller pada bagian pompa dan akan mendorong air untuk proses pemadaman. Hal ini dilakukan agar sepeda motor dapat langsung melakukan pemadaman pada saat terjadi kebakaran awal pada sebuah pemukiman.

Sepeda motor yang digunakan adalah sepeda motor bensin sebagai sumber bahan bakar untuk menggerakkan sepeda motor dan pompa sebagai alat pemadam kebakaran. Sepeda motor dipilih berdasarkan spesifikasi pabrikan yang dapat menunjang kinerja pompa sebagai alat pemadam kebakaran. Pompa pun dipilih berdasarkan kapasitas untuk proses pemadaman dan dilihat dari cara kerjanya. Jenis pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal.

Pompa disambungkan dengan menggunakan *bracket* pada bagian tutup CVT sepeda motor sebagai penopang pompa sentrifugal yang dipasang diluarnya. Sehingga pompa dapat terpasang dengan baik dan dalam keadaan center dengan poros yang menyambung ke dalam pulley yang ada pada CVT sepeda motor. Kopling yang digunakan adalah kopling jenis tetap dengan kunci sok sebagai kopling yang dilas sehingga menyatu dengan bagian mur tengah pada pulley primer. Kopling inilah yang nantinya akan menggerakkan poros menuju impeller pada pompa sentrifugal yang ada diluarnya.

Pada proses pemadaman, selang dan *nozzle* menjadi suatu komponen yang tidak dapat ditinggalkan untuk proses pemadaman. Selang menggunakan selang jenis *rubber* karena selang jenis *rubber* terbuat dari bahan yang mempunyai gaya

gesek kecil terhadap air, sehingga selang ini yang akan digunakan untuk proses pemadaman. Selang *rubber* berukuran 1,5 inci ini berada pada pasaran sehingga perancang pun mudah untuk menggunakan dan mencari agar komponen pada sepeda motor pemadam lebih lengkap dan dapat digunakan. Begitu juga dengan *nozzle* yang digunakan. *Nozzle* yang digunakan menggunakan *nozzle* jenis jet yang terbuat dari PVC. *Nozzle* menggunakan sistem *eductor* untuk menarik foam sebagai alat pemadam efektif untuk kebakaran.

Sepeda motor ditambahkan *bracket* selang hisap dan selang pemadam serta box pada bagian belakang dikarenakan untuk menaruh benda-benda yang akan digunakan untuk proses pemadaman, seperti selang hisap, selang pemadam jenis *rubber*, tabung untuk menaruh foam dan alat-alat lain yang sekiranya menunjang proses pemadaman. Sepeda motor pula dipasang lampu sirine dan strobo untuk menjadi pengingat atau menjadi penanda bahwa sepeda motor sedang atau ingin beroperasi melakukan penanggulangan kebakaran.

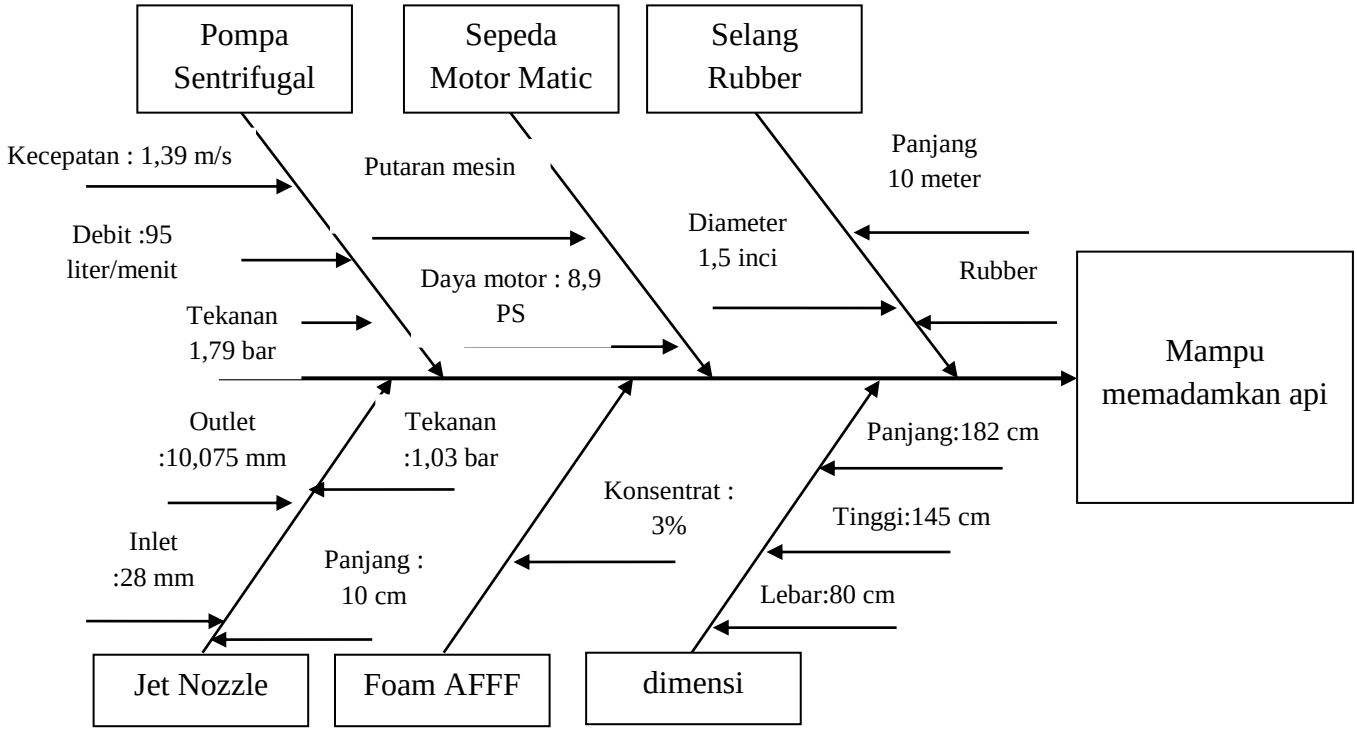
Dari semua komponen terpasang, sepeda motor pemadam telah diuji kelayakan untuk melakukan proses pemadaman pada perumahan dengan akses jalan sempit. Jika diperhatikan keunggulan sepada motor pemadam dengan sarana pemadam kebakaran yang disediakan oleh pemerintah, sepeda motor pemadam hasil rancangan ini banyak unggul dalam beberapa aspek penting. Jika disbandingkan menggunakan mobil pemadam kebakaran yang tidak dapat masuk kedalam perumahan penduduk dengan akses jalan sempit, sepeda motor hasil rancangan dapat melakukan itu dengan tanggap setelah di uji *prototype* nya.

Dari semua pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sepeda motor berfungsi dengan baik. Meskipun demikian, perlu pengembangan dan perbaikan lebih lanjut, terutama pada sistem kopling. Kopling yang digunakan adalah kopling tetap pada sepeda motor pemadam ini, yaitu pada saat mesin sepeda motor dinyalakan, pompa pun ikut bekerja. Seharusnya dibuat kopling ini agar pada saat sepeda motor bekerja sebelum melakukan proses pemadaman, pompa yang terhubung tidak bergerak sehingga impeller pada pompa tidak

bergerak yang dapat mengakibatkan kerusakan. Kemudian pada saat proses pemadaman roda pada sepeda motor tidak bekerja, melainkan pompalah yang bekerja untuk menanggulangi kebakaran.

4.6. Diagram Fishbone Hasil

Berikut adalah hasil dari perancangan sepeda motor pemadam menggunakan diagram fishbone :



Gambar 4.7 Diagram Fishbone

Tabel 4.11 Tabel Kebutuhan dan Fungsi

Komponen	Kebutuhan	Fungsi
Sepeda Motor	- Daya motor : 8,9 Ps - *matic*	Untuk memenuhi kebutuhan putaran pompa agar mampu digunakan sebagai pompa pemadam kebakaran
Pompa sentrifugal	- Inlet 2 inch - Outlet 1,5 inch - debit sebesar = 95 liter/menit	Sebagai pemompa air untuk digunakan sebagai pompa pemadam
Selang	- *Rubber* - Diameter 1,5 inch	Diameter menyesuaikan *outlet* dari pompa untuk menyalurkan air dari pompa ke *nozzle*
Nozzle Jet	- *Inlet* 28 mm - *outlet* 10,075 mm - panjang 10 cm	*Nozzle* dirancang dengan diameter inlet 28 mm dan outlet 10,075 mm sehingga air pada proses pemadaman berlangsung efektif dan dapat menjangkau kebakaran pada ketinggian 8 meter
Foam	- AFFF	Sebagai media optional yang akan dicampur dengan air dan disembur keluar akan menutupi bahan yang terbakar. AFFF ini efektif untuk memadamkan api yang ditimbulkan oleh bahan-bahan padat non-logam seperti Kertas, Kain, dan lain sebagainya serta kebakaran yang dikarenakan oleh bahan-bahan cair yang mudah terbakar seperti Minyak, bensin, dan lain -lain.
Dimensi	Lebar : 80 cm,tinggi:140 cm panjang:182 cm	Agar sepeda motor mudah melakukan manuver pada jalan yang sempit

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari berbagai penjelasan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Spesifikasi fungsi motor pemadam kebakaran berdasarkan mobil pemadam kebakaran adalah suatu inovasi sepeda motor yang memiliki banyak kelebihan dari sepeda motor pada umumnya karena berfungsi sebagai motor pemadam kebakaran dan mampu menjangkau akses jalan yang sempit yang tidak mampu dilalui oleh mobil pemadam kebakaran.
2. Prototype sepeda motor pemadam kebakaran telah dirancang berdasarkan varian kedua dimana motor yang digunakan dengan bahan bakar bensin, dengan menggunakan penggerak mekanik sebagai penggerak pompa sentrifugal dengan debit = 68,18 liter/menit, selang yang digunakan adalah jenis *rubber* dengan diameter 1,5 inch, dan menggunakan *nozzle* jet dengan panjang 10 cm dengan diameter *outlet* 10,075 mm dapat memancarkan air dengan ketinggian 2 lantai atau 8 meter.
3. Pengujian prototype sepeda motor pemadam kebakaran motor dilakukan dengan berbagai variasi kecepatan sepeda motor dan manuver sepeda motor pada akses jalan sempit yaitu berupa kecepatan ketika belok kiri, belok kanan, bergerak lurus, berputar balik, system pengereman dan system kemudi yang digunakan pada sepeda motor pemadam. Pengujian kecepatan pada prototype sepeda motor mencapai 2 m/s, kemudian pada pengujian pompa dengan RPM 3500 samapai dengan RPM 4000 mampu menghasilkan tekanan 1,79 bar pada pompa dan tekanan pada *nozzle* 1,03 bar dengan outlet 10,075 mm.

5.2. Saran

Adapun saran pada kesimpulan diatas adalah :

1. Kondisi lapangan padat penduduk sebaiknya ditata ulang oleh pemerintah setempat, karena pada pemukiman padat kebakaran sangat rentan terjadi. Dampaknya akan mengakibatkan korban jiwa dan kehilangan harta benda.
2. Sepeda motor pemadam menjadi suatu terobosan baru untuk melakukan pemadaman secara dini. Namun sepeda motor pemadam masih perlu penyempurnaan lagi agar sepeda motor pemadam dapat lebih efektif dan efisien ketika digunakan.
3. Diharapkan ada yang meneruskan penelitian tentang sepeda motor pemadam kebakaran agar tercipta kembali sepeda motor pemadam kebakaran ataupun alat pemadam kebakaran yang lain yang lebih efektif.
4. Pada pemasangan pompa agar digunakan kopling tidak tetap. Karena dapat mengganggu kinerja sepeda motor saat sepeda motor berjalan. Begitupun sebaliknya saat pompa beroperasi masih terbebani dengan beban sepeda motor.

DAFTAR PUSTAKA

Angela, Theresia Audrey. 2006, *'Studi Kasus: Evaluasi Sistem Penanggulangan Kebakaran PT. Indogravure',* Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional vol.1, no.2, Oktober., pp 63-68.

Agustinus Purna lrawanr, Dedy A. Sirahar' dan Jasson Sugandy (2006). *Perancangan Ulang Sepeda Elektrik Menggunakan Metode VDI 2221*. Jurnal Teknik Universitas Tarumanagara.

Delly, J. (2009). *Pengaruh temperature terhadap terjadinya kavitasi pada sudu pompa sentrifugal*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1, 1-8.

Kementrian Pekerjaan Umum, Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 10/KTSP/2000. Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan. *Jakarta, 2008*.

Kementrian Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.Per.04/Men/1980.Tentang Syarat-syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan

Lestari, Fatma dan RM. Yodan Amaral Panindrus2008. *Audit sarana prasarana pencegahan penanggulangan dan Tanggap darurat kebakaran di gedung fakultas x Universitas indonesia tahun 2006.* makara, teknologivolume 12, no. 1, april 2008: 55-60

Mantra, I.B.G.W., 2005. *Kajian Penanggulangan Bahaya Kebakaran Pada Perumahan (Suatu Kajian Pendahuluan di Perumahan Sarijadi Bandung).* Jurnal Permukiman 3: 61

Mindar Yuntoro (2008). *Perancangan Alat Pengering Kertas Dengan Metode VDI 2221*. Jurnal Teknik Universitas Mercu Buana

Oktama, B & Sitorus, T. B. (2014). *Desain dan penghitungan teoritis pompa sentrifugal dengan studi kasus di PT. Charoen Pokphand Indonesia*. Jurnal e-Dinamis, 10, 149-153.

Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, Suku Dinas Penanggulanga nKebakaran dan Penyelamatan, Laporan Kejadian Kebakaran Tahun 2014.

Perda DKI Jakarta No. 8 Tahun 2008. *Pencegahaan dan Penanggulangan Kebakaran*: Biro Hukum.

Putro, W. D. (2010). *Pengujian kinerja pompa sentrifugal menggunakan kontrol inventer.* Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, 13, 21-30.

Rahman, N. V. (2004). *Kebakaran, bahaya unpredictable, upaya dan kendala penanggulangannya*. Jurnal Teknik universitas Sumatra Utara, 1-18

Rangun, D. P. (2008). *Analisa performance pompa sentrifugal terhadap kapasitas aliran. Skripsi (tidak diterbitkan).* Medan: Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

Ramli, Soehatman 2010. *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran (Fire Management)*. Jakarta : Dian Rakyat.

Rusli. (2011). *Faktor-faktor penentu dalam analisis sistem proteksi kebakaran dalam suatu kawasan (Studi kasus: Kota Parigi).* Jurnal SMARTek, 9, 196-211.

Silaen, A. F. A. (2011). *Analisa karakteristik pompa sentrifugal rangkaian single, serie dan paralel.* Jurnal Telematik, 3, 845-858.

Simanjuntak, M. R. A. (2008). *Desain keselamatan terhadap risiko kebakaran (Fires Safety Environment) pada lingkungan perumahan dan pemukiman di DKI Jakarta.* Jurnal Desain dan Teknik Perencanaan Universitas Pelita Harapan, 1-9

Standar Nasional Indonesia 03-1736-2000*Tata Cara Perencanaan Sistem Proteksi Pasif Untuk Mencegah Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Rumah Atau Gedung*. Badan Standarisai Nasional.

Standar Nasional Indonesia 03-6570-2001 *Instalasi Pompa Yang Dipasang Tetap Untuk Proteksi Kebakaran*. Badan Standarisasi Nasional.

Thoharudin. Nugroho, A. S., Unjanto, S. (2014). *Optimasi tingi tekan dan efisiensi pompa sentrifugal dengan perubahan jumlah sudu impler dan sudut sudu keluar impler (β_2) menggunakan simulasi computational fluid dynamics.* Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST), 35-40.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Hari Eko Hidayanto adalah nama penulis skripsi ini. Penulis dilahirkan pada tanggal 09 Januari 1986 di Desa Jenarlor Kecamatan Purwodadi Kabupaten Purworejo. Anak Pertama dari pasangan Bapak Alip dan Ibu Samini. Penulis memulai Pendidikan dimulai dari SDN Jenarlor 2 Desa Jenarlor (lulus tahun 1997). Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SLTP Bhakti Mulia Purwodadi (lulus tahun 2000). Penulis melanjutkan pendidikanya di SMK PN 2 Purworejo (lulus tahun 2003). Hingga akhirnya bisa melanjutkan pendidikanya di Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2011. Semasa kuliah penulis melaksanakan PKL (Praktek Kerja lapangan) di Suku Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Kota Administrasi Jakarta Timur pada September 2014 dan melaksanakan PKM (Praktek Kerja Mengajar) di SMK Negeri 04 Jakarta pada September 2015 .

Penulis telah bekerja di Suku Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Kota Administrasi Jakarta Timur sejak Desember 2004 sampai dengan saat ini.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikanya skripsi yang berjudul " **Penerapan Metode VDI 2221 Pada Perancangan Sepeda Motor Pemadam".**