

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Metode pengumpulan data tugas akhir dilakukan dengan cara mempelajari jurnal dan literatur penulisan yang mendukung. Rancang bangun mesin terkait dengan pemurnian air sebelumnya sudah dilakukan oleh Yaqin dkk, (2020) dengan judul “Rancang Bangun Alat Penjernih Air *Portable* Untuk Persediaan Air Di Kota Dumai”. Proses rancang bangun dalam penelitian ini menghasilkan alat dalam bentuk sebenarnya dan diujikan menggunakan instalasi air skala laboratorium.



Gambar 2.1 Pemurni Air Portable (Yaqin dkk, 2020)

Pengoperasian alat penjernih air sangat sederhana dengan cara mengatur posisi lubang yang ada pada *catridge filter* dengan posisi *housing* yang ada. Sedangkan proses perawatan dilihat dari kualitas air yang menurun dan perubahan warna yang ada pada media *filter* pada alat penjernih air *portable*. Air mengalir dengan bantuan pendorong pompa untuk memberikan gaya dorong melewati *filter* tahap 1. Pada *filter* tahap 1 air kotor dengan jumlah zat atau kotoran yang besar dapat disaring di bagian tahap 1.

Hal tersebut dikarenakan adanya kerikil zeolit dan pasir silika yang berguna menyaring kotoran yang berukuran mikron. Proses yang terjadi yaitu proses penyerapan atau adsorpsi pada bahan zeolit. Tahap 2 berguna untuk menyerap beberapa unsur logam besi dan mangan baik berukuran kecil atau besar. Tahap 3 memiliki tugas untuk menyerap bau dan pengurangan bercak warna sehingga air

yang disaring akan memiliki warna yang lebih baik atau bening dari pada warna air sebelum disaring.

Rancang bangun lain juga dilakukan oleh Novia dkk, (2019) dengan judul “Alat Pengolahan Air Baku Sederhana Dengan Sistem *Filtrasi*”. Dalam mengatasi masalah pemenuhan kebutuhan air bersih diperlukan penerapan teknologi pengolahan air yang sesuai dengan kondisi sumber air baku, kondisi sosial budaya, ekonomi, dan SDM masyarakat setempat.

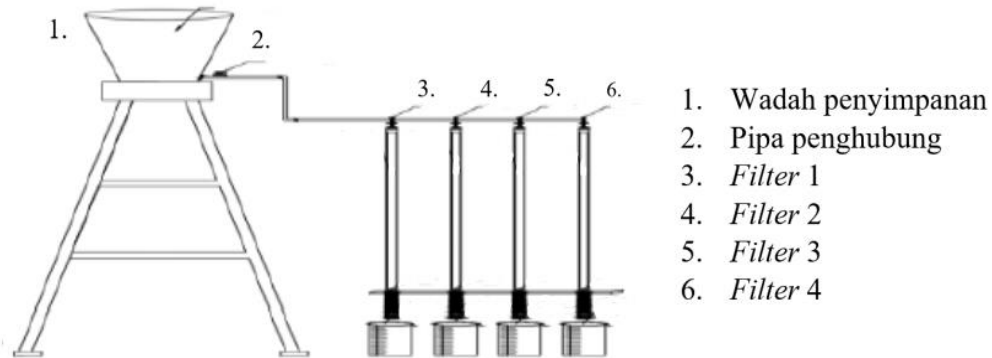


Gambar 2.2 Pemurni Air Sederhana (Novia dkk, 2019)

Air yang semula warnanya keruh berubah menjadi lebih bening. Hal ini karena bahan - bahan yang digunakan, seperti batu kerikil (zeloit), karbon aktif, dan spons. Adapun batu - batu kerikil dan karbon aktif yang digunakan pada alat penjernihan air sederhana tersebut adalah untuk menyaring material - material yang berukuran besar, contoh : daun - daun, lumut, ganggang, dan lain - lain. Sementara pasir, dan spons berfungsi untuk menyaring atau menghilangkan bau, warna, zat pencemar dalam air, sebagai pelindung dan penukaran resin dalam alat atau penyulingan air.

Rancang bangun selanjutnya yang digunakan sebagai tinjauan pustaka dilakukan oleh Sintya (2022) dengan judul “Perbaikan Kualitas Air Payau

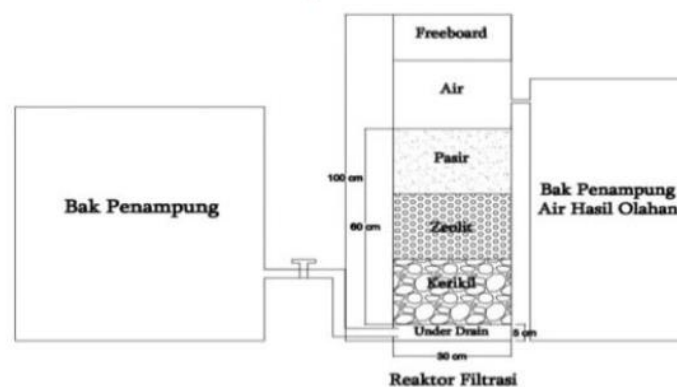
Menggunakan Media Karbon Aktif dan Zeloid”. Dilakukan untuk menguji seberapa besar efektifitas karbon aktif dan zeloid dalam penurunan tds air.



Gambar 2.3 Skema Pengolahan Air (Sintya, 2022)

Penelitian membuktikan bahwa media zeolit dan karbon aktif mampu memperbaiki kualitas air payau. Zeolit mampu menurunkan parameter TDS (45,5%), kesadahan (64,7%), dan klorida (60%). Media karbon aktif menurunkan TDS (50,6%), kesadahan (77%), dan klorida (65,5%). Penggunaan kombinasi karbon aktif dan zeolit menunjukkan penurunan tertinggi pada ketebalan 30 cm, yaitu TDS (56,4%), kesadahan (91,6%), dan klorida (79,3%).

Rancang bangun lain yang digunakan sebagai tinjauan Pustaka karya Istimewa dkk, (2022) dengan judul “Penjernihan Air Baku Kali Lamong Menggunakan Metode Filtrasi *Flow-up*”. Penelitian ini dilaksanakan untuk menentukan efisiensi filtrasi dalam menurunkan kadar kekeruhan dan TDS Kali Lamong.



Gambar 2.4 Desain reaktor filtrasi *Up-flow* (Istimewa dkk, 2022)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa filtrasi *up-flow* mampu menurunkan kekeruhan dan TDS. Komposisi media pada penelitian yang dilakukan yaitu kerikil, zeolite, dan pasir silika. Fungsi kerikil untuk filter air adalah sebagai penyaring kotoran – kotoran kasar. Zeolit memiliki fungsi untuk menurunkan kandungan mineral. Zeolit bermuatan negatif dan mempunyai sifat sebagai penukar ion berupa kation alkali. Pasir silika digunakan untuk menghilangkan sifat fisik air seperti kekeruhan atau lumpur dan bau.

Penelitian berjudul “Sistem Penjernihan Air *Groundtank* LPPMP UNY Sebagai Air Minum Dengan Memanfaatkan Karbon Aktif Batok Kelapa, Pasir Aktif Pantai Indrayanti, dan Kerikil Aktif Kali Krasak” karya Primawati dan Suparno (2016) dipakai sebagai salah satu tinjauan pustaka.

No	Jenis absorbent	Volume absorbent (ml)	pH
1	Karbon aktif batok kelapa	480	6,9
		960	6,9
		1440	6,9
		1920	6,9
		2400	6,9
2	Pasir aktif	600	6,9
		1320	6,9
		1980	6,9
		2640	6,9
		3300	6,9
3	Kerikil aktif	240	6,9
		1080	6,9
		1620	6,9
		2160	6,9
		2700	6,9

Gambar 2.5 Pengaruh volume *absorbent* (Primawati dan Suparno, 2016)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume dan jenis *absorbent* terhadap efisiensi penurunan TDS dan pH. Semakin banyak volume *absorbent* yang digunakan maka akan semakin bertambah penurunan TDSnya.

Volume *absorbent* tidak berpengaruh terhadap derajat keasaman (pH). Karena dari hasil pengukuran, pH menunjukkan nilai yang konstan.

## 2.2. Landasan Teori

Landasan teori merupakan penjabaran dari tinjauan pustaka sebagai acuan untuk memecahkan masalah dan untuk merumuskan hipotesis. Landasan teori dapat berbentuk uraian kualitatif, model matematis, atau persamaan- persamaan yang berkaitan dengan bidang ilmu yang diteliti.

### 2.2.1. Pengolahan Air Minum

Pengolahan adalah usaha – usaha yang dilakukan untuk merubah sifat suatu zat. Hal ini sangat penting sekali dalam air minum, karena dengan adanya pengolahan ini, maka akan didapatkan suatu air minum yang memenuhi syarat standar air minum yang telah ditentukan.

Dalam hal ini, dikenal adanya 2 cara pengolahan yaitu:

A. *Complite treatment process* yaitu air akan mengalami pengolahan lengkap baik fisik, kimiawi, dan bakteriologis.

#### 1. Pengolahan fisik

Ditujukan untuk mengurangi/menghilangkan kotoran-kotoran kasar, penyisihan lumpur dan pasir serta mengurangi kadar zat – zat organik yang ada dalam air baku.

#### 2. Pengolahan kimiawi

Pengolahan menggunakan zat – zat kimia untuk membantu proses selanjutnya. Misalnya dengan pembubuhan tawas, kapur dalam proses pelunakannya dan zat pembubuh lainnya.

#### 3. Pengolahan bakteriologis

Pengolahan untuk membunuh/memusnahkan kuman yang terkandung dalam air minum dengan jalan membubuhkan kaporit sebagai *desinfektant* atau dengan pemanasan sampai dengan titik didih air dalam waktu beberapa saat.

B. *Partial treatment process* yaitu, proses pengolahan hanya terjadi sebagian. Misalnya diadakan pengolahan kimiawi atau fisik saja. (Gypsona, 1983)

### 2.2.2. Konsep Sistem Pengolahan Air Baku Menjadi Air Bersih/Minum

Untuk membuat suatu alat pengolah air persiapan yang dilakukan pertama adalah analisis kualitas air baku. Hasil analisis kualitas air sangat menentukan jenis teknologi yang akan dipakai dan biaya yang akan dikeluarkan untuk mendesain alat. Jika air baku yang akan digunakan mempunyai kualitas yang jelek sudah dapat dipastikan bahwa biaya yang akan dikeluarkan cukup tinggi.

Langkah berikutnya buat desain dan konstruksi berdasarkan data kualitas air dan permintaan dari pemakai. Rancangan unit pengolah air dituangkan ke dalam gambar desain untuk memudahkan pengerjaan di bengkel dan lapangan. Besar kecilnya desain rancangan unit pengolahan air dibuat berdasarkan pesanan. Selanjutnya dilakukan perakitan dan instalasi. Pada tahap perakitan ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

- A. Perakitan di *work shop* yang meliputi *casing* (kerangka dan dudukan), sistem elektrik, dan perpipaannya
- B. Perakitan di lapangan dan uji fungsi. (Sebayang dkk, 2015).

### 2.2.3. Sand filter

*Sand filter* dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu *pressure filter* dan *gravity filter*. *Pressure filter* terjadi dalam tempat tertutup yang didalamnya terdapat material material yang dapat menyaring endapan pada air. Tipe filter ini sering digunakan dalam industri air minum ataupun dalam penggunaan sehari – hari. (Huisman & Wood, 1974).

*Gravity filter* dasarnya terdiri dari box tanpa penutup (*open-topped box*) yang biasanya terbuat dari cor – coran dan pada bagian bawahnya biasanya di isi dengan beberapa media filter. Air baku masuk ke ruang di atas pasir dan mengalir ke bawah karena aksi dari gravitasi. *Filtrasi* terjadi selama proses ini, dan air yang telah diolah dialirkan ke tempat penyimpanan air. (Huisman & Wood, 1974).

#### 2.2.4. *Filtering mass*

Yang termasuk sebagai lapisan filter antara lain:

##### A. Lapisan Pasir

Berfungsi untuk menahan endapan – endapan lumpur yang akan mengalir.

##### B. Lapisan Krikil

Disortir menggunakan suatu ayakan agar mendapat ukuran krikil yang seragam. Krikil disamping sebagai penyaring, juga sebagai penetralisir kecepatan aliran air

##### C. Lapisan Arang

Berfungsi sebagai penyaring dan penetralisir bau dan warna dari air baku. (Gypsona, 1983)

#### 2.2.5. *Keuntungan slow sand filter*

Berikut adalah keuntungan dari *slow sand filter*:

##### A. Kualitas dari air

Tidak ada filtrasi yang lebih berimprovisasi dalam *physical treatment*, *chemical*, dan *bacteriological* dalam air permukaan selain *sand filter*.

##### B. Biaya dan mudah digunakan

Rancangan yang sederhana dari *sand filter* membuatnya mudah untuk dibuat dengan menggunakan material yang tidak sulit untuk dicari.

##### C. Mudah dalam pembersihan

Proses pembersihan dilakukan dengan cara membilas lapisan filter secara manual. (Huisman & Wood, 1974).

#### 2.2.6. *Kriteria Kualitas Air*

Teknologi modern memberikan pilihan metode pengolahan yang dapat menghasilkan hampir semua kualitas air yang diinginkan dari sumber mana pun, faktor pembatasnya lebih ekonomis dari pada teknis. Jika biaya tidak menjadi kendala, adalah mungkin untuk memperoleh air dengan tingkat kemurnian yang sangat tinggi dari air baku yang tidak biasa seperti air laut atau limbah cair dengan

berbagai metode seperti *distilasi*, *elektrodialisis*, atau *reverse osmosis*. Dibandingkan dengan biaya produksi air minum dari sumber air tanah atau air permukaan yang relatif tidak tercemar, proses tersebut sangat mahal.

Dengan pemilihan dan kombinasi berbagai tahap pengolahan dan dengan pemilihan sumber yang bijaksana, dimungkinkan untuk mencapai berbagai tingkat kualitas air dengan modal dan biaya operasional yang bervariasi.

Air standar minimum sering disebut sebagai air "aman" karena tidak mengandung apa pun yang dapat membahayakan konsumen, bahkan jika dikonsumsi dalam waktu lama. Untuk mencapai kondisi ini, parasit dan organisme patogen harus dikurangi atau dinonaktifkan ke titik di mana mereka tidak menimbulkan bahaya bagi konsumen, dan zat beracun dan radioaktif tidak boleh ada melebihi tingkat maksimum yang diizinkan yang telah ditunjukkan oleh penelitian dan pengalaman. agar selamat.

Air yang aman adalah air yang tidak membahayakan konsumen saat diminum dalam kondisi normal. Ini tidak berarti bahwa minuman itu enak untuk diminum. (Huisman & Wood, 1974).

#### **2.2.7. Standar Air Minum Indonesia**

Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum Indonesia. Bahwa agar air minum yang dikonsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu ditetapkannya persyaratan kualitas air minum.

Dalam ketentuan peraturan yang berlaku, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Berikut beberapa persyaratan yang telah ditentukan oleh Menteri Kesehatan Republik Indonesia:



Tabel 2.1 Standar Air Minum

No	Jenis Parameter	Kadar max yang diperbolehkan
1	Bau	Tidak berbau
2	Rasa	Tidak berasa
3	TDS	500 mg/l
4	pH	6,5 – 8,5

### 2.2.8. Perancangan

Menurut Perancangan produk berarti sudah termasuk di dalamnya setiap aspek teknik dari produk, mulai dari pertukaran atau penggantian komponen dalam pembuatan, perakitan, finishing sampai pada kekurangannya. Sebuah produk seharusnya dikerjakan lebih dari operasi biasa untuk meningkatkan *market placenya*, yaitu mempertimbangkan seluruh harga-harga, seluruh kelengkapan dan target segmen pasar (Ginting, 2013).

### 2.2.9. Gambar Kerja

Menghasilkan Gambar merupakan sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang sarjana teknik. Oleh karena itu gambar sering juga disebut sebagai “bahasa teknik” atau “bahasa untuk sarjana teknik” (Sato dan Hartanto, 2008). Keterangan – keterangan dalam gambar, yang tidak dapat dinyatakan dalam bahasa, harus diberikan secukupnya lambang – lambang. Pembuatan desain suatu gambar biasanya menggunakan proyeksi untuk membaca gambar. Ada dua cara yang dapat digunakan dalam menggambar proyeksi, yaitu proyeksi sistem Eropa dan proyeksi sistem Amerika. Tugas gambar digolongkan dalam tiga golongan berikut:

#### A. Penyampaian informasi

Gambar mempunyai tugas meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang – orang yang bersangkutan. Orang – orang yang bersangkutan bukan saja orang dalam pabrik sendiri, tetapi juga orang dalam pabrik sub kontrak ataupun orang asing dengan bahasa lain.

B. Pengawetan penyimpanan dan penggunaan keterangan

Gambar merupakan data teknis yang sangat ampuh, dimana teknologi dari suatu perusahaan dipadatkan dan dikumpulkan. Oleh karena itu gambar bukan saja diawetkan untuk mensuplai bagian – bagian produk untuk perbaikan (reparasi) atau diperbaiki, tetapi gambar diperlukan juga untuk disimpan dan dipergunakan sebagai bahan informasi untuk rencana baru dikemudian hari

C. Cara – cara pemikiran dalam penyiapan informasi

Dalam perencanaan, konsep abstrak yang melintas dalam pikiran diwujudkan dalam bentuk gambar melalui proses. Dengan demikian gambar tidak hanya melukiskan gambar, tetapi berfungsi juga sebagai peningkat daya berpikir untuk perencana. Oleh karena itu sarjana teknik tanpa kemampuan menggambar, kekurangan cara penyampaian keinginan, maupun kekurangan cara menerangkan yang sangat penting.

### 2.2.10. Solidworks

*Solidworks* adalah salah satu *software* CAD 3D yang sangat mudah digunakan (*easy to use*). *Software* tersebut adalah *software* automasi *design* yang berbasis parametrik yang memudahkan penggunaanya dalam mengedit file – file gambar yang sudah dibuat. *Software* ini banyak digunakan oleh para mahasiswa, designer, *engineer*, dan para profesional untuk membuat gambar *part*, dan *assembly*. Selain itu bisa digunakan untuk membuat gambar sederhana maupun gambar – gambar yang kompleks dan rumit (Prabowo, 2009). *Solidworks* mempunyai tiga *templates* untuk merancang, yaitu:

A. *Part*

Model *part* berfungsi untuk menggambar sketch 2D dan 3D dari komponen yang akan digambar.

B. *Assembly*

Mode *assembly* berfungsi untuk merakit atau menggabungkan komponen yang sudah digambar pada mode *part*.

C. *Drawing*

Mode *drawing* berfungsi untuk membuat gambar detail dari komponen yang sudah digambar pada mode *part* dan *assembly*.

### 2.2.11. Proses Produksi

Suatu proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan sebagai integrasi sekuensial dari tenaga kerja, material, informasi, metode, kerja, dan mesin atau peralatan, dalam suatu lingkungan guna menghasilkan nilai tambah bagi produk agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar. (Ginting, 2007).

Dapat disimpulkan proses produksi merupakan kegiatan dimana menghasilkan kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan kerjasama antara faktor – faktor yang ada.

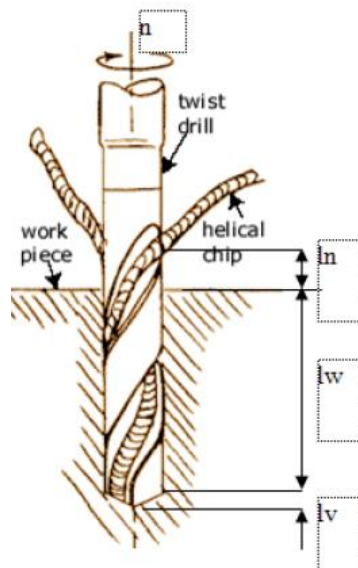
#### 1. Proses Pemotongan

Menurut Widarto dkk (2008), proses pemotongan merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk (komponen mesin) dari logam dengan cara memotong. Berdasarkan pada cara pemotongannya, proses pemotongan logam dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok dasar, yaitu proses pemotongan dengan mesin las, proses pemotongan dengan mesin pres, proses pemotongan dengan mesin perkakas, dan proses pemotongan nonkonvensional.

#### 2. Proses Gurdi

Proses Gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan lain. Biasanya di bengkel atau *workshop* proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). (Widarto, 2008).

Proses gurdi dapat dilakukan pada mesin bubut di mana benda kerja diputar oleh pencekam poros utama dan gerak makan dilakukan oleh pahat gurdi yang dipasang pada kedudukan pahat (*too post*) atau kepala gerak (*tail stock*). Parameter proses gurdi dapat ditentukan berdasarkan gambar dibawah ini.



2.6 Gambar Skematis Proses Gurdi (widarto 2008)

Kecepatan potong :

$$v = \frac{\pi d n}{1000} ; \text{mm/menit} \quad (2.1)$$

keterangan:

v = kecepatan potong

d = diameter

n = putaran spindel

Gerak makan (*Feed*)

$$f = 0,0084 \sqrt[3]{d} ; \text{mm/put} \quad (2.2)$$

keterangan:

f = gerak makan

d = diameter

Kedalaman potong

$$a = d/2; \text{mm} \quad (2.3)$$

keterangan:

a = kedalaman potong

d = diameter

Kecepatan makan per mata potong

$$v_f = f \cdot Z \cdot n \quad ; \text{ mm/menit} \quad (2.4)$$

keterangan:

$v_f$  = kecepatan makan per mata potong

$f$  = gerak makan per mata potong

$n$  = putaran spindel

$z$  = jumlah mata potong

Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{lt}{V_f} \quad ; \text{ min} \quad (2.5)$$

keterangan:

$t_c$  = Waktu pemotongan

$lt$  = Panjang total

$V_f$  = Kecepatan makan

Panjang total

$$L_t = l_v + l_w + l_n \quad ; \text{ mm} \quad (2.6)$$

keterangan:

$L_t$  = Panjang total

$l_v$  = Jarak mata bor dengan benda kerja sebelum penggurdian

$l_w$  = Tebal benda kerja

$l_n$  = Jarak mata bor dengan benda kerja setelah penggurdian

Di mana  $l_n$  dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$L_n = \frac{\left(\frac{d}{2}\right)}{\tan Kr} \quad (2.7)$$

Keterangan :

$d$  = diameter

$Kr$  = Sudut potong

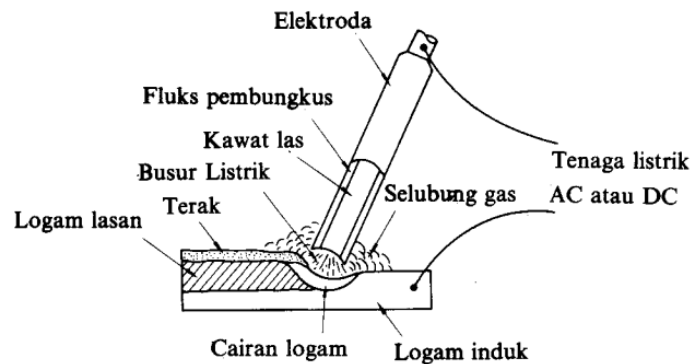
### 3. Proses Las

Proses pengelasan dilakukan guna untuk menyatukan poros dengan roda gigi power window. Berdasarkan cara kerjanya pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan, dan pematrian (Wiryosumarto, 2000). Pengelasan cair adalah cara pengelasan di mana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.

Pengelasan tekan adalah cara pengelasan di mana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu. Sedangkan pematrian adalah cara pengelasan di mana sambungan di ikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak turut cair. Dari tiga cara pengelasan di atas, yang digunakan untuk proses penyambungan rangka adalah proses pengelasan dengan cara pengelasan cair.

Pemilihan cara pengelasan ini dikarenakan sambungan yang dihasilkan relatif lebih kuat dibandingkan dengan dua cara pengelasan lainnya. Salah satu cara pengelasan yang termasuk dalam pengelasan cair adalah pengelasan menggunakan las busur listrik. Terdapat banyak jenis pengelasan menggunakan las busur listrik antara lain : las elektroda terbungkus, las busur dengan pelindung gas dan las busur dengan pelindung bukan gas.

Adapun jenis las yang digunakan dalam proses penyambungan rangka adalah jenis las busur listrik dengan elektroda terbungkus. Las listrik dengan elektroda terbungkus merupakan cara pengelasan yang paling banyak digunakan. Pengelasan ini menggunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Dalam Gambar 2.7 dapat dilihat bahwa busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda. Karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersama. (Wiryosumarto, 2000).



Gambar 2.7 Las busur dengan elektroda terbungkus (WiryoSumarto, 2000)

Dalam las elektroda terbungkus, busurnya ditimbulkan dengan menggunakan listrik arus bolak balik (AC) atau listrik arus searah (DC). Penggunaan listrik AC lebih banyak digunakan karena pertimbangan harga, mudah penggunaannya, dan perawatan yang sederhana. Sementara itu, keunggulan penggunaan listrik DC adalah bagusnya busur yang ditimbulkan, sehingga sangat sesuai untuk pengelasan pelat-pelat yang amat tipis. Elektroda terbungkus untuk baja kekuatan sedang telah distandarkan di negara-negara industri salah satunya yaitu standar di Amerika Serikat (ASTM) distandarkan pada standar asosiasi las Amerika (AWS) yang dinyatakan EXXX yang artinya sebagai berikut :

1. E menyatakan elektroda busur listrik.
2. XX (dua angka) sesudah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam [Psi].
3. X (angka ketiga) menyatakan posisi pengelasan angka 1 untuk pengelasan segala posisi. Angka 2 untuk pengelasan posisi datar di bawah tangan.
4. X (angka keempat) menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan.

Contoh : E6013, artinya :

1. Kekuatan tarik minimum dan deposit las adalah 60.000 [Psi].
2. Dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi.
3. Jenis selaput elektroda Rutil-Kalium dan pengelasan dengan arus AC atau DC+ atau DC-.

Berikut rumus perhitungan estimasi waktu proses pengelasan (Siswanto 2018):

1. Jumlah elektroda

$$\text{Jumlah elektroda} = \frac{\text{total panjang las}}{\text{panjang las perbatang elektroda}}$$

Dimana :

Jumlah elektroda = batang

Total panjang las = mm

Panjang las perbatang = mm/batang

2. Waktu pengelasan

Waktu pengelasan = jumlah elektroda x waktu pengelasan per batang elektroda

Dimana :

Waktu pengelasan = menit

Jumlah elektroda = batang

Waktu pengelasan per batang elektroda = menit/batang