

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengertian Besi *Hollow***

Besi *hollow* adalah besi yang berbentuk *hollow* kotak (persegi maupun persegi panjang). Besi *hollow* juga disebut *square hollow*, *hollow* kotak atau besi holo..Besi *hollow* biasanya terbuat dari besi galvanis, stainless atau besi baja (Dekoruma,2018). Besi *hollow* menjadi besi yang cukup populer pada saat ini karena fungsinya yang cukup banyak dan beragam. Sering digunakan dalam konstruksi bangunan, terutama dalam konstruksi aksesoris seperti pagar, railing, atap kanopi dan pintu gerbang. Besi *hollow* juga dapat digunakan untuk support pada pemasangan plafon

Besi *hollow* adalah salah satu jenis besi yang saat ini cukup populer digunakan dalam konstruksi bangunan. Sebenarnya besi *hollow* ini adalah semacam *hollow* dari bahan besi dengan bentuk kotak atau persegi panjang. Berikut adalah beberapa jenis besi *hollow* yang perlu diketahui:

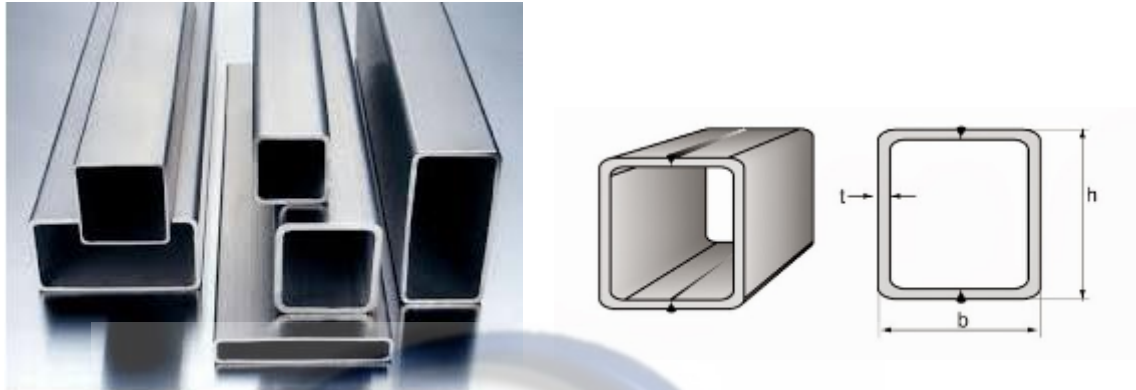
##### **2.1.1 Besi *Hollow Galvanise***

Besi ini merupakan sebutan untuk pelapisan *finishing* yang terdiri dari 97% unsur *coating zinc* ( besi ),  $\pm 1\%$  unsur *coating aluminium* dan sisanya adalah unsur bahan lain. Dengan komposisi bahan seperti ini, akan membuat besi *hollow* jenis ini menjadi korosif, terlebih lagi jika besi ini tergesek maupun terpotong. Oleh karena itu, pada penerapannya *hollow* ini harus diberikan anti karat dan jenis cat yang bagus agar tahan lebih lama meskipun diterpa hujan dan panas.

##### **2.1.2 Besi *Hollow Galvalume***

Galvalume merupakan sebutan untuk *Zinc-Alume* yang pelapisannya mengandung unsur *Alume* ( Aluminium ) dan *Zinc* ( besi ). Untuk bahan *Galvalume* yang paling baik terdiri dari unsur coatingnya 55% Aluminium, unsur besi 43,5% dan unsur lapisan *silicon* 1,5%. Dilihat dari komposisi bahannya, *hollow galvalume* ini memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap korosi dibandingkan *hollow*

*galvanise*. Dengan kualitas yang bagus, otomatis harga dari pada *galvalume* lebih mahal dari pada *galvanise*



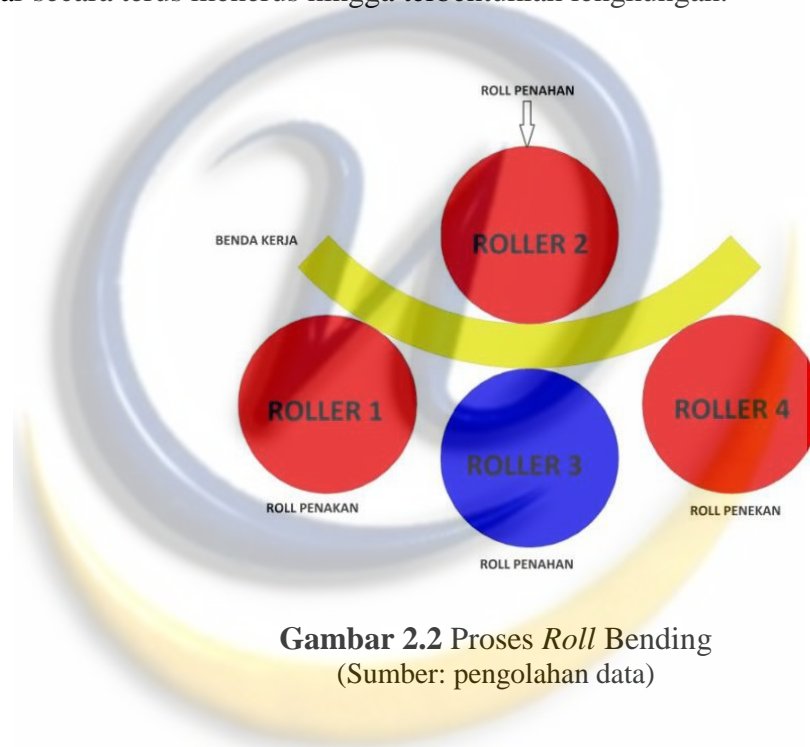
**Gambar 2.1** Besi *Hollow*  
(Sumber:Dekoruma, 2018)

Produk besi *hollow* yang diproduksi dan dikeluarkan oleh setiap pabrik ini akan memiliki kualitas yang berbeda – beda. Oleh sebab itu, harga yang ada untuk tiap jenis besi *hollow* ini pun juga berbeda. Semakin baik kualitasnya maka sudah pasti harganya akan semakin mahal pula. Namun, besi *hollow* yang dijual di pasaran ini pastinya memiliki standar ukuran. Diketahui bahwa dari macam-macam jenis besi *hollow* kotak ini berukuran 6 meter tetapi ketebalannya berbeda beda yang dimulai dari 0.6 mm, , hingga sampai 2 mm. Besi *hollow* standar yang dijual di Indonesia memiliki ukuran lebar mulai dari 15x15 mm sampai 100x100 mm.

## **2.2 Definisi Mesin *Roll Bending***

*Roll* merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan. Sedangkan proses bending merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat bending manual maupun menggunakan mesin bending. Pengerjaan bending biasana dilakukan pada bahan plat baja karbon rendah untuk menghasilkan suatu produk dari bahan plat. Mesin *roll bending* adalah mesin yang pada umumnya digunakan pada perusahaan fabrikasi atau perusahaan yang membuat trails, pagar rumah dan sebagainya. Mesin *roll bending* berfungsi untuk membengkokkan,

sehingga membentuk radius. Mesin ini terdiri dari tiga sampai empat *roll* sistem kerja mesin yaitu, dua buah *roll* yang ditengah sebagai penumpu atau penjepit benda kerja dan dua *roll* lainnya sebagai penekan benda kerja. Mesin ini dapat digunakan untuk beberapa jenis ukuran diameter *hollow* dan beberapa ukuran *hollow* starbus , profil u dan siku. Mesin *roll* bending ini digerakan oleh motor AC. Karena *roll* mesin ini bisa mengubah plate atau material menjadi gulungan gulungan yang berbentuk bundar. *Roll* biasanya digunakan untuk membentuk silinder, atau bentuk-bentuk lengkung lingkaran dari plat logam yang disisipkan pada suatu *roll* yang berputar.*roll* tersebut mendorong dan membentuk plat yang berputar secara terus menerus hingga terbentuklah lengkungan.



**Gambar 2.2** Proses *Roll* Bending  
(Sumber: pengolahan data)

### 2.3 Prinsip Kerja Dalam Proses Pengerolan *Hollow*

Alat/mesin pengerol *hollow* merupakan salah satu alat/mesin tepat guna. Alat/mesin pengerol *hollow* adalah alat/mesin yang digunakan untuk mengerol *hollow* yang semula dalam bentuk lonjoran lurus berubah menjadi melengkung dan melengkungnya *hollow* ini disesuaikan sesuai kebutuhan dan kegunaan. Alat/mesin pengerol *hollow* ini menggunakan daya motor sebagai alat penggerakannya. Untuk pengerolan ini dibutuhkan penekanan pada bagian *hollow* yang akan dibuat melengkung.

Untuk konsep cara kerja alat/mesin ini memiliki persamaan dengan alat/mesin pengerol *hollow* secara manual. Dengan mempunyai dua *roller* sebagai penompang dan satu *roller* sebagai penekannya. Selain itu, penggunaan daya motor listrik pada mesin ini sangat membantu untuk mempermudah dalam proses pengerolannya karena hanya membutuhkan sedikit tenaga untuk memutar handle penekanannya. Pada *roller* penekan dihubungkan dengan handle oleh poros berulir sebagai penerus tekanannya. Handle ini akan diputar secara pelan-pelan saat alat/mesin dihidupkan.

Penekanan pada *roller* ini lah yang nantinya akan menentukan hasil dari pengerolan. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka dalam memutar handle ini harus pelan-pelan dan terus menerus. Proses kerja pada alat/mesin ini dilakukan secara bolak balik dari arah kiri kekanan atau sebaliknya. Prinsip kerja dalam proses pengerolan *hollow* ini ada beberapa tahap yaitu:

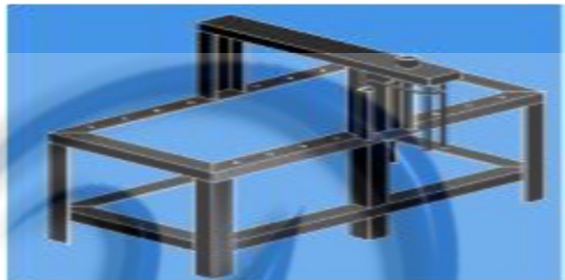
1. Ukuran benda kerja, pada tahap ini benda kerja ditentukan bagianbagian yang akan dilakukan proses pengerolan. Setelah itu, pada bagian yang akan dirol diberi tanda.
2. Pengerolan benda kerja, pada tahap ini benda kerja yang sudah diberi tanda selanjutnya akan dimulai proses pengerolan. Pada proses ini dilakukan secara berulang ulang dari kiri kekanan atau sebaliknya.
3. Pemeriksaan benda kerja, pada tahap ini benda kerja yang sudah dirol akan diperiksa kelengkapannya apakah sudah sesuai keinginan atau masih ingin dilakukan proses pengerolan lagi.
4. Pemeriksaan akhir, pada tahap ini benda kerja yang sudah selesai dirol akan diperiksa kembali. Untuk memeriksa apakah bentuknya sudah baik dan apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan.

## 2.4 Komponen Utama Mesin

Komponen mesin *roll* sebagai berikut :

### 1. Rangka Mesin *Roll*

Rangka mesin *roll* berfungsi sebagai penopang semua komponen. Rangka ini terbuat dari besi dengan bahan raw material *hollow* besi, pipa ataupun plat. Raw material tersebut di *assembling* melalui proses pengelasan dengan ukuran yang sudah ditentukan sesuai kebutuhannya.



**Gambar 2.3** Rangka Mesin *Roll*  
(Sumber: pengolahan data)

### 2. Matras *Roll*

Matras *roll* merupakan bagian dudukan (landasan) untuk *hollow* yang akan melalui proses pengerjaan dengan menggunakan mesin *roll hollow* ini. Pada mesin *roll* matras *roll* ini berjumlah 3 buah matras yang sama bentuk dan ukurannya, hanya saja berbeda fungsinya. Matras *roll* atas (matras tekan) berposisi ditengah berjumlah satu buah, berfungsi sebagai penekan *hollow*. Sedangkan Matras *roll* bawah (matras putar) berjumlah dua berfungsi sebagai dudukan *hollow* yang berposisi di kiri dan kanan dari matras .



**Gambar 2.4** Matras *Roll*  
(Sumber: pengolahan data)

### 3. As Dudukan Matras Putar

As ini berjumlah 2 buah. As yang dibuat dari baja yang memiliki kekuatan dan kekerasan tinggi ini berfungsi sebagai dudukan matras. As ini masuk dan duduk di dalam lubang bantalan/bearing. Pada bagian depan as berfungsi sebagai dudukan matras putar sedangkan bagian belakang as berfungsi sebagai dudukan *sprocket* yang menjadi sumber pemutar as sebagai transmisi putaran dari motor



**Gambar 2.5** As Matras Putar  
(Sumber: pengolahan data)

### 4. As Dudukan Matras Tekan

As ini berfungsi sebagai dudukan matras tekan. Bahan yang digunakan untuk membuat as ini adalah besi as *ST 60*. As ini tidak mengikuti putaran matras karena hanya difungsikan sebagai poros saja. As ini lebih pendek dibandingkan as matras putar

### 5. Ulir Pengatur Matras Tekan

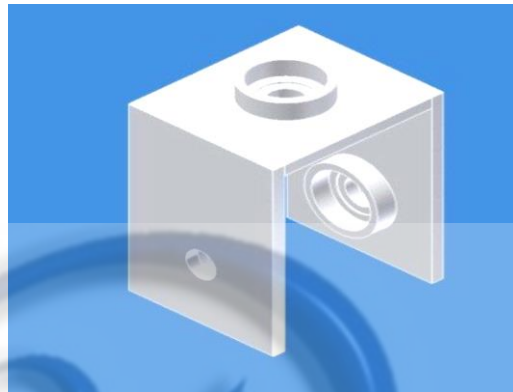
Berfungsi untuk mengatur tinggi matras tekan untuk mengatur radius lengkungan *hollow* yang dikehendaki. ketika *handle* diputar maka dudukan matras atas yang telah terpasang pada batangan ulir ini akan bergerak ke atas atau ke bawah sesuai dengan arah ulir ini.



**Gambar 2.6** Ulir Pengatur Matras  
(Sumber: pengolahan data)

## 6. Dudukan As Matras Tekan

Sebagai tempat untuk meletakkan matras tekan. Dudukan ini berfungsi sebagai tempat meletakkan bushing untuk tempat bearing. Bearing tersebut untuk menopang as untuk matras. Dudukan as matras inilah yang akan bergerak naik turun membentuk lengkungan produk *hollow* saat proses pengerolan.



**Gambar 2.7** Dudukan As Matras Tekan  
(Sumber: pengolahan data)

## 7. *Handle* Putar

*Handle* putar berfungsi sebagai pegangan untuk memutar as matras putar (matras dudukan). *Handle* ini harus dibuat sepresisi dan selancar mungkin terhadap as pemutar agar tenaga yang dikeluarkan oleh operator untuk menekan *hollow* relatif kecil



**Gambar 2.8** *Handle* Putar  
(Sumber: pengolahan data)

## 2.5 Metoda Perancangan VDI 2222

Metoda perancangan adalah kegiatan pemetaan dari ruang fungsional (tidak kelihatan / imajiner) kepada ruang fisik (kelihatan dan dapat diraba / dirasa) untuk memenuhi tujuan-tujuan akhir perancang secara spesifik atau obyektif. Dengan metoda ini dimungkinkan melakukan analisa yang rasional dan penentuan syarat-

syarat awal yang realitas. Metoda perancangan yang digunakan untuk tugas akhir ini mengacu pada *VDI 2222 (Verein Deutsche Ingenieuer / Persatuan Insinyur Jerman)* dan disesuaikan dengan kebutuhan untuk perancangan mesin yang akan dibuat

Metode VDI 2222 adalah sebuah metode pendekatan sistematis terhadap desain untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang makin berkembang akibat kegiatan riset (*Pahl & Beitz, 1984*). Metode ini masih relevan digunakan karena sesuai dengan alur proses pembuatan produk atau proses manufaktur modern saat ini yang sangat ditentukan oleh sebuah rancangan. Didalam tahapan perancangan tersebut, terdapat keterkaitan antar proses, yang mana proses perancangan selanjutnya bergantung dari hasil penilaian proses yang dilakukan dari beberapa alternatif konstruksi. Untuk menentukan pemilihan alternatif yang digunakan, dilakukan penilaian terhadap masing-masing alternatif yang tersedia. Penilaian diberikan pada beberapa aspek yaitu berupa aspek teknis maupun aspek ekonomis.

Berikut ini Tahapan Metoda perancangan VDI 2222 (*Indra, 2014*) yaitu :

1. Merencana
2. Mengonsep
3. Merancang
4. Penyelesaian.

### **2.5.1 Merencana**

Pada bagian ini kegiatan merencana yang dilakukan adalah pemilihan pekerjaan dan penentuan pekerjaan. Adapun hal yang dilakukan adalah pemilihan pekerjaan berupa, identifikasi masalah produk, pembuatan gambar produk 2D dan 3D, mencari data spesifikasi mesin *roll* dan membuat daftar tuntutan. Bagian tersebut merupakan *output* dari tahapan merencana

### **2.5.2 Mengonsep**

Hasil fase pertama proses perancangan yaitu penyusunan spesifikasi perancangan dan perencanaan rancangan menjadi dasar fase kedua, yaitu perancangan konsep produk. Pada bagian ini kegiatan mengonsep yang dilakukan adalah memperjelas

pekerjaan, membuat keputusan dari pemilihan pekerjaan, menyimpulkan serta menguraikan fungsi keseluruhan kedalam grup bagian, mencari prinsip-prinsip pemecahan masalah untuk memenuhi kebutuhan fungsi keseluruhan, membuat alternatif konsep untuk gabungan prinsip pemecahan yang terpilih, dan menilai alternatif konsep berdasarkan aspek-aspek teknis-ekonomis.

### **2.5.3 Merancang**

Setelah fase perancangan konsep mesin maka fase proses perancangan selanjutnya adalah fase perancangan wujud dari mesin itu sendiri. Perancangan mesin adalah bagian dari proses perancangan yang dimulai dari konsep teknis mesin, pengembangan desain, sesuai dengan kriteria teknis dan ekonomis. Dalam banyak kasus, perancangan mesin diperlukan sebelum design yang pasti diperoleh.

Perancangan produk adalah usaha untuk memenuhi fungsi yang telah ditentukan dari rancangan, bentuk komponen dan material. Proses dimulai dari penggambaran rancangan dan analisis, perhitungan keamanan, ergonomis, produksi, perakitan, pengoperasian, perawatan, dan biaya proses manufaktur.

Output yang diperoleh pada tahap ini adalah gambar perdesain, perhitungan dan analisis, dan optimalisasi dan gambar draft final.

### **2.5.4 Penyelesaian**

Pada tahap ini berisi proses pembuatan gambar kerja dan gambar susunan, penyelesaian dokumen (gambar detail, daftar bagian, petunjuk, dsb), pengujian prototipe untuk produk masal, pemeriksaan biaya dan Keputusan untuk diserahkan ke proses produksi.

Output dari tahapan terakhir ini dibatasi sampai gambar kerja bagian dan gambar susunan.



**Gambar 2.9** Diagram Metoda Perancangan Menurut VDI2222  
(Sumber: pengolahan data)

## 2.6 Metode Simple Additive Weighting

Metode *Simple Additive Weighting* (SAW), adalah salah satu metode untuk menghadapi situasi *Multi Attribute Decision Making* (MADM) yang digunakan untuk pengambilan keputusan. Menurut (Khairul, Manogari, Andysah. 1968) metode *Simple Additive Weighting* sering juga dikenal dengan istilah metode penjumlahan berbobot. Konsep dasar metode Simple Additive Weighting adalah dengan mencari jumlah yang berbobot yang didapat dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut.

Kelebihan dari metode SAW dibanding dengan model pengambil keputusan lainnya terletak pada kemampuannya untuk melakukan penilaian secara lebih tepat karena didasarkan pada nilai kriteria dan bobot preferensi yang sudah ditentukan, selain itu SAW juga dapat menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif yang ada karena adanya proses perangkingan setelah menentukan bobot untuk setiap atribut (Kusumadewi, Harjoko, dan Wardoyo. 2006).

Metode *Simple Additive Weighting* cukup relevan untuk menyelesaikan masalah penyeleksian dalam sistem pengambilan keputusan *multi* proses. Metode *Simple Additive Weighting* merupakan metode yang banyak digunakan dalam pengambilan keputusan yang memiliki banyak atribut. Metode *Simple Additive Weighting* membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan ( $x$ ) ke suatu skala

yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. Formula untuk melakukan normalisasi tersebut adalah pada (persamaan 2.1):

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\mathbf{Max}X_{ij}} & \text{jika } j \text{ atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\mathbf{Min}X_{ij}}{X_{ij}} & \text{jika } j \text{ atribut biaya (cost) ... .. (2.1)} \end{cases}$$

Keterangan:

*Max* = Nilai terbesar dari setiap kriteria *i*.

*Min* = Nilai terkecil dari setiap kriteria *i*.

*Rij* = Nilai atribut yang dimiliki dari setiap kriteria.

*Benefit* = Jika nilai terbesar adalah yang terbaik.

*Cost* = Jika nilai terkecil adalah yang terbaik.

Notasi *rij* adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternatif *Ai* pada atribut *Cij*  $i=1,2,\dots,n$ . Nilai preferensi untuk setiap alternatif (*Vi*) diberikan sebagai (persamaan 2.2):

$$V_1 = \sum_{j=1}^n W_j R_{ij} \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

*Vi* = Ranking untuk setiap alternatif.

*Wj* = Nilai bobot ranking (dari setiap kriteria).

*rij* = Nilai rating kinerja ternormalisasi.

Nilai *Vi* yang lebih besar mengidentifikasikan bahwa alternatif *Ai* lebih terpilih.

Nilai *Vi* yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif (*Ai*) lebih terpilih.

Berikut ini adalah tahapan-tahapan menggunakan metode SAW:

- a. Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu *Ci*.
- b. Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.

- c. Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria ( $C_i$ ), kemudian melakukan normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut sehingga diperoleh matriks ternormalisasi  $R$ .
- d. Hasil akhir diperoleh dari proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi  $R$  dengan bobot vektor sehingga diperoleh nilai terbesar yang dipilih sebagai alternatif terbaik ( $A_i$ ) sebagai solusi.

### 2.6.1 Langkah Penyelesaian Metode SAW

Dalam penelitian ini menggunakan FMDAM metode SAW. Langkah-langkah pemecahan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam menentukan pengambilan keputusan  $C_j$ .
2. Memberikan nilai setiap alternatif ( $A_i$ ) pada setiap kriteria ( $C_j$ ) yang sudah ditentukan, yang mana nilai  $i=1,2,\dots,n$ .
3. Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria kemudian memodelkannya ke dalam bilangan *fuzzy* setelah itu dikonversikan ke bilangan..
4. Memberikan nilai bobot ( $W$ ) yang juga didapatkan berdasarkan nilai *crisp*.
5. Melakukan normalisasi matriks dengan cara menghitung nilai rating kinerja ternormalisasi ( $r_{ij}$ ) dari alternatif  $A_i$  pada atribut  $C_j$  berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan/benefit = MAXIMUM atau atribut biaya/cost = MINIMUM). Apabila berupa atribut keuntungan maka *crisp* ( $X_i j$ ) dari setiap kolom atribut dibagi dengan nilai *crisp* MAX (MAX  $X_i j$ ) dari setiap kolom, sedangkan untuk atribut biaya, nilai *crisp* MIN (MIN  $X_i j$ ) dari setiap kolom atribut dibagi dengan nilai *crisp* ( $X_{ij}$ ) setiap kolom.
6. Melakukan proses perankingan untuk setiap alternatif ( $V_i$ ) dengan cara mengalikan nilai ( $W_i$ ) dengan nilai rating kinerja ternormalisasi ( $r_{ij}$ ).
7. Menentukan nilai prefensi untuk setiap alternatif ( $V_i$ ) dengan cara menjumlahkan hasil kali antara matriks ternormalisasi ( $R$ ) dengan nilai bobot ( $W$ ). Nilai  $V_i$  yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif  $A_i$  lebih terpilih Nurdin (Dicky, 2012).

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini merujuk dari beberapa penelitian sebelumnya yang bertemakan perancangan alat/mesin sebagai solusi *improvement*, berikut beberapa contoh penelitian yang digunakan untuk membantu penelitian ini

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu yang Relevan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil
1	Diga Rahmat Novandra, Tri Tiyasmihadi, dan Fais Hamzah	Rancang Bangun <i>Roll Bending Machine With Hydraulic Assist</i>	Ulrich- Epinger	Rancangan Mesin <i>Roll Bending</i> Pipa Dengan Penekan Hydraulic
2	Wisjnu P.Marsis, Iswantoro	Perancangan Mesin Bending Dengan Memanfaatkan Sitem Dongkrak Hidrolik Sederhana	Reverse Engineer	Rancangan mesin rotary draw bending dengan dongkrak hidrolik sederhana
3	Asep Indra, Saepudin	Aplikasi Metoda VDI 2222 Pada Proses Perancangan <i>Welding Fixture</i> Untuk Sambungan Cerobong Dengan Teknologi Cad/Cae	Metoda VDI 2222	Perancangan Welding Fixture Piiping
4	Randi Marta	Rancang Bangun Mesin <i>Roll Bending</i> Pipa Star Bus	Metoda VDI 2222	Mesin <i>roll</i> pipa yang dapat mengerol 360

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu yang Relevan (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil
5	Anto, A.G., Mustafidah, H. dan Suyadi,	Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan Menggunakan Metode SAW di Universitas Muhammadiyah Purwokerto	Metode SAW (Simple Additive Weighting)	Penilaian Kinerja Karyaawan
6	Razul, Ucok Mulyo Sugeng	Analisa Biaya Dan Perancangan Alat Pemasang <i>Bushing</i> Pada <i>Attachment Pc</i> 400 Dengan Metode VDI 2222	Metoda VDI 2222	Perancangan Alat Pemasang <i>Bushing</i>
7	Khairul, Manogari Simaremare, Andysah Putera	<i>Decision Support</i> <i>Sistem in Selecting</i> <i>The Appropriate</i> <i>Laptop Using SAW</i>	Metode SAW (Simple Additive Weighting)	<i>Lenovo, The</i> <i>best brand</i> <i>laptop on the</i> <i>market</i>
8	Bambang Sulaksono	Proses Manufaktur Mesin <i>Roll ending</i> Pipa Model Vertikal Dengan Jenis Pipa Stainless Steel Diameter ¼ Inc	Metode OPC (Operation Procedure Chart) dan Flow Proses Chart	Mesin <i>roll</i> bending pipa model vertika dengan jenis pipa stainless diameter ¼ inc
9	Luthfi Abdul Aziz, Rispianda, Hendro Prasetyo	Usulan Rancangan Mesin Sandblasting Untuk Produk Pipa <i>Bushing Arm Honda</i> Crv	Metoda VDI 2222	Perancangan mesin sand blas baru

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu yang Relevan (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil
10	Ahmad Mustaqim	Perancangan mesin pengerol pipa	Metode pahl & beitz	Rancangan mesin <i>roll</i> pipa

Sumber: pengolahan data

Penelitian ini mengacu kepada penelitian perancangan mesin pengerol pipa, perbedaanya penelitian ini membahas tentang penelitian perancangan mesin pengerol *hollow* besi dengan metode VDI 2222 yang dipadukan dengan metode SAW yang bertujuan agar hasil rancangan mendapatkan nilai yang optimal baik dari aspek teknis maupun ekonomis.

