



Estimasi Manufaktur Exspantion Joint di Bengkel Fabrikasi PT. Semen Padang

Desmarita Leni^{1✉}, Venny Selviaty²

¹Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

²Teknik Mesin, Universitas Eka Sakti Padang

DOI: <https://doi.org/10.31004/jutin.v5i1.6232>

✉ Corresponding author:

[venyselviyanty@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Estimasi,
Expansion Joint
Material pelat

Estimasi Expansion Joint yang dibuat di bengkel fabrikasi PT. Semen Padang adalah salah satu peralatan sambungan yang digunakan pada kiln untuk mendukung produksi semen di pabrik semen. Estimasi dilakukan Expansion Joint analisis keterpakaian material pelat dengan menghitung bentangan pelat yang digunakan. Tujuan dari estimasi ini adalah untuk mengetahui seberapa banyak material digunakan, berapa lama waktu pengerjaan dan serta banyak peralatan yang digunakan saat pembuatan Expansion Joint dan untuk menghitung estimasi proses pengelasan expansion joint Metode yang digunakan adalah dengan menghitung bentangan pelat berdasarkan panduan disain gambar kontruksi dari Expansion Joint. Setelah dilakukan perhitungan untuk menentukan spesifikasi expansion joint yang akan dipasang. Dari hasil analisa dan perhitungan diketahui bahwa lama proses pengerjaan di dapatkan 33.05 jam, Total elektroda yang terpakai 6,587 kg dan lama waktu pengelasan 1474,433 menit atau 24,58 jam.

Abstract

Keywords:

*Estimation
Expansion Joint
Plate Material*

Estimated Expansion Joint made in the fabrication workshop of PT. Semen Padang is one of the connection equipment used in kilns to support cement production in cement factories. The estimation is carried out by Expansion Joint analysis of the wear of the plate material by calculating the stretch of the plate used. The purpose of this estimate is to find out how much material is used, how long it takes, and how much equipment is used when making expansion joints and to calculate the estimation of the expansion joint welding process. After doing the calculations to determine the specifications of the expansion joint to be installed, From the results of the analysis and calculations, it is known that the processing time is 33.05 hours, the total electrode used is 6.587 kg, and the welding time is 1474,433 minutes, or 24.58 hours.

1. PENDAHULUAN

Masyarakat pada umumnya mengukur keberhasilan suatu perusahaan berdasarkan dari kinerjanya. Perbaikan kualitas produk ataupun jasa yang dihasilkan dalam proses produksi merupakan sesuatu yang mutlak perlu dilakukan oleh setiap perusahaan untuk dapat bertahan di era yang semakin kompetitif saat ini, mengingat kualitas produk merupakan salah satu penentu daya saing disamping harga serta pelayanan bagi konsumen. Kualitas produk yang tinggi akan dapat dicapai dengan dukungan proses yang handal, dimana setiap elemen yang berperan dalam proses yang bersangkutan memiliki kapabilitas yang memadai.

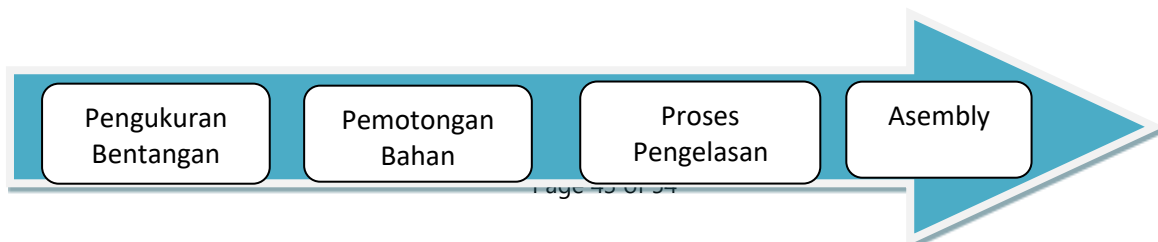
PT. Semen Padang merupakan perusahaan terbesar di Sumatera Barat yang secara terus menerus berupaya berkembang sesuai kebutuhan nasional. PT. Semen Padang (persero) merupakan pabrik semen tertua di Indonesia yang didirikan pada tanggal 18 Maret 1910 dengan *NV Netherland Indische Portland Cement Maatschappij* (NV NIPCM) [1]. Perkembangan PT. Semen Padang sangat menunjang akan berkembangnya pembangunan pembangkit tenaga listrik. Penambangan batu bara, perumtel, perumka, pembangunan perumahan untuk golongan menengah dan pembangunan-pembangunan lainnya. Dalam perkembangannya PT. Semen Padang (persero) tidak hanya memproduksi semen saja tapi juga mulai mengembangkan industri manufaktur, mulai dari perancangan, pembuatan, dan pembuatan peralatan-peralatan pabrik, terutama pabrik semen, baik untuk keperluan sendiri maupun untuk keperluan luar (yang di peroleh melalui tender). Industri manufaktur tersebut tidak berdiri sebagai suatu perusahaan melainkan berada di bawah pengelolaan teknik yaitu biro workshop.

Bengkel fabrikasi ini melayani berbagai kebutuhan yang berkaitan dengan proses produksi semen terutama dibidang peralatan, meskipun jenis produk dan konsumennya berbeda-beda tiap unit yang meminta pesanan barang. Proses produksinya bersifat "produksi atas pesanan" (*job order*), karena baik model (jenis) maupun ukuran-ukurannya sudah tertentu sesuai dengan pesanan. Sebagai salah satu unit kerja yang penting workshop semen padang tidak pernah lepas dari persoalan-persoalan lapangan, karena dalam aktivitas kerjanya peralatan- peralatan pabrik yang rusak harus diperbaiki atau dibuat lagi untuk kelancaran proses produksi pabrik. Sebagai salah satu unit kerja yang penting, Bengkel fabrikasi tidak lepas dari persoalan – persoalan lapangan, karena dalam aktivitas kerjanya peralatan – peralatan pabrik yang rusak di perbaiki atau di ganti salah satunya adalah Exspantion joint [2].

Exspantion joint biasanya dipasang pada semua media aliran salah satunya adalah di antara fixed dan slinding. Beberapa contoh media aliran siklon, fixed, sliding, clasener, ducting, dan lain – lain. Exspantion joint diganti bila batu tahan api sudah habis atau sealing rusak karena sudah habis batu tahan api [3]. Tujuan dari pemasangan *Exspantion joint* ini pada media aliran berguna untuk mengatasi pertambahan panjang media aliran pada saat operasional berlangsung dan berguna untuk meredam pemuain karena panas yang terjadi pada ducting. Untuk pembuatan Exspantion joint sangat diperlukan ketelitian dalam pemakaian material, agar dalam pembuatan Exspantion joint tidak terjadi pemborosan material diperlukan perhitungan estimasi material yang tepat. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk pembuatan Exspantion joint ini adalah menghitung bentangan atau bukaan benda, pemanfaatan material seminimal mungkin jangan banyak terbuang karena dapat memperbesar biaya produksi, dan dapat menghitung panjang pengelasan serta jumlah elektroda yang terpakai.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di bengkel fabrikasi PT semen padang dengan memotong material dan mencari perhitungan bentangan sebelum melakukan pembuatan *Exspantion joint* proses pengerjaan dimulai dengan pengukuran material untuk menentukan bentangan untuk tiap tarik biasanya harus ditentukan bentangnya yang datar. Untuk skema penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Skema pembuatan *Exspantion joint*

Pada perhitungan pembuatan *Exspantion joint* bahwa luas pelat sebelum dan sesudah penarikannya akan sama selama tebal pelat tidak berubah. Untuk menghitung pelat yang digunakan perlu perhitungan yang akurat sebelum pelat dipotong. Perhitungan penggunaan pelat yaitu luas pelatnya sebelum dan sesudah ditarik, di rol, di bending maupun proses yang lain sama dan selalu tebal platnya tidak berubah sehingga didapatkan persamaan:

Luas bentangan = Luas luar produknya

Langkah yang dilakukan untuk pembuatan *Exspantion joint* ini di mulai dari menghitung produk-produk bundar dengan persamaan sebagai berikut [4].

$$A = \frac{4}{\pi} \cdot d^2 \quad \text{atau} \quad \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot (A_1 + A_2 + \dots + A_n)} \quad \text{mm}^2 \quad (1)$$

Dimana :

A = Luas penampang

d = diameter bentangan dalam mm

A = bagian – bagian yang mudah di tentukan selubung silinder dari produknya dalam mm. (lihat tabel.1).

luas lingkaran		$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$
luas cincin lingkaran		$A = \frac{\pi}{4} \cdot (d_2^2 - d_1^2)$
selubung silinder		$A = \pi \cdot d \cdot h$
selubung kerucut		$A = \pi \cdot \frac{d}{2} \cdot h$
selubung kerucut terpancung		$A = \pi \cdot \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot h$
selubung setengah bola		$A = \frac{3}{2} \cdot \pi \cdot d^2$
selubung tabung setengah bola		$A = \pi \cdot d \cdot h + \frac{\pi}{2} \cdot d \cdot (d - \sqrt{d^2 - d^2})$
selubung kapling bola		$A = \pi \cdot d \cdot h$
selubung cincin lingkaran (persegi panjang)		$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h + \pi \cdot r \cdot h$
selubung cincin lingkaran (persegi panjang)		$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h - \pi \cdot r \cdot h$
selubung tabung setengah bola (persegi panjang)		$A = \pi \cdot (d \cdot h + r \cdot h)$
selubung tabung setengah bola (persegi panjang)		$A = \pi \cdot (d \cdot h - r \cdot h)$

Gambar.2 Tabel Menentukan bentangan

Pemotongan Bahan

Pada tahap ini terdapat beberapa cara dalam pemotongan bahan yang bisa digunakan untuk itu pada tahap ini cara yang di gunakan dalam pemotongannya adalah sebagai berikut:

- a. Memotong dengan mesin potog CNC gas cutting
- b. Memotong dengan tangan menggunakan gas cutting
- c. Memotong dengan mesin potong

Memotong Dengan Mesin CNC Gas Cutting

Pemotongan ini dilakukan dengan menggunakan oksigen sebagai gas pemotong dan bahan bakar untuk pemanas mula – mula adalah campuran gas asetilin dan oksigen sehingga proses pemotongan logam dengan gas yang di kenal juga pemotongan termal.

Pada dasarnya mesin potong CNC gas cutting sama dengan mesin potong gas lainnya. Namun karena pemanfaatan teknologi sekarang microprosesor dan komputer, mesin potong ini dicontrol secara numerik dan komputerisasi (computerized and numeric countrol CNC) sehingga hasil pemotongan lebih baik rapi dan pemotongan yang di lakukan tidak hanya terbatas pada pemotongan lurus namun juga mengikuti kurva dan pola tertentu. Selain itu mesin CNC gas cutting dapat melakukan pemotongan komponen yang sama dalam jumlah tertentu pada produk massal seperti Gambar.2 di bawah ini.



Gambar 3. CNC Gas Cutting [5]

Proses pemotongannya yakni baja di panaskan sampai merah cemerlang (kira – kira 875°C), akan teroksidasi secara cepat (terbkar) apabila semburan oksigen bertekanan tinggi di arahkan kepadanya prinsip ini di gunakan untuk memotong plat dan penampang baja.

Keuntungan dengan memotong gas cutting:

- Logam dapat di potong cepat, penyetulan umumnya lebih sederhana dan lebih cepat dari pada proses permesinana dan hampir sama dengan pemotongan mekanis seperti gergaji.
- Pola pemotongan oksigen tidak terbatas halnya pada pemotongan lurus seperti pada gergaji dan tidak berpola tetap sebagaimana pengecoran
- Biaya peralatan manual lebih rendah di bandingkan dengan tool permesinan
- Jika sifat dan di mensi kekuatan gas pemotong plat memenuhi maka pemotongan dengan gas dapat menggantikan biaya operasi permesinan
- Pemotongan dengan gas dapat mengurangi tenaga kerja , biaya material dan biaya alat – alat lainnya.
- Produksi komponen bervolume tinggi
- Dapat memotong pelat tebal
- Dua komponen atau lebih dapat di potong secara simultan dengan menggunakan mesin bertoreh banyak

Kekurangan dengan pemotongan gas cutting

- Toleransi dimensional lebih rendah dari pada proses permesinan / gergaji
- Terbatas untuk pemotongan baja dan baja carbon
- Panas yang di bangkikan selama proses dapat meminimkan sifat material
- Nyala preheat dan semburan terak dapat membahayakan operator atau orang lain yang berada di sekitar tempat pemotongan.

Hanya sekitar dua perlima oksigen yang di perlukan untuk pembakaran lengkap beraal dari tabung oksigen selebihnya dari udara. Berdasarkan perbandingan gas asiltilin dan oksigen dapat di peroleh nyala yang berbeda – beda yaitu:

- **NYALA NORMAL**

Nyala ini di peroleh bila perbandingan siltilin dan oksigen 1 : 1 tempratur nyala normal adalah 3229°C dan dapat menjaga kebersihan genangan cairan logam.biasanya di gunakan untuk pengelasan baja.

- **NYALA CARBURASI**

Nyala ini terjadi rasio oksigen dengan asitilin meningkat yaitu kadar gas asetilin sedikit lebih banyak dari oksigen salah satu tujuan nyala karburasi adalah untuk menambahkan karbon kedalam logam yang di panaskan. Tempratur dari nyala karburasi adalah 3146°C

- **NYALA OKSIDASI**

Nyala ini terbentuk dari penambahan oksigen pada nyala normal nyala dapat merusak baja (merugikan dalam pengelasan) karena baja yang merah yang panas dapat terbakar dengan cepat ,dengan adanya oksigen yang berlebihan temprturnya sekitar 3368°C - 3479°C.

Pada pemotongan gas, nyala api yang di gunakan untuk memanaskan benda kerja sampai menyerah sebelum di semprotkan dengan gas oksigen.

Memotong Dengan gas cutting manual

Pada prinsipnya sama dengan CNC gas cutting tapi pemotongan di lakukan langsung dengan tangan. Suatu pipa hembus dan nosel yang khusus di gunakan dengan tekanan oksigen yang lebih tinggi dan pada yang di gunakan dengan tekanan oksigen yang lebih tinggi dan pada yang di gunakan untuk pengelasan. Suatu campuran yang panas dari gas bahan bakar dan oksigen di gunakan untuk memanaskan baja lebih dulu sampai tempratur penyalaan, kemudian di gunakan tuas untuk membuka katup yang akan melepaskan oksigen potong bertekanan tinggi katup yang akan menghembuskan jauh fluida oksida besi yang terbentuk, meninggalkan potongan sempit yang di sebut alur. Nozel di gerakkan setahap demi setahappada suatu ketinggian (disebut jarak tolak) dan kecepatan yang konstan dalam arah pemotongan nozel harus selalu berada pada 90° terhadap permukaan kecuali kalau sedang melakukan pemotongan miring. Ujung – ujung kerucut yang biru harus di jaga kitar 3 – 5 di atas permukaan plat.

Ada beberapa nozel,tetapi semua di rencanakan berdasarkan prinsip yang sama, yaitu sebuah orifis pada bagian tengah yang membawa oksigen potong yang bertekanan dan kemurnian tinggi dan dikelilingi oleh satu atau lebih lubang gas yang memuat suatu campuran gas bahan bakar dan oksigen. Diameter orifis yang pada bagian tengah selalu diberi cap dengan jelas pada beberapa nosel karena ini sangat penting pada waktu pemilihan nosel yang sesuai untuk ketebalan pelat. Semakin tebal pelat, semakin besar diameter orifis bagian tengah dan juga makin lebar alur.

Nozel termasuk dalam dua kategori: yang bercampur gas yang di panaskan lebih dulu dalam nozel dan yang memiliki gas yang dicampur sebelumnya dalam pipa hembus. Gambar.3 dibawah menunjukkan suatu pemilihan tipe nozel.

Pipa hembus las serta kepala potong khusus atau dapat didesain hanya untuk pemotongan.



Gambar 4 Jenis-jenis Nozel Kepala Potong [6]

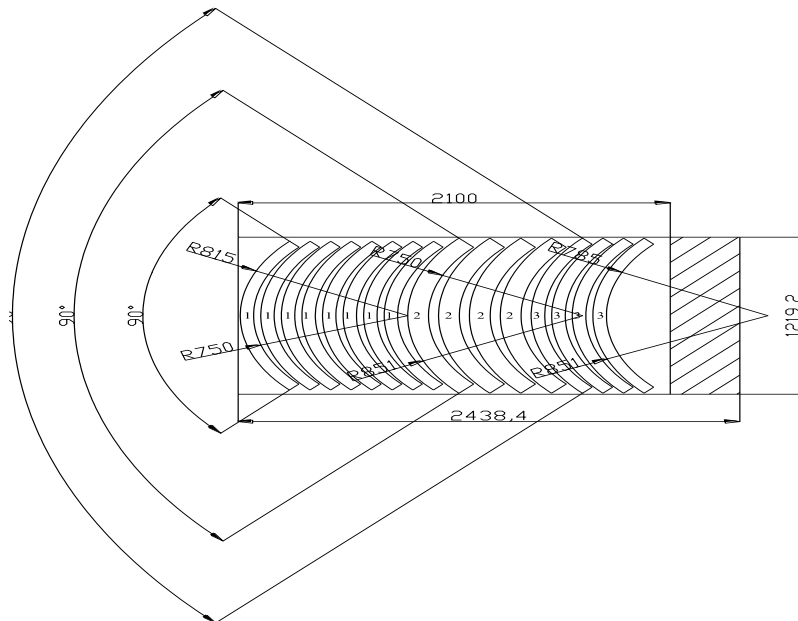
Jenis – jenis nozel yang di gunakan bisa di lihat dari tabel 2. Berikut.

Tabel 2. Jenis – jenis nozel

Ukuran plat	Kode nozel	Tekanan
3 – 6 mm	ESAB 4.450.290	2 – 4 Bar
7 – 15 mm	ESAB 4.450.291	5 – 7.5 Bar
15 – 25 mm	ESAB 4.450.292	6 – 8 Bar
25 – 40 mm	ESAB 4.450.293	7.5 – 8.5 Bar
40 – 60 mm	ESAB 4.450.294	7.5 – 8.5 Bar
60 – 100 mm	ESAB 4.450.295	7.0 – 8.5 Bar
100 – 150 mm	ESAB 4.450.296	7.5 – 8.5 Bar

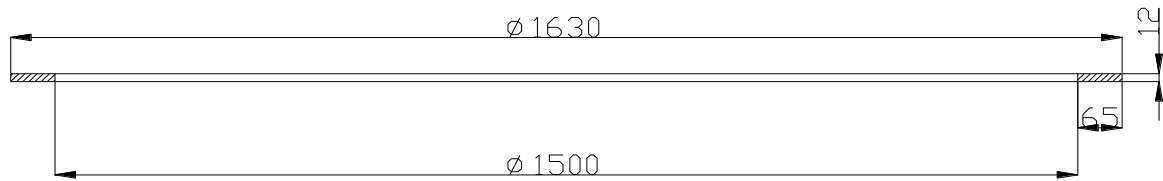
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pembuatan *Exspantion Joint* di lakukan langkah sebagai berikut. Proses pemotongan dengan CNC Gas Cutting Part 1,2 dan 3 (Plat 12 mm x 4' x 8')



Gambar 5. Pola Pemotongan Pelat

Part 1 (2 pcs = 8 bagian)



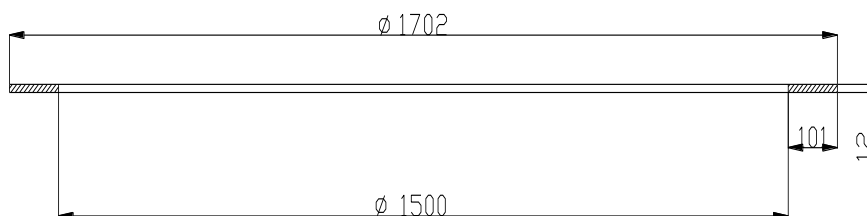
Luas untuk 1 bagian

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{\pi \times (R1^2 - R2^2)}{4} \\
 &= \frac{3,14 \times (815^2 - 750^2)}{4} \\
 &= 79854,125 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Panjang lintasan potong 1 bagian

$$\begin{aligned}
 KII &= \frac{\pi \times (2.R1 + 2.R2)}{4} + 2.(R1 - R2) \\
 &= \frac{3,14 \times (2.815 + 2.750)}{4} + 2.(815 - 750) \\
 &= 2587,05 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Part 2 (1 pcs = 4 bagian)



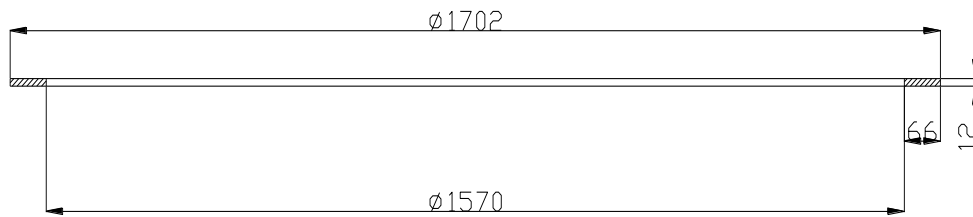
Luas untuk 1 bagian

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{\pi \times (R1^2 - R2^2)}{4} \\
 &= \frac{3,14 \times (851^2 - 750^2)}{4} \\
 &= 126935,28 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Panjang lintasan potong 1 bagian

$$\begin{aligned}
 KII &= \frac{\pi \times (2.R1 + 2.R2)}{4} + 2.(R1 - R2) \\
 &= \frac{3,14 \times (2.851 + 2.750)}{4} + 2.(851 - 750) \\
 &= 2715,57 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Part 3 (1 pcs = 4 bagian)



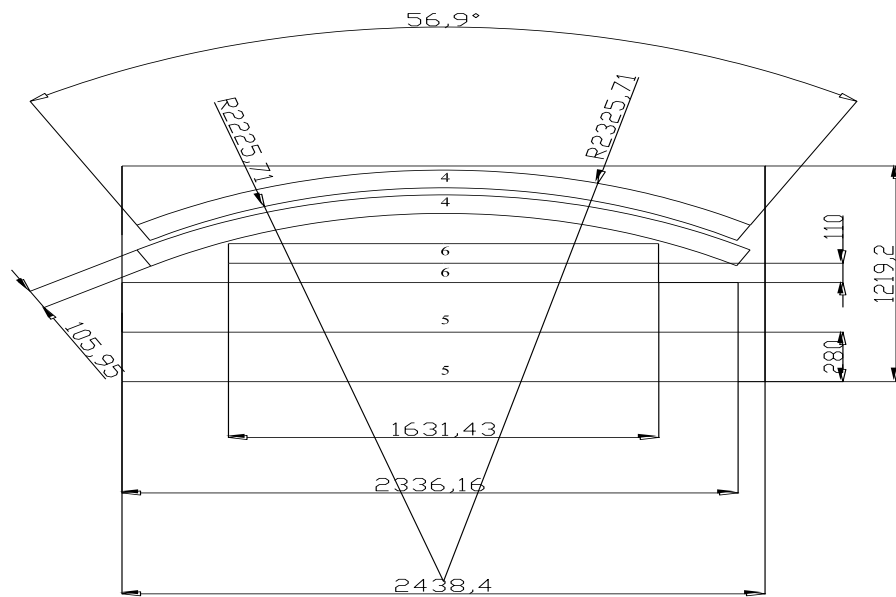
Luas untuk 1 bagian

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{\pi \times (R1^2 - R2^2)}{4} \\
 &= \frac{3,14 \times (851^2 - 785^2)}{4} \\
 &= 84761,16 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Panjang lintasan potong 1 bagian

$$\begin{aligned}
 KII &= \frac{\pi \times (2.R1 + 2.R2)}{4} + 2.(R1 - R2) \\
 &= \frac{3,14 \times (2.851 + 2.785)}{4} + 2.(851 - 785) \\
 &= 2700,52 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Part 4 (Plat 6 mm x 4' x 8')



Untuk semua jenis ukuran dan tebal material bisa di lihat pada Tabel 3. Berikut.

Tabel 3. Panjang Lintasan Potong

No	Part	Material	Jumlah	Panjang Lintasan Potong (mm)	Total (mm)
1	1	Plat 12 mm x 4' x 8'	8	2587,05	20696,4
2	2	Plat 12 mm x 4' x 8'	4	2715,57	10862,28
3	3	Plat 12 mm x 4' x 8'	4	2700,52	10802,08
				Jumlah	42360,76
4	4	Plat 6 mm x 4' x 8'	2	9676,34	19352,68
5	8	Plat 8 mm x 4' x 8'	4	2593,46	10373,84
				Total	72087,28

Data Tabung Gas yang digunakan

a. Tabung Oksigen

- Volume tabung (V) : 40 L
- Tekanan tabung (P) : 143 bar (keadaan lapangan)
- Volume gas (Vn) :

$$V_n = V_1 \frac{P}{P_{atm}}$$

Dimana : P = tekanan tabung (bar)

V1 = volume tabung (L)

P_{atm} = tekanan lingkungan (diambil 1 atm)

$$V_n = 40 \cdot \frac{143}{1} = 5720 \text{ L}$$

$$= 5,72 \text{ m}^3$$

b. Tabung Asetilin

- Volume gas (V) : 1700 L = 1,7 m³
- Tekanan tabung (P) : 20 bar

c. Waktu (t) :

Plat 12 mm x 4' x 8'

- Waktu mengukur material (T1) : 300 detik
- Waktu menaikkan material keatas meja potong (T2) : 300 detik
- Waktu penyettingan pemotongan (T3) : 300 detik
- Waktu pemograman CNC (T4) : 1800 detik

Plat 6 mm x 4' x 8'

- Waktu mengukur material (T1) : 180 detik
- Waktu menaikkan material keatas meja potong (T2) : 300 detik
- Waktu penyettingan pemotongan (T3) : 180 detik
- Waktu pemograman CNC (T4) : 600 detik

Plat 8 mm x 4' x 8'

- Waktu mengukur material (T1) : 240 detik
- Waktu menaikkan material keatas meja potong (T2) : 300 detik
- Waktu penyettingan pemotongan (T3) : 240 detik

- Waktu pemograman CNC (T4)

: 900 detik

Tabel 4. Debit Aliran Gas

Tebal Plat (mm)	No. Nozel		Debit Aliran Gas (m ³ /jam)		
	Oksigen	Preheat	O ₂ pemotong	O ₂ preheat	C ₂ H ₂
3 – 6	4.450.290	4.450.590	0,70	0,39	0,32
7 – 14	4.450.291	4.450.590	1,98	0,49	0,40
15 – 24	4.450.292	4.450.590	3,00	0,50	0,41
25 – 39	4.450.293	4.450.590	4,50	0,50	0,41
40 – 59	4.450.294	4.450.590	6,00	0,51	0,42
60 – 100	4.450.295	4.450.590	9,72	0,53	0,44

Tabel 5. Perbandingan Konsumsi Oksigen Teoritis Dengan Aktual

No	Klasifikasi	Teoritis			Aktual		
		Plat 6	Plat 8	Plat 12	Plat 6	Plat 8	Plat 12
1	L (mm)	19352,68	10373,84	42360,76	19352,68	10373,84	42360,76
2	Vc (mm/min)	492	450	372	492	450	372
3	Tc (jam)	0,65	0,38	1,9	-	-	-
4	Tp (jam)	0,0033	0,0088	0,053	-	-	-
5	Voc (m ³)	0,455	0,7524	3,762	-	-	-
6	Vop (m ³)	0,001287	0,004312	0,931	-	-	-
7	Vo (m ³)	0,456287	0,756712	4,693	0,4600	0,7600	4,72
8	N	0,079	0,133	0,82	0,080	0,132	0,825
9	LO ₂ (m)	244,97063	77,99879	51,65946	241,9085	78,58970	51,34636

Tabel 6. Perbandingan Konsumsi Asetilin Teoritis Dengan Aktual

No	Klasifikasi	Teoritis			Aktual		
		Plat 6	Plat 8	Plat 12	Plat 6	Plat 8	Plat 12
1	L (mm)	19352,68	10373,84	42360,76	19352,68	10373,84	42360,76
2	Vc (mm/min)	492	450	372	492	450	372
3	Tc (jam)	0,65	0,38	1,9	-	-	-
4	Tp (jam)	0,0033	0,0088	0,053	-	-	-
5	Vac (m ³)	0,208	0,152	0,76	-	-	-
6	Vap (m ³)	0,001056	0,00352	0,0212	-	-	-
7	Va (m ³)	0,209056	0,15552	0,7812	0,2125	0,1700	0,8075
8	N	0,1229	0,0915	0,46	0,1250	0,1000	0,475
9	LC ₂ H ₂ (m)	157,4669	113,3753	92,08861	154,8214	103,7384	89,18055

Plat 12 mm x 4' x 8'

- Panjang lintasan potong (L) = 42360,76 mm
- Kecepatan potong (Vc) = 372 mm/min

Debit aliran :

- Oksigen pemotong (Qoc) = 1,98 m³/jam (pada table debit aliran gas)
- Oksigen pemanas awal (Qop) = 0,49 m³/jam (pada table debit aliran gas)
- Asetilin (QA) = 0,4 m³/jam (pada table debit aliran gas)

Waktu pemotong (tc) :

$$tc = \frac{L}{Vc}$$

$$= \frac{42360,76}{372} = 113,87 \text{ min} = 1,9 \text{ jam}$$

Waktu pemanasan awal (tp) :

$$tp = \text{jumlah pemotongan} \times t$$

$$= 16 \times 12 = 192 \text{ S} = 0,053 \text{ jam}$$

Konsumsi gas oksigen teoritis :

- Oksigen pemotong (Voc)
- Voc = Qoc . tc
= 1,98 . 1,9 = 3,762 m³
- Oksigen pemanas awal Vop (selama pemotongan)
- Vop = Qop . tc
= 0,49 . 1,9 = 0,931 m³
- Total konsumsi oksigen (Vo)
- Vo = Voc + Vop
= 3,762 + 0,931
= 4,693 m³

Tabel 7. Total Volume,Waktu dan Berat Elektroda Pengelasan

No	Part	Banyak (pcs)	Volume Pengelasan (mm ³)	Waktu Pengelasan (menit)	Total Volume (mm ³)	Total Waktu (menit)	Berat Elektroda (kg)
1	1	2	18408	17,33	36816	34,66	0,30
2	2	1	28603,2	26,93	28603,2	26,93	0,23
3	3	1	18691,2	17,6	18691,2	17,6	0,15
4	4	1	2797,68	7,063	2797,68	7,063	0,022
5	5	1	7392	18,66	7392	18,66	0,058
6	6	1	4356	11	4356	11	0,58
7	7	1	2415,84	4,2	2415,84	4,2	0,019
8	8	1	6672,32	11,6	6672,32	11,6	0,052
9	9	2	11184	15	22368	30	0,176
10	1 & 5	2	37680	78,5	75360	157	0,60
11	1,5 & 2	2	37680	78,5	75360	157	0,60
12	1,5,2 & 9	2	42754,24	89,07	85508,48	178,14	0,68
13	1 & 4	2	37680	78,5	75360	157	0,60
14	1,4 & 6	1	78575,36	163,7	78575,36	163,7	0,62
15	1,4,6 & 3	2	39438,4	82,16	78876,8	164,32	0,62
16	1,4,6,3 & 9	2	42754,24	89,07	85508,48	178,14	0,68
17	7 & 8	2	37780,48	78,70	75560,96	157,42	0,60
Jumlah					760159,32	1474,433	6,587

Jadi dari table diatas maka didapat total elektroda yang terpakai dan lama waktu pengelasannya yaitu:

Total elektroda yang terpakai = 6,587 kg

Lama waktu pengelasan = 1474,433 menit = 24,58 jam

Tabel 8. Lama Waktu Proses Pembuatan

No	Proses	Total Waktu	Total Waktu (jam)
1	CNC Gas Cutting	16415,76 detik	4,56
2	Mesin Potong	6400 detik	1,78
3	Mesin Rol	7680 detik	2,13
4	Pengelasan	1474,433 menit	24,58
Jumlah			33,05

Exspantion Joint sebelum terpasang dan sesudah terpasang pada Kiln bisa dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. *Exspantion Joint* sebelum terpasang dan sesudah terpasang

4. KESIMPULAN

Dari estimasi Pembuatan *Exspantion joint* ini di dapatkan analisis yang ditentukan oleh faktor - faktor seperti *Exspantion Joint* dipasang guna untuk meredam pemuaian karena panas yang terjadi pada ducting, *Exspantion joint* di pasang guna mengatasi pertambahan panjang pada media aliran pada saat operasinal, *Exspantion joint* diganti bila batu tahan api sudah habis atau sealing sudah rusak karena batu tahanapi sudah habis, Pemanfaatan material seminimal mungkin sehingga biaya produksi dapat ditekan (diperkecil) dan dapat menghitung bentangan atau bukaan benda sehingga mudah menghitung material yang terpakai, lama waktu pembuatan *Exspantion Joint* didapatkan 33.05 jam, Total elektroda yang terpakai 6,587 kg dan lama waktu pengelasan 1474,433 menit atau 24,58 jam.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat sempurna dan memberikan manfaat sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Citra Marga (2022), Spesifikasi Teknis Pekerjaan Expansion Joint (Asphaltic Plug).
- [2] Expansion Joint (Bagian III- Finish). Diakses pada 18 Maret 2022 di <https://pipestress.wordpress.com/2011/12/15/expansion-jointbagian-iii-finish/>
- [3] Wikipedia. **2022, Exspantion Joint**
- [4] Zuhendri , Dkk. 2006. *Studi Komperatif Akurasi Pemakaian Persaman Bentangan Plat Metode Bidang Netral, Konstanta X' Dan Metode Faktor Koreksi Y' Untuk Proses Penekukan Pipa. Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang*. Jurnal Poli Rekayasa , Vol: 1 no: 2, Maret.2006 ISSN: 1858-3709 hal: 32-39.
- [5] <https://sumberjayalaser.com/jasa-laser-cutting-plat-besi/> Akses 13.00 Wib. 22 Maret 2022
- [6] W Kenyon,Dines Ginting,Ir, **Dasar – Dasar Pengelasan**, Erlangga, Jakarta Pusat,198
- [7] Harun C.Van terhijden,jilid 2, **Alat – Alat Perkakas**, Angkasa offset, Bandung, 1981