

LAPORAN PRAKTEK LAPANGAN INDUSTRI
PROSES PRODUKSI DI UNIT *CONTINUOUS TANDEM COLD MILL*
(CTCM) DIVISI *COLD ROLLING MIL* (CRM)
PT. KRAKATAU STEEL Tbk.

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memenuhi Kurikulum Pada
Program Studi Teknik Mesin DIII Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



OLEH:

CAKRA ZAVARUL AZHAR

16072015

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN DIII
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019



KRAKATAU STEEL

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN
KERJA PRAKTEK
PT. KRAKATAU PERAWATAN DAN PERBENGGKELAN**

**“Proses Produksi di Unit *Continous Tandem Cold Mill (CTCM)*
Divisi Cold Rolling Mill (CRM) PT. Krakatau Steel”**

Oleh :

CAKRA ZAVARUL AZHAR

NIM : 16072015

Disetujui dan disahkan :

Cilegon, 17 Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing


Survana
Supervisor

Kepala Dinas


Fery Hermawan
Supt. Roll Process & Utility

Mengetahui,

PT. Krakatau Perbengkelan Dan Perawatan


Adi Pardiono
Manager

HALAMAN PENGESAHAN FAKULTAS

Laporan ini Disampaikan Untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Praktek Pengalaman

Lapangan Industri Fakultas Teknik UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Semester Juli-Desember 2019

Oleh

Nama : Cakra Zavarul Azhar

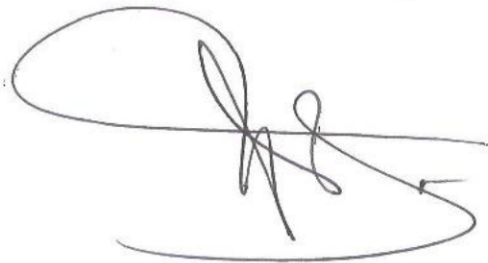
Nim : 16072015

Jurusan : Teknik Mesin

Program Studi : D3 Teknik Mesin


Diperiksa dan disahkan oleh:

Dosen Pembimbing PLI



Drs. Hasanuddin, M.S.

NIP. 19550520 198003 1 005

 a.n Dekan FT-UNP
Kepala Unit Hubungan Industri



Ir. Ali Basrah Pulungan, M.T

NIP. 19741212 200312 1 002

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum, WrWb.

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala karunia yang selalu tercurah kepada kita semua dan khususnya pada penulis sehingga dengan karunia-Nya itu laporan ini dapat segera terselesaikan. Shalawat dan salam tidak lupa disampaikan kepada Nabi besar Muhammad SAW, rasul sekalian umat.

Laporan Praktek Industri ini penulis buat sebagai salah satu syarat menyelesaikan mata kuliah Praktek Industri yang dilakukan oleh penulis. Dalam laporan ini memang masih terdapat kekurangan yang mungkin ditemukan nantinya. Namun, terlepas dari segala ketidaksempurnaan tersebut penulis mengucapkan rasa terimakasih yang mendalam atas segala kontribusi dan kerjasama yang diberikan kepada:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Budi Syahri, S.Pd., M.Pd.T. Dosen Penasehat Akademik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Drs. Hasanuddin, M.S. Pembimbing Praktek Lapangan Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak / Ibu Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama melaksanakan Pengalaman Lapangan Industri.
6. Bapak Adi Pardiono selaku Manager Divisi *Cold Rolling Mill* (CRM) PT. Krakatau Steel.

7. Bapak Gunawan selaku *Training Coordinator* Praktek Industri di Divisi *Cold Rolling Mill (CRM)* PT. Krakatau Steel.
8. Bapak Suryana selaku Pembimbing Lapangan di Pabrik Slab Steel Plant yang telah memberikan ilmu serta pengalaman selama Praktek Industri di PT. Krakatau Steel.
9. Bapak Dinar, Bapak Cecep, Bapak Gunardi, dan segenap Staff dan Karyawan yang telah memberikan nasehat dan saran selama di Pabrik Slab Steel Plant PT. Krakatau Steel.
10. Bapak Sopir bus Krakatau Steel NO.23 dan NO. 28 yang selalu mengantar kami pulang dan pergi dengan selamat.
11. Bapak Medi dan Ibu Hani juga Bapak Ermaji dan Ibu Ermaji yang telah menyediakan penulis tempat tinggal, bimbingan, dan fasilitas selama penulis melaksanakan praktik kerja lapangan sehingga berjalan dengan lancar
12. Kedua Orang Tua penulis yang selalu mendo'akan dan memberikan dukungan moril, materil serta kasih sayang yang tak ternilai harganya.
13. Semua pihak–pihak dan rekan–rekan yang membantu dalam penyelesaian laporan pengalaman lapangan industri.

Semoga bantuan yang telah diberikan dapat menjadi amalan yang baik dan mendapat imbalan dari Allah SWT, amin.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan penulisan ke depannya. Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua.

Cilegon, 14 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Kerja Praktek	3
D. Batasan Masalah.....	4
E. Waktu dan Pelaksanaan.....	4
F. Metode Penelitian.....	5
G. Sistematika Penulisan	7
BAB II. TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN	
A. Latar Belakang dan Sejarah	9
B. Visi dan Misi.....	11
C. Tata Letak.....	12
D. Unit Produksi	13
E. Unit Penunjang.....	22
BAB III. DIVISI <i>COLD ROLLING MILL</i> (CRM)	
A. Gambaran Umum	24

B. Proses Produksi.....	25
C. <i>Continuous Pickling Line (CPL)</i>	26
D. <i>Continuous Tandem Cold Mill (CTCM)</i>	29
E. <i>Electrolytic Cleaning Line 1 (ECL 1)</i>	33
F. <i>Electrolytic Cleaning Line 2 (ECL 2)</i>	35
G. <i>Batch Annealing Furnace (BAF)</i>	36
H. <i>Continuous Annealing Line (CAL)</i>	38
I. <i>Temper Pass Mill (TPM)</i>	40
J. <i>Cold Roll Finishing (CRF)</i>	43
K. Fasilitas-Fasilitas Utama CRM	48
L. Spesifikasi Produk yang Dihasilkan.....	49
M. Tata Letak Fasilitas Produksi CRM	53

BAB IV. PROSES PRODUKSI UNIT *CONTINUOUS TANDEM COLD MILL*
(CTCM)

A. Pengertian Proses Produksi.....	54
B. Tipe Proses Produksi.....	54
C. Gambaran Umum CTCM.....	56
D. Bahan Baku Proses Produksi	58
E. Hasil Produksi CTCM.....	59
F. Spesifikasi dan Fasilitas CTCM.....	61
G. Peralatan Unit CTCM	63
H. Mur Proses CTCM	71

I. Reduksi pada Setiap <i>Mill Stand</i> CTCM.....	75
J. <i>Roll Coolant</i> dan <i>Lubrifications</i>	79
K. Prinsip Proses Pengerolan CTCM.....	81
BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan	88
B. Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar

1. Bagan Sejarah PT. Krakatau Steel	10
2. Letak Geografis PT. Krakatau Steel.....	12
3. Denah PT. Krakatau Steel	13
4. Proses Produksi Pabrik Besi <i>Spons</i>	15
5. Proses Produksi Pabrik <i>Billet</i> Baja.....	16
6. Proses Produksi Pabrik <i>Slab</i> Baja	18
7. Proses Produksi Pabrik Baja Lembaran Panas.....	19
8. Proses Produksi Pabrik Baja Lembaran Dingin	21
9. Proses Produksi Pabrik Baja Batang Kawat.....	22
10. Aliran Proses Produksi CRM	26
11. Proses Produksi CPL.....	27
12. <i>Stand Mill</i> CTCM'	29
13. Perkembangan TCM Menjadi <i>Continuous</i> TCM.....	30
14. Proses Produksi <i>Electrolytic Cleaning Line</i> 1 (ECL 1).....	34
15. Proses Produksi ECL 2.....	36
16. Proses Produksi BAF	37
17. Proses Produksi CAL	40
18. Proses Produksi di TPM.....	42
19. Diagram Tingkat Produksi TPM Per Tahun	42
20. Proses <i>Preparation Line</i>	44

21. Proses <i>Recoiling Line</i>	45
22. Proses <i>Shearing Line</i>	46
23. Fasilitas Utama Pada Unit CRM	48
24. Hasil Produk CRM : CRC dan CRS	49
25. Tata Letak Fasilitas Produksi CRM	53
26. <i>Stand Mill</i> CTCM.....	57
27. HRC Yang Sudah Melalui Proses CPL.....	59
28. CRC Hasil Proses CTCM.....	60
29. <i>Mill Stand Continuous Tandem Cold Mill</i> (CTCM)	60
30. Alur Proses Produksi <i>Continuous Tandem Cold Mill</i>	61
31. CTCM <i>Control Overview</i>	61
32. <i>Entry Conveyor</i> CTCM	63
33. <i>Uncoiler</i> CTCM	63
34. <i>Flattener</i> CTCM.....	64
35. <i>Shear</i> CTCM	64
36. <i>Welder</i> CTCM : Mesin <i>Welder</i> dan Proses <i>Welder</i>	65
37. <i>Briddle 1</i> CTCM.....	65
38. <i>Looper</i> CTCM : Kereta <i>Looper</i> dan <i>Strip</i> Saat di <i>Looper</i>	66
39. <i>Briddle 2</i> CTCM.....	66\
40. <i>Work Roll</i>	67
41. <i>Back Up Roll</i>	68
42. <i>Mill Stand</i> CTCM.....	69

43. <i>Flying Shear</i> CTCM.....	70
44. TR (<i>Tension Reel</i>) CTCM.....	71
45. <i>Inspection</i> CTCM : Proses Inspeksi Dan <i>Strip</i> Yang Diinspeksi.....	71
46. <i>Entry Section Display</i> CTCM	73
47. <i>Rolling Display</i> CTCM	74
48. <i>Exit Section Display</i> CTCM.....	75
49. Diagram Sistem Lubrikasi <i>Stand</i> CTCM	79
50. Pandangan Samping Proses Pengerolan Datar	82
51. Vaflasi Tekanan Sepanjang Bidang Kontak Dalam Pengerolan Datar	85

DAFTAR TABEL

Tabel

1. Spesifikasi Produk <i>Hot Rolled Pickled Oiled</i>	49
2. Spesifikasi Produk <i>Commercial Quality</i>	50
3. Spesifikasi Produk <i>Drawing Quality</i>	51
4. Spesifikasi Produk <i>Deep Drawing Quality (DDQ)</i>	51
5. Spesifikasi Produk <i>Tin Mill Black Plate (TMBP)</i>	52
6. Reduksi Tiap <i>Mill Stand Coil</i> Nomor 432891	76
7. Reduksi Tiap <i>Mill Stand Coil</i> Nomor 434999	77
8. Reduksi Tiap <i>Mill Stand Coil</i> Nomor 435511	78

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tersedianya barang dan jasa dalam di dunia industri sangat dipengaruhi oleh faktor sumber daya, modal, dan teknologi. Sumber daya terutama sumber daya manusia menjadi sangat penting dalam perkembangan sebuah industri atau perusahaan. Sumber daya manusia yang cerdas, memiliki integritas tinggi serta profesional merupakan ciri-ciri sumber daya manusia yang dibutuhkan dalam dunia kerja. Untuk itu sebagai mahasiswa kita dituntut untuk terus mengembangkan kemampuan personal agar menjadi sumber daya berkualitas yang nantinya dapat berkontribusi dalam dunia industri.

Praktek kerja lapangan atau PKL memberikan kesempatan bagi para mahasiswa untuk terjun langsung ke dunia kerja industri. Selain itu praktek kerja lapangan atau PKL juga dapat digunakan sebagai sarana mahasiswa untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang telah didapat pada dunia perkuliahan ke dalam dunia nyata.

PT. Krakatau Steel merupakan sebuah Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang industri baja terintegrasi dengan enam unit produksi yang bekerjasama satu sama lain. PT. Krakatau Steel sebagai sebuah BUMN memiliki perhatian yang tinggi terhadap perkembangan sumber daya masyarakat Indonesia pada khususnya. Bukti dari tingginya perhatian PT. Krakatau Steel terhadap perkembangan sumber daya manusia adalah dengan

dibukanya kesempatan yang sangat lebar bagi mahasiswa untuk melakukan kerja praktek lapangan di lingkungan pabrik PT Krakatau Steel.

Pelaksanaan kerja praktek lapangan di PT. Krakatau Steel Cilegon, Banten bertujuan untuk menimba ilmu teknik mesin dengan belajar secara langsung dan operasional perusahaan. Selain itu kerja praktek lapangan di PT. Krakatau Steel juga mencoba mengidentifikasi masalah yang sedang dihadapi PT. Krakatau Steel untuk selanjutnya diberikan saran dan rekomendasi untuk perbaikan bagi PT. Krakatau Steel yang lebih efisien.

PT. Krakatau Steel memiliki sebuah unit produksi yang disebut *Cold Rolling Mill* yang memproduksi baja lembaran dingin. Proses produksi pada *Cold Rolling Mill* melibatkan banyak stasiun kerja diantaranya CPL (*Continuous Picking Line*), CTCM (*Continuous Tandem Cold Mill*), ECL1/ECL2 (*Electric Cleaning Line*), CAL (*Continuous Annealing Line*), BAF (*Batch Annealing Furnace*), dan TPM (*Temper Pass Mill*). Proses memproduksi baja lembaran dingin output dari ECL1/ECL2, CAL, dan CTCM akan menjadi input BAF. Proses pada BAF terkadang tidak berjalan sesuai yang diinginkan dikarenakan banyak faktor, sehingga pada hasil produksi baja BAF bisa menghasilkan kegagalan produk dengan kekerasan yang rendah (*hardness too low*).

Produk baja lembaran dingin dengan kekerasan rendah (*hardness too low*) bisa disebabkan oleh banyak faktor seperti sifat kimia, proses *annealing*, maupun sifat dan material itu sendiri. Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mencoba melakukan analisa kegagalan terhadap kekerasan atau

hardness pada proses BAF (*Batch Annealing Furnace*) di Divisi CRM (*Cold Rolling Mill*) PT. Krakatau Steel.

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang penulis angkat dalam laporan kerja praktek ini adalah menganalisa kegagalan kekerasan (*hardness too low*) pada baja dan proses BAF (*Batch Annealing Furnace*) di Divisi CRM (*Cold Rolling Mill*) PT. Krakatau Steel.

Metode yang digunakan adalah dengan mengolah data proses BAF selama produksi dan mengukur variable (*base, furnace, heating time, setting temp, cauge, dll*) yang ada untuk kemudian dicari faktor yang menyebabkan *hardness too low* pada produk baja yang dihasilkan.

Output yang diharapkan dan analisa penulis adalah PT. Krakatau Steel dapat mengetahui penyebab kegagalan kekerasan (*hardness too low*) pada baja hasil proses BAF, sehingga kedepannya hal tersebut dapat dihindari atau bahkan dihilangkan untuk meningkatkan kualitas produk dan PT. Krakatau Steel itu sendiri.

C. Tujuan Kerja Praktek

Tujuan yang ingin dicapai dan pelaksanaan kerja praktek di PT. Krakatau Steel adalah sebagai berikut:

1. Memenuhi persyaratan mata kuliah kerja praktek.
2. Mengetahui alur proses produksi di PT. Krakatau Steel.
3. Mengetahui system kerja pada proses BAF (*Batch Annealing Furnace*) Divisi CRM (*Cold Rolling Mill*) PT Krakatau Steel.

4. Mengetahui faktor-faktor penyebab kegagalan kekerasan (*hardness too low*) pada baja hasil produk BAF.
5. Mendapatkan solusi untuk menghindari atau bahkan menghilangkan penyebab tersebut untuk meningkatkan kualitas produksi.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ditinjau dan diamati selain kerja praktek di PT. Krakatau Steel adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan dilakukan di Divisi Produksi bertempat di Pabrik CRM (*Cold Rolling Mill*)
2. Data yang dipakai adalah data masukan informasi proses produksi CRM (*Cold Rolling Mill*) pada BMF (*Batch Annealing Furnace*) tahun 2013 selama bulan Februari.
3. Data diambil dan jenis baja dengan spek SPCC-SD dan variable yang diukur adalah berdasar *base*, tebal *coil*, dan *heating time* pada proses BAF.

E. Waktu Dan Pelaksanaan

Adapun waktu dan tempat pelaksanaan kerja praktek yang dilaksanakan penulis adalah :

Waktu : 17 Juni 2019 s/d 17 Juli 2019

Tempat : Divisi Produksi CRM (*Cold Rolling Mill*)

PT. Krakatau Steel (Tbk)

Jalan Industri No. 5 PO BOX 14 Cilegon 42435-Indonesia

Telp. (62254) 391993/371111, Fax (62-254) 371118

F. Metode Penelitian

Dalam melakukan analisa untuk memecahkan masalah dalam kerja praktek di PT. Krakatau Steel, peneliti menean sumber-sumber data untuk mendukung penelitian. Sumber data diperoleh peneliti dengan beberapa metode diantaranya adalah:

1. Objek Penelitian

Objek dari penelitian adalah stasiun kerja BAF (*Batch Annealing Furnace*) yang bertempat di Pabrik CRM (*Cold Rolling Mill*) PT. Krakatau Steel. Data yang diperlukan untuk penelitian adalah data *input* dan *output* pada stasiun kerja BAF (*Batch Annealing Furnace*).

2. Kerangka Pemecahan Masalah

Dalam pemecahan masalah tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dijelaskan sebagai berikut :

a. Observasi awal

Observasi awal dilakukan penulis untuk memahami masalah yang sebenarnya ada pada pabrik dan untuk meninjau kemungkinan apakah penelitian dapat diteruskan atau tidak.

b. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah dilakukan penulis untuk mengenali masalah masalah mana yang masuk dalam tahapan penelitian selanjutnya dan masalah-masalah mana yang tidak.

c. Studi literatur

Studi literatur dilakukan penulis dengan mempelajari buku-buku, modul, dan laporan yang memiliki tema yang berhubungan dengan tema penelitian yang penulis akan lakukan.

d. Observasi lapangan

Observasi lapangan dilakukan penulis dengan melakukan pengambilan data yang diperlukan untuk penelitian secara langsung di perusahaan.

e. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan penulis dengan mengumpulkan data yang diperlukan untuk penelitian berupa catatan yang dimiliki perusahaan ataupun temuan langsung di pabrik.

f. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan penulis dengan mengolah data yang telah dikumpulkan pada proses sebelumnya guna dianalisis lebih lanjut.

g. Analisis data

Analisis data dilakukan penulis dengan menggunakan teori manual yaitu dengan membandingkan satu persatu data *coil* baja yang dilakukan proses *annealing* pada proses BAF (*Batch Annealing Furnace*).

h. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dilakukan penulis dengan melihat hasil analisis data dan kasus yang diselesaikan. Saran diberikan penulis kepada perusahaan

untuk perbaikan pada proses BAF (*Batch Annealing Furnace*) yang terdapat pada perusahaan PT. Krakatau Steel.

G. Sistematika Penulisan

Penulisan laporan Kerja Praktek ini disusun berdasarkan sistematika yang terdiri dan tujuk bab sebagai berikut :

1. BAB I : Pendahuluan

Bab I berisi latar belakang dan numusan masalah yang diangkat dalam penelitian, manfaat penelitian, batasan dan masalah yang ada, waktu pelaksanaan kerja praktek seda metode dan sistematika penulisan laporan.

2. BAB II : Tinjauan Umum Perusahaan

Bab II berisi tentang data umum penisahaan tempat dilaksanakannya kerja praktek yalta PT Krakatau Steel. Infonnasi yang dicantumkan antara lain sejarah perusahaan, visi misi perusahaan, tata letak perusahaan, unit produksi serta unit-unit penunjang perusahaan.

3. BAB III : Divisi *Cold Rolling Mill* (CRM)

Bab III berisi tentang metode-metode yang akan digunakan dalam melakukan analisa terhadap permasalahan yang dihadapi.

4. BAB IV : Proses Produksi Unit *Continuous Tandem Cold Mill* (CTCM)

Bab IV berisi tentang tata cara memperoleh dan mengumpulkan data untuk menyelesaikan masalah yang ada seth perhitungan berkaitan dengan masalah yang dihadapi sefla berisi tentang pembahasan mengenai hasil yang didapatkan dan analisis terhadap hasil.

5. BAB V : Penutup

Bab V berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang menjawab tujuan dilakukannya penelitian.

BAB II

TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

A. Latar Belakang dan Sejarah

Sejarah berdirinya PT. Krakatau Steel dimulai dengan berjalannya proyek Baja Trikora yang bekerja sama dengan Uni Soviet pada tahun 1962. Proyek kerjasama terus berlanjut hingga akhirnya pada tanggal 31 Agustus 1970 terbentuklah PT. Krakatau Steel melalui PP No. 35 tahun 1970 sebagai bentuk tindak lanjut proyek baja besi yang sebelumnya telah berjalan.

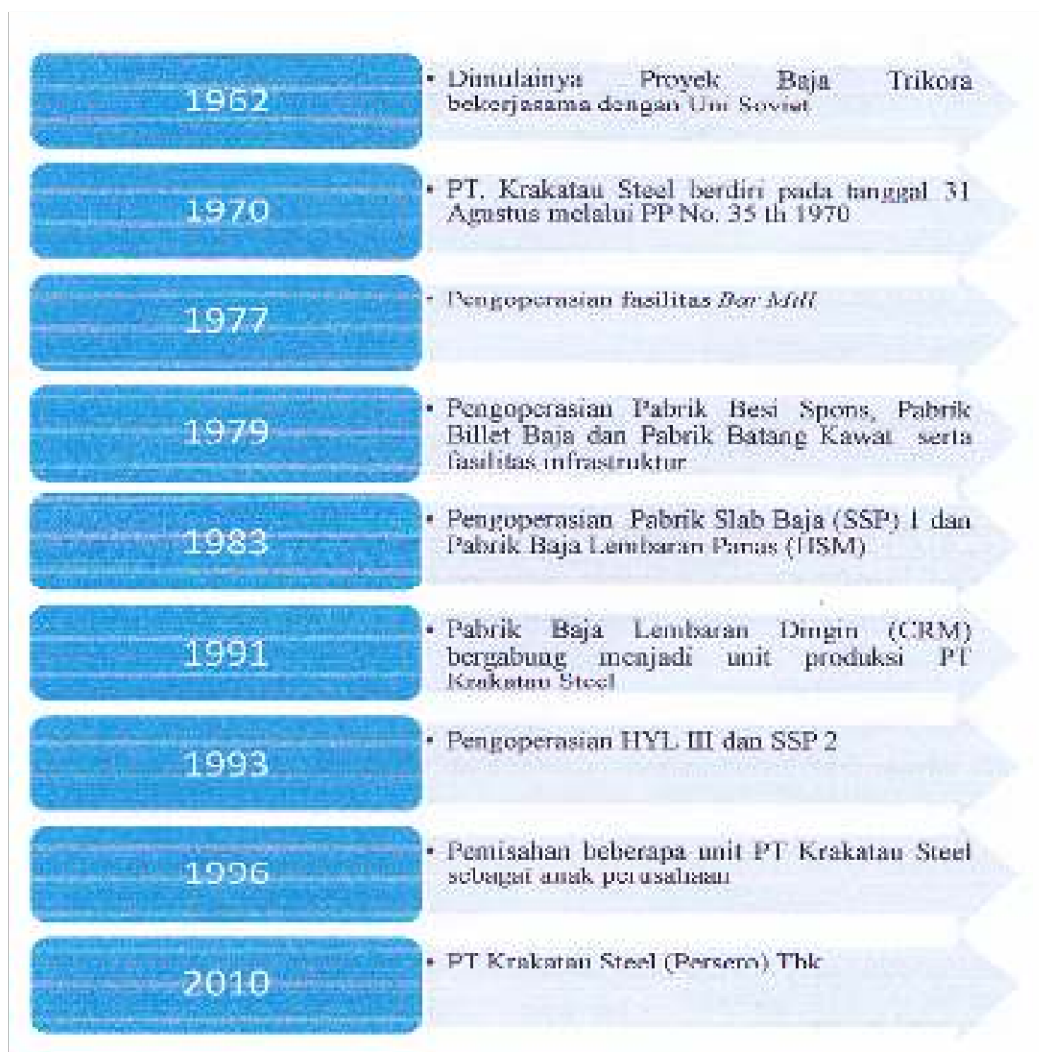
Pada tahun 1977, PT Krakatau Steel memulai pengoperasian fasilitas *barmill* yang pertama. Selanjutnya pada tahun 1979, PT. Krakatau Steel memulai pengoperasian Pabrik Besi *Spons*, Pabrik *Billet* Baja dan Pabrik Batang Kawat sertafasilitas infrastruktur penunjang lainnya.

PT. Krakatau Steel terus berkembang dan tahun ke tahun hingga pada tahun 1983 mampu mengoperasikan Pabrik *Slab* Baja (SSP) 1 dan Pabrik Baja Lembaran Panas (HSM) sehingga unit produksi PT. Krakatau Steel makin bertambah banyak. Penambahan pembangunan Pabrik Slab Baja (SSP) 1 dan Pabrik Baja Lembaran Panas (HSM) diharapkan mampu memenuhi permintaan pasar akan kebutuhan baja yang terus meningkat.

Tahun 1991 Pabrik Baja Lembaran Dingin (CRM) bergabung menjadi unit produksi PT Krakatau Steel yang baru. Tahun 1993 dilakukan pengoperasian HYL 111 dan Pabrik Slab Baja (SSP) 2. PT. Krakatau Steel terus berkembang menjadi perusahaan yang besar dengan banyak unit

produksi. Oleh karena itu pada tahun 1996 dilakukan pemisahan beberapa unit PT. Krakatau Steel menjadi perusahaan PT. Krakatau Steel.

Perkembangan terakhir di tahun 2010 PT. Krakatau Steel berubah menjadi PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk. Latar belakang dan sejarah berdirinya PT Krakatau Steel secara singkat dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 1. Bagan Sejarah PT. Krakatau Steel

B. Visi dan Misi

Berdirinya PT. Krakatau Steel memiliki tujuan antara lain untuk memenuhi kebutuhan baja nasional, menunjang pertumbuhan ekonomi nasional, dan menunjang pertumbuhan industri nasional. Selain itu sebagai sebuah perusahaan PT. Krakatau Steel memiliki visi yang ingin dicapai dengan menjalankan misi. Adapun visi dan misi PT. Krakatau Steel adalah sebagai berikut :

VISI:

Perusahaan baja terpadu dengan keunggulan kompetitif, untuk tumbuh dan berkembang secara berkesinambungan, menjadi perusahaan terkemuka di dunia.

MISI:

Menyediakan produk baja bermutu, dan jasa terkait, bagi kemakmuran bangsa. PT. Krakatau Steel untuk mencapai visi dan misinya menerapkan sistem kendali baku mutu yang ketat untuk menjaga kualitas setiap produk-produknya. Sistem manajemen mutu PT. Krakatau Steel telah diakui secara nasional maupun internasional terbukti dengan sertifikasi mutu produk seperti ISO 9002, JIS dan standar SII. PT. Krakatau Steel juga menaruh perhatian yang besar pada sistem manajemen mufti lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan diperolehnya standar ISO 14001 mengenai standar manajemen umum lingkungan. Hal utama yang menjadi prioritas PT. Krakatau Steel adalah kepuasan para pelanggannya.

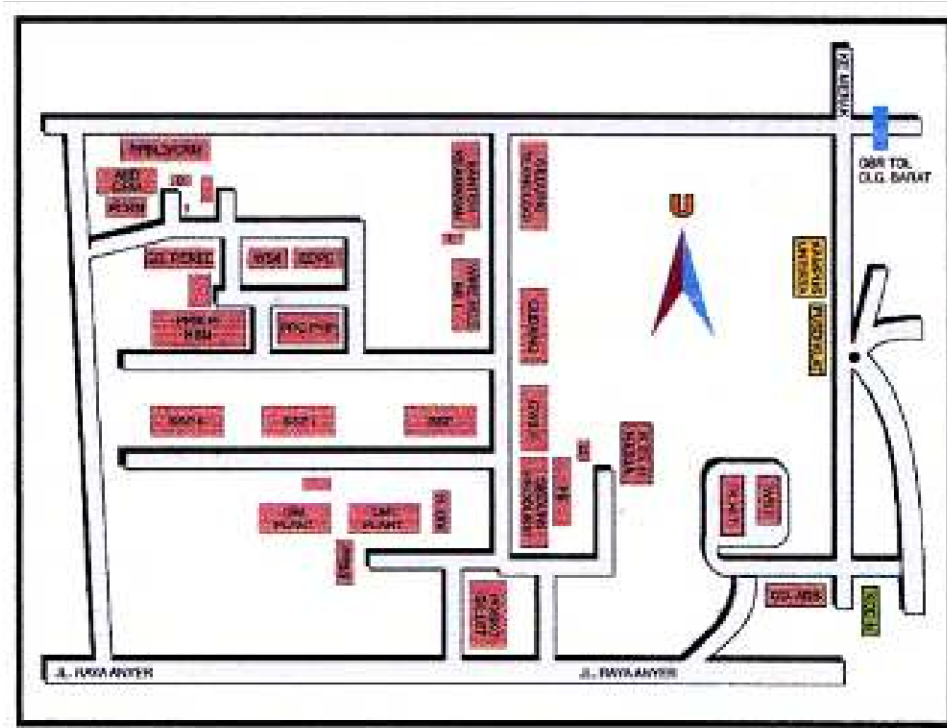
C. Tata Letak

PT. Krakatau Steel terletak dikawasan indusiri Krakatau, tepatnya di Jalan Industri No. 5 PO BOX 14 Cilegon 42435. Selain itu PT. Krakatau Steel juga memiliki kantor pusat yang terletak di Wisma Baja, Jalan Gatot Subroto Kavling 54 Jakarta.



Gambar 2. Letak Geografis PT Krakatau Steel

Alasan dipilihnya Cilegon, Banten sebagai lokasi pabrik adalah untuk mempermudah pengangkutan bahan baku dengan kapal karena lokasinya yang dekat dengan laut. Selain itu Cilegon, Banten juga dekat dengan daerah pemasaran (Ibu kota Jakarta). Tanah yang ada cukup luas, sumber air cukup, dan adanya jaringan kereta api dan jalan raya yang memadai untuk Transportasi merupakan pertimbangan lain dipilihnya Cilegon, Banten sebagai lokasi pabrik.



Gambar 3. Denah PT. Krakatau Steel

D. Unit Produksi

PT. Krakatau Steel memiliki enam unit produksi yang membuat PT. Krakatau Steel menjadi satu-satunya pabrik baja yang terintegrasi di Indonesia. Keenam unit produksi PT. Krakatau Steel saling mendukung guna menghasilkan berbagai jenis produk yang bervariasi. Enam unit produksi yang dimiliki PT. Krakatau Steel akan dijelaskan dengan detail sebagai berikut :

1. Pabrik Besi Spons

Pabrik Besi *Spons* (PBS) merupakan pabrik yang menangani pengolahan biji besi menjadi besi spons. Biji besi yang dioleh pada Pabrik Besi *Spons* (PBS) sebagian didapat dan anak perusahaan PT.

Krakatau Steel yaitu PT. Meratus Jaya di Kalimantan dan sebagian lagi didapat dan import biji besi dan Brazil dan negara-negara lain.

Biji besi pada Pabrik Besi Spons (PBS) akan mengalami proses *Direct Reduction* (DR) hingga diperoleh besi spons sebagai bahan baku baja. Proses reduksi dilakukan dengan menambahkan gas alam dan batu kapur pada biji besi dan direaksikan didalam retor. Hasil dan reaksi adalah berupa besi spons dengan kadar Fe antara 87-95%.

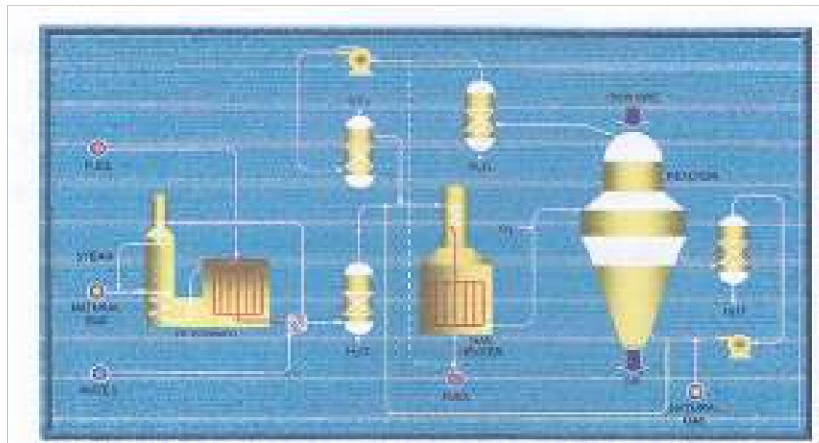
Teknologi yang digunakan untuk mereduksi biji besi bernama HYL teknologi yang berasal dari Meksiko. Saat ini Pabrik Besi *Spons* (PBS) didukung oleh teknologi HYL I yang mulai beroperasi tahun 1979 dan teknologi HYL III yang mulai beroperasi tahun 1994. Saat ini sedang direncanakan penggantian HYL I dengan teknologi yang lebih canggih bernama *Blast Furnace*. *Blast Furnace* sampai saat ini sedang dalam proses pembangunan.

HYL I beroperasi dengan 4 buah modul *batch process*, dan masing-masing memiliki 2 buah reaktor dengan kapasitas produksi 1.000.000 ton besi *spons* setiap tahun nya.

HYL III beroperasi dengan menggunakan proses yang berkesinambungan (*continuous process*) dengan 2 *shaft reactors* yang memiliki kapasitas 1.350.000 ton besi *spons* setiap tahunnya.

Besi *spons* yang dihasilkan pada Pabrik Besi *Spons* (PBS) selanjutnya akan diteruskan ke Pabrik *Billet* Baja dan Pabrik *Slab* Baja sebagai bahan baku pembuatan *Billet* dan *Slab* pada masing-masing

pabrik. Pengangkutan besi *spons* dan Pabrik Besi *Spons* (PBS) ke Pabrik *Billet* Baja dan Pabrik *Slab* Baja dilakukan dengan menggunakan *conveyor*.



Gambar 4. Proses Produksi Pabrik Besi *Spons*

2. Pabrik *Billet* Baja

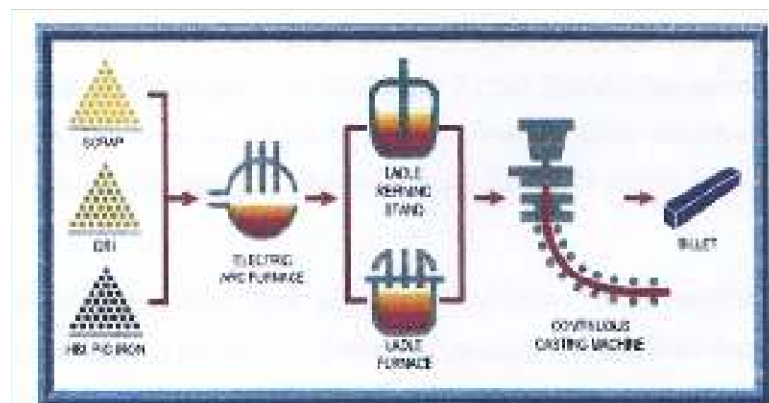
Pabrik *Billet* Baja atau *Billet Steel Plant* (BSP) merupakan pabrik yang mengolah besi *spons* menjadi *billet* baja. *Billet* baja merupakan baja dengan penampang persegi dah berbentuk seperti balok kayu panjang.

Pabrik *Billet* Baja atau *Billet Steel Plant* (BSP) mendapat bahan baku (*raw material*) dan Pabrik Besi *Spons* (PBS) berupa besi *spons* yang kemudian dicampur dengan besi tua atau *scrap*. Besi *spons* dan *scrap* dicampur dengan takaran tertentu dan dimasukkan dalam dapur listrik untuk dilebur menjadi satu. Hasil dari dapur listrik adalah baja cair. Baja cair kemudian dicetak dengaii menggunakan mesin tuang continuous menjadi *billet* baja.

Pabrik *Billet* Baja atau *Billet Steel Plant* (BSP) menghasilkan tiga jenis varianproduk billet dengan dimensi 120 mm x 120 mm x 12.000

mm, 110 mm x 110 mm x12.000 mm, 130 mm x 130 mm x 12000 mm. Sebagian produk Pabrik *Billet* Baja atau *Billet Steel Plant* (BSP) dipasarkan langsung kepada konsumen dan sebagian lainnya digunakan sebagai bahan baku Pabrik Baja Batang Kawat (*Wire Rod*).

Pabrik *Billet* Baja atau *Billet Steel Plant* (BSP) mulai beroperasi pada tahun 1979 dengan mengadopsi teknologi dari Jerman bernama MAN GHH teknologi. Pabrik *Billet* Baja atau *Billet Steel Plant* (BSP) memiliki kapasitas 675.000 ton per tahun. Pabrik *Billet* Baja atau *Billet Steel Plant* (BSP) memiliki fasilitas berupa empat buah *electric furnaces* (EAF) dan 4 buah mesin tuang kontinuus.



Gambar 5. Proses Produksi Pabrik *Billet* Baja

3. Pabrik Slab Baja

Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* (SSP) merupakan pabrik yang mengolah besi *spons* menjadi *slab* baja. *Slab* baja merupakan baja dengan penampang seperti lembaran kasur sehingga sering disebut kasur baja.

Proses pada Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* (SSP) sama dengan pada Pabrik *Billet* Baja atau *Billet Steel Plant* (BSP) yang mendapat bahan baku (*raw material*) dan Pabrik Besi Spons (PBS) berupa besi *spons* yang kemudian dicampur dengan besi tua atau *scrap*. Besi *spons* dan *scrap* dicampur dengan takaran tertentu dan dimasukkan dalam dapur lisirik untuk dilebur menjadi satu. Hasil dari dapur listrik adalah baja cair, dan baja cair kemudian dicetak dengan menggunakan mesin tuang kontinyus menjadi slab baja.

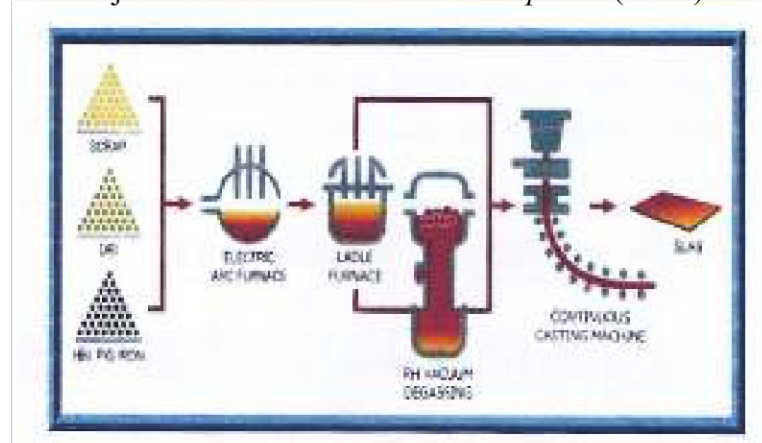
PT. Krakatau Steel memiliki 2 unit produksi slab baja yaitu Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* 1 (SSP 1) dan Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* 2 (SSP 2).

Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* 1 (SSP 1) mulai beroperasi pada tahun 1983 dengan menerapkan teknologi Jerman MAN GHH teknologi. Kapasitas produksi Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* 1 (SSP 1) adalah 1.000.000 ton per tahun.

Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* 2 (SSP 2) mulai beroperasi pada tahun 1993 dengan menerapkan teknologi *Austrian Voest Alpine* teknologi. Kapasitas produksi Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* 2 (SSP 2) adalah 2.400.000 ton per tahun.

Kedua Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* (SSP) memiliki enam *electric furnaces* (EAF) dan tiga mesin tuang kontinyu. Spesifikasi produk hasil dan Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* (SSP) adalah *slab* baja dengan dimensi 600-1500 mm x 200 mm x 12000 mm.

Hasil dan Pabrik *Slab* Baja atau *Slab Steel Plant* (SSP) sebagian akan dipasarkan langsung pada konsumen dan sebagian lagi menjadi bahan baku untuk Pabrik Baja Lembaran Panas atau *Hot Strip Mill* (HSM). *Slab* baja kemudian akan dipanaskan dan di roll kembali pada Pabrik Baja Lembaran Panas atau *Hot Strip Mill* (HSM).



Gambar 6. Proses Produksi Pabrik Slab Baja

4. Pabrik Baja Lembaran Panas

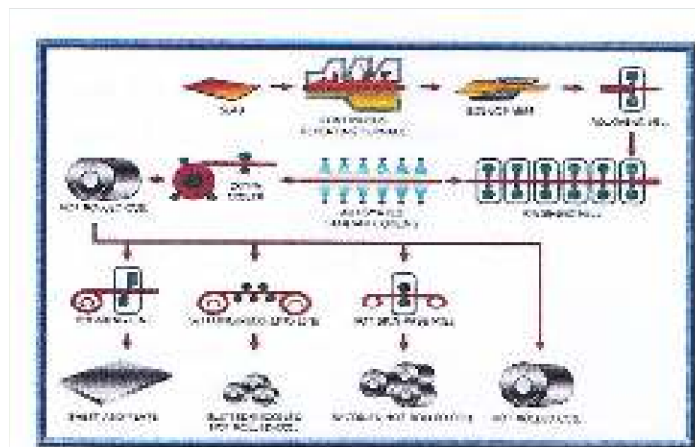
Pabrik Baja Lembaran Panas atau *Hot Strip Mill* (HSM) merupakan pabrik yang mengolah slab baja menjadi baja lembaran panas. Proses pengolahan slab baja menjadi baja lembaran panas melalui proses pengerohan.

Pabrik Baja Lembaran Panas atau *Hot Strip Mill* (HSM) mulai beroperasi pada tahun 1983 dengan menerapkan Jerman SMS teknologi. Pabrik Baja Lembaran Panas atau *Hot Strip Mill* (HSM) telah mengalami revitalisasi yang selesai pada bulan April 2011 dan saat ini memiliki kapasitas produksi 2.400.000 ton per tahun.

Pabrik Baja Lembaran Panas atau *Hot Strip Mill* (HSM) memiliki fasilitas produksi seperti :

- a) 2 unit *Reheating Furnace*
- b) 1 unit *Roughing Stand*
- c) 6 unit *Finishing Stand*
- d) 2 unit *Down Coller*
- e) *Sizing Press*

Output Pabrik Baja Lembaran Panas atau *Hot Strip Mill* (HSM) sebagian akan dijual kepada konsumen dan sebagian lainnya akan menjadi bahan baku (*raw material*) dan Pabrik Baja Lembaran Dingin atau *Cold Rolling Mill* (CRM).



Gambar 7. Proses Produksi Pabrik Baja Lembaran Panas

5. Pabrik Baja Lembaran Dingin

Pabrik Baja Lembaran Dingin atau *Cold Rolling Mill* (CRM) merupakan pabrik yang mengolah baja lembaran panas menjadi baja lembaran dingin. Proses pengolahan baja lembaran panas menjadi baja lembaran dingin melalui proses pengerolan.

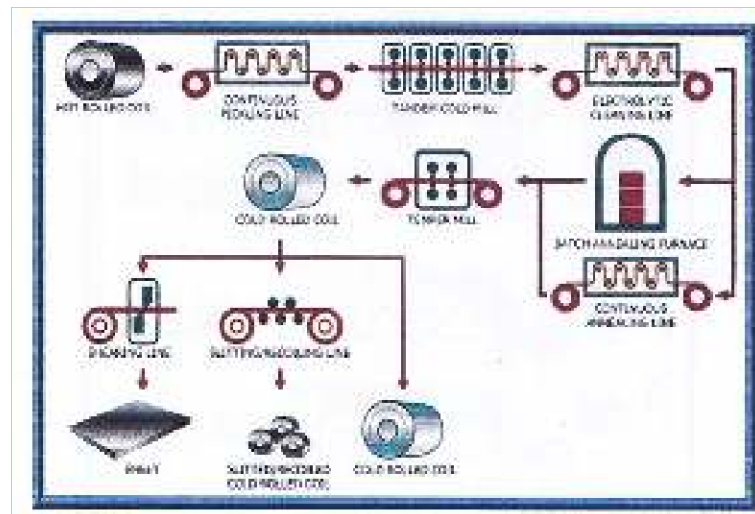
Pabrik Baja Lembaran Dingin atau *Cold Rolling Mill* (CRM) bergabung menjadi salah satu unit produksi PT. Krakatau Steel sejak

tahun 1991 . Pabrik Baja Lembaran Dingin atau *Cold Rolling Mill* (CRM) ini menerapkan teknologi CLECIM dari Prancis Pabrik Baja Lembaran Dingin atau *Cold Rolling Mill* (CRM) saat ini memiliki kapasitas produksi 850.000 ton per tahun.

Pabrik Baja Lembaran Dingin atau *Cold Rolling Mill* (CRM) memiliki fasilitas produksi seperti :

- a) 1 unit CPL (*Continuous Picking Line*)
- b) 1 Unit CTCM (*Continuous Tandem Cold Mill*)
- c) 1 Unit ECL (*Electronic Cleaning Line*)
- d) 1 Unit CAL (*Continuous Annelling Line*)
- e) 1 Unit BAF (*Batch Annelling Furnace*)
- f) 1 Unit TPM (*Temper Press Mill*)
- g) 1 Unit PRP (*Preparation Line*)
- h) 1 Unit REC (*Recoiling Line*)
- i) 1 Unit SHR (*Shearing Line*)
- j) 1 Unit SLT (*Sitting Line*)

Output dari Pabrik Baja Lembaran Dingin atau *Cold Rolling Mill* (CRM) dapat berupa *Cold Rolled Coil* (CRC) atau *Cold Rolled Sheet* (CRS) serta produk lain sesuai pesanan konsumen.



Gambar 8. Proses Produksi Pabrik Baja Lembaran Dingin

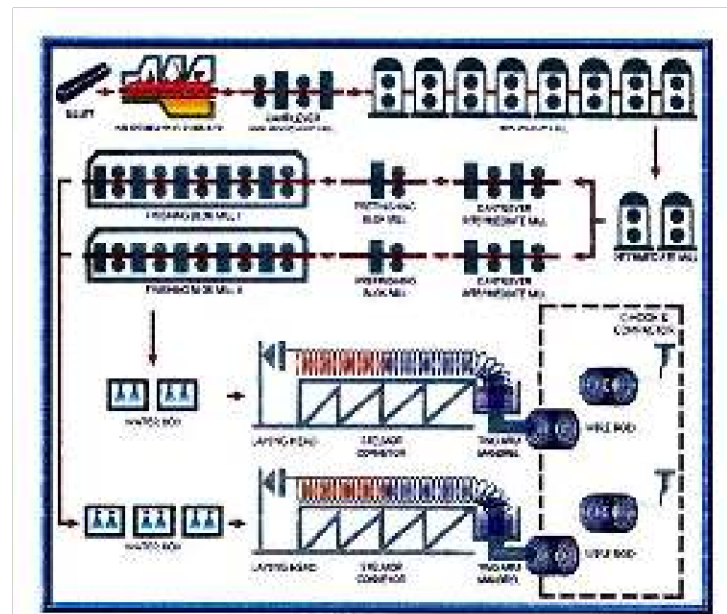
6. Pabrik Baja Batang kawat

Pabrik Baja Batang Kawat atau *Wire Rod Plant* (WRM) merupakan pabrik yang mengolah billet baja menjadi kawat baja. Pabrik baja Batang Kawat atau *Wire Rod Plant* (WRM) mulai beroperasi pada tahun 1979 dengan kapasitas produksi 200.000 ton per tahun.

Pabrik Baja Batang Kawat atau *Wire Rod Plant* (WRM) melakukan modernisasi pada tahun 1992 dan 1995 untuk meningkatkan kapasitas produksimenjadi 300.000ton per tahun. Di tahun 1999 dengan penambahan *strand* dan modifikasi dan fasilitas, Pabrik Baja Batang Kawat atau *Wire Rod Plant* (WRM) saat ini mampu memproduksi 450.000 ton *Wire Rod* setiap tahunnya.

Wire Rod Plant (WRM) memiliki fasilitas diantaranya, satu unit *Reheating Furnace*, satu unit *Roughing Mill*, satu unit *Intermediate Strand* dan satu unit *Finishing Strand*. Produk pabrik batang kawat juga

merupakan bahan baku dan pabrik-pabrik seperti pabrik kawat las, kawat paku, tau baja, dan lain sebagainya.



Gambar 9. Proses Produksi Pabrik Baja Batang Kawat

E. Unit Penunjang

Untuk menjalankan bisnisnya PT. Krakatau Steel memiliki unit-unit perusahaan pendukung, antara lain:

1. PT. Krakatau Daya Listrik (PT. KDL)

PT. Krakatau Daya Listrik merupakan perusahaan yang mengoperasikan pembangkit listrik guna mensuplai semua kebutuhan listrik yang diperlukan oleh PT. Krakatau Steel.

2. PT. Krakatau Bandar Samudra (PT. KBS).

PT. Krakatau Bandar Samudera merupakan perusahaan yang mengoperasikan pelabuhan khusus Cigading, sebagai tempat bongkar muat produk dan berbagai komoditi keperluan PT. Krakatau Steel.

3. PT. Krakatau Tirta Industri

PT. Krakatau Tirta Industri merupakan perusahaan yang mensuplai semua kebutuhan air bersih pada industri PT. Krakatau Steel.

4. PT. Krakatau Engineering Corporation

PT. Krakatau Engineering Corporation bergerak dalam bidang *engineering*, konstruksi, proyek manajemen dan prediktif *maintenance*.

5. PT. Krakatau Information Technology

PT. Krakatau Information Technology merupakan perusahaan yang mendukung pengembangan teknologi informasi.

6. PT. Kawasan Industrial Estate Cilegon (PT KIEC)

PT. Krakatau Industrial Estate Cilegon merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengelolaan jasa kawasan industri dan hotel.

7. PT. Krakatau Medika (P.T KM)

PT. Krakatau Medika merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pelayanan kesehatan (Rumah Sakit PT Krakatau Steel).

8. Meratus Iron Jaya & Steel

Meratus Iron Jaya & Steel merupakan perusahaan penyuplai biji besi PT. Krakatau Steel.

BAB III

DIVISI COLD ROLLING MILL (CRM)

A. Gambaran Umum

Divisi *Cold Rolling Mill* (CRM) merupakan salah satu pabrik yang memproduksi lembaran baja dingin dengan ketebalan yang bervariasi. Divisi *Cold Rolling Mill* merupakan bagian dari PT. Cold Rolling Mill Indonesia Utama (CRMIU) yang berdiri pada tanggal 19 Februari 1983 sebelum pada akhirnya melakukan merger dengan PT. Krakatau Steel. Divisi *Cold Rolling Mill* terletak di kawasan Industri Berat Krakatau, Cilegon, dengan pabrik seluas 101.392 m² diatas tanah seluas 400.000 m². Peletakan batu pertama dilakukan pada tanggal 14 Maret 1984 oleh Menteri Perindustrian Indonesia, Ir. Hartarto dan diresmikan oleh Presiden Soeharto pada tanggal 23 Februari 1987 sebagai pabrik lembaran baja canai dingin pertama di Indonesia.

Proses produksi pada *Cold Rolling Mill* (CRM) menghasilkan baja lembaran dingin, atau *Cold Roll Coil* (CRC). Produksi ini merupakan proses reduksi dingin (*Cold Rolling*) untuk mendapatkan lembaran baja tipis. Reduksi dingin merupakan proses penipisan baja lembaran dengan cara melintaskan baja lembaran (*hot rolled coil*) melalui *roll* penggiling tanpa dipanaskan terlebih dahulu guna mengurangi ketebalan sesuai dengan permintaan konsumen.

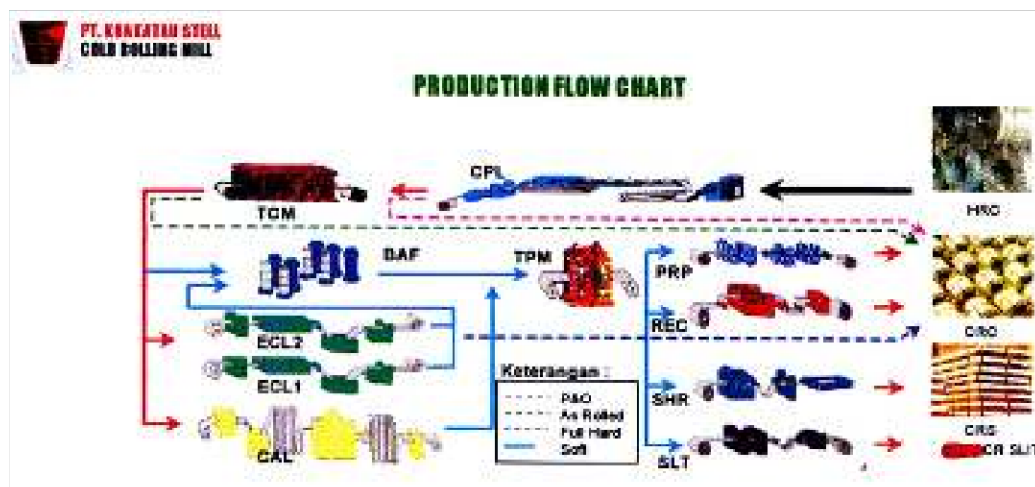
B. Proses Produksi

Bahan baku Pabrik Baja Canai Dingin (CRM) adalah *Hot Rolled Coil* (HRC) yang diproduksi oleh unit produksi divisi *Hot Strip Mill* (HSM) PT. Krakatau Steel. Proses produksi yang utama dan CRM adalah:

1. *Pickling* (pengangkatan kotoran).
2. *Cold Reduction* (pengerolan dingin).
3. *Cleaning* (pembersihan permukaan).
4. *Annealing* (penghalusan butir).
5. *Tempering* (penghalusan permukaan).
6. *Cutting* (pemotongan).
7. *Packaging* (pengepakan).

Pada Divisi CRM terdapat sebelas unit operasi yang masing-masing unit mempunyai spesifikasi dan fungsi tersendiri. Kesebelas unit tersebut adalah:

1. *Continuous Pickling Line* (CPL)
2. *Continuous Tandem Cold Mill* (CTCM)
3. *Electrolytic Cleaning Line 1* (ECL 1)
4. *Electrolytic Cleaning Line 2* (ECL 2)
5. *Batch Annealing Furnace* (BAF).
6. *Continuous Annealing Line* (CAL).
7. *Temper Mill* (TPM).
8. *Coil Preparation Line*.
9. *Recoiling Line Shearing Line*.



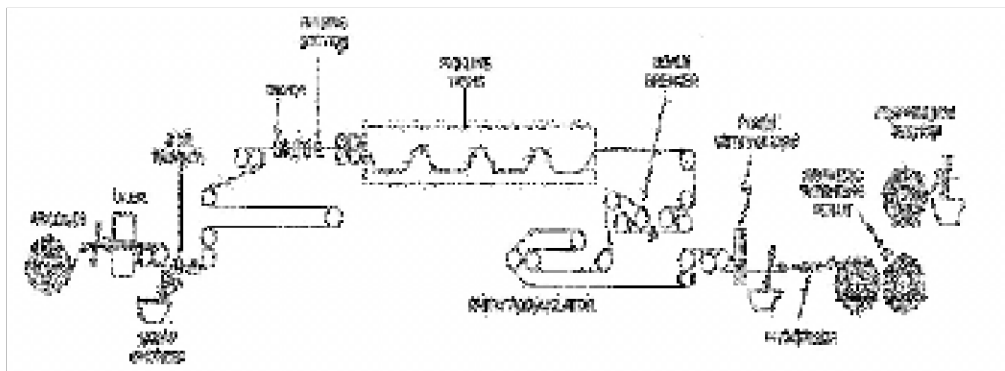
Gambar 10. Aliran Proses Produksi CRM

C. *Continuous Pickling Line (CPL)*

Continuous Pickling Line (CPL) adalah salah satu unit di *Cold Rolling Mill (CRM)* yang berfungsi untuk membersihkan atau menghilangkan *scale* dengan cara mekanis dan kimiawi. Proses pembersihan secara mekanis pada unit ini dilakukan oleh *scale breaker*. Sedangkan pembersihan secara kimiawi dengan menggunakan HCL. Bahan baku yang masih berupa *coil* hasil produksi dan *Hot Strip Mill (HSM)* yang biasa disebut dengan *Hot Rolled Coil (HRC)*, masih mengandung *scale* akibat dan oksida temperatur tinggi. Sebelum bahan ini diproses lebih lanjut di unit-unit lain di CRM terlebih dahulu diproses di CPL untuk menghilangkan *scale* tersebut. Sesuai dengan namanya proses CPL ini berlangsung secara kontinyu.

Fungsi dari unit produksi CPL adalah untuk membersihkan lapisan oksida besi dari permukaan *Hot Rolled Coil (HRC)* dengari larutan asam klorida (HCl), yang akan diproses lebih lanjut proses ini berlangsung dengan melewati HRS pada tangki cairan asam yang terdiri dan 4 buah tangki. Hal

ini dimaksudkan untuk mencegah ketidak seragaman dan untuk menghilangkan ketidak teraturan permukaan. Proses eliminasi senyawa oksida dilakukan secara mekanik (menggunakan *scale breaker*) dan juga secara kimiawi (menggunakan HCl). *Continuous Pickling Line* juga dapat digunakan untuk proses *oiling* baja lembaran panas (kondisi *Pickled* dan *oiled*). Lembaran yang sudah dibersihkan selanjutnya diratakan bagian pinggirnya dan dipotong untuk proses selanjutnya di CTCM. Limbah dan cairan pembersih yang disebut *waste pickle liquor* diolah kembali menjadi *regenerated acid* dan oksida besi. Oksida besi dan proses ini dapat dimanfaatkan dalam industri pewarnaan.



Gambar 11. Proses Produksi CPL

Proses pembersihan *scale* :

- Proses secara mekanis, proses ini berlangsung di *scale breaker*. masuk di *scale breaker* dilipat (ditekuk-tebuk) sehingga *scale* yang menempel pada permukaan *strip* tersebut rontok.

- Proses secara kimiawi, proses ini berlangsung pada empat buah tangid yang berisi larutan HCl. Masing-masing tangid mempunyai konsentrasi HCl dan temperatur tertentu.

Spesifikasi & Fasilitas CPL:

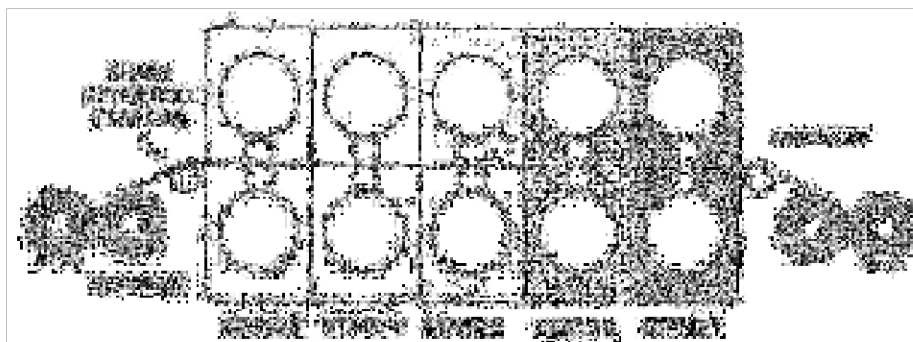
Kapasitas	:	950.000 ton/year
		67.860 coils/year
Tebal strip	:	1.8-6.0mm
Lebar strip	:	650 - 1350 mm (<i>Untrimmed</i>)
		600 - 1300 mm (<i>Trimmed</i>)
Kecepatan maksimum	:	<i>Entry</i> = 440 mpm
		<i>Proses</i> = 220 mpm
		<i>Exit</i> = 330 mpm
Panjang <i>strip entry–exit</i>	:	950m
Panjang <i>Line</i>	:	250m
Diameter <i>coil</i> di <i>entry</i>	:	<i>Inside</i> = 760 mm
		<i>Outside max</i> = 2000 mm
		Berat <i>max</i> = 25 tons
Diameter <i>coil</i> di <i>exit</i>	:	<i>Inside</i> = 610 mm
		<i>Outside max</i> = 2000 mm
		Berat <i>max</i> = 23.4 tons
Volume tangki CPL	:	49.5 m ³ x 4 tangki
Panjang tangki	:	120 m
<i>Pickle Tank Solution</i>	:	HCL

Pickle Tank Consent : *Tank 1* = 40 - 60 gr/lt (Temp. 82°C)
Tank 2 = 70 - 90 gr/lt (Temp. 80°C)
Tank 3 = 100 - 120gr/lt (Temp. 78°C)
Tank 4 = 130 - 160gr/lt (Temp. 75°C)

D. *Continous Tandem Cold Mill (CTCM)*

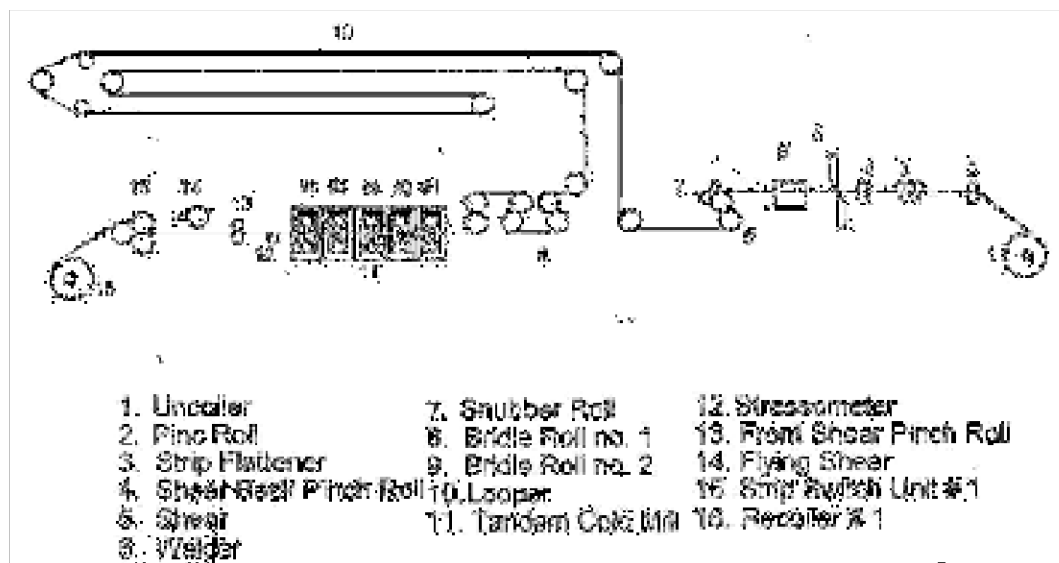
Sebagai kelanjutan atas proses yang telah berlangsung di unit I (CPL), *coil* selanjutnya diproses di TCM (*Tandem Cold Mill*) guna mendapatkan ketebalan *strip* yang diinginkan, dengan melalui proses pengerolan dingin (*Cold Rolling*) yaitu proses pengerolan yang dilakukan pada kondisi dibawah temperatur rektistalisasi. Proses pengerolan *strip* di TCM ini mempergunakan susunan *roll high* sebanyak lima *stand*, yang masing-masing terdiri dari sepasang *work roll* dan sepasang *back up roll*.

CTCM merupakan bagian produksi utama dan CRM. Pada unit produksi ini, terdiri dan lima unit pengerolan yang masing-masing terdiri dan empat buah rol baja, yang berfungsi untuk mengurangi ketebalan lembaran yang sudah dibersihkan di unit CPL melalui proses pengerolan. Keempat rol baja masing masing terdiri dari dua *work roll* dan dua *back up roll*.



Gambar 12. *Stand Mill CTCM*

Proses penipisan baja lembaran terdiri dan pengerolan dingin (setelah *descaling* menggunakan *continuous pickling*) dan *oiling* baja lembaran panas dalam bentuk gulungan yang diproduksi di pabrik baja lembaran panas. Tujuan dan proses pengerolan dingin adalah untuk mengurangi ketebalan baja yang dihasilkan, untuk memperoleh permukaan yang halus dan padat dengan Tujuan dari proses pengerolan dingin adalah untuk mengurangi ketebalan baja yang dihasilkan, untuk memperoleh permukaan yang halus dan padat dengan atau tanpa pemanasan selanjutnya, dan untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik yang dapat dikontrol.



Gambar 13. Perkembangan TCM menjadi Continuous TCM

Keuntungan dan proses *Continuous Tandem Cold Mill* ini adalah:

1. Mutu *coil* yang diproses lebih baik, karena seluruh proses reduksi ketebalan (melalui pengerolan) dilakukan langsung pada satu proses.

2. Pembebanan kerja yang lebih optimal pada alat pemutar rol pada masing-masing unit pengerolan, karena setiap unit hanya diperuntukan bagi reduksi ketebalan tertentu.

CTCM mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Ketebalan *Strip*

Entry side : 1,80 – 6 mm

Delivery side : 0,18 – 3 mm

2. Lebar *Strip* : 600 – 1300 mm

3. Ukuran *Coil*

Entry side ID : 610 mm

Entry side OD : 1000 - 2000 mm

Delivery side ID : 508 mm

Delivery side OD : 1000 - 2000 mm

4. Berat *Coil* : 23,4 MT (Maksimum)

5. Karakteristik utama

Kecepatan *rolling max* : 1980 mpm

Tenaga *rolling min* : 2500 MT

Tekanan : 215 bar (Maksimum)

6. Motor penggerak .

Stand 1 : 2 x 1900kW=3800 kW

Stand 2-5 : 3 x 1900kW = 5700 kW

Tension reel : 8,8 MT (pada kecepatan maksimum mill)

7. *Work Roll (O.D)* : 510-585mm

8. *Back Up Roll* (O.D) : 1270-1400mm
9. Rasio pengurangan tebal : 92 % (maksimum)
10. Kapasitas Mill
- 907.575 MT/Tahun : 64830 *coil*/tahun
- 75.630 MT/bulan : 5400 *coil*/bulan
- 1000 MT/*shift* : 70 *coil/shift*

Work Roll:

Jenis *roll* ini berfungsi untuk mereduksi *hot rolled strip* karena kontak secara langsung dengan *strip*. Pengaturan *work roll* oleh *roll force hydraulic cylinder* sangat menentukan besarnya *reduction ratio*, dimana untuk sepasang *work roll* pada setiap stand berlainan, disamping itu pengaturan bending *work roll* oleh *hydraulic block* akan membantu kerataan permukaan *strip*. Cacat pada *work roll barns* dikontrol karena akan menghasilkan cacat permukaan *strip*.

Back up Roll :

Roll ini berfungsi untuk menahan *work roll* dan mentransfer *rolling force* pada *work roll* dimana untuk setiap *stand* terdapat sepasang *Back Up Roll*.

Back Up Roll didukung oleh *Back Up Roll Chuck* yang juga berfungsi untuk mensuplai *Oil Film* untuk pelumasan.

Motor Penggerak DC

Motor inilah yang digunakan untuk memutar *work roll* yang masing-masing *stand* memiliki *rolling speed* berbeda. Perbedaan ini diakibatkan oleh

terjadinya reduksi ketebalan sehingga diperlukan pengakomodasian kecepatan *roll*.

Karakteristik Utama

- *Max Rolling Speed* : 1980 mpm
- *Max Rolling Force* : 2500 metrin Ton
: 1250 MT / side
- *Working Pressure* : 215 bar max

Daya Motor:

- <i>Stand 1</i>	: 2 x 1900 KW	= 3.800 KW
- <i>Stand 2</i>	: 3 x 1900 KW	= 5.700 KW
- <i>Stand 3</i>	: 3 x 1900 KW	= 5.700 KW
- <i>Stand 4</i>	: 3 x 1900 KW	= 5.700 KW
- <i>Stand 5</i>	: 3 x 1900 KW	= 5.700 KW
Total Daya		= 26.600 KW
Akselerasi	: 2.5 m/s ²	
<i>Tension Rell</i>	: 8.8 MT	

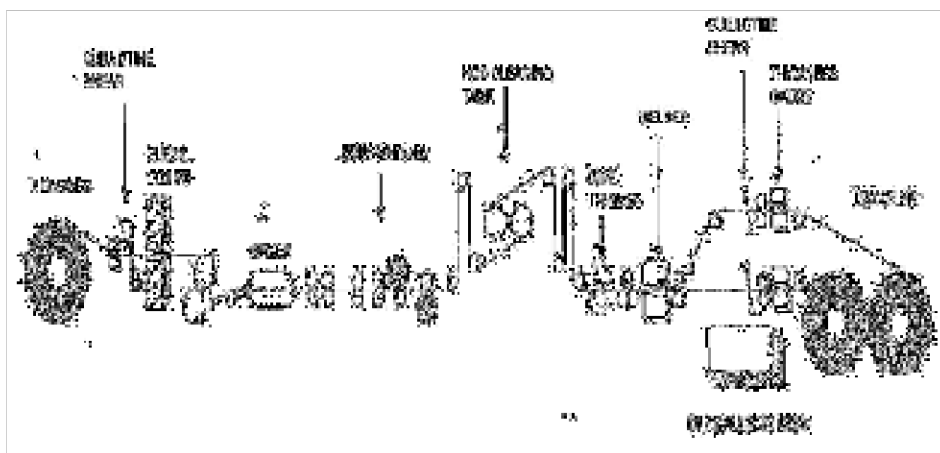
E. *Electrolytic Cleaning Line 1 (ECL 1)*

Setelah mengalami proses penipisan ketebalan dalam pengerolan, sisa lapisan minyak dan gemuk yang ada di permukaan lembaran baja harus di hilangkan. Untuk keperluan ini ECL menggunakan arus listrik berdensitas tinggi sehingga proses elektrolis berlangsung untuk mengangkat dan menghilangkan lapisan minyak dan gemuk.

Proses di ECL berlangsung didalam larutan sabun panas mengandung alkalin. Didalam larutan elektrolit ini, lembaran baja dihubungkan dalam salah satu kutub listrik dan generator. Bila lembaran baja menjadi anoda (+), gas oksigen akan dihasilkan oleh permukaan lembaran baja. Volume gas oksigen yang dihasilkan ditentukan oleh muatan listrik yang lewat (*Coulonth*). Bila lembaran baja menjadi katoda (-), gas hidrogen akan terbentuk.

Proses pembentukan gas ini berfungsi seperti sikat yang membersihkan lapisan minyak dan gemuk. Minyak dan gemuk yang dilepaskan akan dikumpulkan oleh bahan pembentuk emulsi yang ada pada laporan pembersih. Dalam sistem *roll* bemuatan dimana lembaran baja dilewatkan pada *roll*, arus listrik mengalir saat lembaran baja menyentuh *roll*. Proses pengangkatan kotoran berlangsung saat permukaan atas dan bawah.

Setelah melewati ECL, coil siap diproses lebih lanjut ditungku *batch annealing*, atau langsung digulung untuk dijual.



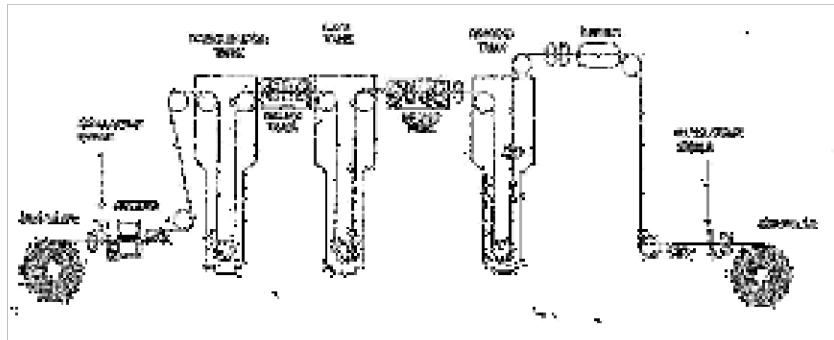
Gambar 14. Proses Produksi *Electrolytic Cleaning Line 1* (ECL 1)

Spesifikasi Proses Produksi ECL #1 :

- Material	: 5052, Yp stress = 80 kg/cm ² (max)				
- Kapasitas	: 30 t. / 200 jam / hari				
- Panjang unit	: 66,21 m				
- Kecepatan strip	: 200 m/menit				
- Kecepatan arus listrik	: 6000 amp				
- Teflon strip	: 40,40 mm				
- Cairan strip	: 200 - 1000 mm				
- Jarak antar elektroda	: 1000 - 2000 mm				
- Jarak elektroda	: 400 - 600 mm				
- Berat total	: 20 t. / jam				
- Cleaning Product	: Sodium Hydroxide (NaOH) dan Magnesium Oxide (MgO)				
- Alat Listrik	<table border="0"> <tr> <td>30 Unit (Mentor)</td> <td>100 t. / 10 jam</td> </tr> <tr> <td>10 Unit (Mentor)</td> <td>10 t. / 10 jam</td> </tr> </table>	30 Unit (Mentor)	100 t. / 10 jam	10 Unit (Mentor)	10 t. / 10 jam
30 Unit (Mentor)	100 t. / 10 jam				
10 Unit (Mentor)	10 t. / 10 jam				
- Current Brush Roll	: 14 to 22 Amp				
- Electric Water Flow	: 15 to 20 m ³ / hr				
- Temperature of Liquid	: 60 to 70 °C				
- Speed of Current	: 2000 m / menit - 2000 m / menit				

F. *Electrolytic Cleaning Line 2 (ECL 2)*

Proses *Electrolytic Cleaning Line 2* berfungsi untuk membersihkan permukaan *strip* yang terkontaminasi oleh pelumasan pada proses pengerolan dingin di TCM dengan menggunakan arus 6000 amp (max). Prosesnya sama dengan ECL 1, hanya terdapat perbedaan pada tabel *strip* yang di proses. Selain itu ECL 1 prosesnya bisa langsung masuk ke proses BAF atau CAL dan ada juga produk dan ECL 1 bisa langsung di kirim ke konsumen, sedangkan untuk ECL 2 prosesnya lanjut ke *annealing* pada BAF atau CAL.



Gambar 15. Proses Produksi ECL 2

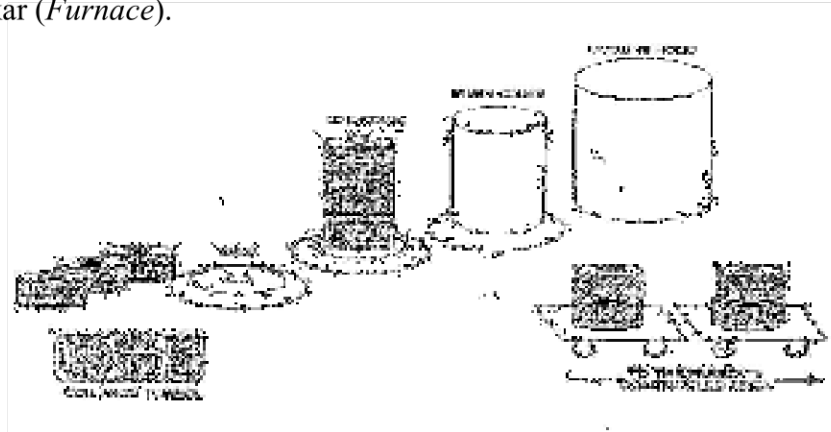
G. *Batch Annealing Furnace (BAF)*

Pada proses *Batch Annealing Furnace (BAF)*, proses yang terjadi adalah mengembalikan/memperbaiki sifat mekanik dan proses reduksi dengan cara perlakuan panas 550^0-700^0C . Sifat mekanik yang didapat adalah *ductility, yield elongation, softness*, serta *formability* yang baik.

Setelah mengalami pengerolan dingin, *coil* untuk spesifikasi tertentu dan ECL atau CTCM harus dipanaskan dulu dan didinginkan secara bertahap di udara (*annealing process*) di tungku *annealing* yang bentuknya seperti lonceng. Lembaran baja yang telah mengalanti penarikan dan pengerasan di unit pengerolan tidak cocok lagi untuk dicetak. Karena itu, lembaran baja harus melalui perlakuan panas suhu antara $590^0\text{C}-700^0\text{C}$, untuk mendapatkan sifat-sifat yang tepat, baik dan segi keuletan, kemampuan tarik yang lebih panjang, kehalusan permukaan dan kemampuan cetak untuk proses lebih lanjut.

Tungku *annealing* terdiri dari bagian dasar, selubung tungku, selubung dalam, selubung pemisah, gas pendukung produksi, peralatan control dan pengukuran elektrik, unit pengubah panas dan bahan bakar minyak.

Pada proses ini beberapa *coil* di tumpuk didasar dan udara di dalamnya disegel oleh *inner cover*. Tumpukan selanjutnya dipanaskan oleh tungku bakar (*Furnace*).



Gambar 16. Proses Produksi BAF

Setelah dipanaskan sampai suhu 700°C , Furnace diangkat untuk memulai proses pendinginan. *Cooling Hood* selanjutnya ditempatkan di luar selubung dalam (*Inner Cover*) dan udara (temperatur kamar) dihembuskan di antara dua selubung tadi. Selubung pendingin menyerap panas dari selubung dalam dengan bantuan kipas. Ketika suhu bagian luar *coil* sudah di bawah 500°C , pendinginan yang cepat di mulai dengan gas pendingin.

Spesifikasi proses BAF antan lain:

- Kapasitas : 1000.000 BULAH

- Detail Area " " :

 Furnace : 30 buah

 Annealing Bed : 60 buah

 Inert Gas : 30 buah

 Cooling Area : 30 buah

- Data " " :

	Desain	2010	2010
Waktu masak (jam)	1000-1000	000	000
Waktu pendingin	1000-1000	000	000
Cost Gas (Rp/1000)	1000-1000	1000	1000
Gas (Rp)	1000-1000	000	000
Waktu (jam)	1000-1000	000	000
Gas (Rp)	1000-1000	000	000
Inert Gas (Rp)	1000-1000	000	000
Cooling Area (Rp)	1000-1000	000	000
Cooling Area (Rp)	1000-1000	000	000
Cooling Area (Rp)	1000-1000	000	000
Cooling Area (Rp)	1000-1000	000	000

 Desain term. Gas (Rp) : 1000 (Rp/1000) (Rp/1000)

 Desain term. Gas (Rp) : 1000 (Rp/1000) (Rp/1000)

 Desain term. Gas (Rp) : 1000 (Rp/1000) (Rp/1000)

 Desain term. Gas (Rp) : 1000 (Rp/1000) (Rp/1000)

2. Detail " " :

 Fungsi unit CAL adalah sebagai *heat treatment*, yang berfungsi untuk menghilangkan tegangan sisa dan agar butiran (struktur logam lembaran baja)

Untuk mendukung proses *Annealing* dan untuk mendapatkan sifat-sifat yang tepat, dibutuhkan gas pendukung dan ruang pasca pendinginan. Gas pendukung ini terdiri dari gas pemurnian yaitu HNX 5 % H₂ dengan titik embun 0°C. Ruang pendinginan digunakan untuk menyimpan *coil* setelah proses *annealing*. Disini tekanan udara dan kondisi kelembaban dijaga dalam suhu 45 °C dengan kipas yang ada dibawah lantai.

H. Continuous Annealing Line (CAL)

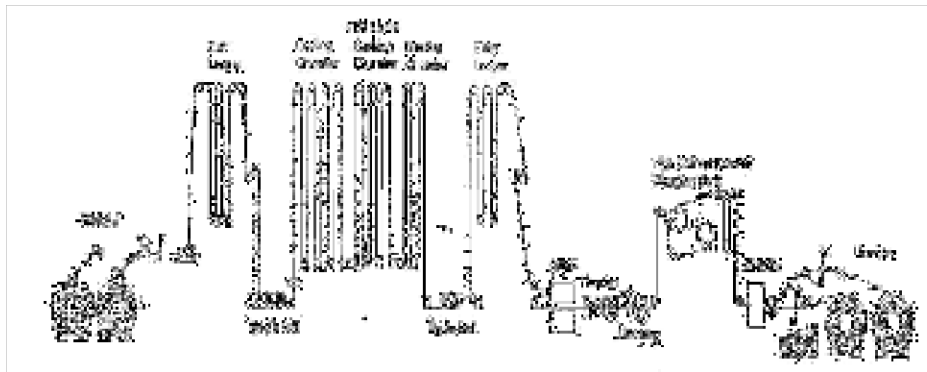
Fungsi unit CAL adalah sebagai *heat treatment*, yang berfungsi untuk menghilangkan tegangan sisa dan agar butiran (struktur logam lembaran baja)

dapat terekristalisasi (menghaluskan butir-butir) kembali. Setelah mengurangi tebal dan CTCM, struktur kristal baja mengalami penarikan, pemecahan dan pengerasan sehingga mengurangi kemampuan Teknis-teknis tertentu, antara lain: kekerasan lebih tinggi, rapuh, kekuatan tarik lebih tinggi. Untuk menghilangkan sifat-sifat tersebut maka *coil* di proses di unit CAL.

Proses perlakuan panas berlangsung dalam *furnace*. Dalam proses *annealing* strip dipanaskan sampai 700⁰C max (*heating*), kemudian temperatur *strip* ditahan selama periode tertentu kemudian didinginkan. Proses ini dapat memperbaiki sifat mekanik *strip* sehingga diperoleh kemampuan *formability*, *drawability*, dan *ductility* yang dikehendaki.

Spesifikasi Proses CAL antara lain:

2.1. Spesifikasi	
Kategori	: 010-014 (steel)
Tebal strip	: 0.30 - 0.8 mm
Lebar strip	: 600 - 1000 mm
Berat coil	: 20.000 kg
Diameter coil	: 2000 mm (stand)
2.2. Karakteristik Line	
Kapasitas proses	: 50000 kg / jam (stand) / 100000 kg / jam (max) : 50000 kg / jam (stand)
Operator	: High Control (stand)
Control System	: PLC (stand)
Speed Control	: 0 - 1000 rpm (stand) : 0 - 1000 rpm (max) : 0 - 1000 rpm (stand)
Perhitungan	
Output (stand)	: 50000 kg / jam
Output (max)	: 100000 kg / jam
Temp. Inlet	: 500°C (stand)
Temp. Outlet	: 500°C (stand), 700°C (max) - 2 menit
Waktu Heating	: 200-300 menit : 200-300 menit (stand)
Recovery Heating	
Temp.	: 500-600°C (stand) : 500-600°C (max)
Furnace Capacity	
Temp.	: 500 - 600°C (stand) : 500 - 600°C (max)
Recovery Heating	: 500°C (stand)



Gambar 17. Proses Produksi CAL

I. *Temper Pass Mill (TPM)*

Pengerolan *Temper* adalah operasi pengerolan dingin, sama dengan proses pengerolan di CTCM. Perbedaannya adalah dengan pengerolan temper ini tujuannya untuk mendapatkan sifat mekanik tertentu, kondisi permukaan tertentu, dan memperbaiki bentuk lembaran baja. Reduksi ketebalan terjadi adalah 0,1% - 5% sedangkan di CTCM pengurangannya sampai 92% maks.

Fungsi dan *Temper Pass Mill* secara spesifik, antara lain:

1. Memperbaiki sifat mekanik material yang telah di *annealing*

Setelah proses *annealing*, material memiliki sifat ulet, kekuatannya rendah dan *formability* yang baik. Akan tetapi setelah proses itu juga timbul *yield point behavior*, yaitu daerah dimana material akan tetap mengalami perpanjangan tanpa adanya beban atau penambahan beban yang berarti. Meskipun setelah proses *annealing*, material mampu mengalami proses *forming* seperti *bending* dan *drawing*, tetapi karena *yield point behavior* ini maka akan timbul kerutan-kerutan pada material akibat proses di atas.

Temper Mill akan mengurangi atau menghilangkan sifat tersebut yaitu dengan memberikan *Elongation* sebesar 2.0 % maks pada *strip*. Setting *Elongation* dalam hal ini adalah sangat penting, karena pemberian *Elongation* yang terlalu rendah tidak akan menghilangkan *yield point behavior* sehingga tidak begitu mengurangi akibat yang ditimbulkan oleh adanya sifat tersebut. Pemberian *elongation* yang terlalu tinggi akan menaikkan kekerasan dan lebih ekstrim lagi, *strip* dapat putus.

2. Memperbaiki Kerataan (*Flatness*):

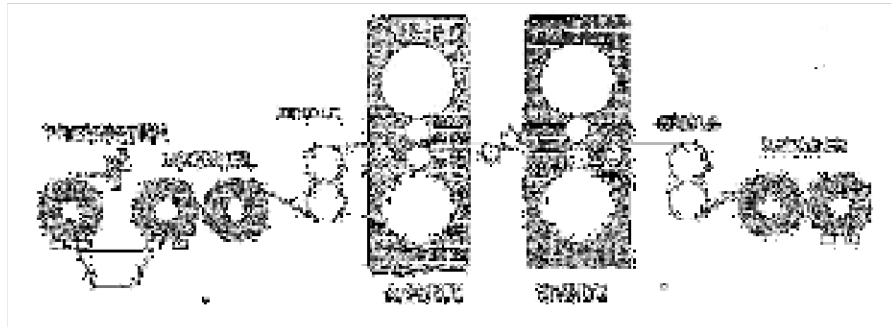
Strip yang diproses dalam TPM ada yang memiliki *Shape Defect* diantaranya *Wavy Edges* dan *Center Buckle*, yang menyebabkan permukaan *strip* tidak rata. Hal ini bisa diatasi dengan *Bending System*, *Defect Wavy Edges* yang berupa gelombang pada *strip* disebabkan oleh penekanan yang berlebihan pada bagian tepi, sehingga menyebabkan *elongation* pada tepi *strip* harus lebih besar dan pada bagian tengah. Hal ini bisa diatasi dengan *bending* (+) serta pemberian *tension* yang cukup.

Dengan *bending* (+), distribusi tekanan akan mengarah kepada bagian tengah *strip*, Hal ini akan memperbesar *elongation* pada tengah *strip*. Permukaan *strip* bisa rata kembali, Sedangkan untuk *defect center buckle* dapat diatasi dengan *bending* (-).

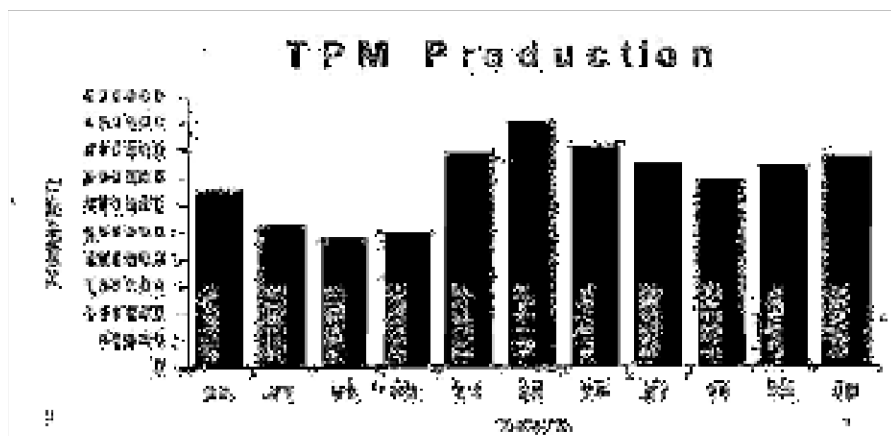
3. Memberikan kekasaran Permukaan (*Roughness*)

Temper Pass Mill mampu memberikan kekasaran tertentu sesuai dilakukan dengan permintaan konsumen. Hal ini bisa dilakukan dengan memberikan kekasaran permukaan pada *work roll*. Adapun tujuan

kekasaran ini bagi konsumen adalah untuk mempermudah proses lanjutan seperti pengecatan, *coating* dan lain-lain.



Gambar 18. Proses Produksi di TPM



Gambar 19. Diagram Tingkat Produksi TPM Per Tahun

Spesifikasi *Temper Pass Mill* antara lain :

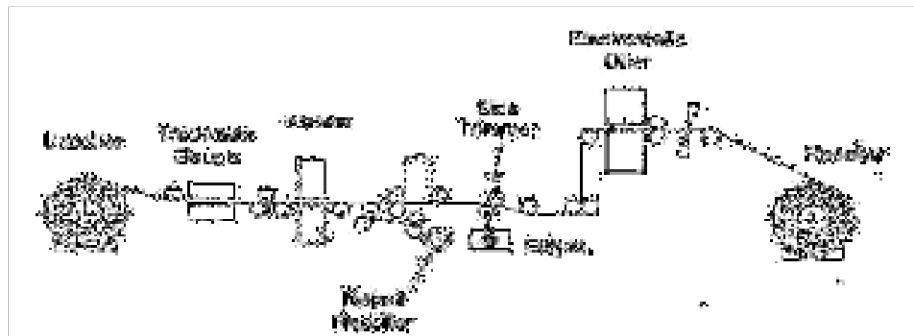
- Material	: Cold Roll (low carbon)
	(Carbon 0.12-0.25)
- Tebal Strip	: 0.18 - 0.6 mm
- Lebar Strip	: 600 - 1300 mm
- Coil :	
> Entry Inside Diameter	: 420 - 500 mm
> Inside Diameter	: 420 - 500 mm
> Exit Inside Diameter	: 420 - 500 mm
> Outside Diameter	: 600 - 2000 mm
> Berat	: 2.4 Ton (max)
- Daya Motor :	
- Stand 1	: 1 x 82.4 = 1898 kW
- Stand 2	: 2 x 82.4 = 3948 kW
- Stand 3	: 2 x 82.4 = 3948 kW
- Stand 4	: 1 x 82.4 = 1898 kW
- Total Power	: 11692 kW
- Panjang :	
- Stand 1	: 550 mm
- Stand 2	: 550 mm
- Stand 3	: 550 mm
- Stand 4	: 550 mm
- Berat Lembaran	: 2.4 Ton (max)

J. *Cold Roll Finishing (CRF)*

Setelah lembaran baja keluar dari TPM, lembaran baja canai dingin di proses sesuai permintaan konsumen. CRF mempunyai 4 pemrosesan akhir, masing-masing adalah :

1. *Preparation Line*

Unit ini memproses lembaran baja dengan ketebalan 0,18 - 0,6 mm. *coil* melewati unit TPM untuk pengukuran dan pemeriksaan. Produk yang cacat dipisahkan dan *coil* yang baik dibawa ke pengepakan untuk dikapalkan atau dikirim ke konsumen. Pada unit ini, *coil* diminyaki (tergantung pesanan) dan dipotong-potong menurut berat yang dikehendaki.



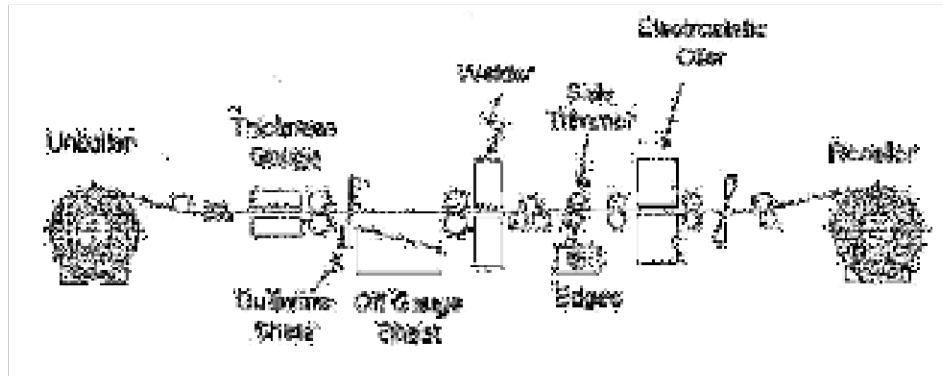
Gambar 20. Proses Preparation Line

Spesifikasi *Coil Perparation Line* Antara Lain :

- Material	: Cold Rolled Strip
- Yield Strength	: 30 kg/mm ²
1. Line Speed:	
- Process Section	: 1200 mm/m
- Thickness (mm)	: 0.3-0.4
2. Coil	
- Total Edge Section	: 1.20 - 1.20 mm
- Laser Edge Section	: 0.50 - 1.00 mm
- Edge Section	
- Laser Edge Section	: 0.50 - 1.00 mm
- Laser Edge Section	: 0.50 - 1.00 mm
3. Coil	
- Edge Section	
- Laser Edge Section	: 0.50 - 1.00 mm
- Laser Edge Section	: 0.50 - 1.00 mm
- Edge Section	: 0.50 - 1.00 mm
- Laser Edge Section	: 0.50 - 1.00 mm
- Edge Section	: 0.50 - 1.00 mm

2. Recoiling Line

Recoiling Line memproses *coil* dari TPM untuk pemeriksaan akhir yang dikehendaki konsumen. *Coil* diperiksa dimensinya, kerusakan permukaannya dan diminyaki bila dikehendaki konsumen. *Coil* dapat juga diratakan pinggirnya (pemotongan sisi) bila konsumen menghendaki.



Gambar 21. Proses *Recoiling Line*

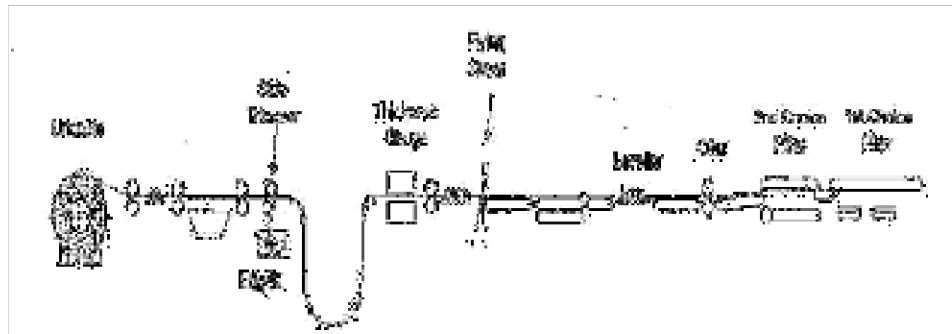
Spesifikasi *Coil Recoiling Line* Antara Lain

- Material	: Cold Rolled Strip
- Yield Strength	: 28 kg/mm ²
1. Line Speed :	
- Process Section	: 500 rpm
- Threading Section	: 20 rpm
2. Size :	
- Edge Width	: 2710 - 2800 mm
- Width	: 2500 - 2600 mm
- Thickness	: 1.00 - 1.250 mm
- Weight	: 2.500 mm/m ²
3. Roll :	
- Process Diameter	: 1.200 - 1.300 mm
- Roll Diameter	: 1.200 - 1.300 mm
- Roll Diameter	: 1.200 - 1.300 mm
- Roll Diameter	: 1.200 - 1.300 mm
- Roll Diameter	: 1.200 - 1.300 mm
- Roll Diameter	: 1.200 - 1.300 mm
- Roll Diameter	: 1.200 - 1.300 mm
4. Product Range :	
- Material	: Cold Rolled Strip
- Weight	: 2.500 mm/m ²
5. Line Thickness Range :	
- Edge Width	: 2710 - 2800 mm
- Width	: 2500 - 2600 mm
- Thickness	: 1.00 - 1.250 mm
- Weight	: 2.500 mm/m ²

3. *Shearing Line* (SHR)

Lini ini memproses *coil* dengan memotongnya menjadi lembaran-lembaran panjang tertentu. Pada proses ini, sisi lembaran baja juga dapat diratakan sesuai dengan keinginan konsumen. Selanjutnya, lembaran

diperiksa setelah pemotongan dan lembaran yang dimensinya tidak tepat dibuang.



Gambar 22. Proses Shearing Line

Spesifikasi *Coil Shearing Line* Antara Lain:

1. Spesifikasi:	
- Material	: Cold Rolled Steel
- Yield Strength	: 28 kg/cm ²
2. Line Speed:	
- Shearing Section	: 127 mm
- Piling Section	: 145 mm
- Thickening Speed	: 30 mm
3. Rollers:	
- Rollers Steel	: 10.48 - 32 mm
- Rollers Steel	: 550 - 1300 mm
- Rollers Steel	: 20.42 - 310 mm
- Rollers Steel	: 550 - 1300 mm
- Rollers Steel	: 1300 mm
4. Coil:	
- Rollers Steel	: 400 - 600 mm
- Rollers Steel	: 800 - 1000 mm
- Rollers Steel	: 20.4 Ton max
- Rollers Steel	: 1.8 kg
5. Parts:	
- Frame Steel	: 1.752 - 4200 mm
- Proping Rollers	: 200 mm max
- Proping Rollers	: 1.01 Ton max
- Steel	: 1.01 Ton max
6. Final Parts:	
- Panjang Pileudugan	: 7.52 - 4200 mm
- Tinggi Tumpukan	: 400 mm max
- Steel	: 1.01 Ton max

4. Slitting Line

Unit ini berfungsi untuk memotong *coil* dalam lebar yang tertentu. Sebuah *coil duns* menjadi beberapa buah *coil* dengan lebar tertentu tergantung pemesanan konsumen.

Spesifikasi proses *Slitting Line* antara lain:

- Material	: Coil Rolled Strip
- Yield Strength	: 28 kg/mm ²
1. Line Speed:	
- Shearing Section	: 250 rpm
- Tensioning Speed	: 20 m/min
2. Coil:	
- Entry: lebar	: 43 - 25 mm
tebal	: 0.5 - 1.200 mm
- Exit: lebar	: 0.2 - 2.5 mm
tebal	: 700 - 1250 mm
3. Coil:	
- Entry: Inner Diameter	: 600 - 900 mm
Outer Diameter	: 3000 mm
Berdil	: 23.4 Tons/meter
Sistem Isasi	: 18 kg
- Exit: Inner Diameter	: 600 mm max
4. For Slit Coil:	
- Outer Diameter	: 700 - 1100 mm
- Panjangkan Normal	: 20 mm untuk tebal 0.5 mm
	: 20 mm untuk tebal 0.6 mm
	: 20 mm untuk tebal 1 mm
	: 18 mm untuk tebal 1.5 mm
	: 12 mm untuk tebal 2 mm
5. For Slit Coil:	
- Outer Diameter	: 600 - 2500 mm
6. Line Tensioning:	
- Entry Uncoiling	: 3000 kg
- Exit Recoiling	: 9000 kg

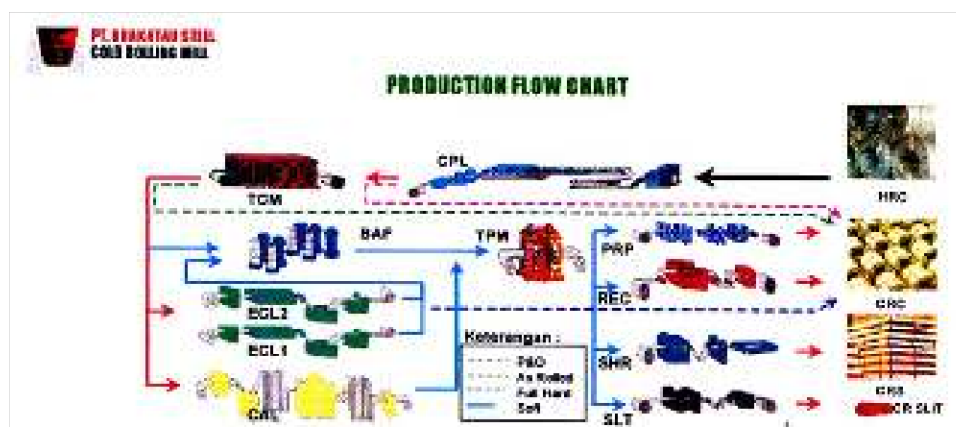
Pada saat berada di *Entry Section*, *coil* diangkat oleh *Coil car* dan dimasukkan ke *mandrel*. Kemudian *strip* dilewatkan ke bagian *Thickness Gage* yang sebelumnya juga melewati beberapa bagian. Pada saat itu *strip* diukur ketebalannya. Selanjutnya dilakukan pemotongan atau dibelah menjadi beberapa bagian sesuai dengan pesanan *customer*, pembelahan terjadi pada bagian *Geulottine Shear*, Pembelahan tidak dilakukan satu

persatu tapi dilakukan sekaligus, yakni *strip* langsung dibelah menjadi beberapa bagian, sedangkan proses tetap berjalan.

Pada *slitting line* ini, tidak terdapat penyambungan atau pengelasan karena proses ini berlaku untuk tiap-tiap *coil*. Setelah dilakukan pembelahan, *strip* tetap mempunyai kecepatan yang sama, tetapi antara belahan *strip* diberi pembatas. Kemudian belahan-belahan *strip* tersebut diberi *oil* untuk mencegah karat dan dilakukan penggulungan kembali pada *recoiling*. Hasil dari proses ini biasanya dibungkus dengan kertas khusus pelindung karat dan plat baja kemudian dikirim ke konsumen.

K. Fasilitas-Fasilitas Utama CRM

Unit utama produksi CRM terdiri dan 11 *line*. Setiap *line* produksi CRM mempunyai fungsi dan spesifikasi yang berbeda-beda. Jalur proses yang dilewati amat tergantung dengan jenis produk baja canai dingin yang akan dihasilkan. Adapun fasilitas utami di unit CRM adalah seperti gambar berikut:

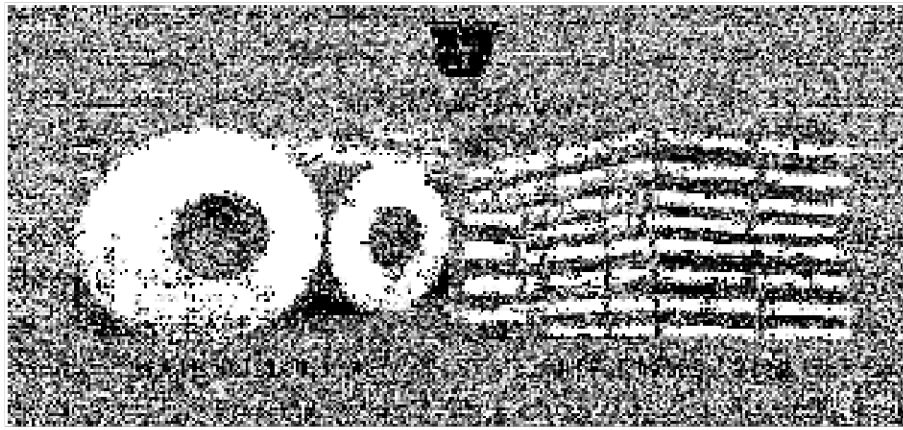


Gambar 23. Fasilitas Utama Pada Unit CRM

L. Spesifikasi Produk yang Dihasilkan

Output utama dan pabrik CRM ini terdiri dan dari macam bentuk, antara lain:

1. *Cold Roll Coil* (CRC), yang bentuk akhirnya berupa gulungan baja.
2. *Cold Roll Sheet* (CRS), bentuk akhirnya berupa lembaran-lembaran baja.



Gambar 24. Hasil Produk CRM: CRC dan CRS

Disamping kedua produk diatas, juga terdapat produk dengan nama HRPO (*Hot Rolled Pickled Oil*), yaitu produk yang hariya melewati proses CPL.

1. *Hot Rolled Pickled Oiled* (HRPO)

JIS G3131, SPHC, SPHD, SPHE, JIS 3116, SG255, JIS G3132, SPHT.

Kualitas	Ketebalan (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Kegunaan Akhir
HR1	1,80-6,00	600-1250	Coil (ID=610)	<i>Automotive Part Cold Rolled Tabung Elpiji</i>

Tabel 1. Spesifikasi Produk *Hot Rolled Pickled Oiled*

2. *Commercial Quality (CQ)*

JIS G.3141, SPCC SD, SII. No. 2451-89,

ASTM A.366, DIN 1623, ST 12.03

Kualitas	Ketebalan (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Kegunaan Akhir
CQ1	0.20-0.60	762- 1067	762- 4880	<i>Galvanize Soft Steel Strapping</i>
CQ2	0.20-3.00	762- 1300	762- 4880	<i>Automotive Body Bicycle Parts & Rim Building Material Cabinet Drum Electrical Appliance Galvalum Soft Galvanized Soft Office & Home Equipment Ornament Tubing/Pipe Pipe Special Ducting Steel Strapping Soft</i>
CQ3	0.20-3.00	762- 1300	762- 4880	<i>Automotive Parts General Purpose Stove</i>
CQ4	0.20-3.00	762- 1300	762- 4880	<i>Roll Type Writer</i>
CQ3EN	0.20-3.00	762- 1300	762- 4880	<i>Enamel Ware</i>

Tabel 2. Spesifikasi Produk *Commercial Quality*

3. *Drawing Quality (DQ)*

JIS G.3141, SPCD-SD, SII No.2451,

ASTM A.619, DIN 16623, ST 13.03

Kualitas	Ketebalan (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Kegunaan Akhir
DQ	0.40-3.00	762.1300	762-4880	<i>Automotive Parts (Exposed)</i>
				<i>Home Hold Electronic Application</i>

Tabel 3. Spesifikasi Produk *Drawing Quality*4. *Deep Drawing Quality (DDQ)*

JIS G.3141, SPCE-SD, SII No.2451-89.

ASTM A.620, DIN 1623, ST 14.03

Kualitas	Ketebalan (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Kegunaan Akhir
DDQ	0.40-3.00	762-1300	762-4880	<i>Automotive Parts (Unexposed) Electronic Machinery Parts</i>

Tabel 4. Spesifikasi Produk *Deep Drawing Quality (DDQ)*

5. *Tin Mill Black Plate* (TMBP)

JIS G3303-KSPB

Kualitas	Ketebalan (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Kegunaan Akhir
T2,5BA	0,20-0,60	762-1050	Coil (ID-508)	<i>Beverage Can</i>
T3BA				<i>Food Can</i>
T4CA				<i>General Fan</i>

Tabel 5. Spesifikasi Produk *Tin Mill Black Plate* (TMBP)

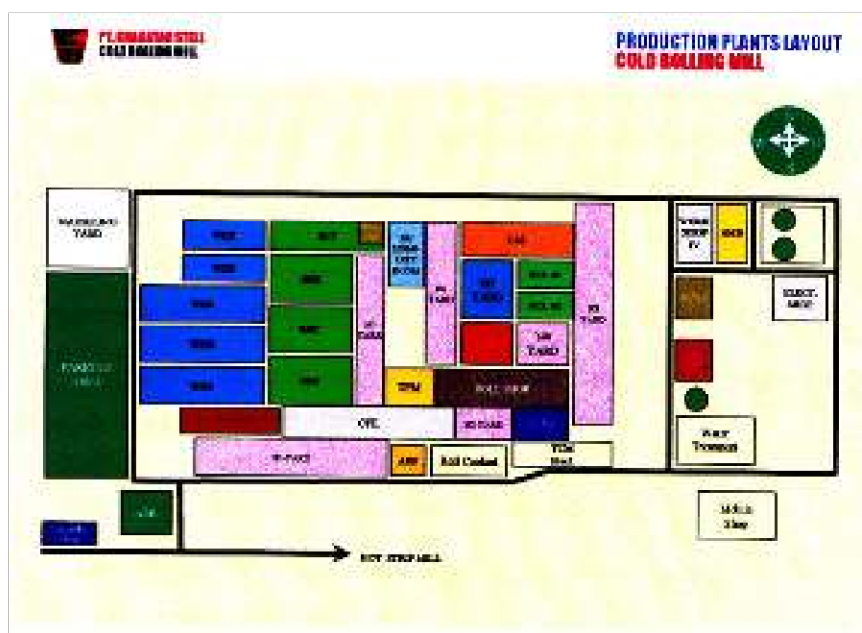
Sedangkan jika berdasarkan ukurannya, *output* CRM bisa dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

1. *Lite*, yaitu baja dengan ukuran ketebalan 0,2 mm, dengan kapasitas produksi 500 ton/*shift*
2. *Medium*, yaitu baja dengan ukuran ketebalan 0,21-0,59 mm, dengan kapasitas produksi 700 ton/*shift*
3. *Heavy*, yaitu baja dengan ukuran ketebalan 0,6 mm ke atas, dengan kapasitas produksi 700 ton/*shift*.

Pembuatan produk akhir CRM ini tergantung pada keinginan konsumen, jadi tidak tetap per bulannya berapa harus membuat CRC dan berapa harus membuat CRS.

M. Tata Letak Fasilitas Produksi CRM

Unit *Cold Rolling Mill* terletak di wilayah utara kawasan industri PT. Krakatau Steel, dimana bagian selatannya adalah *Hot Strip Mill* (HSM) yang produknya *Hot Rolled Coil* dimana produk ini merupakan bahan baku unit *Cold Rolling Mill*. Tata letak unit *Cold Rolling Mill* adalah sebagai berikut:



Gambar 25. Tata Letak Fasilitas Produksi CRM

BAB IV
PROSES PRODUKSI UNIT CONTINUOUS TANDEM COLD MILL
(CTCM)

A. Pengertian Proses Produksi

Proses merupakan metode/teknik tentang bagaimana mengubah *input* (bahan baku, mesin / peralatan, dan modal) menjadi *output* yang diharapkan. Sedangkan produksi merupakan suatu kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber atau faktor-faktor produksi (bahan baku, tenaga kerja, mesin-mesin dan modal) yang tersedia menjadi barang atau jasa dan mempunyai kegunaan yang lebih baik/tinggi. Barang yang diproduksi ini dibuat berdasarkan kebutuhan konsumen.

B. Tipe Proses Produksi

Ada dua tipe proses produksi, yaitu:

1. Proses produksi kontinyu (*conhinous process*), yaitu proses produksi yang berjalan secara terus-menerus.
2. Proses produksi yang terputus-putus (*intermitten*).

Ciri-ciri proses produksi kontinyu adalah sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan biasanya berjumlah sangat besar dan bervariasi dan sudah distandarisasi.
2. Cara penyusunan mesin atau peralatan biasanya berdasarkan kerja dari produk yang akan dihasilkan.

3. Mesin yang digunakan untuk proses produksi adalah mesin yang bersifat khusus.
4. Jenis mesin yang biasanya digunakan adalah mesin otomatis dan mesin semi otomatis, sehingga pengaruh operator terhadap produk yang dihasilkan kecil sekali.
5. Proses produksi yang kontinyu memerlukan perawatan yang khusus dan mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang banyak.
6. Variasi produk kecil, maka job strukturnya sedikit dan jumlah tenaga kerja tidak terlalu banyak.
7. Apabila terjadi kerusakan pada salah satu mesin produksi, maka proses produksi akan terhenti.

Proses Produksi yang diterapkan dipabrik pengerolan baja lembaran dingin adalah proses produksi secara kontinyu.

Ciri-ciri proses produksi *intermitten* adalah sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan biasanya berjumlah sedikit / kecil dengan variasi produk yang besar dan biasanya berdasarkan pesanan (order).
2. Proses produksi menggunakan cara berdasarkan fungsi produksi atau peralatan yang sama dikelompokkan pada suatu tempat.
3. Mesin yang digunakan bersifat umum, maka mesin dapat digunakan untuk memproduksi berbagai jenis produk.
4. Operator perlu mengetahui tentang mesin tersebut dan mempunyai keterampilan yang baik.

5. Variasi produk yang banyak akan berpengaruh terhadap pekerjaan yang bermacam-macam, menyebabkan kesulitan mengadakan kontrol atau pengawasan.
6. Seringkali terjadi pemindahan barang bolak-balik, sehingga memerlukan ruangan yang cukup besar.
7. Proses produksi tidak terhenti meskipun terdapat kerusakan pada salah satu mesin produksi.

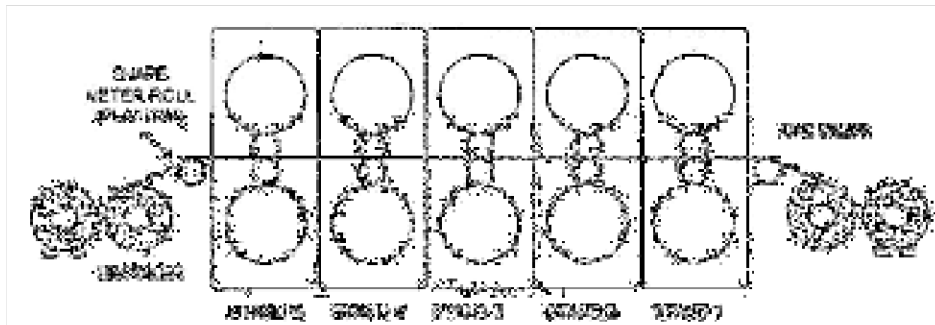
C. Gambaran Umum CTCM

Lini produksi ini bertujuan untuk menipiskan baja lembaran atau *strip* yang sudah dibersihkan di unit sebelumnya yaitu *Continuous Pickling Line* (CPL) untuk mencapai ketebalan yang diinginkan. Ketebalan *strip* minimum yang biasa dicapai disini yaitu setebal 0,18 mm. Peralatan ini dikontrol melalui komputer dengan kecepatan *rolling* maksimum 1980 m/menit dan dapat menipiskan baja lembaran maksimum sampai 92%. Pada CTCM terdapat 4 ruang kontrol yaitu ruang kontrol *entry*, ruang kontrol *welder* (pengelasan), ruang kontrol *rolling* (pengerolan), ruang control *exit*.

Pengerolan di CTCM menggunakan sistem empat tingkat *roll*, dimana lembaran *coil* yang tipis menjadi lebih tipis lagi. Untuk meningkatkan hasil yang lebih berkualitas, pada CTCM *roll* disusun secara seri, sebanyak lima tahapan atau lima *stand*.

CTCM terdiri dari lima *stand mill* dan masing-masing *stand* mempunyai empat buah *roll*. Keempat *roll* baja tersebut masing-masing

terdiri dari dua *roll* utama (*Work Roll*) dan dua roll pendukung (*Back Up Roll*).



Gambar 26. Stand Mill di CTCM

Sebelum diupgrade (dirubah) ke sistem kontinyu sistem pengerolan di menganut sistem *coil to coil* artinya dalam satu proses pengerolan hanya untuk mengerol satu *coil* saja. Karena menggunakan sistem *coil to coil* kapasitas produksi TCM terbatas, sehingga membutuhkan sebuah terobasan baru untuk meningkatkan kapasitas produksi TCM. Pada tahun 2002 unit produksi TCM merubah sistem *coil to coil* ke sistem *kontinyu* dengan menambalikan bagian *looper* pada TCM sehingga TCM berubah menjadi *Continuous Tandem Cold Mill (CTCM)*.

Keuntungan dan perubahan TCM ke *Continuous Tandem Cold Mill (CTCM)* adalah:

1. Kapasitas produksi *Cold Rolled Coil* pada TCM mengalami peningkatan.
2. Mutu *coil* yang diproses lebih baik, karena seluruh proses reduksi ketebalan (melalui pengerolan) dilakukan langsung pada satu proses.
3. Penambahan dan pengurangan kecepatan tiap *coil* nya hanya terjadi satu kali (mengurangi kemungkinan putusnya lembaran).

4. Waktu yang terbuang dapat dikurangi karena proses pengerolan terjadi secara terus menerus.

D. Bahan Baku Proses Produksi

Pada unit produksi *Continuous Tandem Cold Mill* (CTCM) bahan baku yang digunakan adalah *Hot Rolled Coil* (HRC) dengan kadar karbon 0,12 % maks. yang sebelumnya sudah dibersihkan skalanya pada unit *Continuous Pickling Line* (CPL) dengan cara mekanik dan kimiawi dengan spesifikasi ukuran di bawah ini:

1. Ketebalan *Strip* : 1,8 - 6,0 mm
2. Lebar *Strip* : 600 - 1300mm
3. Diameter dalam *coil* : 610 mm
4. Diameter luar *coil* : 1000 - 2000 mm
5. Berat : max. 23,4 ton

Bahan Baku berupa *Hot Rolled Coil* (HRC) yang dipakai di *Cold Rolling Mill* (CRM) semuanya berasal dari Pabrik Baja Lembaran Panas (*Hot Strip Mill*). Jadi Divisi *Cold Rolling Mill* (CRM) memperoleh bahan baku HRC (N1) pabrik HSM PT Krakatau Steel. Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku HRC, Divisi CRM mempunyai gudang penyimpanan HRC (N1). Gudang ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara *Hot Rolled Coil* (HRC) sebelum digunakan dan juga sebagai tempat menyimpan cadangan HRC, hal ini dikarenakan untuk menjaga jika tiba-tiba terjadi masalah di bagian produksi *Hot Strip Mill* (HSM) sehingga *Hot Rolled Coil* tidak dapat

diproduksi, sehingga dengan adanya cadangan NRC tersebut proses produksi di CRM masih dapat berjalan.



Gambar 27. HRC yang sudah melalui proses di CPL

E. Hasil Produksi CTCM

Hasil Produksi CTCM adalah *Cold Rolled Coil* (CRC) dibedakan berdasarkan ukuran ketebalan yang dihasilkan, *output* CTCM bisa dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. *Lite gage*, yaitu baja dengan ukuran ketebalan 0,18 - 0,2 mm
2. *Medium gage*, yaitu baja dengan ukuran ketebalan 0,21-0,59 mm
3. *Heavy gage*, yaitu baja dengan ukuran ketebalan 0,6 mm - 3,0 mm

Pembuatan produk akhir CTCM ini tergantung pada keinginan konsumen, jadi tidak tetap per bulannya berapa harus membuat *Cold Roled Coil* (CRC). Tetapi rata-rata kapasitas produksi CTCM adalah :

907.575 MT/tahun : 64.830 coil/tahun

75.630 MT/bulan : 5400 coil/bulan

1000 MT/*shift* : 70 coil/*shift*

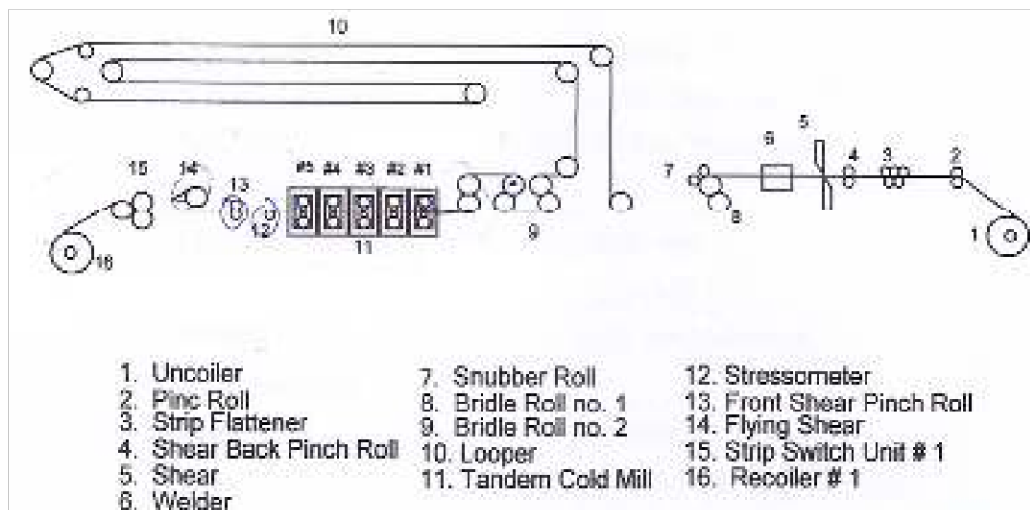
Hasil dari produksi CTCM adalah *Cold Rolled Coil* (CRC) yang mempunyai sifat keras dan getas sebagai akibat proses pengerolan dingin yang terjadi, karena hal tersebut CRC hasil CTCM perlu diproses lebih lanjut untuk mengembalikan sifat dan karakteristik strukturnya pada unit produksi *Batch Annealing Furnace* (BAF), dan *Continuous Annealing Line* (CAL) (proses lanjut ini tergantung dad permintaan konsumen). Tetapi ada juga CRC yang langsung digunakan konsumen tanpa memerlukan proses lanjut, contohnya adalah bahan baku pembuatan atap seng yang disebut *full hard* pada *Blue Scope Steel* Indonesia (BSI).



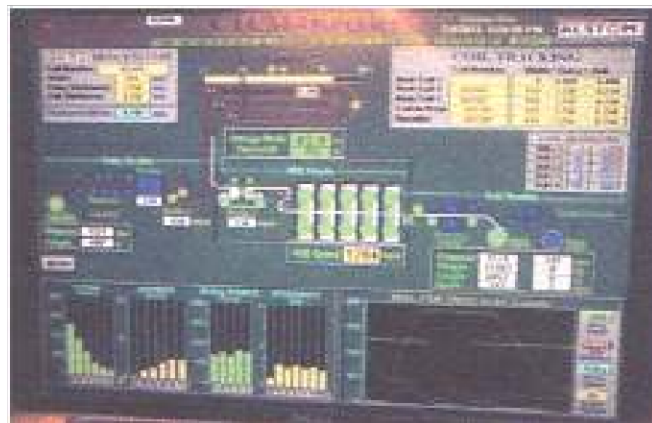
Gambar 28. CRC Hasil Proses CTCM



Gambar 29. Mill Stand Continuous Tandem Cold Mill (CTCM)



Gambar 30. Alur Proses Produksi Continous Tandem Cold Mill



Gambar 31. CTCM Control Overview

F. Spesifikasi dan Fasilitas CTCM

1. Material : *Hot Rolled Pickled Coil* dengan Karbon 0,12 maks
2. Ketebalan *strip*
 - Entry* : 1,80 – 6 mm
 - Delivery Side* : 0,18 – 3 mm
3. Lebar *Strip* : 600 – 1300 mmm

4. Ukuran *Coil*
- Entry side ID* : 610 mm
- Entry side OD* : 1000 - 2000 mm
- Delivery side ID* : 508 mm
- Delivery side OD* : 1000 - 2000 mm
5. Berat *Coil* : 23,4 MT (Maksimum)
6. Karakteristik utama
- Kecepatan *rolling* maksimum : 1980 mpm
- Tenaga *rolling* maksimum : 2500 MT
- Tekanan : 215 bar (Maksimum)
7. Motor penggerak
- Stand 1* : 2x 1900kW=3800 kW
- Stand 2-5* : 3x1900kW = 5700 kW
- Tension reel = tension strip max.* : 8,8 MT
- (pada kecepatan maksimum mill)
8. *Work Roll OD* : 510-585mm
9. *Back Up Roll OD* : 1270-1400mm
- Rasio pengurangan ketebalan : 92 % (maksimum)
10. Kapasitas Mill
- 907.575 MT/Tahun : 64830 coil/tahun
- 75.630 MT/bulan : 5400 coil/bulan
- 1000 MT/*shift* : 70 coil/*shift*

G. Peralatan Unit CTCM

Fungsi serta kegunaan dari masing-masing komponen:

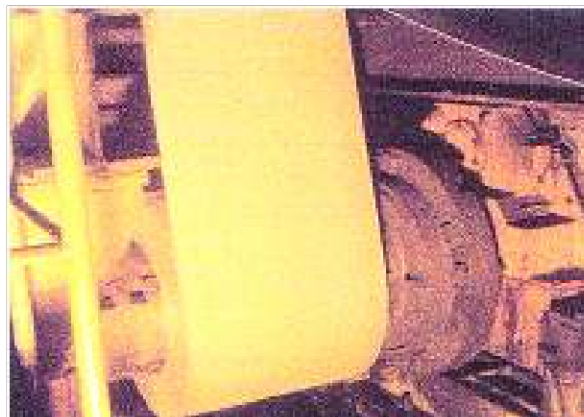
1. Entry Area

- a. *Entry Conveyor*, conveyor yang berfungsi mengantarkan *strip* dari gudang penyimpanan NRC (N2) ke *preparation mill*.



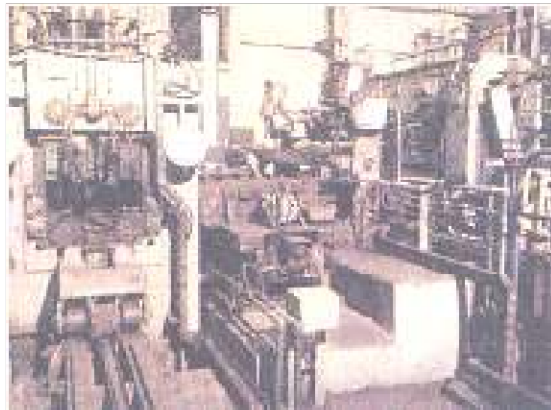
Gambar 32. Entry Conveyor CTCM

- b. *Coil Car Entry*, berfungsi mengantar dan memposisikan *coil* dan *entry conveyor low drag uncoiler* untuk masuk keproses *uncoil*.
- c. *Drag Uncoiler*, berfungsi membuka *coil* dan berupa gulungan menjadi yang siap digunakan untuk proses selanjutnya.



Gambar 33. Uncoiler CTCM

- d. *Pinch Roll Entry*, berfungsi menahan ujung *strip* sebelum memasuki proses perataan *strip* terdiri dari 1 buah *bottom* dan 1 buah *top roll*
- e. *Flattener*, berfungsi untuk meratakan *strip* karena setelah melalui proses *uncoiler* biasanya masih agak kaku dan bergelombang. Terdiri dari 3 buah *top roll* dan 2 buah *bottom roll*.



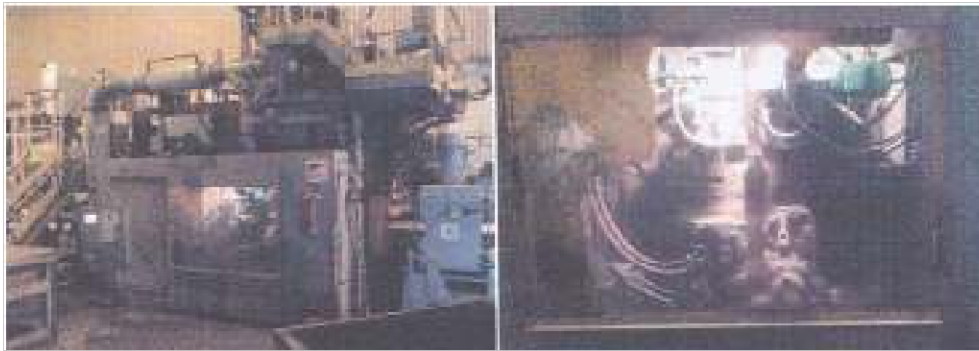
Gambar 34. Flattener CTCM

- f. *Shearback Pinch Roll*, berfungsi memegang/menjepit *strip* agar *strip* bisa dipotong pada *head end* nya. Terdiri dan 1 buah *bottom* dan 1 buah *top roll*.
- g. *Shear*, berfungsi untuk memotong ujung *strip* untuk memudahkan proses pengelasan.



Gambar 35. Shear CTCM

- h. *Welder*, merupakan proses pengelasan yang menjadi penyambungan *strip*, belakang (*tail end*) *coil* sebelumnya dengan *strip* depan (*head end*) *coil* yang akan diproses.



Gambar 36. Welder CTCM : Mesin Welder dan Proses Welder

- i. *Briddle*, Ini merupakan alat yang berfungsi sebagai penjaga tegangan (*stress*) pada *strip* sebelum menuju *looper* agar tidak patah saat di *looper* dan juga dapat mengurangi *speed* dan *tension*.



Gambar 37. Briddle 1 CTCM

2. Looper Area

- a. *Looper*, merupakan area tempat penyimpanan *strip* yang membuat seluruh sistem TCM menjadi terus-menerus (*continue*).
- 1) *Entry Steering Looper*, *roll set* yang berfungsi memposisikan *strip* pada *center line looper*.

- 2) *Middle Steering Looper*, sama seperti *entry steering looper* tapi posisinya dibagian tengah *looper*.
- 3) *Exit Steering Looper*, sama juga seperti *entry steering looper* tapi posisinya menuju *bridle 2*.



Gambar 38. *Looper CTCM* : (a) kereta *looper* dan (b) strip saat di *looper*

- b. *Deflector Roll to Briddle 2*, berfungsi membelokkan *strip* dan posisi vertikal ke horizontal.
- c. *Briddle 2*, fungsi sama dengan *bridle 1*, bedanya terletak setelah *looper* saat akan menuju *mill*.



Gambar 39. *Briddle 2 CTCM*

- d. *Entry Tandem Steering*, fungsinya posisikan *strip* pada *center line mill*.

3. Mill Area

- a. *Three Roll*, berfungsi memegang *strip* sebelum *strip* menjalani proses reduksi/penipisan di *mill*.
- b. *Mill*, merupakan proses penipisan *strip* dengan cara *strip* masuk menuju *stand* satu sampai lima dengan besar reduksi yang berbeda beda pada setiap *stand*. Bagian *mill stand* semacam garis besar terdiri dari:

1) *Work Roll*

Jenis *roll* ini berfungsi untuk mereduksi *hot rolled strip* karena kontak secara langsung dengan *strip*. Pengaturan *work roll* oleh *roll force hydraulic cylinder* sangat menentukan besarnya *reduction ratio*, dimana untuk sepasang *work roll* pada setiap *stand* berbeda, disamping itu pengaturan *bending work roll* oleh *hydraulic block* akan membantu permukaan *strip*. Cacat pada *work roll* harus dikontrol karena akan menghasilkan cacat permukaan *strip*. Material yang digunakan adalah *Alloyed Forged Steel*.



Gambar 40. Work Roll

2) *Back up Roll*

Roll ini berfungsi untuk menahan *work roll* dan mentransfer *rolling force* pada *work roll*, dimana untuk setiap stand terdapat sepasang *back up roll*. *Back up roll* didukung oleh *back up roll chucks* yang berfungsi untuk mensuplai *oil* untuk pelumasan. Material yang digunakan untuk *back up roll* adalah *Alloyed Cast Steel*.



Gambar 41. *Back Up Roll*

3) Motor Penggerak DC

Motor inilah yang digunakan untuk memutar *work roll* yang masing-masing *stand* memiliki *rolling speed* berbeda. Perbedaan ini diakibatkan oleh terjadinya reduksi ketebalan sehingga diperlukan pengakomodasian kecepatan *roll*.

Karakteristik Utama

- *Max Rolling Speed* : 1980 rpm
- *Max Rolling Force* : 2500 metrin Ton
- : 1250 MT / side

- *Working Pressure* : 215 bar max

Daya Motor:

- <i>Stand 1</i>	: 2 x 1900 KW	= 3.800 KW
- <i>Stand 2</i>	: 3 x 1900 KW	= 5.700 KW
- <i>Stand 3</i>	: 3 x 1900 KW	= 5.700 KW
- <i>Stand 4</i>	: 3 x 1900 KW	= 5.700 KW
- <i>Stand 5</i>	: 3 x 1900 KW	= 5.700 KW

Total Daya = 26.600 KW

Akselerasi : 2.5 m/s²

Tension Rell : 8.8 MT



Gambar 42. *Mill Stand CTCM*

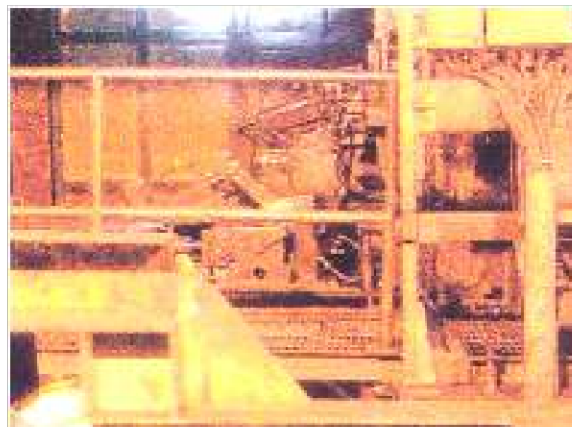
c. *Interstand Area*

Interstand Area adalah *area* di antara 2 *stand* yang terdiri dan:

- 1) *Damming Roll*, berpasangan dengan *tensiometer roll* berfungsi mengukur tegangan *strip* pada *interstand*.
- 2) *Thickness Gauge*, berfungsi mengukur ketebalan *strip*, hanya terdapat pada *stand 1* dan *stand 5*.

4. Exit Area

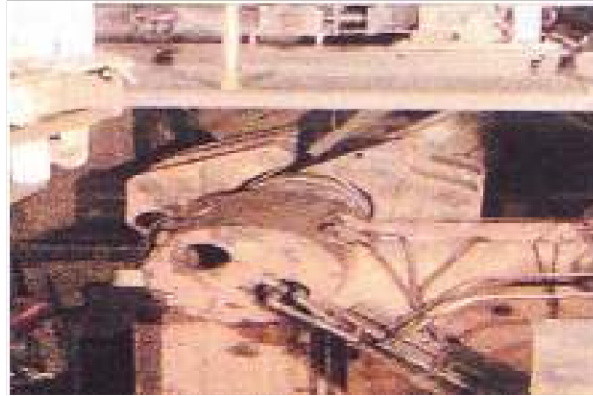
- a. *Stresso Meter Roll*, berfungsi sebagai pengukur tegangan pada *strip* setelah keluar dari *stand 5* sebagai referensi data untuk perbaikan *shape strip* dengan mengkoreksi *flow coolant*, *bending* dan *tilting*.
- b. *Anti Bending Roll*, bekerja berpasangan dengan *stresso meter roll* sebagai pemegang *strip* agar akurasi pengukuran *tension strip* terjaga.
- c. *Front Shear Pinch Roll*, berfungsi menjepit memegang *strip* agar *strip* mudah dipotong (bekerja hanya pada saat *strip* dipotong)
- d. *Flying Shear*, berfungsi motongan *strip* setelah keluar dari *mill*.



Gambar 43. *Flying Shear* CTCM

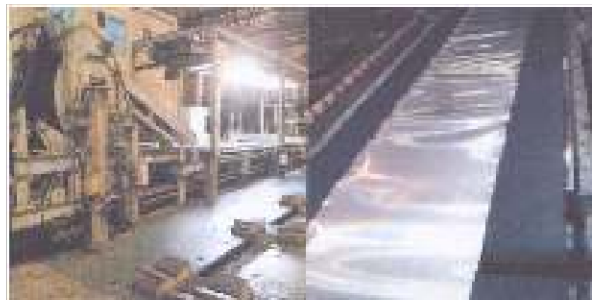
- e. *Pinch Roll Switch*, berfungsi memegang *strip* sebelum *strip* digulung di *Tension Reel*
- f. *Tension Reel 1* dan *Tension Reel 2*, merupakan alat yang digunakan untuk proses penggulungan kembali *strip* yang telah *dirol* menjadi *coil* kembali. (bekerja semacam bergantian saat *Tension Reel 1* masih menunggu proses pengangkatan *coil* setelah proses pemotongan *strip* selesai, *Tension Reel 2* mengambil alih proses penggulungan *strip*)

begitu juga sebaliknya, hal ini dikarenakan proses pengerolan yang terjadi secara kontinyu).



Gambar 44. TR (*Tension Reel*) CTCM

g. *Inspection*, merupakan proses pengecekan *strip*, apakah terjadi cacat pada *strip* atau tidak.



Gambar 45. *Inspection* CTCM : Proses Inspeksi Dan *Strip* Yang Diinspeksi

H. Mur Proses CTCM

Secara garis besar alur proses yang dilakukan di CTCM dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Bagian Masuk (*Entry Section*)

Pada bagian ini bahan balai HRC yang sudah melalui proses pembersihan *scale* pada CPL dan disimpan di gudang sementara (N2) diangkut dengan *overhead crane* untuk ditempatkan diatas *conveyor* dan

dibawa ke bagian *preparation mill* untuk ditimbang. NRC yang sudah ditimbang diangkat menggunakan *entry coil car* untuk dibuka gulungannya pada *drag uncoiler*. HRC yang sudah berupa *strip* masuk ke *flattener* untuk diratakan terlebih dahulu karena biasanya *strip* yang telah melewati proses *uncoiler* masih kaku dan bergelombang. Setelah diratakan *strip* akan dijepit atau ditahan oleh *shear back pinch roll* untuk kemudahan dipotong ujungnya oleh *shear*. Proses selanjutnya adalah penyambungan dengan metode las dengan menggunakan arus DC, melalui *clamping die head* dan *tail strip* diberi muatan positif dan negatif. Pada saat kedua kutub didekatkan terjadi aliran listrik (arus) dan karena ada tahanan (*strip*) timbul panas, dan panas yang timbul tersebut selanjutnya digunakan untuk pengelasan. Akibat proses pengelasan terdapat lapisan yang menonjol tidak diinginkan karena dapat mengganggu proses pengerolan di *mill stand*, dengan menggunakan *flash trimmer* bagian yang menonjol tersebut dikikis.

Pengikisan dilakukan oleh *flash trimmer* secara bertingkat menggunakan insertit (terdiri dan pahat bertingkat) yang dipegang oleh *clamping die*, proses pengikisan ini dilakukan pada permukaan atas dan bawah *strip*. Setelah proses pengelasan selesai *strip* akan memasuki area *looper*, *looper* merupakan area tempat penyimpanan *strip* yang membuat seluruh sistem TCM menjadi terus-menerus (*continue*).



Gambar 46. *Entry Section Display CTCM*

2. Bagian pengerolan (*Mill Section*)

Bagian ini adalah bagian utama dan CTCM dimana *strip* akan di reduksi ketebalannya. Pengerolan di CTCM menggunakan sistem empat tingkat *roll* yang terdiri dari 2 buah *work roll* dan 2 buah *back up roll* yang digerakkan oleh motor penggerak DC, untuk meningkatkan hasil reduksi dan pengerolan yang lebih berkualitas, *roll* pada CTCM disusun secara seri, sebanyak lima tahapan atau lima *stand*. Pada setiap *stand* terjadi reduksi atau pengurangan ketebalan yang berbeda beda.

Pada proses pengerolan tersebut menghasilkan uap panas saat melakukan pendinginan maupun lubrikasi uap panas tersebut dapat menyebabkan terjadinya *water carries offer*, yaitu tetesan uap air yang terjadi pada saat pengerolan, dan dapat menimbulkan cacat pada produk. Oleh karena itu uap panas hasil lubrikasi tersebut di serap oleh *fog exhaust* yang ada pada masing-masing *stand* (*stand 1 - stand 5*). Uap panas dari masing-masing stand diserap ke atas maupun bawah melalui cerobong *fog exhaust*. Karena cerobong *fog exhaust* terdapat pada bagian atas dan

bawab pada setiap *stand*. Setelah itu uap panas tersebut diserap ke atas oleh *fan* yang digerakkan oleh motor listrik melalui transmisi *belt pulley*. Kemudian uap panas tersebut disemprot air agar uap panas yang akan dibuang benar benar bersih.



Gambar 47. *Rolling Display CTCM*

3. Bagian Keluar (*Exit Section*)

Bagian keluar (*exit section*) terdiri dan *stressmo meter*, *anti bending roll*, *Front Shear Pinch Roll*, *Flying Shear*, *Pinch Roll Switch*, *Tension Reel 1* dan *Tension Reel 2*, *Exit Coil Car*, dan *Exit Walking Beam Conveyor*, Strip yang sudah diproses di 5 mill stand pengerolan CTCM akan melewati *stressmo meter* untuk diukur *tension* nya (tegangan tank) selanjutnya *strip* akan digulung atau di *recoil* oleh *tension reel 1* atau *tension reel 2* dengan bantuan *Pinch Roll Switch* yang berfungsi memegang atau menjepit strip sebelum digulung. Pada bagian keluar ini ada *strip* yang langsung dipotong sebagian dan dipakai untuk proses inspeksi untuk mengetahui hasil dari pengerolan apakah terdapat cacat prodok atau tidak Setelah *tail out strip* dipotong dan *coil* diikat, *coil*

ditempatkan di *conveyor* dan selanjutnya diangkat oleh *over head crane* ke gudang N-3. Disini *coil* menunggu proses selanjutnya yang dapat berlangsung di *Batch Annealing Furnace*, *Electrolic Cleaning Line*, di *continuous Annealing Line* atau ada yang langsung memasuki area pengepakan untuk langsung dikirim ke konsumen.



Gambar 48. *Exit Section Display CTCM*

I. Reduksi pada Setiap *Mill Stand* CTCM

Sesuai dengan fungsi utamanya sebagai perangkat pereduksi atau menipiskan baja lembaran mengginakan 5 *mill stand*.

Pengerolan di CTCM menggunakan sistem empat tingkat *roll*, dimana lembaran *coil* yang tipis dapat di *roll* menjadi lebih tipis lagi. Untuk meningkatkan hasil yang lebih berkualitas, pada CTCM *roll* disusun secara seri, sebanyak lima tahapan atau lima *stand*. Karena setiap *stand* terdapat reduksi yang berbeda-beda. Perbedaan reduksi pada setiap *mill stand* sangat dipengaruhi dan ketebalan akhir *strip* yang diinginkan dan ketebalan awal

strip. Berikut ini data variasi reduksi pada setiap *mill stand* dengan ketebalan awal dan akhir *strip* yang berbeda:

Coil Number	432891	
Widht	1235 mm	
Jenis Proses	Heavy gage	
Entry Thickness	4,5 mm	
Exit Thickeness	1,619 mm	Total Reduksi = 64 %
Thickness Pas Stand #1	3,56 mm	Reduksi = 21 %
Thickness Pas Stand #2	2,66 mm	Reduksi = 27 %
Thickness Pas Stand #3	2,059 mm	Reduksi = 23 %
Thickness Pas Stand #4	1,663 mm	Reduksi = 18 %
Thickness Pas Stand #5	1,619 mm	Reduksi = 3 %

Tabel 6. Reduksi tiap mill stand coil nomor 432891

Coil Number	434999	
Widht	1235 MM	
Jenis Proses	Medium Gage	
Entry Thickness	2m25 mm	
Exit Thickeness	0,60 mm	Total Reduksi = 73 %
Thickness Pas Stand #1	1,649 mm	Reduksi = 25 %
Thickness Pas Stand #2	1,125 mm	Reduksi = 30 %
Thickness Pas Stand #3	0,825 mm	Reduksi = 26 %
Thickness Pas Stand #4	0,627 mm	Reduksi = 28 %

Thickness Pas Stand #5	0,60 mm	Reduksi = 2 %
------------------------	---------	---------------

Tabel 7. Reduksi Tiap *Mill Stand Coil* Nomor 434999

Coil Number	435511	
Widht	930 mm	
Jenis Proses	Lite Gage	
Entry Thickness	2 mm	
Exit Thickeness	0,2 mm	Total Reduksi = 90 %
Thickness Pas Stand #1	1,4 mm	Reduksi = 30 %
Thickness Pas Stand #2	0,792 mm	Reduksi = 34 %
Thickness Pas Stand #3	0,437 mm	Reduksi = 45 %
Thickness Pas Stand #4	0,255 mm	Reduksi = 42 %
Thickness Pas Stand #5	0,2 mm	Reduksi = 26 %

Tabel 8. Reduksi Tiap *Mill Stand Coil* Nomor 435511

Pada jenis pengerolan *lite gage* kelima *mill stand* berfungsi sebagai pereduksi atau pengurangan ketebalan, sedangkan pada pengerolan *heavy gage* proses reduksi atau pengurangan ketebalan hanya terjadi pada *mill stand* 1-4 saja, sedangkan pada *mill stand* 5 reduksi terjadi sangat kecil karena pada pengerolan *heavy gage mill stand* 5 mempunyai tugas khusus untuk menghasilkan kekasaran atau *roughness* pada lembaran *strip*. *Work roll* yang dipakai juga khusus yaitu *workroll* yang sudah melewati proses *shot blast* (penembakan material yang berukuran sangat kecil dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dan *work roll* untuk menghasilkan tingkat kekasaran tertentu pada *work roll*) pada *roll shop*.

Pada proses pengerolan ada beberapa parameter yang sangat berpengaruh terhadap proses reduksi ketebalan *strip* dalam produksi, yaitu:

1. Tegangan *Tank (Tension)*

Tegangan tarik dibutuhkan untuk menarik *strip* agar deformasi plastis yang terjadi ke arah memanjang dan tidak ke arah melebar (mencegah terjadinya *spreading*).

2. Gaya Pengerolan (*Rolling Force*)

Gaya Pencanaian diperlukan untuk memberikan deformasi plastis berupa pengurangan tebal *strip*. Gaya pencanaian ini sangat berkaitan dengan tarik. Apabila kita memerlukan gaya pencanaian yang besar maka akan terjadi *necking* atau lebar yang berkurang sepanjang *strip*.

3. Gaya Tekuk (*Bending Force*)

Bending yang diberikan oleh *Hydraulic Blocks (Plunyer Type Hydraulic Cylinder)* berpengaruh terhadap melenturnya *work roll*. Dengan *bending force* kita bisa mengatur distribusi tekanan pada permukaan *strip*. Hal ini diperlukan untuk mengatasi cacat bentuk, seperti bentuk *strip* yang bergelombang (*Wavy* dan *Buckle*).

4. Lengkungan Permukaan (*Crown*)

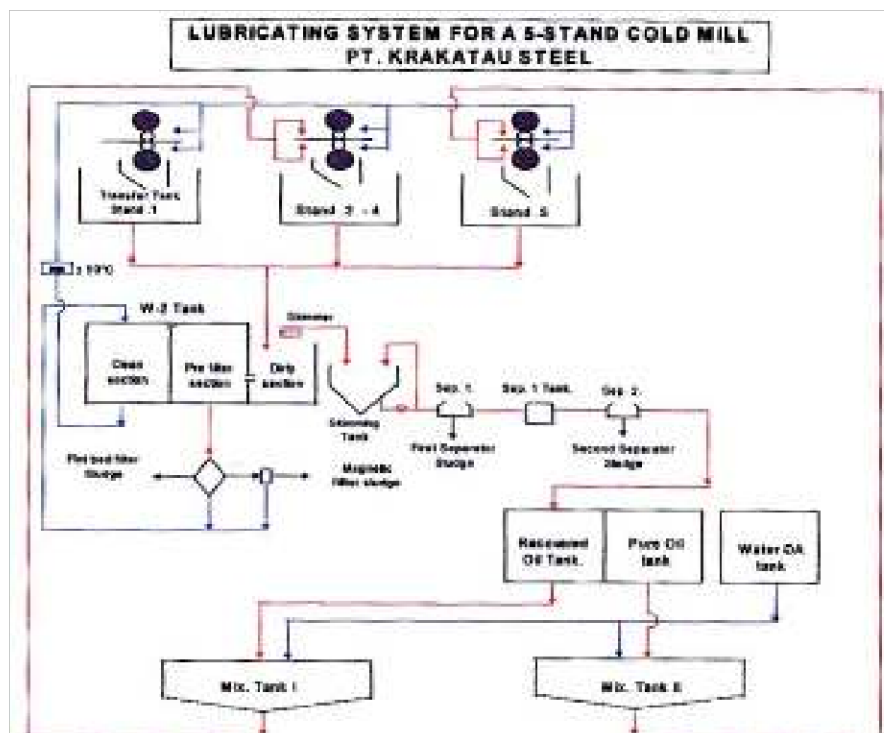
Crown atau kecembungan *roll* kerja dapat disebabkan oleh panas (*thermal crowning*), yaitu karena panas yang tinggi, yang timbul selama proses reduksi. Selain itu dapat juga disengaja untuk membantu bending dalam mengatasi cacat. Penggunaan *crown* pada reduksi tergantung pada ketebalan dan lebar *strip*.

5. Roll Coolant dan Lubrications

Roll Coolant dan *Lubrications* Berfungsi untuk pendinginan dan sekaligus juga pelumasan *roll* dan *strip* sebagai akibat panas yang timbul, yang disebabkan oleh gaya gesek yang sangat besar antara *strip* dengan sepasang *work roll*.

J. Roll Coolant dan Lubrications

Berfungsi untuk pendinginan dan sekaligus juga pelumasan *roll* dan *strip* sebagai akibat panas yang timbul, yang disebabkan oleh gaya gesek yang sangat besar antara *strip* dengan sepasang *work roll*.



Gambar 49. Diagram Sistem Lubrikasi *Stand* CTCM

Beberapa bagian utama beserta fungsinya dari sistem ini, yaitu:

1. Transfer Tank

Tangki ini berfungsi untuk menampung *oil* dan air serta *sludge* yang didapat dari masing-masing *stand*.

2. W_2 Tank .

Pada tangki ini terdapat tiga bagian, yaitu:

- a. Bagian pertama untuk menampung oli, air dan *sludge* yang diperoleh dari tangki transfer. Dengan menggunakan prinsip perbedaan bentuk jenis, maka oli yang berada diatas dialirkan ke separator 1 dengan menggunakan pompa. Setelah mengalami proses pemisahan oli dengan campuran lain yang mungkin masih terkandung, kemudian dialitkan ke separator 2. Dengan mengalami proses yang sama seperti di separator 1, hasil dari separator 2 ini lalu dialirkan ke *recovery tank* yang selanjutnya bisa digunakan untuk pelumasan lagi.
- b. Pada bagian kedua berisi tumpahan air dan *sludge* yang selanjutnya dialirkan oleh *filtration pump* masuk di *flat bed silter*. Di bagian ini terdapat semacam membran penyaring yang akan menyaring kotoran kasar. Sehingga air yang berada di bagian bawah membran tersebut adalah bersih dan dialirkan ke tangki ketiga. Akan tetapi permukaan yang paling bawah dari *flat bed filter*, air masih bercampur dengan kotoran halus yang kemudian dipisahkan dengan air oleh magnetic filter langsung dialirkan ke tangki bagian 3.
- c. Pada Tangki bagian ketiga ini berisi air bersih hasil dan proses penyaringan di *flat bed filter* dan *magnetic filter*.

3. Recovery Tank

Pada tangki ini berisi *oil* hasil proses *recovery* dari W_2 tarik yang dilanjutkan melalui 2 tingkat separator, juga pada tank ini terdapat bagian untuk *pure oil* yaitu kemungkinan tambahan *oil* baru.

Exit Thickness (mm)	Mix 1		Mix 2		D/A Pressure (0.5)			
	Std	TOC %	Std	TOC %	2	3	4	5
0.5 - 1.0	22	12-14	42	18-20	1.5	2.0	2.5	3.0
1.5 - 3.0	23	2-5	5	8	1.5	1.5	2.0	2.5
Temperature	60° - 80°C		70° - 85°C					

Tabel 9. Standar kontrol untuk *heavy gage*

Exit Thickness (mm)	Mix 1		Mix 2		D/A Pressure (0.5)			
	Std	TOC %	Std	TOC %	2	3	4	5
0.5	22	12-14	42	18-20	1.5	2.0	2.5	3.0
0.25 - 0.7	23	10-12	45	14-17	1.5	2.0	2.5	3.0
0.01 - 0.4	23	10-12	5	13-14	1.5	1.5	2.0	2.5
0.1 - 0.19	23	2-10	5	10-12	1.5	1.5	2.0	2.5
Temperature	50° - 80°C		50° - 80°C					

Tabel 10. Standar kontrol untuk *lite gage*

K. Prinsip Proses Pengerolan CTCM

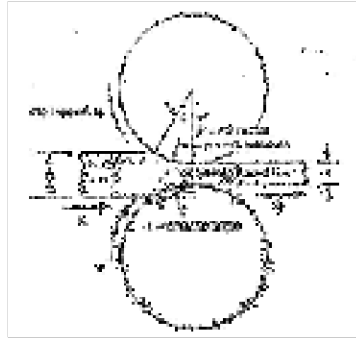
Dalam pengerolan datar seperti pengerolan pada CTCM benda kerja ditekan antara dua *roll*, sehingga ketebalannya mengalami pengurangan yang disebut *draft*:

$$d = t_o - t_f$$

dimana: d = draft dalam in (mm)

t_o = ketebalan mula-mula dalam in (mm)

t_f = ketebalan akhir dalam in (mm)



Gambar 50. Pandangan Samping Proses Pengrolan Datar

Draft kadang-kadang dinyatakan sebagai fraksi dan mula-mula yang disebut reduksi.

$$r = \frac{t_o - t_f}{t_o} = \frac{d}{t_o}$$

Dimana : r = Reduksi

Bila pengerolan dilakukan secara sen (berulang-ulang), maka reduksi dihitung dari jumlah *draft* dibagi ketebalan mula-mula:

Disisi lain pengurangan ketebalan menyebabkan pertambahan lebar yang disebut *spreading* (pelebaran).

Karena volume benda tetap sama sebelum dan setelah pengerjaan, maka:

$$t_o w_o L_o = t_f w_f L_f$$

dimana : w_o & w_f = lebar benda kerja sebelum dan sesudah pengerjaan dalam in (mm)

L_o & L_f = panjang benda kerja sebelum dan sesudah pengerjaan dalam in (mm).

Dengan cara yang sama dapat dinyatakan bahwa laju volume aliran material sebelum dan sesudah pengerjaan haruslah sama, sehingga kecepatan sebelum dan sesudah adalah:

$$t_o w_o v_o = t_f w_f v_f$$

dimana : $t_o w_o v_o = t_f w_f v_f$ = kecepatan masuk dan keluar dan benda kerja.

Panjang busur sentuh antara rol dengan benda kerja ditentukan oleh sudut θ . Setiap rol memiliki jari-jari R, dan kecepatan putar V_r , dimana : $v_o < v_r < v_f$

Karena logam (benda kerja) mengalir secara kontinyu, maka kecepatan benda kerja yang berada diantara kedua *roll* akan berubah secara gradual. Tetapi ada satu titik sepanjang busur yang mempunyai kecepatan sama dengan kecepatan putar. Titik ini disebut titik tanpa slip, juga dikenal sebagai titik netral (netral point). Selain titik ini alum mengalami slip dan gesekan antan *roll* dan benda kerja. Besarnya slip antara *roll* dan benda kerja dinyatakan dengan persamaan:

$$s = \frac{v_f - v_r}{v_r}$$

Dimana :

s = slip ke depan

v_f = kecepatan akhir (keluar) benda kerja, ft/sec (m/s)

v_r = kecepatan rol, ft/sec (m/s)

Regangan sesungguhnya dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\epsilon = \ln \frac{t_o}{t_f}$$

Regangan sesungguhnya tersebut dapat digunakan untuk menentukan tegangan alir rata-rata \bar{Y}_f yang terjadi pada benda kerja dalam pengerolan datar. Persamaan tegangan alir rata-rata:

$$\bar{Y}_f = \frac{K \epsilon^n}{1 + n}$$

Dimana \bar{Y}_f = tegangan alir rata-rata dalam lb/in² (MPa); dan

ϵ = regangan maksimum

n = eksponen pengerasan regang

K = koefisien kekuatan dalam lb/in (MPa)

Tegangan alir rata-rata berguna dalam menghitung perkiraan gaya dan daya dalam pengerolan.

Harga maksimum ditentukan dengan persamaan:

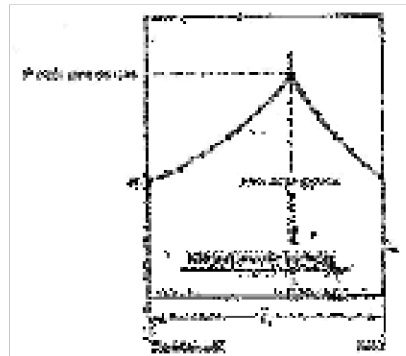
$$d_{max} = \mu^2 R$$

dimana : d_{max} = draft maksimum

μ = koefisien gesekan

R = jari-jari rol dalam, in (mm)

Dari persamaan di atas terlihat bahwa bila $\mu=0$, maka *draft* sama dengan nol, yang berarti pengerolan tidak dapat dilakukan.



Gambar 51. Vaflasi tekanan sepanjang bidang kontak dalam pengerolan datar

Tanpa slip kemudian turun. Gaya roll F dapat dihitung dengan rumus:

$$F = w \int_0^L p dL$$

dimana : F = gaya rol, lb (N)

w = lebar benda kerja, in (mm)

p = tekanan rol, lb/in² (Mpa)

L = panjang sentuh antara rol dengan benda kerja, in (mm)

Harga pendekatan dari gaya F di atas dapat dihitung dengan rumus :

$$F = \bar{Y}_f w L$$

Panjang sentuh (L) dapat dihitung dengan rumus:

$$L = \sqrt{R(t_o - t_f)}$$

Torsi pada setiap rol :

$$T = 0,5 F.L \text{ atau } F.L 2T$$

Daya (P) dapat dihitung dengan rumus :

$$P = 2\pi.N.F.L \text{ atau } P = 4\pi.N.T$$

dimana : P = daya (power), in-lb/min (J/s)

N = kecepatan putar, rev/min (1/s)

F = gaya pengerolan, lb (N)

L = panjang sentuh, in (m)

Contoh soal:

Suatu lembaran logam lebar 12 in, tebal 1,0 in dideformasi dengan sepasang *roll*. Jari-jari masing-masing *roll* adalah 10 in. Ketebalan harus dikurangi menjadi 0,875 in, dengan sekali masuk (*one pass*) dengan kecepatan putar 50 rev/min. Benda/material kerja memiliki kurva alir yang ditentukan dengan K 40.000 lb/in², $n = 0,15$ dan koefisien gesekan adalah 0,12.

Tentukan apakah gesekan mencukupi untuk mengerol lembaran tersebut?

Bila ya, hitung gaya *roll*, torsi, dan daya (HP)

Jawab:

$$d = t_0 - t_f = 1,0 - 0,875 = 0,125 \text{ in}$$

Draft maksimum yang dapat dihasilkan dengan koefisien gesek 0,12 adalah:

$$d_{max} = \mu^2 R = (0,12)^2 (10) = 0,144 \text{ in}$$

Jadi gesekan tersebut mencukupi :

$$L = \sqrt{R(r_o - r_i)} = \sqrt{10(1,0 - 0,875)} = 1,118 \text{ in}$$

$$= \ln \frac{r_o}{r_i} = \ln \frac{1,0}{0,875} = 0,134$$

$$\bar{V}_f = \frac{K \epsilon^2}{14 \pi} = \frac{40.000(0,134)^{0,85}}{14 \pi} = 25.729 \text{ lb/in}^2$$

$$F = \bar{V}_f \pi d = 25.729(2)(1,118) = 574.184 \text{ lb}$$

$$T = 0,3FL = 0,3(574.184)(1,118) = 192.958 \text{ lb-in}$$

$$P = 2\pi NFL = 2\pi(50)(574.184)(1,118) = 121.238.997 \text{ in-lb/min}$$

$$1 \text{ hp} = 396.000 \text{ in-lb/min}$$

$$HP = \frac{121.238.997}{396.000} = 306 \text{ hp}$$

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil praktek yang dilakukan di PT. Krakatau Steel di bagian divisi *Cold Rolling Mill* pada unit *Continous Tandem Cold Mill* (CTCM) mengenai Proses Produksi di Unit CTCM dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Unit Produksi CTCM merupakan unit produksi utama pada Divisi *Cold Rolling Mill* (CRM)
2. Fungsi utama dari unit produksi CTCM adalah mereduksi atau menipiskan *strip* sampai ketebalan yang diinginkan.
3. Bahan baku produksi CTCM adalah *Hot Rolled Coil* (HRC) hasil produksi Divisi *Hot Strip Mill* yang telah melalui proses pembersihan di *Continous Pickling Line*.
4. Hasil proses Produksi pada CTCM adalah *Cold Rolled Coil* (CRC) dengan ketebalan antara 0,18 – 3 mm.
5. Sistem pengerolan di CTCM terdiri dari 4 tingkat *roll* (2 *work roll* dan 2 *back up roll*) yang disusun secara seri sebanyak 5 *stand*.
6. Total reduksi maksimum *strip* yang dapat diproses di CTCM adalah 92%.
7. Tegangan tarik, gaya pengerolan, daya tekuk, lengkungan permukaan *roll*, *roll coolant* dan lubrikasi adalah parameter-parameter yang mempengaruhi redik pada *strip*.

B. Saran

Adapun saran yang diberikan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi waktu di unit produksi CTCM masih dapat ditingkatkan lagi untuk meningkatkan hasil produksi.
2. Koordinasi antar divisi supaya ditingkat untuk mempermudah atau mempercepat penyelesaian jika terjadi masalah dilakukan.
3. Untuk coolant atau pelumasan strip agar diperhitungkan lebih lanjut untuk mencegah cacat produk.

DAFTAR PUSTAKA

De Garmo, P.E 1998. Material and Processes in Manufacturing. 7th Edition.

Macmillan Pubhshing Company.

Pusdiklat PT. Krakatau Steel. Pengetahuan Perusahaan PT. Krakatau Steel. BP1.

Cilegon.