



LAPORAN MAGANG INDUSTRI

**ANALISIS PENYEBAB KEBOCORAN BOILER PADA SAAT UJI
HYDROTEST DENGAN METODE FTA (FAULT TREE ANALYSIS)
(STUDI KASUS : PT. SREEYA SEWU INDONESIA,TBK – UNIT
FEEDMILL SIDOARJO)**

PT Intan Timur Energi

**Perum. Kraton Superblock, Jl. Lilium Bar. VI No.3, Sidomukti, Kraton,
Kec. Krian, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61262**

Penulis :

Yohanes Setiawan

NRP. 2038211034

Dosen Pembimbing :

Rivai Wardhani, S.T., M.Sc.

NIP. 19810722 200912 1 004

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI

FAKULTAS VOKAKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2024



LAPORAN MAGANG INDUSTRI

ANALISIS PENYEBAB KEBOCORAN BOILER PADA SAAT UJI HYDROTEST DENGAN METODE FTA (FAULT TREE ANALYSIS) (STUDI KASUS : PT. SREEYA SEWU INDONESIA,TBK – UNIT FEEDMILL SIDOARJO)

PT. Intan Timur Energi

Perum Kraton Superblock, Jl.Lilium Bar. VI No.3, Sidomukti,

Kraton Kec. Krian, Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur 61262

Penulis:

Yohanes Setiawan

NRP: 2038211034

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI

FAKULTAS VOKASI

SURABAYA

2024



LEMBAR PENGESAHAN
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI FV ITS

Laporan Magang di

PT Intan Timur Energi

Perum. Kraton Superblock, Jl. Lilium Bar. VI No.3, Sidomukti, Kraton, Kec. Krian,
Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur

Sidoarjo, 11 Juli 2024

Peserta Magang

Yohanes Setiawan
NRP. 2038211034

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi ITS

Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T.
NIP. 196202116 199512 1 001

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Rivai Wardhani, S.T., M.Sc.
NIP. 198107222009121004



LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT Intan Timur Energi

Perum. Kraton Superblock, Jl. Lilium Bar. VI No.3, Sidomukti, Kraton, Kec. Krian,
Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur

Sidoarjo, 11 Juli 2024

Peserta Magang

Yohanes Setiawan

NRP. 2038211034

Menyetujui,
Direktur Utama
PT Intan Timur Energi

Krisna Pribadi, S.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan magang ini dengan baik dan tepat waktu. Laporan ini disusun sebagai bentuk pertanggungjawaban atas kegiatan magang yang penulis jalani di PT Intan Timur Energi. Kegiatan magang ini tidak hanya meningkatkan wawasan dan keterampilan teknis, tetapi juga membentuk karakter dan profesionalisme yang siap menghadapi dunia kerja di masa depan. Dalam pelaksanaan tugas sehari-hari, penulis belajar tentang pentingnya kedisiplinan, kerja sama tim, dan tanggung jawab dalam menjalankan amanah yang diberikan. Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Ibu Dr. Atria Pradityana, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi.
3. Bapak Rivai Wardhani, S.T., M.Sc., selaku pembimbing magang industri.
4. Bapak Krisna Pribadi, S.T., selaku Direktur Utama PT Intan Timur Energi yang telah membimbing dan mendampingi kami selama kegiatan magang industri.
5. Seluruh karyawan PT Intan Timur Energi yang senantiasa mendampingi dalam kegiatan magang industri
6. Orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan selama magang industri.
7. Azriel Akbar Maulana dan Hafizh Naufal Atho'ulloh selaku teman kelompok magang industri, serta teman-teman Warga HMDM ITS
8. Team Roasting yang selalu menemani dan membantu penyusunan laporan ini
9. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Magang Industri

Selama penyusunan Laporan Magang Industri ini penyusun menyadari bahwa pada laporan ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penyusun sangat menerima kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan. Demikian laporan Magang Industri yang penyusun buat, besar harapan dengan laporan ini akan berguna dan bermanfaat bagi penulis maupun pembaca. Atas perhatian dan waktunya penyusun sekali lagi mengucapkan terima kasih.

Surabaya, 1 Juli 2024

Yohanes Setiawan

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Magang	2
1.2.1 Tujuan Umum.....	2
1.2.2 Tujuan Khusus.....	2
1.3 Manfaat	2
BAB II PROFIL PERUSAHAAN	4
2.1 PT Intan Timur Energi	4
2.2 Sejarah PT Intan Timur Energi	5
2.3 Lokasi Magang PT Intan Timur Energi	5
2.4 Struktur Organisasi PT Intan Timur Energi	5
2.4.1 Tugas dan Arahkan Kerja Setiap Struktur Organisasi	6
2.4.2 Aspek Manajemen.....	7
2.5 Kegiatan Produksi di PT Intan Timur Energi.....	8
BAB III PELAKSANAAN MAGANG	12
3.1 Pelaksanaan Magang.....	12
3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus.....	39
3.2.1 Latar Belakang	39
3.2.2 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Khusus	40
3.2.3 Penjelasan Diagram Alir	41
BAB IV HASIL MAGANG	42
4.1 Boiler.....	42
4.1.1 Pengertian Boiler.....	42
4.1.2 Klasifikasi Boiler	42
4.1.3 Bagian – bagian Boiler.....	43
4.2 Prinsip Kerja Boiler	48
4.3 Prosedur Instalasi Boiler	49
4.4 Hydrotest.....	59
4.4.1 Alat – Alat Yang Diperlukan Saat <i>Hydrotest</i>	59
4.4.2 Langkah – Langkah <i>Hydrotest</i>	63
4.4.3 Kebocoran boiler	66
4.5 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	66
4.5.1 Notasi Peristiwa dalam <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	66
4.5.2 Notasi Gerbang Logika Dalam <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	67
4.5.3 Tahapan – Tahapan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	68
4.6 Olah Data	68
4.6.1 Hasil Data.....	74
4.6.2 Pembobotan Hasil Data.....	78

4.6.3 Rekomendasi Solusi.....	83
BAB V PENUTUP	84
5.1 Kesimpulan.....	84
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logo PT Intan Timur Energi	4
Gambar 2. 2 Lokasi PT Intan Timur Energi.....	5
Gambar 2. 3 Struktur Organisasi PT Intan Timur Energi.....	6
Gambar 2. 4 Pekerjaan Produksi Boiler.....	8
Gambar 2. 5 Pekerjaan Fabrikasi Ducting,Hopper Railing.....	9
Gambar 2. 6 Pekerjaan <i>Machining</i>	10
Gambar 2. 7 Pekerjaan Pengerolan.....	10
Gambar 2. 8 Pekerjaan Bending.....	11
Gambar 2. 9 Pekerjaan Fabrikasi Expansion Joint	11
Gambar 4. 1 Tungku (<i>Furnace</i>)	43
Gambar 4. 2 Tabung (<i>Tubes</i>).....	44
Gambar 4. 3 Pompa Umpan (<i>Feed Water Pump</i>).....	45
Gambar 4. 4 <i>Economizer</i>	46
Gambar 4. 5 <i>Safety Valve</i>	46
Gambar 4. 6 <i>Blowdown Valve</i>	47
Gambar 4. 7 <i>Pressure Gauge</i>	47
Gambar 4. 8 Prinsip Kerja Boiler.....	49
Gambar 4. 9 <i>Master Schedule Project Dismantle & Install Boiler 6 TPH</i>	49
Gambar 4. 10 <i>Safety Induction</i>	50
Gambar 4. 11 Pekerjaan Fabrikasi Hopper	51
Gambar 4. 12 Pekerjaan Fabrikasi <i>Coal Gate</i>	51
Gambar 4. 13 Pekerjaan Pembongkaran Dinding <i>Stock Pile</i>	52
Gambar 4. 14 Pekerjaan <i>Dismantle Boiler Existing</i>	53
Gambar 4. 15 Pekerjaan <i>Erection</i> Boiler Baru.....	53
Gambar 4. 16 Pekerjaan <i>Connecting Piping Main Steam Valve & All ACC</i>	54
Gambar 4. 17 <i>Hydrotest</i>	55
Gambar 4. 18 Instalasi <i>Hopper</i>	55
Gambar 4. 19 Instalasi <i>Coal Gate</i>	56
Gambar 4. 20 <i>Trial Test</i>	57
Gambar 4. 21 <i>Finishing</i>	57
Gambar 4. 22 <i>Preheat</i>	58
Gambar 4. 23 Pekerjaan Perbaikan Dinding <i>Stock Pile</i>	58
Gambar 4. 24 Pekerjaan Pembersihan	59
Gambar 4. 25 <i>Pressure Pump</i>	60
Gambar 4. 26 Manometer	60
Gambar 4. 27 <i>High Pressure House</i>	61
Gambar 4. 28 <i>Safety Valve</i>	61
Gambar 4. 29 <i>Shut – off Valve</i>	62
Gambar 4. 30 <i>Storage Tank</i>	62
Gambar 4. 31 Termometer	63
Gambar 4. 32 <i>Pressure 5 Bar</i>	64
Gambar 4. 33 <i>Pressure 10 Bar</i>	64
Gambar 4. 34 <i>Pressure 12,5 Bar</i>	65

Gambar 4. 35 <i>Pressure 18 Bar</i>	65
Gambar 4. 36 Notasi Peristiwa Dalam <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	67
Gambar 4. 37 Notasi Gerbang Logika Dalam <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	67
Gambar 4. 38 Indikasi Kebocoran	69
Gambar 4. 39 Penanganan Awal Kebocoran.....	69
Gambar 4. 40 Komposisi kimia & sifat mekanik komponen tekanan	70
Gambar 4. 41 Area Eksekusi Pekerjaan <i>Repairing</i>	73
Gambar 4. 42 <i>Repair</i> Kebocoran Boiler	73
Gambar 4. 43 Pemeriksaan Kebocoran Boiler.....	74
Gambar 4. 44 <i>Fault Tree Analysis Breakdown</i>	76
Gambar 4. 45 <i>Input Criteria</i>	79
Gambar 4. 46 <i>AHP Calculator Properties & Scale</i>	79
Gambar 4. 47 Resulting Priorities.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 <i>Logbook</i>	12
Tabel 3. 2 Deskripsi AHP Properties.....	80
Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Tanki Boiler	74
Tabel 4. 2 Hasil Wawancara.....	75
Tabel 4. 3 Rekomendasi Solusi.....	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Magang industri merupakan sebuah proses belajar yang direncanakan dan sudah tertuang dalam kurikulum baik dalam lingkup Institut, Fakultas maupun Departemen. Dalam lingkup Institut sendiri tujuan dari magang telah tertuang langsung dalam Peraturan Rektor ITS nomor 12 Tahun 2019 yang dijelaskan bahwa Magang Industri diperuntukkan untuk memperoleh pengetahuan, ketrampilan umum dan ketrampilan khusus, keahlian kerja dan juga sebagai bentuk sikap profesionalitas dan budaya kerja yang sesuai serta diperlukan bagi dunia usaha. Dalam lingkup Departemen Teknik Mesin Industri, Magang Industri menjadi SKS wajib yang harus dijalani dan dipenuhi oleh mahasiswanya dengan ketentuan 14 SKS dan dilaksanakan dalam kurun waktu minimal 4 bulan dalam satu semester. Dalam lingkup Departemen Teknik Mesin Industri magang industri umumnya dilaksanakan oleh mahasiswa yang sudah menempuh 5 semester dan dijalankan di semester 6.

Fakultas Vokasi ITS khususnya di Departemen Teknik Mesin Industri menjadi salah satu pencetak tenaga kerja diploma yang kompeten di bidang *engineering* khususnya di sektor industri mesin. Dan kami sebagai Mahasiswa Teknik Mesin Industri ITS memilih PT Intan Timur Energi sebagai tempat kuliah praktik atau Magang Industri karena kami menyadari tidak semua Perusahaan terkhusus di Perusahaan besar ataupun bisa disebut BUMN memberikan akses penuh kepada Mahasiswa Magang untuk bekerja selayaknya pekerja engineer yang memiliki tanggung jawab penuh dalam menjalani perannya di setiap divisi dimana kami ditempatkan dalam Perusahaan tersebut. Maka dari itu kami lebih memilih Perusahaan *start up* yang mana dalam segi akses dan ruang gerak lebih banyak dilibatkan dan kami mampu menyerap ilmu sebanyak – banyaknya. Di PT Intan Timur Energi yang bergerak di bidang kontraktor memiliki lingkup pekerjaan yang luas dalam bidang manufaktur dan juga manajemen proyek, untuk lingkup pekerjaan dari PT Intan Timur Energi yaitu pekerjaan *Boiler, Mechanical, Maintenance, dan Engineering Support*, hal ini yang juga menjadikan alasan kami memilih PT Intan Timur Energi sebagai tempat praktik dalam menjalani Magang Industri.

PT Intan Timur Energi merupakan Perusahaan yang didirikan oleh Alumnus Departemen Teknik Mesin Industri Angkatan 2012 yang mana hal ini menjadi keuntungan bagi kami untuk menjalankan magang ditempat tersebut yang mana dalam berjalannya proses magang kami tidak hanya ditempatkan dalam satu divisi saja namun kami juga diberikan ruang gerak untuk memanajemen sebuah proyek mulai dari proyek skala kecil hingga besar sesuai dengan alur mulai dari bagaimana mendapatkan sebuah proyek melalui tahap tender, melengkapi rencana kerja dan persyaratan, mengajukan penawaran rancangan anggaran biaya yang diperlukan dalam sebuah proyek, membuat perencanaan jadwal, analisis raw material, perhitungan tonase, fabrikasi hingga instalasi.

1.2 Tujuan Magang

1.2.1 Tujuan Umum

Berikut tujuan umum dari pelaksanaan Magang Industri yaitu :

- 1) Melaksanakan program dari Perguruan Tinggi yakni Magang Industri.
- 2) Mengaplikasikan ilmu yang telah didapatkan selama masa perkuliahan di Departemen Teknik Mesin Industri.
- 3) Memberikan pengalaman dan bekal pengetahuan kepada mahasiswa mengenai pengaplikasian ilmu dalam suatu permasalahan serta mencari Solusi yang tepat.
- 4) Mahasiswa mengenal lebih jauh kondisi lingkungan kerja terkait ilmu yang sedang ditekuni.
- 5) Menjalin Kerjasama baik antara Perusahaan dengan lingkungan kerja terkait ilmu yang sedang ditekuni.
- 6) Perguruan tinggi melalui mahasiswa peserta Magang Industri dapat terus memantau perkembangan teknologi yang digunakan di instansi atau Perusahaan sehingga Pendidikan yang diberikan kepada mahasiswa dapat terus diperbarui sesuai perkembangan zaman.
- 7) Menjalin hubungan timbal balik yang menguntungkan bagi Perusahaan maupun Perguruan Tinggi.
- 8) Mahasiswa dapat mengenal lebih jauh kondisi lingkungan kerja sehingga dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi Perusahaan tempat Magang Industri dilaksanakan.

1.2.2 Tujuan Khusus

Berikut tujuan khusus dari pelaksanaan Magang Industri yaitu :

- 1) Mengetahui alur mendapatkan sebuah proyek.
- 2) Mengetahui bentuk kontrak perjanjian dalam sebuah proyek.
- 3) Mengetahui cara membuat sebuah *quotation*.
- 4) Mengetahui alur produksi di PT Intan Timur Energi.
- 5) Mengetahui proses fabrikasi di workshop PT Intan Timur Energi.

1.3 Manfaat

Ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari pelaksanaan Magang industri Industri ini baik dari pihak mahasiswa, perusahaan maupun perguruan tinggi, yaitu:

1. Bagi Mahasiswa

Dapat meningkatkan wawasan mahasiswa terhadap kondisi nyata perusahaan, meningkatkan kemampuan soft skill, menambah pengalaman pada suatu lingkup pekerjaan yang sesungguhnya dan serta keyakinan akan teori yang diperoleh dari perkuliahan.

2. Bagi Perguruan Tinggi

Tercipta pola kemitraan yang baik dengan perusahaan tempat mahasiswa melaksanakan Magang Industri mengenai berbagai persoalan yang muncul untuk kemudian di cari solusi bersama yang lebih baik.

3. Bagi perusahaan

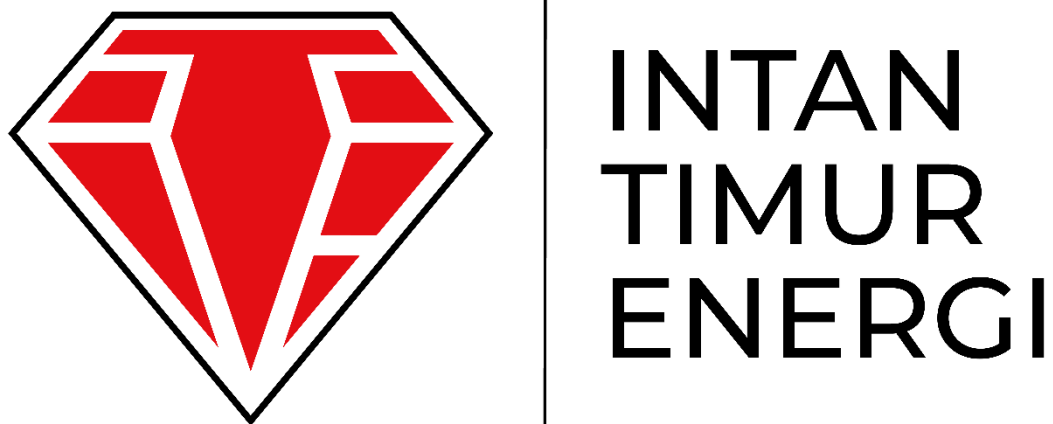
Adanya masukan bermanfaat yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan sesuai dengan hasil pengamatan yang dilakukan mahasiswa selama melaksanakan Magang Industri.

BAB II

PROFIL PERUSAHAAN

2.1 PT Intan Timur Energi

PT Intan Timur Energi PT. INTAN TIMUR ENERGI merupakan suatu perusahaan engineering production installation. Selain berfokus pada fabrication kebutuhan industry seperti *Boiler*, Tangki, Mesin Kopi, Mesin Stone Crusher, Kontruksi baja dan lain-lain. PT. INTAN TIMUR ENERGI juga merupakan perusahaan dalam bidang *maintenance* dan *engineering support*. Dengan pemahaman disiplin ilmu dan pengalaman yang telah dimiliki, PT. Intan Timur Energi juga siap membantu memecahkan permasalahan pelaku industri dalam bidang *Structure & Mechanical Engineering*, Dan lebih lengkapnya lingkup pekerjaan dari PT Intan Timur Energi ialah, Boiler (Batu bara dengan segala jenis system pembakarannya), Asphalt Mixing Plant, coal burner, Thermal Oil Boiler & Hot Water Boiler, Incinerator, Coal Handling System, Ash Handling System, Piping System, Drier / Furnace, Brick Laying & Insulation + Clading. Dan untuk untuk bidang yang kami tawarkan meliputi Design Engineering & Consultant Boiler, Instalasi, Pengadaan Unit, Service & Maintenance : Mechanical & Electrical, Overhaul & Boiler Cleaning, Modifikasi Boiler, Refractories, Spare – Part, Man Power, Batu Bara.



BOILER MECHANICAL MAINTENANCE AND ENGINEERING SUPPORT

Gambar 2. 1 Logo PT Intan Timur Energi
(Sumber: PT Intan Timur Energi, 2024)

PT. INTAN TIMUR ENERGI mempunyai reputasi sebagai kekuatan utama untuk memberikan daya dukung dalam pengembangan industri atau yang biasa disebut bidang engineering support. Sebagai usaha untuk mendukung pondasi bagi sebuah rekan kerja, PT. INTAN TIMUR ENERGI bekerja keras untuk menyampaikan pengetahuan, keterampilan, dan teknologi untuk masyarakat dalam skala industri nasional. Usaha ini telah menjadi relevan sebagai pemegang kunci untuk meningkatkan pembangunan industri. Pengenalan lebih luas di pasar global menjadi

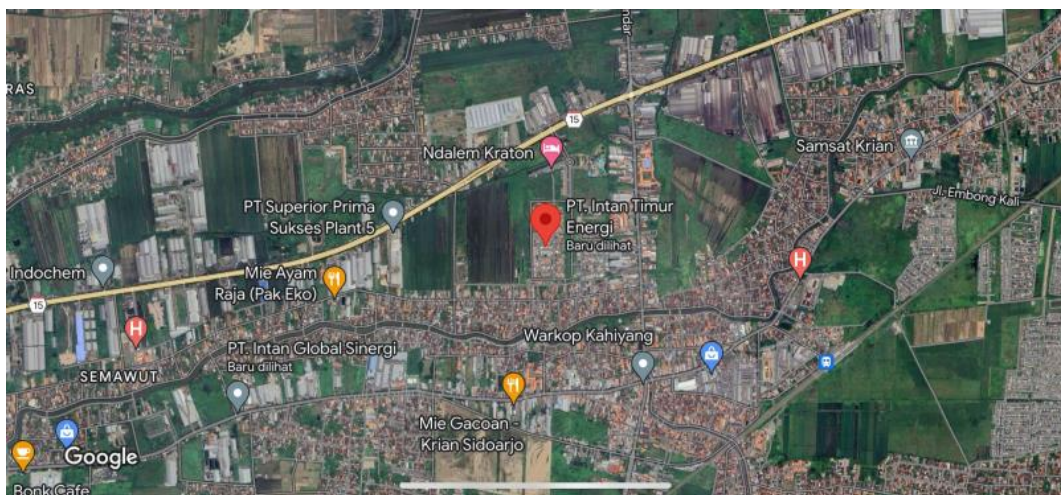
inspirasi dan motivasi PT. INTAN TIMUR ENERGI untuk memelihara produk yang berkualitas dan jasa yang sempurna. Penajaman Visi dan Misi yang telah dilakukan oleh perusahaan, tetap menjadi pedoman dalam menjalankan dan menjaga kelangsungan operasi perusahaan ke depan di tengah-tengah iklim persaingan bisnis pasar global yang semakin menuntut kemampuan daya saing.

2.2 Sejarah PT Intan Timur Energi

Awal mula berdirinya Perusahaan ini diprakarsai oleh bapak tavip. Bapak Tavip sendiri memiliki latar belakang lulusan dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember jurusan S1 Teknik Mesin, beliau memulai usaha produksi mulai dari tahun 2001 yang dilaksanakan di rumah pribadi. Dengan modal ilmu dan ambisi yang kuat Bapak Tavip mulai mengembangkan usahanya mulai dari yang usaha kecil rumahan hingga membentuk sebuah CV yang Bernama Intan Well, lalu CV Intan Well semakin berkembang pesat hingga akhirnya sekarang bisa menjadi sebuah Perusahaan Terbuka dan merubah nama juga menjadi PT Intan Timur Energi dan sekarang yang menjadi Direktur Utama merupakan keponakan dari Bapak Tavip yakni Bapak Krisna Pribadi dan Perusahaan ini semakin berkembang hingga saat ini.

2.3 Lokasi Magang PT Intan Timur Energi

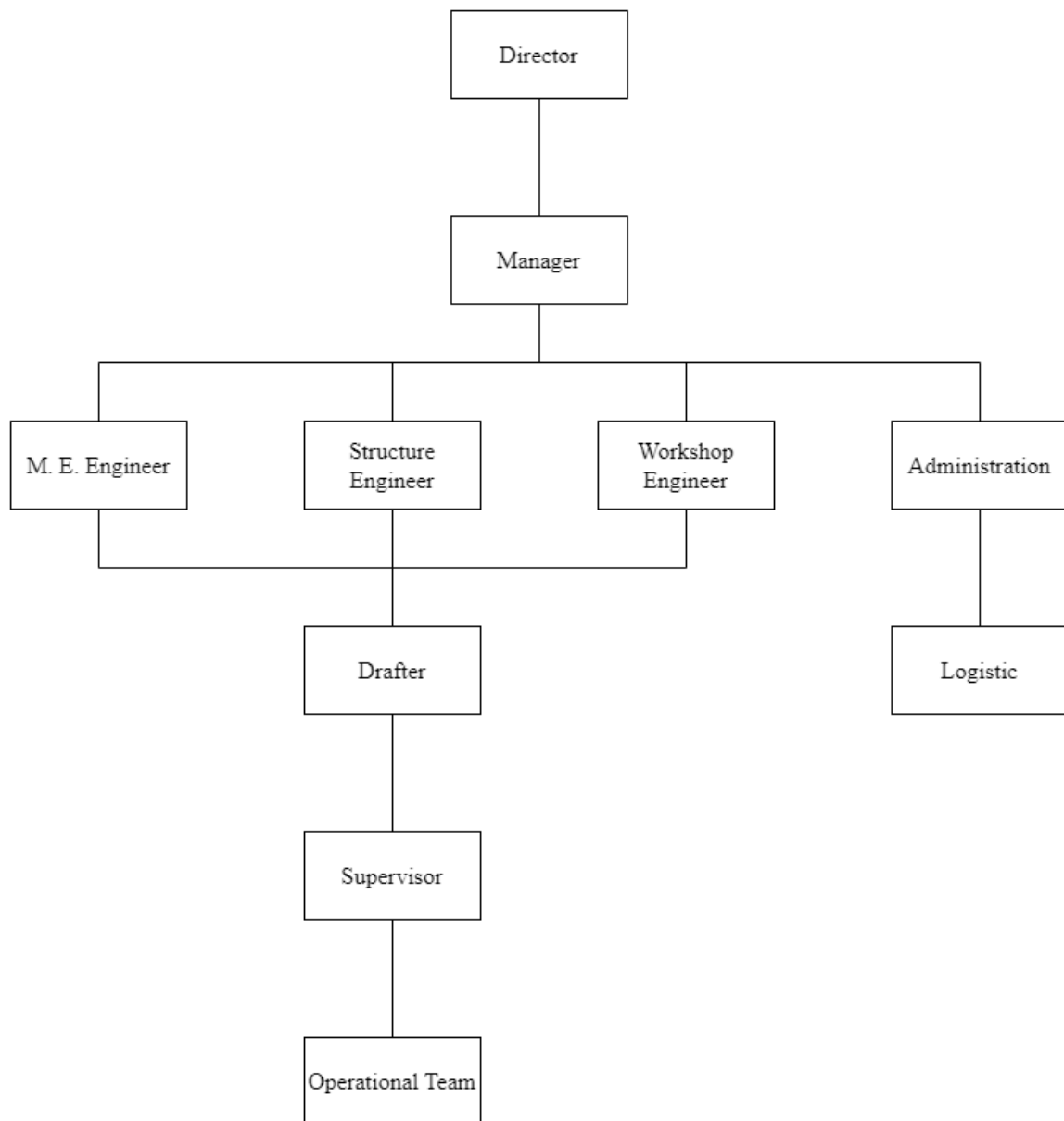
PT Intan Timur Energi terletak di Kraton Superblock Jl. Lilium Bar VI No. 3, Kec. Krian, Jawa Timur 61262.



Gambar 2. 2 Lokasi PT Intan Timur Energi
(Sumber : maps.google.com)

2.4 Struktur Organisasi PT Intan Timur Energi

Dalam menjalankan aktivitas perusahaan untuk memudahkan alur koordinasi dan efektifitas kerja, PT INTAN TIMUR ENERGI memiliki struktur perusahaan. Berikut merupakan gambar Struktur Perusahaan PT. INTAN TIMUR ENERGI:



Gambar 2. 3 Struktur Organisasi PT Intan Timur Energi
(Sumber: PT Intan Timur Energi)

2.4.1 Tugas dan Arahkan Kerja Setiap Struktur Organisasi

Berikut merupakan tugas dari Struktur yang ada di atas :

1. **Direktur** : Memimpin perusahaan dengan menerbitkan kebijakan perusahaan dan bertanggung jawab atas segala aktifitas karyawan perusahaan serta menyetujui anggaran tahunan perusahaan.
2. **Manager** : Sebagai seseorang yang mampu untuk mengarahkan, memimpin, mengoordinir, serta melakukan pengembangan dalam hal manajemen terhadap perusahaan dalam rangka pencapaian tujuan.
3. **M.E. Engineer** : Sebagai seseorang yang bertanggung jawab perihal perencanaan, desain, penawaran dan pelaksana teknis dalam mengawal fabrikasi, ereksi dan instalasi perihal pekerjaan struktur.

4. *Structure Engineer* : Sebagai seseorang yang bertanggung jawab perihal perencanaan, desain, penawaran dan pelaksana teknis dalam mengawal fabrikasi, ereksi dan instalasi perihal pekerjaan mesin.
5. *Workshop Engineer* : Sebagai seseorang yang bertanggung jawab perihal pelaksana teknis dalam mengawal fabrikasi didalam workshop serta bertanggung jawab atas inventaris peralatan yang ada di workshop
6. *Administation* : Bertanggung jawab atas perihal kesekretariatan perusahaan dengan melakukan perekapan data, mengelola dokumen dan tentunya menyimpannya secara terstruktur.
7. *Logistic* : Bertanggung jawab atas pengiriman material, pengelolaan gudang dan pengiriman barang.
8. *Drafter* : Bertugas untuk membuat desain gambar 2D dan 3D sebagai gambar perencanaan dan gambar kerja dari suatu proyek.
9. *Supervisor* : Seseorang yang diberi wewenang atau mempunyai jabatan untuk mengawasi, mengarahkan staff untuk penyelesaian suatu jobdesk dan berhak mengatur sistem/tatacara yang diperuntukkan dalam mengendalikan suatu pelaksanaan proyek atau kebutuhan lainnya.
10. *Operational Team/Staff* : Sebagai seseorang yang bertugas untuk menjalankan kegiatan teknis dalam penyelesaian suatu proyek baik dalam proses pengiriman, fabrikasi, ereksi ataupun instalasi.

2.4.2 Aspek Manajemen

Aspek manajemen yang dikoordinasikan secara langsung oleh Direktur dan Manager PT. INTAN TIMUR ENERGI dibagi menjadi beberapa aspek bagian, antara lain:

- 1) Aspek Produksi Berkaitan dengan sesuatu penyelesaian produksi atau dalam artian penyelesaian suatu barang atau jasa atau kegiatan dalam upaya meningkatkan nilai jual dan kebermanfaatan.
- 2) Aspek Keuangan Berkaitan dengan rekapitulasi penganggaran, perhitungan, pembagian dan pelaporan keuangan perusahaan yang terstruktur dari setiap proyek, disetiap bulan dan di setiap tahun.
- 3) Aspek Pemasaran
Berkaitan dengan upaya dalam memperluas jaringan kerja untuk menambah rekan kerja, pelanggan/konsumen dan mitra kerja dengan pemanfaatan media-media yang memungkinkan.
- 4) Aspek SDM (Sumber Daya Manusia)
Perekrutan (*recruitment*) tenaga kerja PT. INTAN TIMUR ENERGI berdasarkan *main power planning* yang diagendakan setiap tahun. *Main Power Planning* berfungsi merencanakan manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) sesuai kebutuhan dan ketersediaan tenaga kerja. Tenaga Kerja PT. INTAN TIMUR ENERGI, dibagi menjadi :

- PKWT (Perjanjian Kerja Waktu Tertentu) atau tenaga kerja kontrak
- PKWTT (Perjanjian Kerja Waktu Tidak Tertentu) atau tenaga kerja tetap
- Tenaga kerja sub-kontrak dari Perseroan Terbatas (PT) yang bekerja sama dengan PT. INTAN TIMUR ENERGI
- Pekerja Harian Lepas (PHL)

Persyaratan penerimaan tenaga kerja PT. INTAN TIMUR ENERGI harus memenuhi kriteria, antara lain :

- Tidak mengandung unsur KKN (Korupsi, Kolusi, dan Nepotisme)
- Warga Negara Indonesia (WNI)
- Berusia 18-35 tahun saat penerimaan dalam perusahaan, kecuali calon pekerja tetap dari PKWT maksimal 40 tahun, dan profesi khusus yang tidak dapat dipenuhi dari internal maksimal 45 Tahun
- Calon pekerja tetap berasal dari non PKWT harus melalui masa percobaan sesuai waktu yang ditentukan
- Lulus penerimaan dilakukan secara transparansi
- Memenuhi dan menerima persyaratan jabatan atau pekerjaan
- Berkelakuan baik dan tidak cacat hokum
- Tidak terikat kerja atau kontrak dengan perusahaan / instansi lain
- Tidak memiliki suami atau istri yang bekerja di PT. INTAN TIMUR ENERGI.

2.5 Kegiatan Produksi di PT Intan Timur Energi

1. Pekerjaan Fabrikasi & Instalasi Boiler



Gambar 2. 4 Pekerjaan Produksi Boiler
(Sumber: (Dokumentasi Boiler))

2. Pekerjaan fabrikasi Ducting, Hopper dan railing



Gambar 2. 5 Pekerjaan Fabrikasi Ducting,Hopper Railing
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3. Pengerjaan *Machining*



Gambar 2. 6 Pekerjaan *Machining*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4. Pekerjaan jasa Pengerolan



Gambar 2. 7 Pekerjaan Pengerolan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 2. 8 Pekerjaan Bending
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

5. Pekerjaan Fabrikasi Expansion Joint



Gambar 2. 9 Pekerjaan Fabrikasi Expansion Joint
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

BAB III

PELAKSANAAN MAGANG

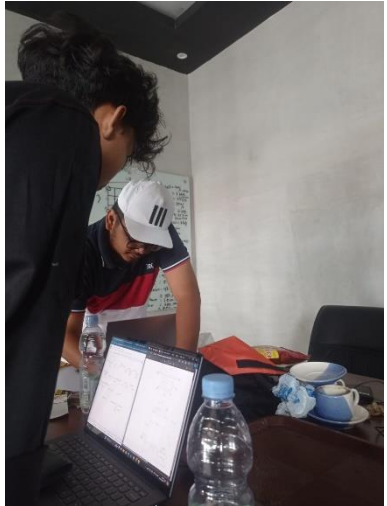
3.1 Pelaksanaan Magang

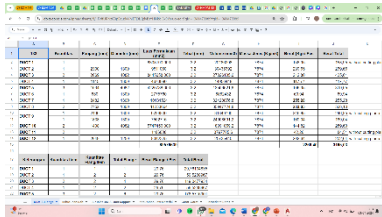
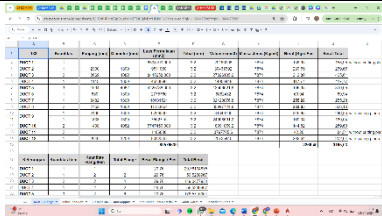
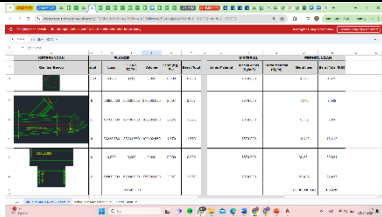
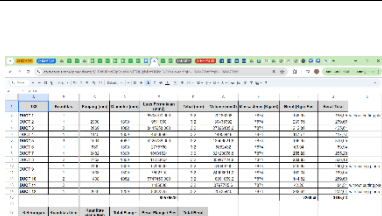
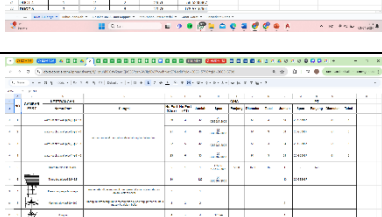
Dalam penerimaan magang industri di PT Intan Timur Energi disertakan surat penerimaan mahasiswa praktek magang industri. Berikut kami lampirkan surat tersebut pada lampiran laporan ini. Selanjutnya untuk mekanisme / proses kerja yang diamati Ketika magang industri berupa table kegiatan dan paragraf yang berisi paparan Kesimpulan kegiatan yang dilakukan selama 16 minggu.

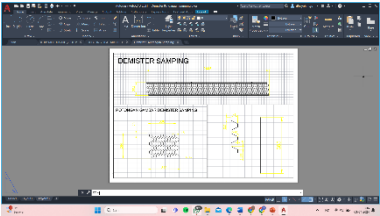
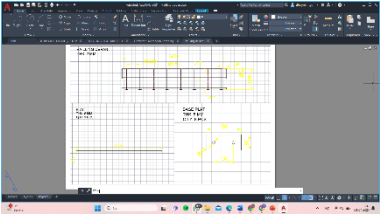
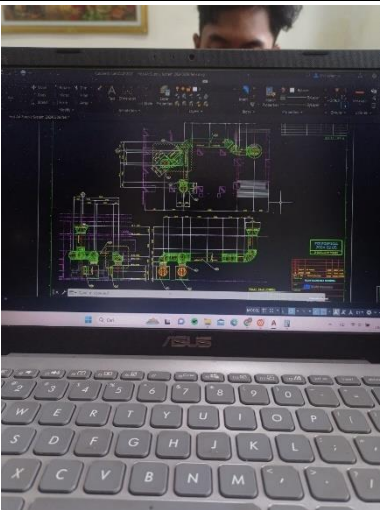
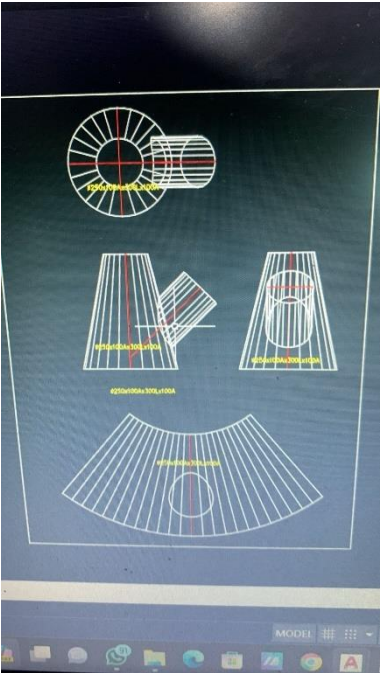
AKTIVITAS KEGIATAN MAGANG INDUSTRI

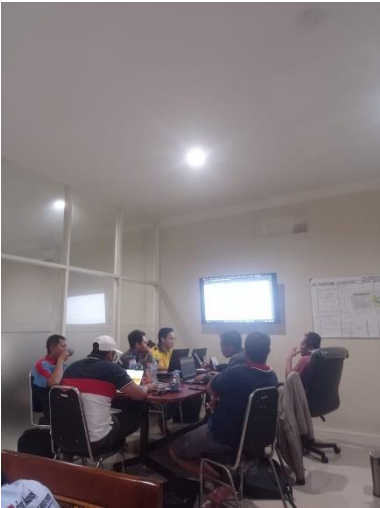
Nama : Yohanes Setiawan
Nomor Induk : 2038211034
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Tabel 3. 1 Logbook

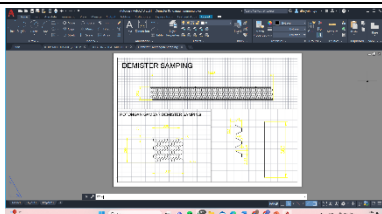
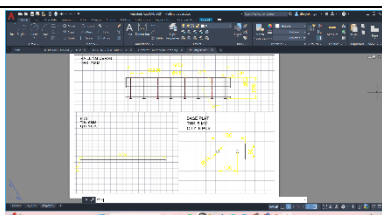
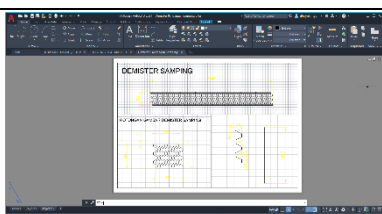
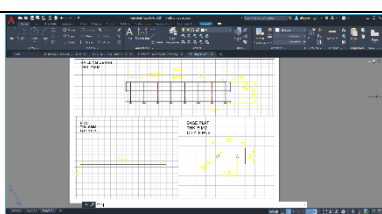
Hari-Ke	Tanggal	Jam Kerja	Kegiatan	Dokumentasi
1	Kamis, 1 Februari 2024	08.00- 16.00	Pengenalan profil PT. Intan Timur Energi oleh Pak Krisna Pribadi	

				
2	Jumat, 2 Februari 2024	08.00-16.00	Menghitung Tonase pada Project Hot Air Supply	
3	Senin, 5 Februari 2024	08.00-16.00	Melanjutkan	
4	Selasa, 6 Februari 2024	08.00-16.00	Melanjutkan	
5	Rabu, 7 Februari 2024	08.00-16.00	- RAB Hot Air Supply - Mencari Perbedaan Quotation & Actuon (Hot Air Supply) - Menggambar Condensate Return Tank	
6	Kamis, 8 Februari 2024	08.00-16.00	Menganalisis Perbedaan data Boiler dari PT dan Cina	

7	Jumat, 9 Februari 2024	08.00- 16.00	Mendesain Railling	 
8	Senin, 12 Februari 2024	08.00- 16.00	Mendesain Cutting Plane dari part Hot Air Supply	
9	Selasa, 13 Februari 2024	08.00- 16.00	Melanjutkan Cutting Plane	

10	Rabu, 14 Februari 2024	08.00- 16.00	Drawing DED untuk Project Hot Air Supply Meeting untuk pemesanan Boiler di China	
11	Kamis, 15 Februari 2024	08.00- 16.00	Pengenalan lingkungan workshop di PT Intan Timur Energi	

12	Jumat, 16 Februari 2024	08.00- 16.00	Fabrikasi Hot Air Supply	 
----	----------------------------------	-----------------	--------------------------	---

13	Senin, 19 Februari 2024	08.00- 16.00	- Melanjutkan - Mempelajari & Translate Kontrak dengan Cina	
14	Selasa, 20 Februari 2024	08.00- 16.00	Mendesain Railling	
15	Rabu, 21 Februari 2024	08.00- 16.00	Melanjutkan Desain Railling Mengawal Fabrikasi Hot Air Supply	
16	Kamis, 22 Februari 2024	08.00- 16.00	Revisi Desain Railling	
17	Jumat, 23 Februari 2024	08.00- 16.00	Mendesain Railling tambahan	

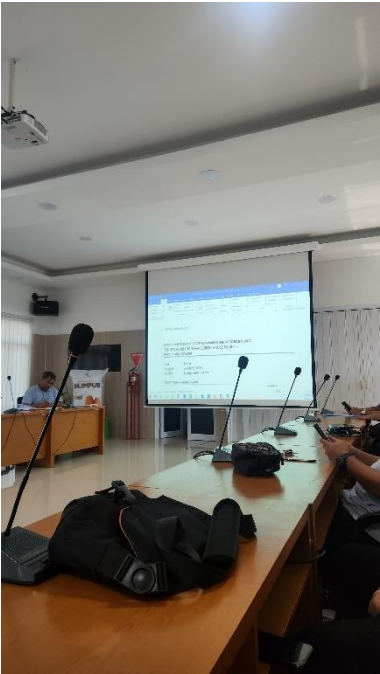
18	Senin, 26 Februari 2024	08.00- 16.00	Mengawal Fabrikasi HAS Membuat Daily Progress	
19	Selasa, 27 Februari 2024	08.00- 16.00	Membuat Daily Progress dan menghitung Progress Fabrikasi	

				
20	Rabu, 28 Februari 2024	08.00- 16.00	- Melanjutkan - Membuat data kelengkapan alat pada Project PLN	
21	Kamis, 29 Februari 2024	08.00- 16.00	Melanjutkan pengawalan pada Project HAS	

22	Jumat, 1 Maret 2024	08.00- 16.00	Survey Mesin PPLA di PT. Charoen Pokphand Indonesia Sepanjang Plant	  
----	---------------------------	-----------------	---	--

23	Senin, 4 Maret 2024	08.00- 16.00	Menghitung Kebutuhan Bolt pada Project HAS	 
24	Selasa, 5 Maret 2024	08.00- 16.00	Melanjutkan pengawalan Project HAS dan Membuat Daily Progress	

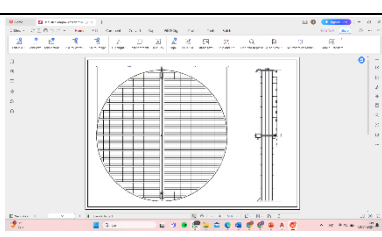
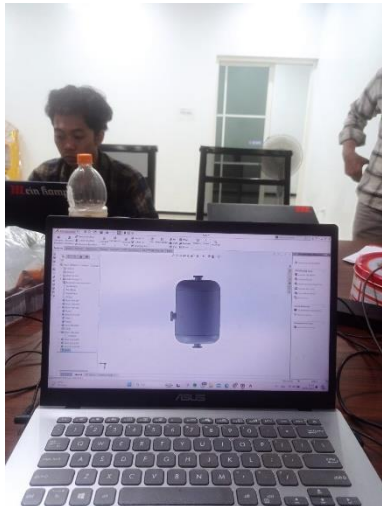
				
25	Rabu, 6 Maret 2024	08.00- 16.00	Tender di PT. Petrokimia Kayaku	

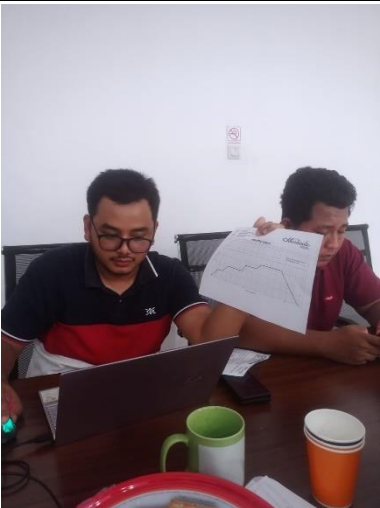
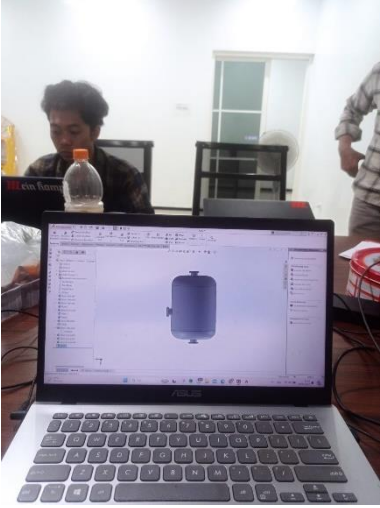
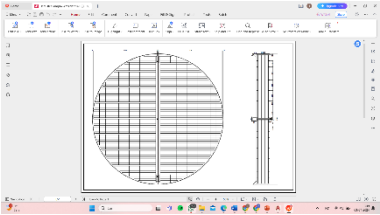
				
26	Kamis, 7 Maret 2024	08.00- 16.00	Maintenance Mesin Kompresor di PT. PLN Gresik	

				
27	Jumat, 8 Maret 2024	08.00- 16.00	Pengiriman Hot Air Supply	
28	Senin, 11 Maret 2024	08.00- 16.00	Mendesain support vibrating motor	
29	Selasa, 12 Maret 2024	08.00- 16.00	Pendataan pada pengiriman Hot Air Supply	

30	Rabu, 13 Maret 2024	08.00- 16.00	Fabrikasi Expansion Joint pada Hot Air Supply	
31	Kamis, 14 Maret 2024	08.00- 16.00	Melanjtkan Fabrikasi Expansion Joint pada Hot Air Supply	
32	Jumat, 15 Maret 2024	08.00- 16.00	Finishing Expansion Joint pada Hot Air Supply	

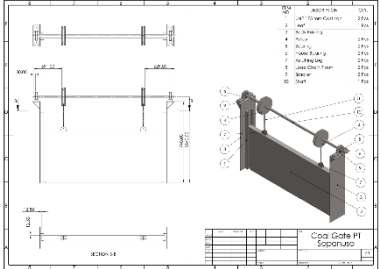
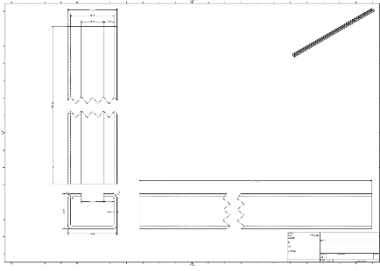
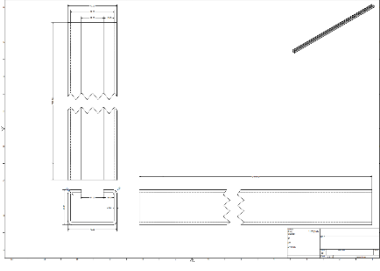
33	Senin, 18 Maret 2024	08.00- 16.00	Brifing Persiapan proyek baru setelah Hari Raya Idul Fitri	
34	Selasa, 19 Maret 2024	08.00- 16.00	- Pengecekan fabrikasi screw conveyor di CV OBAJA JAYA	 

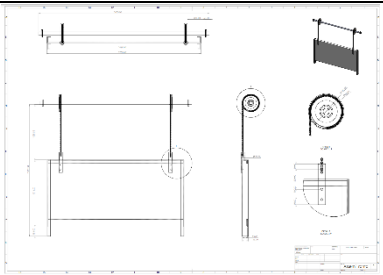
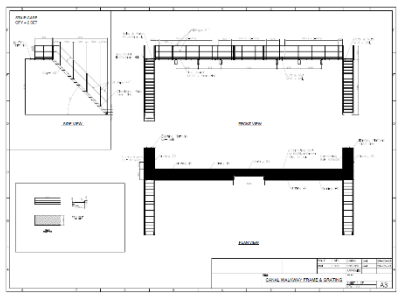
35	Rabu, 20 Maret 2024	08.00- 16.00	Mendesain 2D Demister	
36	Kamis, 21 Maret 2024	08.00- 16.00	Revisi Desain 2D Demister	
37	Jumat, 22 Maret 2024	08.00- 16.00	Desain 3D Demister	
38	Senin, 25 Maret 2024	08.00- 16.00	Assembly Demister dengan profil tanki	

39	Selasa, 26 Maret 2024	08.00- 16.00	Mempelajari grafik Hydro Test Project Retubing Convection FBC Boiler di PT CHEIL JEDANG INDONESIA	 
40	Rabu, 27 Maret 2024	08.00- 16.00	Drawing Demister dan Profil Tanki	
41	Kamis, 28 Maret 2024	08.00- 16.00	Finalisasi Drawing Engineering Detail Demister dan Profil Tanki	
42	Jumat,	08.00-	LIBUR HARI RAYA WAFAT	

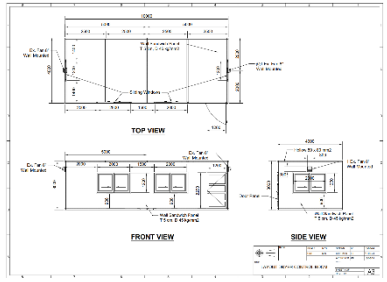
	29 Maret 2024	16.00	ISA ALMASIH	
43	Senin, 1 April 2024	08.00- 16.00	Meeting pembuatan website PT. Intan Timur Energi	
44	Selasa, 2 April 2024	08.00- 16.00	Membuat surat jalan untuk barang Boiler Tube	 PT. INTAN TIMUR ENERGI INDONESIA, THE NATIONAL ALTERNATIVE AND ENGINEERING COMPANY Head Office: Jl. Raya Klaten No. 10, Klaten, Jawa Tengah 57111 Branch Office: Jl. Raya Klaten No. 10, Klaten, Jawa Tengah 57111 Branch Office: Jl. Raya Klaten No. 10, Klaten, Jawa Tengah 57111
45	Rabu, 3 April 2024	08.00- 16.00	Meeting dengan client dari Pelindo	

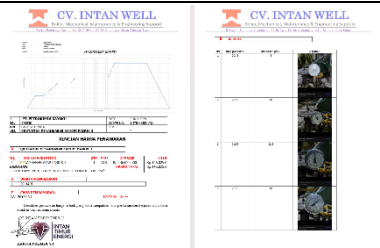
46	Kamis, 4 April 2024	08.00- 16.00	Brifing Persiapan proyek baru setelah Hari Raya Idul Fitri	
47	Jumat, 5 April 2024	08.00- 16.00	LIBUR HARI RAYA IDUL FITRI	
48	Senin, 8 April 2024	08.00- 16.00		
49	Selasa, 9 April 2024	08.00- 16.00		
50	Rabu, 10 April 2024	08.00- 16.00		
51	Kamis, 11 April 2024	08.00- 16.00		
52	Jumat, 12 April 2024	08.00- 16.00		
53	Senin, 15 April 2024	08.00- 16.00	CUTI BERSAMA IDUL FITRI	

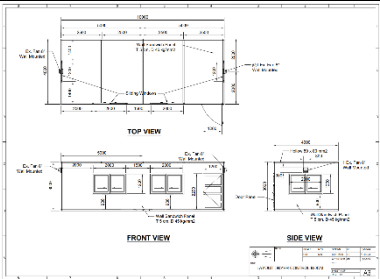
57	Jumat, 19 April 2024	08.00- 16.00	- Survei Evaporator pada PT. Daesang - Pengukuran Hopper pada Boiler PT. Sreeya	
58	Senin, 22 April 2024	08.00- 16.00	Desain <i>Coal Gate</i> PT. Sopanusa	
59	Selasa, 23 April 2024	08.00- 16.00	Desain Bending Plate	
60	Rabu, 24 April 2024	08.00- 16.00	Revisi Desain Bending Plate	

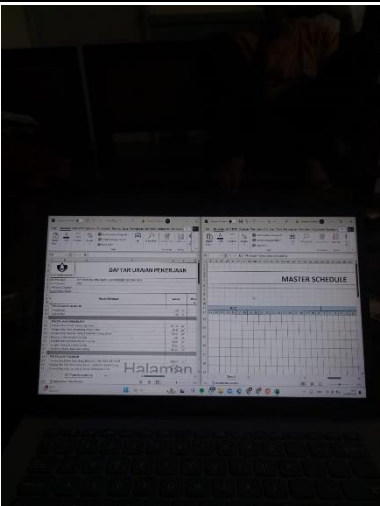
61	Kamis, 25 April 2024	08.00- 16.00	Pembuatan Quotation MEP PT. INDO MINA BAHARI	 PT. INTAN TIMUR ENERGI MECHANICAL, ELECTRICAL, PLUMBING AND ENGINEERING SUPPORT INDONESIA - PT. INTAN TIMUR ENERGI INDONESIA - PT. INTAN TIMUR ENERGI INDONESIA - PT. INTAN TIMUR ENERGI
62	Jumat, 26 April 2024	08.00- 16.00	Membuat Quotation Cleaning Evaporator untuk PT Daesang	 PT. INTAN TIMUR ENERGI MECHANICAL, ELECTRICAL, PLUMBING AND ENGINEERING SUPPORT INDONESIA - PT. INTAN TIMUR ENERGI INDONESIA - PT. INTAN TIMUR ENERGI INDONESIA - PT. INTAN TIMUR ENERGI
63	Senin, 29 April 2024	08.00- 16.00	Desain coal gate di PT Sreeya Sewu Indonesia	
64	Selasa, 30 April 2024	08.00- 16.00	Desain Canal Walkway	
65	Rabu, 1 Mei 2024	08.00- 16.00	LIBUR HARI BURUH INTERNASIONAL	

66	Kamis, 2 Mei 2024	08.00- 16.00	Penurunan boiler lama dengan metode jacking di PT Sreeya Sewu Indonesia	
67	Jumat, 3 Mei 2024	08.00- 16.00	Penempatan boiler baru dengan metode konvesional menggunakan forklift di PT Sreeya Sewu Indonesia	
68	Senin, 6 Mei 2024	08.00- 16.00	Pembuatan Quotation Feed Water Tank Assly	 PT. INTAN TIMUR ENERGI REKAYASA, PERAWATAN DAN PEMERIKSAAN INDUSTRIAL PT. INTAN TIMUR ENERGI Jl. Raya Sekeloa Timur No. 100, Sekeloa Timur, Palembang 30132 Telp. (071) 7990000, Fax (071) 7990001, Email: info@intantimur.com
69	Selasa, 7 Mei 2024	08.00- 16.00	IZIN	
70	Rabu, 8 Mei 2024	08.00- 16.00	IZIN	
71	Kamis, 9 Mei 2024	08.00- 16.00	LIBUR HARI RAYA KENAIKAN ISA ALMASIH	
72	Jumat,	08.00-	CUTI BERSAMA KENAIKAN	

	10 Mei 2024	16.00	ISA ALMASIH	
73	Senin, 13 Mei 2024	08.00-16.00	Desain Control Room pada KCC Glass	
74	Selasa, 14 Mei 2024	08.00-16.00		
75	Rabu, 15 Mei 2024	08.00-16.00		
76	Kamis, 16 Mei 2024	08.00-16.00		
77	Jumat, 17 Mei 2024	08.00-16.00	Pelaksanaan hydrotest boiler di PT Sreeya Sewu Indonesia	

				
78	Senin, 20 Mei 2024	08.00- 16.00	- Membuat report hydrotest boiler di PT Sreeya Sewu Indonesia	
79	Selasa, 21 Mei 2024	08.00- 16.00	Survei dan pengukuran screw conveyor di PT Kapal Api	

				
80	Rabu, 22 Mei 2024	08.00- 16.00	Desain control room pada PT KCC Glass Batang	
81	Senin, 27 Mei 2024	08.00- 16.00	Pelaksanaan Preheat pada boiler di PT Sreeya Sewu Indonesia	

82	Selasa, 28 Mei 2024	08.00- 16.00	Pelaksanaan First Steam Out dan syukuran Boiler di PT Sreeya Sewu Indonesia	
83	Rabu, 29 Mei 2024	08.00- 16.00	Finishing dan pembersihan lokasi instalasi boiler di PT Sreeya Sewu Indonesia	
84	Kamis, 30 Mei 2024	08.00- 16.00	Membuat BOQ dan Schedule untuk tender pengatapan pabrik di PT Petrokimia Kayaku	

85	Jumat, 31 Mei 2024	08.00- 16.00	Belanja Material mur dan baut untuk kebutuhan instalasi di PT KCC Glass Batang	
----	--------------------------	-----------------	--	--

3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Khusus

Selama kegiatan magang industri di PT Intan Timur Energi, mahasiswa mendapati adanya relevansi teori dan praktik yang telah didapat selama kuliah yaitu mengenai Teknik dan Manajemen Perawatan, Perencanaan Produk dan Ekonomika Teknik, Elemen Mesin, CAD-CAE, Proses Manufaktur, Teknik Pembentukan. Yang dimaksud dari relevansi sendiri merupakan tugas khusus yang menggunakan metodologi penelitian akan memperdalam pemahaman mahasiswa tentang metode penelitian yang diajarkan dalam perkuliahan seperti yang sudah dicontohkan sebelumnya. Hal ini sesuai dengan kegiatan magang industri kami, yaitu manajemen proyek dan perencanaan produksi pada PT Intan Timur Energi.

Metodologi yang digunakan pada umumnya memiliki beberapa cakupan penting yang dirancang untuk memastikan bahwa tugas dilaksanakan dengan cara yang terstruktur.

Dalam menyelesaikan tugas khusus yang diberikan selama kegiatan magang industri, kami menggunakan metode penyelesaian yang analitis dan sistematis.

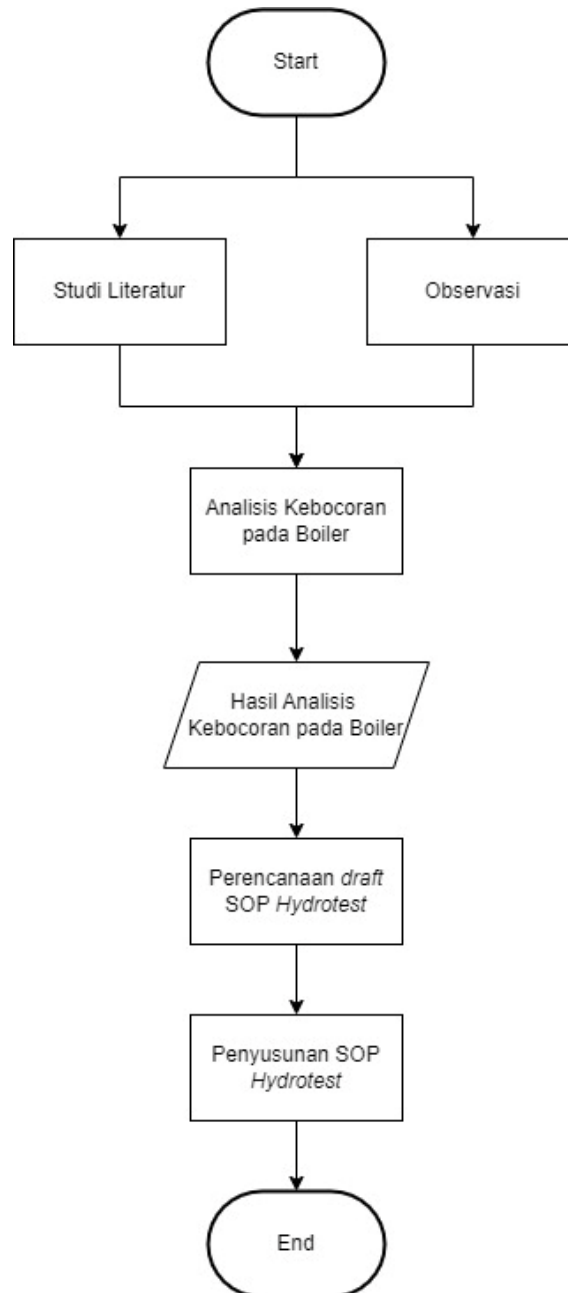
3.2.1 Latar Belakang

Pada saat pelaksanaan magang di PT Intan Timur Energi ada banyak bentuk *project* yang diberikan mulai dari pengawalan sebuah proyek, persiapan tender, estimasi perencanaan produksi, fabrikasi dan instalasi. Dalam setiap project yang diberikan ada beberapa tugas khusus yang juga ditugaskan kepada anak magang untuk membantu menyelesaikan sebuah *project* salah satu bentuk contoh tugas khusus yang diberikan pada anak magang ialah pengawalan pada proyek Instalasi & Dismantle Boiler di PT Sreeya Sewu Indonesia. Dalam pelaksanaan proyek di PT Sreeya Sewu Indonesia kami anak magang diberikan tanggungjawab untuk mengatur schedule proyek agar tetap sesuai dalam pelaksanaannya. Dalam rangkaian schedule proyek Instalasi & dan Dismantle terdapat sub pekerjaan *hydrotest* yang mana pelaksanaan pekerjaan ini dilakukan dalam waktu 1 hari.

Dari beberapa tugas khusus yang diberikan selama magang penulis mengambil topik tugas khusus pada saat pengawalan pekerjaan *hydrotest*

karena pada saat pelaksanaan *hydrotest* terdapat permasalahan yakni adanya kebocoran pada boiler. Dari permasalahan yang timbul ini diperlukan sebuah bentuk analisis yang terstruktur dan sistematis lalu dari hasil analisis yang telah selesai dapat memunculkan rekomendasi solusi yang dapat diberikan agar permasalahan yang ada yakni kebocoran pada boiler dapat teratasi dengan baik.

3.2.2 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Khusus



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Khusus
(Sumber: Desain Pribadi)

3.2.3 Penjelasan Diagram Alir

1. Start
Menandakan dimulainya proses pengerjaan tugas khusus yang diberikan yaitu permasalahan Kebocoran *Boiler* pada PT Sreeya Sewu Indonesia.
2. Studi Literatur
Pada proses ini melakukan studi literatur dengan cara membaca jurnal dan artikel pendukung lainnya.
3. Observasi
Pada tahap ini melakukan observasi guna pengambilan data pada saat pekerjaan proyek instalasi boiler di PT Sreeya Sewu Indonesia berupa foto dokumentasi dan wawancara.
4. Analisis kebocoran pada *Boiler*
Proses ini merupakan analisis kebocoran pada boiler dari data yang diperoleh sebelumnya.
5. Hasil Analisis Permasalahan pada *Coal Gate*
Hasil yang didapatkan dari proses sebelumnya berupa data penyebab kebocoran pada boiler pada saat proses *hydrotest* serta solusi dari permasalahan yang dialami.
6. Perencanaan *Draft SOP hydrotest*
Pada tahap ini melakukan proses perencanaan draft *SOP hydrotest* dengan cara diskusi bersama kepala proyek, foreman dan pembimbing magang.
7. Penyusunan *SOP hydrotest*
Pada tahap ini melakukan proses lanjutan dari *draft SOP hydrotest* yang telah direncanakan dan dirumuskan yakni melakukan fixsasi untuk penyusunan langsung terkait *SOP hydrotest*.
8. End
Menandakan selesainya tugas khusus yang diberikan.

BAB IV

HASIL MAGANG

4.1 Boiler

4.1.1 Pengertian Boiler

Boiler merupakan sebuah bejana tekan tertutup yang digunakan untuk mengubah air menjadi uap yang mana terdapat dua bagian penting yaitu dapur pemanasan untuk menghasilkan panas yang didapat dari pembakaran bahan bakar dan tanki boiler proper untuk mengubah air menjadi uap. Seperti disebutkan sebelumnya fungsi boiler untuk mengubah air menjadi uap dengan metode dipanaskan pada sebuah tungku bejana tertutup atau bejana tekan dan juga bisa diartikan boiler berfungsi mengubah zat cair menjadi uap bertekanan dan bersuhu tinggi.

Proses pemanasan terjadi pada pipa – pipa dipanaskan dengan memanfaatkan hasil pembakaran dari tungku api atau furnace raksasa. Proses pemanasan dilakukan secara terus menerus pada ruang bakar dengan menyalurkan bahan bakar dan udara untuk proses pembakaran lalu hasil dari proses pemanasan air tersebut berupa uap panas temperatur tinggi selanjutnya uap tersebut dimanfaatkan menjadi pembangkit tenaga yang mampu menggerakkan generator dan nantinya menjadi sumber tenaga bagi mesin untuk melakukan produksi.

4.1.2 Klasifikasi Boiler

Klasifikasi boiler dapat dibagi berdasarkan dari beberapa kriteria bisa dari cara menghasilkan uap, tekanan temperature kerja, metode pembakaran dan juga aplikasi spesifik. Klasifikasi kali ini akan membahas terkait cara menghasilkan uap.

9. Fire-Tube Boiler

Fire-tube boiler adalah jenis boiler di mana gas panas melewati pipa-pipa yang dikelilingi oleh air, membuatnya cocok untuk aplikasi skala kecil hingga menengah seperti di industri makanan dan minuman.

10. Water-Tube Boiler

Water-tube boiler memiliki air yang melewati pipa-pipa yang dikelilingi oleh gas panas, sehingga mampu menangani tekanan dan suhu tinggi, dan umumnya digunakan dalam aplikasi skala besar seperti pembangkit listrik dan industri kimia.

11. Stoker-Fired Boiler

Stoker-fired boiler yang menggunakan stoker mekanis untuk mengumpulkan bahan bakar padat ke dalam boiler. Boiler jenis ini efisien dalam pembakaran bahan bakar padat dan mampu menangani berbagai jenis bahan bakar.

12. Pulverized Coal-Fired Boiler

Pulverized coal-fired boiler menggunakan batu bara yang digiling halus dan disemprotkan ke dalam ruang pembakaran, yang memungkinkan pembakaran efisien dan cocok untuk beban puncak.

13. Fluidized Bed Boiler

Fluidized bed boiler membakar bahan bakar dalam lapisan material yang fluidized oleh udara atau gas, menghasilkan emisi polutan yang rendah dan efisiensi pembakaran yang tinggi, sehingga ideal untuk industri dengan kebutuhan energi tinggi dan regulasi emisi ketat.

4.1.3 Bagian – bagian Boiler

1) Tungku (Furnace)

Merupakan sebuah dapur api yang berfungsi sebagai tempat pembakaran untuk menghasilkan panas sesuai dengan temperature yang diinginkan dan untuk bahan bakarnya sendiri biasanya dari Batubara, cangkang sawit, minyak bakar. Material Furnace wajibnya dilapisi oleh bata api untuk menahan panas agar tidak keluar dan menjaga ketahanan dari material furnace dan untuk bentuk tungku sendiri terdiri dari 2 jenis ada tungku yang terbuka juga ada tungku tertutup.



Gambar 4. 1 Tungku (*Furnace*)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2) Tabung (Tubes)



Gambar 4. 2 Tabung (*Tubes*)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

- Tabung Api (Fire Tubes)

Tabung jenis ini memiliki struktur tabung – tabung nya yang melintang di dalam tungku tempat pembakaran terjadi dan tempat gas panas melewati untuk memanaskan air yang berada di sekitarnya.

- Tabung Air (Water Tubes)

Tabung jenis ini memiliki struktur kerja tabung – tabung nya berisi air dan dipanaskan oleh gas panas yang melewati di sekitarnya.

3) Pompa Umpan (Feedwater Pump)

Memiliki fungsi memompa air umpan dari tangki air umpan ke dalam boiler.



Gambar 4. 3 Pompa Umpan (*Feed Water Pump*)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4) *Superheater*

Merupakan bagian tambahan dalam boiler yang berfungsi sebagai bantuan memanaskan uap yang dihasilkan lebih lanjut untuk bisa lebih ditingkatkan temperature nya dan bisa menghasilkan uap superheated, komponen ini merupakan salah satu komponen vital dalam boiler yang memerlukan desain, operasi, dan pemeliharaan yang cermat. Fungsi dari *Superheater* sendiri yakni untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi kondensasi. Lalu ada pula jenis – jenis dari *Superheater* yakni sebagai *convective superheater*, *radiant superheater*, *combined superheater*.

5) *Economizer*

Merupakan komponen tambahan yang mana komponen ini bisa meningkatkan efisiensi produksi dan hasil dari uap dengan cara memanfaatkan panas dari gas yang terbuang untuk memanaskan air umpan sebelum masuk kedalam boiler dan pada akhirnya mampu meningkatkan efisiensi termal. Jenis – jenis dari economizer sendiri ada 2 yakni *non – condensing economizer* dan *condensing economizer*, tantangan pemeliharaan dari economizer ialah korosi pada sistem condensing economizer dan fouling atau penumpukan kotoran dan partikel pada tabung *economizer*.



Gambar 4. 4 Economizer
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

6) Steam Drum

Merupakan komponen dari boiler di mana steam atau uap yang dihasilkan dikumpulkan terlebih dahulu dalam sebuah drum sebelum di kirim ke dalam sebuah proses atau system yang membutuhkan tenaga uap.

7) Safety Valve

Merupakan sebuah line valve dan katup yang berfungsi sebagai pengaman saat boiler mengalami tekanan berlebih dan mencegah terjadinya kecelakaan.



Gambar 4. 5 Safety Valve
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

8) Blowdown Valve

Merupakan katup yang berfungsi mengeluarkan air didalam tabung boiler untuk membuang endapan mineral yang terakumulasi selama proses operasi boiler.



Gambar 4. 6 *Blowdown Valve*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

9) Pressure Gauge

Alat yang berfungsi untuk mengukur dan mengatur tekanan didalam boiler agar tetap dalam tekanan kerja.



Gambar 4. 7 *Pressure Gauge*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

10) Water Level Indicator

Merupakan alat yang berfungsi menunjukkan Tingkat air didalam boiler, dan juga sebagai alat untuk mengukur kepastian jumlah volume air yang cukup untuk operasi yang aman.

4.2 Prinsip Kerja Boiler

Secara sederhana, prinsip kerja boiler adalah memanaskan air hingga titik didihnya sehingga air berubah menjadi uap. Uap panas itulah yang digunakan untuk berbagai keperluan. air dipanaskan pada tekanan 1 atm, maka temperaturnya akan naik perlahan-perlahan hingga 100 derajat Celsius. Akan tetapi, jika dilakukan pembakaran lebih lanjut, suhu tidak akan bertambah lagi dan air yang ditambahkan digunakan untuk membangkitkan uap. Selanjutnya air dipanaskan pada tekanan di atas 1 atm, maka temperaturnya akan mencapai lebih dari 100 derajat Celsius. Air akan mendidih pada suhu yang sebanding dengan tekanannya. Ketika air sudah mendidih, suhu akan konstan dan semua panas digunakan untuk menghasilkan uap.

Di samping itu, pendidihan air juga melibatkan mekanisme perpindahan kalor atau panas. Dalam sebuah boiler, ada tiga cara panas berpindah, yakni secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Energi panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar akan berpindah secara radiasi ke pipa-pipa air. Permukaan pipa pun menyerap panas tersebut. Maka, terjadilah perpindahan panas dari permukaan ke bagian dalam pipa secara konduksi. Air yang mengalir di dalam pipa lantas menyerap panas antarmolekul air secara konveksi. Nantinya, air perlahan-lahan berubah menjadi uap basah hingga menjadi uap kering. Uap yang sudah kering barulah dimanfaatkan sebagai penggerak mesin.

Standar air boiler menjadi kunci dalam menjaga proses perpindahan panas yang efisien dan berkelanjutan dalam sistem boiler. Ketika air dalam boiler memenuhi standar yang ditetapkan, seperti memiliki kadar mineral dan logam berat yang terkontrol, maka risiko terjadinya endapan mineral yang dapat mengganggu perpindahan panas dapat diminimalkan. Selain itu, air dengan kualitas sesuai standar juga membantu mencegah korosi pada pipa-pipa dan komponen boiler lainnya, yang bisa disebabkan oleh reaksi kimia yang tidak diinginkan akibat ketidaksesuaian air dengan kondisi operasional boiler. Dengan demikian, penggunaan air sesuai standar tidak hanya mendukung efisiensi operasional boiler tetapi juga memperpanjang umur pakai peralatan tersebut dan keamanan dalam proses menghasilkan uap kering yang diperlukan untuk penggerak mesin atau aplikasi lainnya.

1) Persiapan tool box & Safety Induction

Pada tahap persiapan terdapat 2 kegiatan yang harus dilakukan yang pertama adalah tool box meeting, kegiatan ini berbentuk persiapan menyiapkan segala sesuatu kebutuhan untuk proses pekerjaan instalasi boiler dan pada saat tool box meeting wajib merekap semua peralatan minimal 1 minggu sekali wajib di perbarui datanya. Dan untuk safety induction sendiri berarti induksi keselamatan sebagai bentuk pengenalan tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) kepada para pekerja yang baru akan memulai suatu pekerjaan. Tujuan dari safety induction sendiri untuk mengedukasi para pekerja tentang prosedur dan aturan keselamatan kerja yang berlaku pada lingkungan atau Perusahaan tempat bekerja. Dua hal ini menjadi hal yang sangat wajib dan harus benar – benar diperhatikan dalam pelaksanaannya.



Gambar 4. 10 *Safety Induction*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2) Pekerjaan Fabrikasi Hopper Feeder

Hopper Feeder merupakan sebuah komponen dalam system besar boiler yang mana berfungsi sebagai corong atau jalur masuknya bahan bakar seperti Batubara ataupun cangkang sawit sebelum masuk kedalam tungku api.



Gambar 4. 11 Pekerjaan Fabrikasi Hopper
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3) Pekerjaan Fabrikasi Coal Gate

Coal Gate merupakan sebuah sistem dalam operasi boiler yang mana berfungsi sebagai pengatur ketinggian dan volume bahan bakar yang akan masuk kedalam dapur api. Coal Gate memiliki prinsip kerja seperti Lift Gate atau gerbang angkat yang mana system nya menggunakan katrol yang ditarik oleh rantai dan diatur oleh gear box dan dikendalikan oleh operator menggunakan handle tangan.



Gambar 4. 12 Pekerjaan Fabrikasi Coal Gate
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4) Pekerjaan Pembongkaran Dinding Stock Pile

Pekerjaan membongkar dinding ini untuk memudahkan proses pemindahan dan penurunan existing boiler dan mengganti dengan boiler baru dan memudahkan akses jalur para pekerja selama bekerja.



Gambar 4. 13 Pekerjaan Pembongkaran Dinding *Stock Pile*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

5) Pekerjaan Dismantle Drum Boiler Eksisting

Pada tahap ini dilakukan pembongkaran Drum Boiler Eksisting atau boiler lama. Proses ini memerlukan waktu yang cukup lama dan diperlukan perhatian yang lebih karena pada tahap ini penurunan boiler lama tidak bisa menggunakan crane namun menggunakan metode jacking dikarenakan tempat pekerjaan yang sempit dan tertutup. Metode jacking merupakan sebuah metode yang mana prosesnya menggunakan bantalan hidrolis yang mampu mengangkat boiler sedikit demi sedikit dan diturunkan perlahan – lahan menggunakan tumpukan kayu sebagai penopangnya.



Gambar 4. 14 Pekerjaan *Dismantle Boiler Existing*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

6) Pekerjaan Erection Drum Boiler Baru

Pada proses ini boiler baru mulai dinaikkan menggunakan metode yang hampir sama dengan saat diturunkan menggunakan metode jacking, namun bedanya pada proses erection ini dibantu dan dikombinasikan juga dengan alat berat forklift untuk mempermudah para pekerja dalam melakukan proses angkat boiler baru.



Gambar 4. 15 Pekerjaan *Erection Boiler Baru*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

7) Pekerjaan Connecting Piping Main Steam, Valve, & All ACC

Pekerjaan penghubungan (connecting) pipa uap utama dan semua aksesori pada boiler adalah proses yang kritis dan membutuhkan perencanaan yang cermat serta kepatuhan terhadap standar keselamatan.



Gambar 4. 16 Pekerjaan *Connecting Piping Main Steam Valve & All ACC*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

y
8) *Hydrotest*

Pada proses ini merupakan sebuah tahap dimana boiler dilakukan uji kelayakan dari segi kekuatan material, ketahanan dan kebocoran. *Hydrotest* merupakan salah satu tipe NDT (*Non Destructive Test*).



Gambar 4. 17 *Hydrotest*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

9) Pekerjaan Instalasi *Hopper*

Pada proses ini *Hopper* baru dipasang sesuai dengan tempat awalnya tanpa merubah strukturnya. Proses Pemasangan Hopper menggunakan *crane* yang dibantu dengan *forklift*.



Gambar 4. 18 Instalasi *Hopper*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

10) Pekerjaan Instalasi *Coal Gate*

Pada proses ini *Coal Gate* baru dipasang sesuai dengan tempatnya semula tanpa merubah strukturnya. Proses pemasangan *Coal Gate* menggunakan *crane* yang dibantu dengan *forklift*.



Gambar 4. 19 Instalasi *Coal Gate*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

11) Trial Test

Pada proses ini boiler khususnya pada furnace dilakukan percobaan awal untuk pembakaran guna melakukan percobaan awal pada dinding furnace yang baru yang dilapisi dengan bata api baru dengan cara melakukan variasi temperatur mulai dari temperatur rendah, menengah hingga temperatur kerja. Lalu setelah itu dilakukan pengecekan secara berkala pada furnace dan boiler apakah bekerja secara baik atau tidak.



Gambar 4. 20 Trial Test
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

12) Finishing

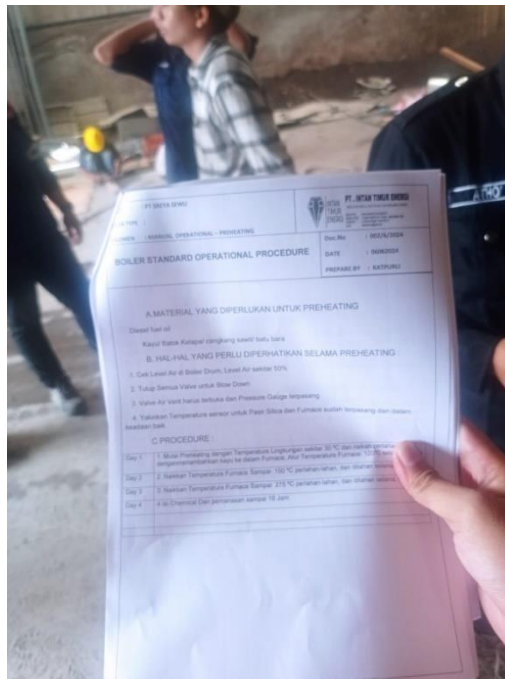
Pada proses ini semua bentuk pekerjaan akhir dikerjakan seperti pemasangan cover tanki boiler dan pengecatan.



Gambar 4. 21 Finishing
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

13) Preheat

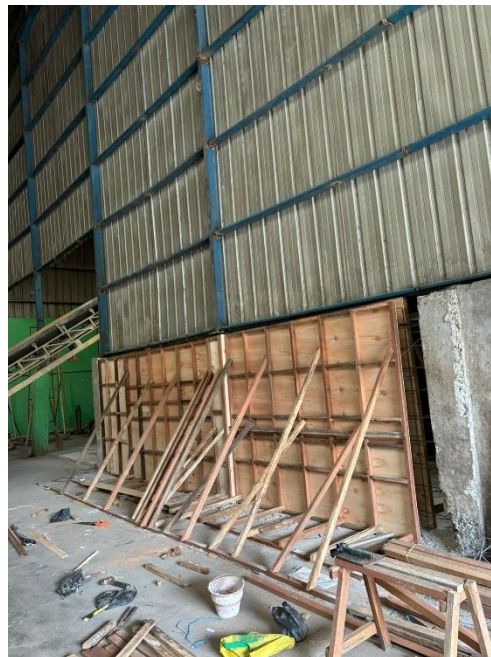
Pada proses ini menjadi akhir dari proses instal drum/tanki boiler dan berjalannya steam out untuk pertama kalinya.



Gambar 4. 22 Preheat
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

14) Perbaikan Dinding Stock Pile

Pada proses ini membangun Kembali dinding yang telah dihancurkan untuk akses instalasi boiler.



Gambar 4. 23 Pekerjaan Perbaikan Dinding Stock Pile
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

15) Pekerjaan Pembersihan

Terakhir setelah semua proses dan prosedur selesai maka dilakukan pembersihan area kerja secara menyeluruh.



Gambar 4. 24 Pekerjaan Pembersihan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.4 Hydrotest

` Hydro test atau pengujian hidrotastik, adalah metode yang digunakan untuk menguji kekuatan dari material bejana tekan menggunakan media air. Pengujian ini melibatkan kombinasi antara pengisian air pada tanki boiler dengan diberikan tekanan secara bertingkat mulai dari tekanan dibawah temperature kerja naik ke temperature kerja hingga tekanan temperature kerja x 1.5 (sesuai dengan prosedur dari Kementerian ketenagakerjaan Republik Indonesia).

4.4.1 Alat – Alat Yang Diperlukan Saat *Hydrotest*

1) Pompa Tekan (*Pressure Pump*)

Alat ini digunakan untuk memberikan tekanan pada air atau cairan yang digunakan dalam pengujian.



Gambar 4. 25 Pressure Pump
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2) Manometer (*Pressure Gauge*)

Alat ini digunakan untuk mengukur tekanan di dalam sistem yang sedang diuji.



Gambar 4. 26 Manometer
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3) Selang Tekan Tinggi (*High Pressure House*)

Alat ini berguna untuk menekan tekanan tinggi yang dibutuhkan untuk pengujian.



Gambar 4. 27 High Pressure House
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4) Katup Pengamanan (*Safety Valve*)

Untuk menjaga tekanan tidak melebihi batas aman dan mencegah kerusakan atau ledakan.



Gambar 4. 28 Safety Valve
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

5) Katup Penutup (*Shut – off Valve*)

Untuk menyambungkan selang dan peralatan lain ke sistem yang diuji.



Gambar 4. 29 *Shut – off Valve*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

6) Tangki Penampung (*Storage Tank*)

Menyediakan air atau cairan yang diperlukan untuk pengujian.



Gambar 4. 30 *Storage Tank*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

7) Termometer

Untuk mengukur temperatur cairan yang digunakan, karena suhu dapat mempengaruhi hasil pengujian.



Gambar 4. 31 Termometer
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.4.2 Langkah – Langkah *Hydrotest*

1) Hydrotest Preparation

Pada proses ini dilakukan persiapan terkait kelengkapan tool box untuk kebutuhan hydrotest mulai dari pemasangan pressure gauge, high pressure cleaner dan selang penghubung dari high pressure cleaner menuju pressure gauge dan masuk kedalam tanki boiler, lalu memastikan Kembali pekerjaan yang akan dilakukan uji pemasangan peralatan telah selesai semua. Peralatan tersebut yaitu berupa valve, pressure gauge, recorder pressure, reservoir, pipe, compressor.

2) Pre Test Pressure

Tahapan selanjutnya yaikut melakukan pre test pressure menggunakan udara dengan tekanan dan waktu yang telah ditentukan. Untuk mengetahui kebocoran dilakukan penyemprotan dengan air sabun dan menggunakan senter penerangan agar mengetahui titik kebocoran.

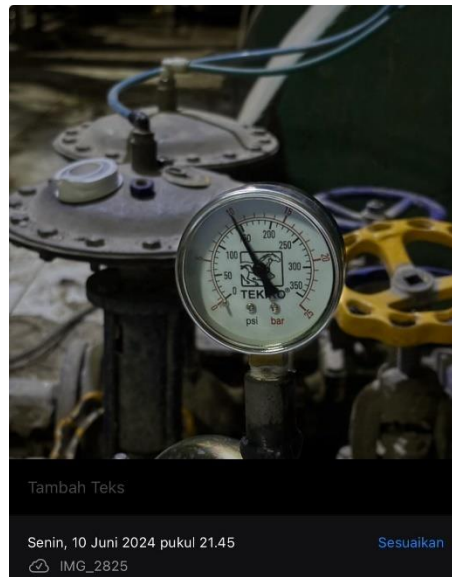
3) Hydrotest Process

- a. Pertama masukkan air kedalam tanki boiler hingga penuh. Apabila sudah terisi penuh dan semua valve sudah tertutup mulai beri tekanan pada boiler dari high pressure cleaner mencapai 5 bar lalu tahan sampai 15 menit.



Gambar 4. 32 Pressure 5 Bar
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

- b. Kemudian cek apakah terjadi kebocoran didalam tube bundle dan periksa pressure gauge apakah terjadi penurunan. Jika tidak mengalami kebocoran dan penurunan maka tambahkan tekanan sampai 10 bar dan tahan selama 10 menit.



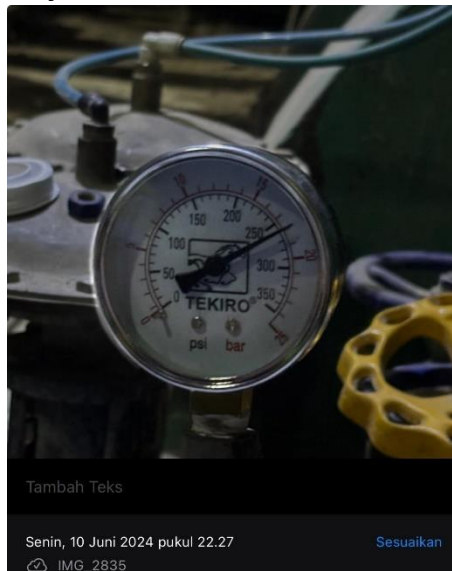
Gambar 4. 33 Pressure 10 Bar
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

- c. Dan lakukan langkah sebelumnya yaitu cek kebocoran dan lihat pressure gauge apakah ada penurunan. Apabila tidak ada kebocoran dan penurunan tambahkan lagi sampai 12.5 bar dan tahan selama 20 menit.



Gambar 4. 34 *Pressure 12,5 Bar*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

- d. Perika kembali apakah ada kebocoran atau penurunan. Jika tidak ada kebocoran dan penurunan dari indicator pressure gauge tambah tekanan dengan perhitungan tekanan normal kerja boiler $\times 1.5$ lalu tahan selama 20 menit.



Gambar 4. 35 *Pressure 18 Bar*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

- e. Periksa kembali sesuai prosedur apakah ada kebocoran dan penurunan pada pressure gauge. Jika tidak ada perubahan maka bisa dilanjutkan dengan melakukan penurunan tekanan secara berkala sesuai tingkatan awal namun secara mundur dan dengan waktu penahanan yang sama juga.

- f. Periksa sambungan apakah masih normal. Pekerjaan ini dapat dilakukan secara parallel dengan pada saat dilakukannya pekerjaan pressure dan holding time.
- g. Kemudian periksa recorder hasil uji hydrotest kembali untuk crosscheck apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan. Apabila grafik telag sesuai dengan yang diinginkan maka pengujian dapat dikatakan lolos.

4.4.3 Kebocoran boiler

Kebocoran pada boiler merupakan sebuah bentuk kegagalan yang sangat berpengaruh dan berdampak besar bagi operasional produksi sebuah industri. Kebocoran yang terjadi selama hydrotest dapat menunjukkan adanya masalah serius yang perlu segera diidentifikasi dan diperbaiki sebelum boiler dioperasikan. Berikut beberapa latar belakang secara umum yang bisa menjadi penyebab mengapa bisa terjadi sebuah kebocoran pada boiler saat uji hydro test mulai dari Kesalahan teknis selama pengujian, faktor lingkungan dan Operasional, Kesalahan desain dan fabrikasi, dan terakhir kegagalan material. Maka dengan pertimbangan tersebut penulis mencoba untuk menganalisis penyebab kebocoran pada boiler saat uji hydrotest dengan metode *Fault Tree Analysis* dan harapannya saat laporan ini tuntas bisa menjadi acuan bagi perusahaan saat melakukan uji *hydrotest*.

4.5 Fault Tree Analysis (FTA)

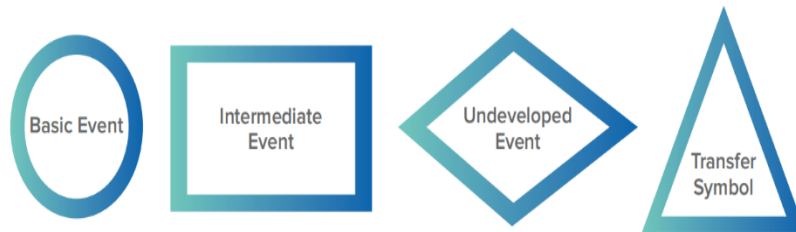
Fault Tree Analysis (FTA) merupakan salah satu framework dari Root Causes Failure Analysis (RCFA). Pada proses pembuatan kerangka Fault Tree Analysis (FTA) biasanya kerangka metode analisis ini digunakan pada bidang keahlian teknik mesin khususnya pada industri – industri di mana kegagalan teknis memiliki dampak yang sangat besar. Dalam penerapannya, Teknik FTA yang digunakan secara kualitatif memiliki 2 (dua) tipe notasi dasar mulai dari peristiwa events dan gerban logika. Notasi peristiwa terdiri dari 4 simbol, antara lain :

4.5.1 Notasi Peristiwa dalam *Fault Tree Analysis* (FTA)

Notasi peristiwa terdiri dari 4 simbol, antara lain :

- 1) Lingkaran (*Basic Event*)
Merupakan simbol yang menyatakan penyebab risiko. Dengan kata lain simbol ini merepresentasikan akar / sumber penyebab dari suatu peristiwa risiko di mana simbol ini tidak memerlukan analisis lanjutan.
- 2) Persegi (*Intermediete event*)
Merupakan simbol dari peristiwa yang masih memerlukan analisis lanjutan, biasanya setelah simbol ini akan diikuti logic untuk menggambarkan peristiwa selanjutnya.
- 3) Segi 4 Wajik (*undeveloped event*)
Merupakan simbol yang menyatakan bahwa peristiwa tersebut tidak dapat dianalisis lebih lanjut karena tidakcukupan data atau informasi.
- 4) Segitiga (*Transfer symbol*)

Merupakan simbol dari peristiwa yang masih memerlukan analisis lanjutan diluar dari peristiwa risiko utama pada analisis yang sedang dikerjakan.



Gambar 4. 36 Notasi Peristiwa Dalam *Fault Tree Analysis* (FTA)
(Sumber: 31 Teknik Penilaian Risiko Berbasis ISO 31010)

4.5.2 Notasi Gerbang Logika Dalam *Fault Tree Analysis* (FTA)

Notasi gerbang logika terdiri dari 3 simbol, antara lain :

1) *AND Gate*

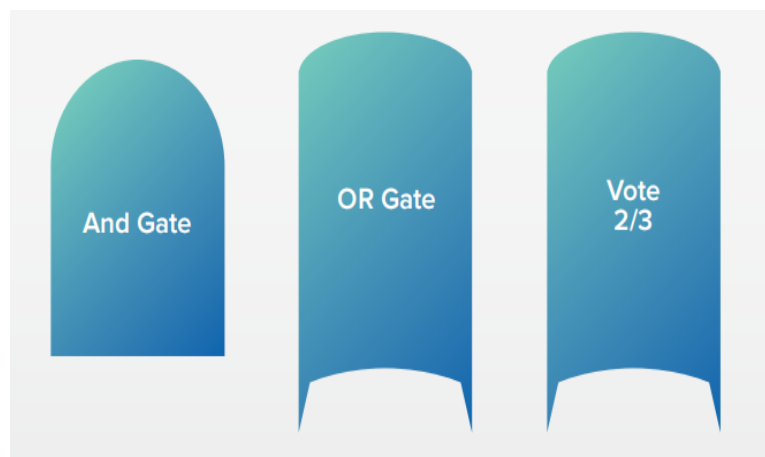
sebuah peristiwa risiko dapat terjadi apabila seluruh input peristiwa di bawahnya terjadi.

2) *OR Gate*

Sebuah peristiwa risiko dapat terjadi apabila salah satu atau lebih dari input peristiwa dibawahnya terjadi.

3) *Voting OR Gate*

Sebuah peristiwa dapat terjadi jika jumlah peristiwa yang terjadi sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan. Pada contoh gambar di bawah ini, sebuah peristiwa dapat terjadi apabila terdapat minimal 2 penyebab yang harus terjadi. Jika voting OR Gate berisi 1/3, maka dibutuhkan minimal 1 penyebab yang harus terjadi.



Gambar 4. 37 Notasi Gerbang Logika Dalam *Fault Tree Analysis* (FTA)
(Sumber: 31 Teknik Penilaian Risiko Berbasis ISO 31010)

4.5.3 Tahapan – Tahapan *Fault Tree Analysis (FTA)*

Fault Tree Analysis (FTA) melalui 5 tahapan :

- 1) *Scoping*
dimana pada tahapan ini dilakukan diskusi untuk mencari kegagalan yang berfrekuensi tinggi dan menganalisa jika kegagalan tersebut berulang kembali.
- 2) *Preserving Evidence and Collecting Data*
Tahapan kedua merupakan menjaga bukti kerusakan dan membuat daftar kegagalan. Tahap ini menemukan akar permasalahan yang menyebabkan kerugian dan kemungkinan terjadinya kegagalan yang sama. Pada tahap ini menggunakan analisis Faut Tree Analysis.
- 3) *Organizing the Analysis*
Tahap ketiga ini merupakan tahapan yang dilakukan pembuatan tim untuk menganalisa kegagalan yang terjadi.
- 4) *Analyzing*
Tahapan ini merupakan tahapan untuk mengetahui, mencari dan menentukan penyebab terjadinya failure (kegagalan) secara keseluruhan objek beroperasi dengan menggunakan *frame work Fault Tree Analysis (FTA)*.
- 5) *Documenting, Inplementing, Confirming*
Pada tahapan terakhir ini dilakukan komunikasi dari saat tahap pertama dilakukan sampai dengan tahapan pembuatan Fault Tree Analysis (FTA) dan mencatat segala kegagalan. Setelah itu akan diberikan rekomendasi Tindakan perbaikan.

4.6 Olah Data

Berdasarkan hasil wawancara, pengamatan langsung dan dokumentasi pada saat proses proyek *Dismantle & Instalasi Boiler* terdapat beberapa masalah khususnya pada saat uji *Hydrotest* terindikasi secara makro adanya kebocoran tanki boiler khususnya pada bagian header boiler , hal ini disebabkan oleh beberapa hal salah satunya adalah kesalahan pengerjaan dari *fitter* saat melakukan pengerjaan dan tidak adanya SOP yang jelas saat uji *hydrotest* sehingga menyebabkan adanya kerusakan kecil pada boiler dan mengakibatkan kebocoran. Berikut beberapa bukti indikasi adanya kebocoran pada saat instalasi boiler khususnya pada saat uji *hydrotest* dan juga bentuk *repairing* yang diberikan :

- 1) Pada saat uji *hydrotest* tahap awal yakni pengisian boiler dengan air timbul Indikasi secara makro adanya kebocoran sebelum diberikan *pressure*.



Gambar 4. 38 Indikasi Kebocoran
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

- 2) Setelah diketahui adanya indikasi kebocoran pada saat tahap pengisian air dalam boiler langkah awal yang dilakukan ialah mengeluarkan kembali seluruh air yang ada didalam boiler dengan cara membuka semua valve dan dibantu dengan pompa untuk menyedot air. Lalu untuk menangani air yang keluar dari header yang mengalami kebocoran diberikan jalur air agar tidak membasahi area pekerjaan.



Gambar 4. 39 Penanganan Awal Kebocoran
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

- 3) Setelah tahap mengosongkan kembali boiler dari air para pekerja mulai melakukan analisis pengamatan penyebab kebocoran secara langsung

oleh pekerja melalui area dalam *furnace* . Lalu setelah dilakukan pengamatan dan diskusi maka disepakati dilakukan pekerjaan *repairing*. Dalam pekerjaan *repairing* terdapat beberapa indikator yang harus diperhatikan yakni, :

1. Material

Berdasarkan sertifikat kualifikasi produk boiler yang tertera pada boiler yang dikerjakan material yang digunakan adalah ASTM A1516, dengan spesifikasi material tersebut maka diperlukan *treatment* khusus yang akan dijelaskan lebih lanjut.

2. Kekuatan Material (*Tensile Strength & Yield Strength*)

Berdasarkan tabel komposisi kimia & sifat mekanik komponen tekanan utama yang tertera pada boiler yang dikerjakan kekuatan material dari boiler khususnya pada *header* boiler diketahui Tensile Strength sebesar 475 – 480 Mpa dan Yield Strength sebesar 303 – 305 Mpa.

		材料 Material			化学成分 Chemical components (%)										机械性		
序号 No.	零件名称 Part Name	牌号 Mark	规格 Specification mm	试验 编号 Test No.	碳 C	锰 Mn	硅 Si	硫 S	磷 P	镍 Ni	铬 Cr	铜 Cu	铝 Al Al ₁	抗拉 强度 Tensile strength Mpa	屈服 强度 Yield strength Mpa	伸长率 Elongatio n rate %	
1	拱型管板 Cylinder	Q245R	16	A23-142	0.16	0.58	0.18	0.003	0.024	0.011	0.022	0.014	0.035	441	281	31.5	
2	筒体 Cylinder	Q245R	16	A23-070	0.15	0.79	0.18	0.006	0.008	0.02	0.03	0.01	0.036	451	284	35	
3	筒体 Cylinder	Q245R	16	A24-002	0.15	0.58	0.18	0.003	0.020	0.007	0.03	0.016	0.017	456	304	34	
4	左右集箱 Left & right header	20	φ 219×6	C23-176	0.18	0.60	0.22	0.006	0.016	0.03	0.06	0.01	0.01	475-480	303-305	26.0-24.5	

Gambar 4. 40 Komposisi kimia & sifat mekanik komponen tekanan
(Sumber: Sertifikat Kualifikasi Produk Boiler)

3. Pengelasan (Elektroda, metode Pengelasan, dan posisi pengelasan).

Setelah diketahui kekuatan material berdasarkan dari tabel komposisi kimia & sifat mekanik komponen tekanan utama maka dapat dihitung untuk keperluan elektroda yang dibutuhkan dengan cara mengubah terlebih dahulu satuan yang tertera dari Mpa menjadi Psi

$$480 \text{ Mpa to Psi}$$

$$480 \text{ Mpa} = 70.000 \text{ Psi}$$

Sesuai dengan kode elektroda maka diperlukan elektroda E7016 – E7018. Lalu setelah diketahui elektroda yang diperlukan maka selanjutnya menentukan metode pengelasan, berikut beberapa metode pengelasan :

1. Pengelasan Listrik

Pengelasan listrik adalah metode yang menggunakan arus listrik untuk menghasilkan panas yang cukup untuk melelehkan logam dan bahan pengelas. Dalam pengelasan listrik, terdapat dua jenis utama yaitu pengelasan listrik dengan elektrode yang dilindungi (Shielded Metal Arc Welding/ SMAW) dan pengelasan listrik tanpa lapisan (Gas Metal Arc Welding/ GMAW). Pada pengelasan listrik dengan elektrode yang dilindungi, elektrode berlapis digunakan untuk melindungi daerah pengelasan dari udara dan memberikan material pengisi. Sementara itu, pada pengelasan listrik tanpa lapisan, gas pengelasan digunakan untuk melindungi daerah pengelasan. Metode ini sangat fleksibel dan sering digunakan untuk berbagai jenis logam dan ketebalan.

2. Pengelasan Gas

Pengelasan gas melibatkan penggunaan gas terbakar, seperti gas asetilena, sebagai sumber panas untuk melelehkan logam dan bahan pengelas. Metode ini sering digunakan untuk mengelas logam tipis atau dalam situasi di mana penggunaan listrik tidak praktis. Pengelasan gas juga memungkinkan pengelasan di lingkungan terbuka karena tidak menghasilkan banyak percikan atau asap. Metode ini umumnya digunakan dalam industri pembuatan tangki, pipa, dan konstruksi.

3. Pengelasan Busur Listrik

Pengelasan busur listrik adalah metode yang menggunakan busur listrik yang dihasilkan antara elektrode dan bahan logam untuk menghasilkan panas yang tinggi. Panas yang dihasilkan oleh busur listrik digunakan untuk melelehkan logam dan bahan pengelas. Tak jauh berbeda dari pengelasan listrik, terdapat beberapa jenis pengelasan busur listrik antara lain pengelasan busur listrik dengan elektrode berlapis (Shielded Metal Arc Welding/ SMAW), pengelasan busur listrik dengan gas terionisasi (Gas Tungsten Arc Welding/ GTAW), pengelasan busur listrik terendam (Submerged Arc Welding/ SAW) dan pengelasan busur listrik dengan elektrode terus-menerus (Gas Metal Arc Welding/ GMAW).

4. Pengelasan Tungku Gas

Pengelasan tungku gas melibatkan penggunaan tungku gas untuk memanaskan logam dan bahan pengelas hingga suhu yang cukup tinggi. Setelah mencapai suhu yang diinginkan, bahan logam dan bahan pengelas digabungkan untuk membentuk sambungan yang kuat saat mendingin. Metode ini banyak digunakan dalam pembuatan peralatan industri yang

memerlukan pengelasan pada skala besar, seperti kapal, tangki penyimpanan, dan pipa besar.

5. Pengelasan Gesek

Pengelasan gesek (*friction welding*) adalah metode pengelasan yang melibatkan gesekan antara dua bahan logam atau benda kerja yang akan disambungkan. Gesekan ini menghasilkan panas yang cukup untuk melelehkan logam dan membentuk sambungan. Metode ini sering digunakan untuk mengelas logam non-ferrous, seperti aluminium dan tembaga. Pengelasan gesek memiliki beberapa keunggulan, termasuk proses yang cepat, kontrol panas yang baik, dan kualitas sambungan yang tinggi.

6. Pengelasan Laser

Pengelasan laser (*laser beam welding*) menggunakan sinar laser yang sangat terfokus untuk mencairkan dan menyatukan logam. Energi yang sangat terkonsentrasi dari proses las laser ini memungkinkan pengelasan logam yang sangat tipis dan akurat. Aplikasi umum dari las laser mencakup industri otomotif, elektronik, dan aviasi. Kelebihan las laser meliputi kecepatan tinggi, ketepatan yang tinggi, dan kemampuan untuk mengelas logam yang sulit dihubungkan dengan metode pengelasan lainnya.

7. Pengelasan Resistansi

Las resistansi (*resistance welding*) adalah metode di mana dua logam digabungkan dengan menekan dan meneruskan arus listrik tinggi. Panas dihasilkan oleh resistansi listrik saat arus melewati logam, menyebabkan melelehnya logam dan penyatuan keduanya. Contoh dari las resistansi melibatkan las titik, las seam, dan las proyeksi. Keunggulan dari las resistansi mencakup kecepatan tinggi, konsistensi, serta kemampuan untuk menggabungkan logam yang berbeda.

Dari hasil penjabaran terkait metode – metode pengelasan telah ditentukan untuk penyelesaian masalah yang ada menggunakan metode pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) karena lebih efisien, dilihat dari kondisi area lapangan pekerjaan yang sempit dan dalam penggunaannya tidak memerlukan peralatan yang kompleks namun hanya memerlukan elektroda dan travo. Lalu selanjutnya menentukan posisi pengelasan, untuk posisi pengelasan yang digunakan adalah posisi 5G yang mana posisi ini sama dengan posisi 1G namun yang membedakan benda yang dikerjakan bersudut atau memiliki diameter (tidak lurus) karena pada objek yang dikerjakan yakni header boiler yang memiliki sudut dan diameter.



Gambar 4. 41 Area Eksekusi Pekerjaan *Repairing*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4. Lalu setelah semua indikator telah selesai dirumuskan maka mulailah dilakukan eksekusi untuk pengerjaan *repairing* oleh para pekerja melalui area dalam *furnace* yang mana berarti tidak bisa dikerjakan oleh banyak pekerja karena akses masuk dan tempatnya yang sempit.



Gambar 4. 42 *Repair* Kebocoran Boiler
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.6.1 Hasil Data

1) Hasil *Scooping*

Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Tanki Boiler

Part Tanki Boiler	Hasil Pemeriksaan
Shell (casing)	Aman
Internal Piping	Aman
Risers (Water Tubes)	Aman
Blowdown Valves	Aman
Header	Tidak Aman

(Sumber: PT. Intan Timur Energi)

Pada tahap ini kepala proyek “*Dismantle & Install Boiler*” yang bertugas di lapangan mengidentifikasi ruang lingkup yang akan diperiksa dari boiler lalu melakukan pengecekan pada seluruh bagian - bagian boiler apakah ada kebocoran pada saat tanki mulai diisi dengan air. Lalu setelah dilakukan scooping beberapa waktu, dirumuskannya daftar bagian – bagian dari tanki boiler yang telah diperiksa, munculah kriteria yang aman dan tidak aman.



Gambar 4. 43 Pemeriksaan Kebocoran Boiler

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2) Hasil *Preserving Evidence and Collecting Data*

Pada tahap ini melanjutkan dari hasil *scooping* yakni rumusan daftar bagian boiler yang mendapat kriteria tidak aman ditindak lebih lanjut dengan membuat bukti berupa dokumentasi yang tertera pada Gambar 4.38 dan menjaga bukti kerusakan tersebut lalu mulai mencari awal mula permasalahan atau kerusakan terjadi. Pada proses ini ditemukan 2 awal mula yang menyebabkan terjadinya kebocoran yakni pada Manusia dan Prosedur. Untuk hasil root causes dapat dilihat pada Gambar 4.41.

3) Hasil *Organizing the Analysis*

Pada tahap ini kepala proyek “*Dismantle & Install Boiler*” yang bertugas di lapangan membentuk sebuah tim lalu melakukan sebuah diskusi untuk mempertegas kembali dari tahapan sebelumnya yakni *preserving evidence*, tim yang terbentuk sendiri terdiri dari Kepala proyek lapangan, 2 *fitter* beserta 2 anak magang sebagai *helper*. Lalu setelah melakukan diskusi kami juga melakukan bentuk wawancara untuk bisa lebih mempertegas akar permasalahan dan sebagai data penunjang untuk tahap *analyzing*.

Tabel 4. 2 Hasil Wawancara

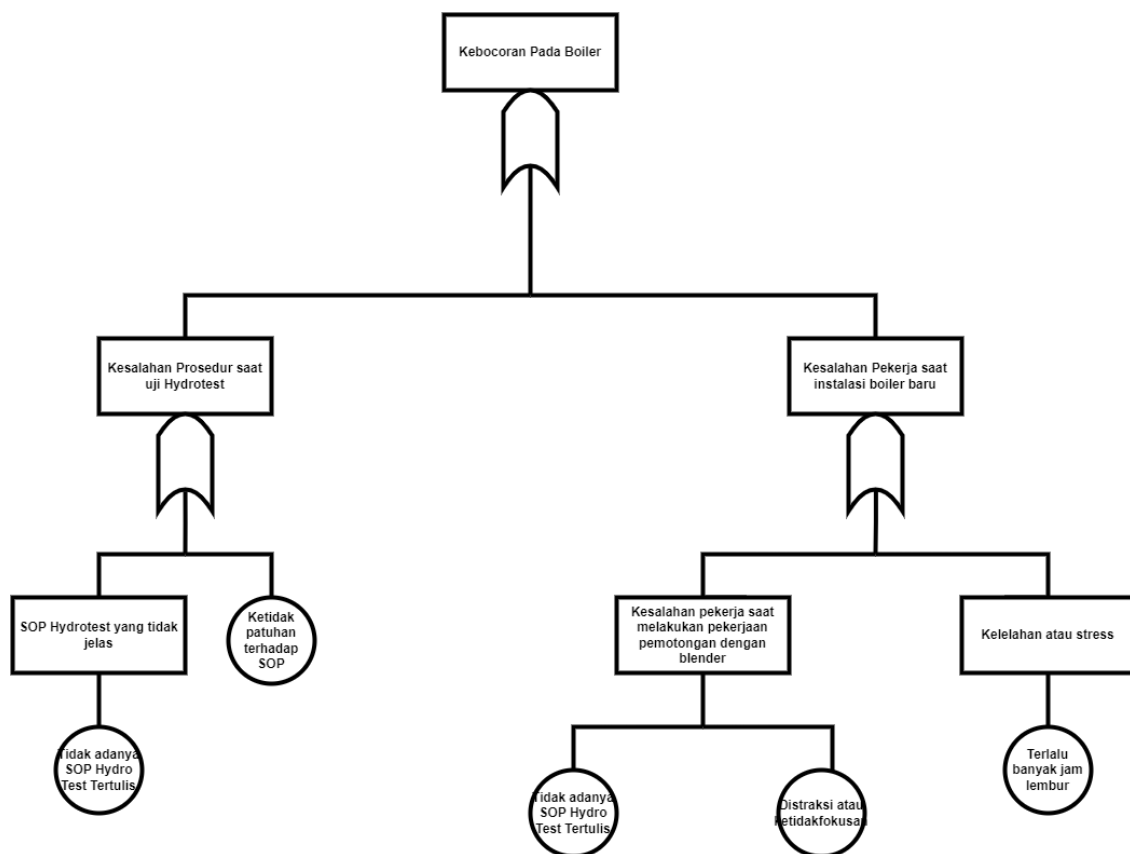
No.	Pertanyaan	Jawaban	Kategori Akar Permasalahan
1	Apakah semua operator sudah dilatih dengan benar untuk melakukan hydro test?	Tidak, ada beberapa operator baru yang belum mendapatkan pelatihan yang memadai.	Kesalahan Manusia
2	Apakah ada pengawasan yang cukup selama hydro test dilakukan?	Tidak, pengawasan kurang ketat dan supervisor tidak selalu hadir.	Kesalahan Manusia
3	Apakah ada pemeriksaan dan persiapan yang memadai sebelum memulai hydro test?	Tidak, pemeriksaan sebelum pengujian dilakukan secara terburu-buru dan tidak menyeluruh.	Kesalahan Manusia
4	Apakah ada komunikasi yang efektif antara tim selama pelaksanaan hydro test?	Tidak, komunikasi antara anggota tim kurang efektif dan sering terjadi miskomunikasi.	Kesalahan Manusia
5	Apakah ada evaluasi dan umpan balik setelah hydro test dilakukan?	Tidak, tidak ada evaluasi formal atau umpan balik setelah pengujian selesai.	Kesalahan Prosedur

6	Apakah ada prosedur darurat yang jelas jika terjadi kebocoran selama hydro test?	Tidak, prosedur darurat tidak jelas dan tidak banyak diketahui oleh operator.	Kesalahan Prosedur
---	--	---	--------------------

(Sumber: Wawancara Pribadi)

4) Hasil *Analyzing*

Pada tahap ini merupakan perumusan hasil dari diskusi bersama tim yang telah terbentuk untuk menentukan penyebab terjadinya *failure* (kegagalan) Menggunakan metode *Fault Tree Analysis*.



Gambar 4. 44 Fault Tree Analysis Breakdown
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

5) Hasil *Documenting,Implementing,Confirming*

Berdasarkan Gambar *Fault Tree Analysis* (FTA). Didapatkan beberapa akar penyebab kebocoran pada header boiler baru sebagai berikut :

- Tidak adanya Standar Operasional Prosedur Hydro Test Tertulis
- Ketidak patuhan Terhadap Standar Operasional Prosedur Instalasi Boiler
- Distraksi atau ketidakfokusan.

d. Terlalu banyak jam lembur.

Dari akar penyebab kebocoran pada header boiler dapat dikelompokkan lagi menjadi 2 yakni penyebab langsung dan tidak langsung.

1. Penyebab Langsung

Penyebab langsung adalah faktor yang secara langsung mengakibatkan terjadinya suatu kejadian atau kecelakaan. Ini adalah faktor yang paling dekat dengan kejadian tersebut dan seringkali merupakan pemicu utama. Misalnya:

- Kegagalan Komponen: Suatu komponen mesin yang rusak atau tidak berfungsi dengan baik.
- Kesalahan Manusia: Tindakan operator yang salah, seperti menekan tombol yang salah atau mengabaikan prosedur keselamatan.
- Kondisi Lingkungan: Faktor lingkungan yang langsung mempengaruhi, seperti suhu yang ekstrem atau kebakaran.

Dapat disimpulkan dari hasil *analyzing* berupa Fault Tree Analysis ditemukan akar penyebab langsung dari kebocoran boiler yakni pada :

- a. Tidak adanya Standar Operasional Prosedur Hydro Test Tertulis.
- b. Ketidakpatuhan Terhadap Standar Operasional Prosedur Instalasi Boiler

Dua akar permasalahan ini menjawab pada poin Kesalahan Manusia.

2. Penyebab Tidak Langsung

Penyebab tidak langsung adalah faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya kejadian, tetapi tidak secara langsung menyebabkan kejadian tersebut. Ini bisa berupa kondisi atau situasi yang menciptakan lingkungan di mana penyebab langsung bisa terjadi. Misalnya:

- Manajemen dan Organisasi: Kebijakan perusahaan yang tidak memadai, kurangnya pelatihan, atau budaya keselamatan yang buruk.
- Desain Sistem: Kelemahan dalam desain atau konstruksi yang meningkatkan kemungkinan kegagalan.
- Pemeliharaan yang Buruk: Kurangnya perawatan rutin atau inspeksi yang memadai.
- Faktor Manusia: Kondisi kerja yang buruk, seperti kelelahan atau stres, yang dapat mempengaruhi kinerja operator.

Dapat disimpulkan dari hasil *analyzing* berupa Fault Tree Analysis ditemukan akar penyebab langsung dari kebocoran boiler yakni pada :

- a. Distraksi atau ketidakfokusan
- b. Terlalu banyak jam lembur

Dua akar permasalahan ini menjawab pada poin Faktor Manusia.

Untuk Memperkuat hasil data *analyzing* dengan didapatkannya akar penyebab kebocoran boiler menggunakan metode *fault tree analysis*. Hasil data ini juga ditunjang langsung oleh 3 bentuk kegiatan yakni :

1. melalui hasil wawancara dengan kepala proyek lapangan seperti tertera pada tabel 4.2.
2. dokumentasi selama mengawal proyek di lapangan.
3. meeting progress selama proyek berjalan bersama kepala proyek lapangan, *foreman* lapangan dan Direktur Utama.
4. Pembobotan hasil data akar permasalahan

4.6.2 Pembobotan Hasil Data

Dan juga dari hasil data *analyzing* dengan didapatkannya akar penyebab kebocoran boiler menggunakan metode *fault tree analysis* dapat ditentukan untuk pembobotan dari setiap akar permasalahan dengan metode pengukuran kinerja menggunakan *framework AHP Calculator*. Dan tujuan dari pembobotan ini untuk mengetahui dari 4 akar permasalahan kebocoran boiler yang ada dapat diketahui mana yang lebih dominan.

4.6.2.1 AHP Calculator

AHP, atau *Analytical Hierarchy Process*, adalah metode pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan masalah yang kompleks dengan cara mengurai masalah tersebut menjadi hierarki dari sub-masalah yang lebih kecil dan lebih mudah dikelola. Metode ini menggabungkan penilaian kualitatif dan kuantitatif dalam pengambilan keputusan.

AHP calculator adalah alat bantu (baik berupa perangkat lunak maupun alat fisik) yang digunakan untuk mengimplementasikan metode AHP dengan lebih efisien dan akurat. Beberapa fungsi utama dari AHP calculator meliputi:

1. Mengorganisir dan Menstrukturkan Masalah:
2. Melakukan Perbandingan Berpasangan (Pairwise Comparison):
3. Menghitung Bobot Kriteria dan Alternatif:
4. Mengukur Konsistensi:
5. Mengintegrasikan Bobot dan Menentukan Peringkat Akhir:

Berikut Langkah – Langkah penerapan *AHP Calculator* dengan studi kasus permasalahan kebocoran pada boiler.

1) Input Data

Hal pertama yang dilakukan memasukkan seluruh data akar permasalahan yang telah didapat dalam tahap *analyzing* kedalam *framework* AHP *Calculator* seperti pada gambar 4.45.

AHP Criteria Names

Please fill out

Name of Criteria	
1	Tidak adanya SOP hydrotest
2	Ketidakpatuhan terhadap SOP proyek
3	Distraksi atau ketidakfokusan
4	Terlalu banyak jam lembur

max. 45 character ea.

AHP-OS author: Klaus D. Goepel, BPMSG. [Contact](#) Last update: Feb 11, 2022 Rev: 120

Gambar 4. 45 Input Criteria
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2) Olah Data

Dalam tahap ini pengolahan data menggunakan perspektif subjektif yang mana dilakukan diskusi dan root cause kembali untuk membandingkan antar akar permasalahan yang ada satu persatu dan menentukan mana yang lebih dominan.

With respect to **AHP priorities**, which criterion is more important, and how much more on a scale 1 to 9?

A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?
1 ☒ Tidak adanya SOP hydrotest	☐ Ketidakpatuhan terhadap SOP proyek	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
2 ☒ Tidak adanya SOP hydrotest	☐ Distraksi atau ketidakfokusan	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
3 ☒ Tidak adanya SOP hydrotest	☐ Terlalu banyak jam lembur	☐ 1	☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
4 ☐ Ketidakpatuhan terhadap SOP proyek	☒ Distraksi atau ketidakfokusan	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
5 ☒ Ketidakpatuhan terhadap SOP proyek	☐ Terlalu banyak jam lembur	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
6 ☒ Distraksi atau ketidakfokusan	☐ Terlalu banyak jam lembur	☐ 1	☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

CR = 2.6% OK

☐ dec. comma

AHP Scale: 1- Equal Importance, 3- Moderate importance, 5- Strong importance, 7- Very strong importance, 9- Extreme importance (2,4,6,8 values in-between).

Gambar 4. 46 AHP Calculator Properties & Scale
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Dalam perhitungan AHP Calculator terdapat skala 1 – 9 yang menjadi penentu keterangan tingkatan perbandingan antar akar permasalahan. Berikut keterangan penjelasan dari skala yang terdapat dalam *AHP Calculator* :

1. Skala 1, *Equal Importance* berarti dalam perbandingan yang ada dianggap seimbang
2. Skala 3, *Moderate Importance* berarti perbandingan/kepentingan penting.
3. Skala 5, *Strong Importance* yang berarti perbandingan/kepentingan sangat penting.
4. Skala 7, *Very Strong Importance* yang berarti perbandingan/kepentingan yang lebih dari sangat penting.
5. Skala 9, *Extreme Importance* yang berarti perbandingan/kepentingan lebih dari ekstra sangat penting.
6. Skala 2,4,6,8 , *values in between* yang berarti skala ini memiliki nilai Tengah diantara skala yang telah dielaskan.

Tabel 3. 2 Deskirpsi AHP Properties

No.	AHP PROPERTIES		Deskripsi
1	Tidak adanya SOP <i>hydrotest</i>	Ketidak patuhan Terhadap SOP proyek	Pada Gambar 4.46 Didapat hasil poin akar permasalahan Tidak adanya Standar Operasional Prosedur HDT lebih unggul / dominan dari akar permasalahan Ketidak patuhan Terhadap Standar Operasional, dikarenakan pada saat dilakukan diskusi bersama tim dirasa memang SOP terkait <i>hydrotest</i> merupakan hal yang lebih <i>major</i> . Jika di root causes lebih lanjut <i>hydrotest</i> memiliki urgensitas yang sangat tinggi untuk keberlangsungan boiler saat <i>running</i> produksi.
2	Tidak adanya SOP <i>hydrotest</i>	Distraksi atau ketidakfokusan	Pada Gambar 4.46 Didapat hasil poin akar permasalahan Tidak adanya Standar Operasional Prosedur HDT lebih unggul / dominan dari akar permasalahan Distraksi atau ketidakfokusan, dikarenakan sama halnya dengan perbandingan akar permasalahan no 1 yang mana dirasa memang SOP terkait

			hydrotest merupakan hal yang lebih <i>major</i> . Jika di root causes lebih lanjut <i>hydrotest</i> memiliki urgensi yang sangat tinggi untuk keberlangsungan boiler saat <i>running</i> produksi.
3	Tidak adanya SOP <i>hydrotest</i>	Terlalu banyak jam lembur	Pada Gambar 4.46 Didapat hasil poin akar permasalahan Tidak adanya Standar Operasional Prosedur HDT lebih unggul / dominan dari akar permasalahan terlalu banyak jam lembur dikarenakan sama halnya dengan perbandingan akar permasalahan no 1 dan 2 yang mana dirasa memang SOP terkait <i>hydrotest</i> merupakan hal yang lebih <i>major</i> . Jika di root causes lebih lanjut <i>hydrotest</i> memiliki urgensi yang sangat tinggi untuk keberlangsungan boiler saat <i>running</i> produksi.
4	Ketidak patuhan Terhadap SOP proyek	Distraksi atau ketidakfokusan	Pada Gambar 4.46 Didapat hasil poin akar permasalahan Distraksi atau ketidakfokusan lebih unggul/dominan dari akar permasalahan Ketidak patuhan Terhadap Standar Operasional dikarenakan, memang pada saat bekerja sangat diperlukan kefokuskan dan juga yang lebih memperkuat lagi saat di root causes salah satu penyebab dari kebocoran boiler ada pada kesalahan manusia dan faktor manusia.
5	Ketidak patuhan Terhadap SOP proyek	Terlalu banyak jam lembur	Pada Gambar 4.46 Didapat hasil poin akar permasalahan Ketidak patuhan Terhadap Standar Operasional lebih unggul/dominan dari akar permasalahan Terlalu banyak jam lembur dikarenakan SOP merupakan basic bagi para pekerja agar lebih disiplin dan terorganisir saat bekerja maka dari itu ketidakpatuhan terhadap standar operasional

			dianggap lebih dominan.
6	Distraksi atau ketidakfokusan	Terlalu banyak jam lembur	Pada Gambar 4.46 Didapat hasil poin akar permasalahan Distraksi atau ketidakfokusan Operasional lebih unggul/dominan dari akar permasalahan Terlalu banyak jam lembur dikarenakan sama halnya dengan perbandingan akar permasalahan no 4 memang pada saat bekerja sangat diperlukan kefokuskan dan juga yang lebih memperkuat lagi saat di root causes salah satu penyebab dari kebocoran boiler ada pada kesalahan manusia dan faktor manusia.

(Sumber: Analisa Pribadi)

3) Kalkulasi Data

Setelah menjabarkan dan menentukan bentuk skala prioritas antar akar permasalahan satu persatu dengan perspektif subjektif maka AHP *Calculator* akan mengkalkulasikan secara otomatis untuk perhitungan dan memunculkan data secara konkret.

Resulting Priorities

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons:

Cat		Priority	Rank	(+)	(-)
1	Tidak adanya SOP hydrotest	41.5%	1	11.3%	11.3%
2	Ketidakpatuhan terhadap SOP proyek	18.5%	3	3.0%	3.0%
3	Distraksi atau ketidakfokusan	29.3%	2	6.7%	6.7%
4	Terlalu banyak jam lembur	10.7%	4	2.0%	2.0%

Number of comparisons = 6
Consistency Ratio CR = 2.6%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix:

	1	2	3	4
1	1	2.00	2.00	3.00
2	0.50	1	0.50	2.00
3	0.50	2.00	1	3.00
4	0.33	0.50	0.33	1

Principal eigen value = 4.071
Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 1.5E-8

Gambar 4. 47 Resulting Priorities

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Maka dari hasil Kalkulasi data pada AHP *Calculator* didapatkan *ranking* demikian :

1. 41,5 % Tidak adanya Standar Operasional Prosedur *Hydro Test* tertulis
2. 29,3 % Distraksi atau ketidakfokusan
3. 18,5 % Ketidakpatuhan terhadap Standar Operasional Proyek
4. 10,7 % Terlalu Banyak Jam Lembur

4.6.3 Rekomendasi Solusi

Dari beberapa analisis akar permasalahan dari kebocoran tanki boiler tepatnya pada header boiler , maka selanjutnya disusun saran perbaikan yang harus diterapkan oleh Perusahaan.

Tabel 4. 3 Rekomendasi Solusi

Penyebab	Rekomendasi Solusi
Tidak adanya Standar Operasional Prpsedur Hydro Test Tertulis	Perusahaan perlu dengan segera untuk membuatkan terkait draft Standar Operasioal Prosedur (SOP) dari pengujian hydrotest terhadap boiler.
Ketidakpatuhan Terhadapap Standar Operasional Prosedur Instalasi Boiler	Perlu adanya kontroling yang kuat dari kepala lapangan proyek terkait pekerja yang tidak mematuhi prosedur sesuai pada saat safety induction di awal.
Distraksi atau ketidakfokusan.	Menerapkan sebuah sistem untuk meminimalkan distraksi didalam area kerja seperti pembuatan zona bebas distraksi yang dapat dikelompokkan lagi menjadi Penetapan zona khusus dan penandaan atau pemeberitahuan.
Terlalu banyak jam lembur.	Menerapkan sistem pengaturan jadwa kerja mulai dari rotasi tugas untuk mengurangi rasa lelah atau bosan juga mendisiplinkan pekerja untuk istirahat teratur.

(Sumber: Analisis FTA Breakdown)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil magang yang telah dijabarkan dan bentuk permasalahan yang telah di analisis muncul Kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Dari hasil analisis menggunakan Fault Tree Analysis ditemukan 4 akar permasalahan penyebab kebocoran boiler pada saat uji hydrotest yaitu tidak adanya standar operasional prosedur *hydrotest* tertulis, distraksi atau ketidakfokusan, ketidakpatuhan terhadap standar operasional dan terlalu banyak jam lembur
- 2) Berdasarkan hasil pembobotan data akar permasalahan, tidak adanya SOP hydrotest menjadi akar permasalahan terbesar penyebab terjadinya kebocoran pada boiler dengan presentase 41,5 %

5.2 Saran

Berikut beberapa saran yang dapat diberikan yaitu menyusun dan mengkaji draft Standar Operasional Prosedur uji hydrotest dengan cara mengkombinasikan ketentuan – ketentuan dari Departemen Ketenagakerjaan Republik Indonesia dengan hasil wawancara dari para ahli boiler yang bekerja di Perusahaan agar dapat terciptanya Standar Operasional Prosedur uji hydrotest yang baik dan berlegalitas serta harapannya mampu menjadi acuan untuk Perusahaan kedepannya saat mendapat proyek instalasi boiler Kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Ma, L., et al. (2016). "Combustion optimization of a coal-fired chain grate boiler using an improved PSO algorithm." *Applied Thermal Engineering*, 102, 1161-1172.
- Zhang, H., et al. (2018). "Performance of a Coal-Fired Boiler Converted to Oil." *Energy Conversion and Management*, 43(9-12), 2317-2325.
- Wu, J., Yang, L., & Tan, L. (2017). Performance Analysis of Coal-fired Chain Grate Boiler with Newly Designed Reticulated Grate. *Applied Thermal Engineering*, 123, 232-240.
- Tara Ferdiana & Ilham Priadythama (2016). Analisis Defect Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Berdasarkan Data Ground Finding Sheet (GFS) PT. GMF AEROASIA
- Affiz, F. (2012). Pengaruh Pengerolan Pra Pemanasan Dibawah Temperatur Rekristalisasi dan Tingkat Deformasi terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang untuk Mata Pisau Pemanen Sawit. *Jurnal E-Dinamis*, 2(2), 6–7.
- Eko Didik, Mardjuki, Jumiadi (2015). ANALISA PENGARUH DEFORMASI PLASTIS TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA BAJA ST 42. TRANSMISI. Vol. XI- Edisi-1/ Hal. 19-26
- heshmberah, M., Naderizadeh, A., Shafaghat. Abutaleb, & Karimi, M. (2020). An Integrated Process Model for Root Cause Failure Analysis Based on Reality Charting, Fmea and Dematel. *International Journal of Data and Network Science*, 4(2), 225–236.
- Yudisha, N. (2021). Perhitungan Waktu Baku Menggunakan Metode Jam Henti Pada Proses Bottling. *Jurnal Vorteks*, 2(2), 85-90.
- PT. ITE Intan Timur Energi (n.d.) *PT ITE Intan Timur Energi*. Retrieved from ITE Intan Timur Energi: <https://intantimur.com>
- Anand, U. A., Asif, A. S., Thomas, L., Muhil, S. (2015). Healthcare risk evaluation with failure mode and effect analysis in established of new dialysis unit. *The Journal of National Accrediation Board for Hospitals and Healthcare Providers*, 2(1), 15-22
- The Basic of Heathcare Failure Mode and Effect Analysis – Guidelines. (2010). VA National Center for Patient Safety
- [AHP calculator - AHP-OS \(bpmsg.com\)](https://www.bpmsg.com)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pengantar Magang Industri



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**
Gedung VOKASI AA dan BB,R. Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275
Fax: 5932625
<https://www.its.ac.id/tmi/> email: mesin_fvokasi@its.ac.id

Nomor : 5052/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/1/2024

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Magang Industri

Kepada Yth.:

PT. Intan Timur Energi

Perum. Kraton Superblock, Jl. Lilium Bar. VI No.3 Sidomukti, Kec. Krian, Kabupaten Sidoarjo

Dalam rangka untuk meningkatkan kompetensi diri, membuka wawasan & pengalaman dalam dunia usaha dan untuk memenuhi kewajiban kurikulum bagi mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri Prodi Teknologi Rekayasa Manufaktur Fakultas Vokasi ITS, maka bersama ini Kami bermaksud mengajukan permohonan program magang dan kiranya mahasiswa tersebut dapat diizinkan untuk melaksanakan magang di PT. Intan Timur Energi.

Pelaksanaan magang yang Kami rencanakan adalah:

Lama magang selama : 4 (Empat) bulan

Yang akan dimulai tanggal : 1 Februari 2024 – 1 Juni 2024

Adapun data nama mahasiswa tersebut sebagai berikut:

No.	Nama		NRP	No. Hp	Email
1	Yohanes Setiawan		2038211034	081331644942	dirc.yohan.ys@gmail.com
2	Azriel Akbar Maulana		2038211049	081230270325	azrielakbarm@gmail.com
3	Hafizh Naufal Atho'ulloh		2038211066	08551893503	naufalathoulloh45@gmail.com

Besar harapan Kami untuk bisa diterima dan mohon untuk jawaban atas surat permohonan Kami ini dapat dikirimkan melalui email: mesin_fvokasi@its.ac.id.

Demikian permohonan Kami, atas perhatian dan kerjasamanya yang baik Kami sampaikan terima kasih



Surabaya, 22 Januari 2024
Kepala Departemen Teknik Mesin
Industri

Dr. Ir. Heru Mirmanto M.T.
NIP . 196202161995121001

Lampiran 2. Surat Penerimaan Magang



Sidoarjo, 15 Februari 2024

Nomor : 03/ITE-ITS/VIII/2024
Perihal : Konfirmasi Kerja Praktik

Kepada Yth :
Kepala Deparemen Teknik Mesin Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Dengan Hormat,
Berdasarkan Surat Nomor : 5052/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/I/2024 Tanggal 22 Januari 2024
Perihal Permohonan Ijin Kerja Praktik kepada mahasiswa :

Nama : Yohanes Setiawan
NPM : 2038211034
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Semester : 6
Tahun Akademik : Genap 2023/2024
Alamat : jl Gebang Sepuhan RT/RW 4/2 no 10, KOTA SURABAYA, SUKOLILO, JAWA TIMUR, ID, 60111

Nama : Azriel akbar Maulana
NPM : 2038211049
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Semester : 6
Tahun Akademik : Genap 2023/2024
Alamat : Keputih Gang Makam No.10

Nama : Hafizh Naufal Atho'ulloh
NPM : 2038211066
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Semester : 6
Tahun Akademik : Genap 2023/2024
Alamat : jl Gebang Sepuhan RT/RW 4/2 no 10, KOTA SURABAYA, SUKOLILO, JAWA TIMUR, ID, 60111

Bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa tersebut di atas dapat kami terima untuk melaksanakan kerja praktik di perusahaan kami terhitung mulai 1 Februari s.d 1 Juni 2024.

Atas Perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

PT INTAN TIMUR ENERGI

KRISNA PRIBADI S.T
DIREKTUR UTAMA

Lampiran 3. Surat Keterangan Selesai Magang



Sidoarjo, 15 Juli 2024

Nomor : 04/ITE-ITS/VII/2024
Perihal : Surat Keterangan Selesai Kerja Praktik

Kepada Yth.
Kepala Departemen Teknik Mesin Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan Hormat,
Yang bertanda tangan di bawah ini, Direktur Utama PT Intan Timur Energi, menerangkan bahwa:

Nama : Yohanes Setiawan
NPM : 2038211034
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Nama : Azriel Akbar Maulana
NPM : 2038211049
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Nama : Hafizh Naufal Atho'ulloh
NPM : 2038211066
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Benar telah melaksanakan Kerja Praktik di perusahaan kami terhitung mulai tanggal 1 Februari s.d. 1 Juli 2024.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

PT INTAN TIMUR ENERGI

KRISNA PRIBADI, S.T.
DIREKTUR UTAMA

Lampiran 4. Form Bukti Bimbingan Laporan Magang (Dosen Departemen)

FORM ASISTENSI
LAPORAN MAGANG INDUSTRI
2024

Nama : Yohanes Setiawan
NRP : 2038211034
Nama Mitra : PT Intan Timur Energi
Unit Kerja : Perencanaan Produksi
Nama Pembimbing Lapangan : Krisna Pribadi, S.T.
Nama Pembimbing Departemen : Rivai Wardhani, S.T., M.Sc.
Waktu Magang : 1 Februari – 1 Juli 2024

NO	Tanggal	Materi Yang Dibahas	Tanda Tangan Pembimbing
1	2 Maret 2024	Perkenalan diri dan penginformasian terkait profil mitra tempat magang	
2	22 April 2024	Pembahasan progress kegiatan selama magang dan pemecahan masalah yang didapat selama magang	
3	30 Juni	Pengajuan judul magang dan diskusi terkait topik yang akan dibahas dalam laporan magang BAB IV	
4	23 Juli 2024	Revisi substansi pada hasil dan pembahasan laporan magang BAB IV	
5	29 Juli 2024	Revisi dan penambahan substansi pada penjelasan tugas khusus dan hasil pembahasan magang.	

*) Minimal bimbingan laporan MAGANG INDUSTRI dilakukan sebanyak 5x

Surabaya, 30 Juli 2024

Dosen Pembimbing Magang,



Rivai Wardhani, S.T., M.Sc.

NIP : 198107222009121004

Lampiran 5. Form Penilaian dari Pembimbing Lapangan/Mitra

FORM PENILAIAN PEMBIMBING LAPANGAN

Nama Mahasiswa : Yohanes Setiawan NRP : 2038211034
 Nama Mitra/Industri : PT Intan Timur Energi Unit Kerja : Pencancangan Produksi
 Nama Pembimbing Lapangan : Karna Prabadi, S.T. Waktu Magang : 4 Bulan

NO	KOMPONEN	NILAI	KRITERIA PENILAIAN							
			<56	56-60	61-65	66-75	75-85	≥86		
1	Kehadiran	94	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%		
2	Ketepatan Waktu Kerja*	96.5	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%		
3	Bekerja sesuai Prosedur dan K3**	98	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%		
4	Sikap Positif terhadap atasan/Pembimbing	100	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
5	Inisiatif dan Solusi Kerja	100	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
6	Hubungan Kerja dengan Pegawai/Lingkungan	100	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
7	Kerjasama Tim	100	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
8	Mutu Pelaksanaan Pekerjaan	94.5	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
9	Target Pelaksanaan Pekerjaan	97	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%		
10	Kontribusi Peserta Terhadap Pekerjaan	97	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%		
11	Kemampuan Mengimplementasikan Alat	99	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%		
Jumlah Nilai			57,81	Nilai Akhir PL = Σ Nilai/11						

*) Kehadiran **) Ketepatan Waktu

SKB: Sangat Kurang Baik KB: Kurang Baik CB: Cukup Baik B: Baik BS: Baik Sekali SBS: Sangat Baik Sekali

ABSENSI KEHADIRAN MAGANG

a.izin : 2 hari b. Sakit : — hari c. Tanpa Izin : — hari

Surabaya,11...301.....20.24..

Pembimbing Lapangan Magang Industri

(

 Karna Prabadi
 NIP.

Keterangan:

1. Apabila mitra/instansi tidak menyediakan stempel, maka lembar ini harus dicetak pada kertas dengan KOP Mitra/Instansi
2. Mohon nilai dimasukkan pada amplop tertutup dengan dibubuhkan stempel pada atas amplop

Lampiran 6. Form Penilaian dari Pembimbing Departemen

FORM PENILIAN PEMBIMBING DEPARTEMEN

Nama Mahasiswa : Yohanes Setiawan
 NRP : 2032211034
 Nama Mitra/Industri : PT Intan Timur Energi
 Unit Kerja : Perencanaan Produksi
 Nama Pembimbing Lapangan : Krisna Pribadi S.T.
 Waktu Magang : 4 Bulan

NO	KOMPONEN	NILAI	SKS	KRITERIA PENILAIAN					
				<56	56-60	61-65	66-75	75-85	≥86
1	Luaran 1	62	3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%
2	Luaran 2	62	3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%
3	Luaran 3	65	3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%
4	Proposal Penelitian	50	2	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
5	Ringkasan Eksekutif	50	2	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
6	Presentasi Akhir	60	1	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
JUMLAH NILAI		845	14	$\text{Nilai Akhir Dosen} = \frac{\sum \text{Nilai} \times \text{Bobot}}{14} = 60,3$					

SKB: Sangat Kurang Baik KB: Kurang Baik CB: Cukup Baik B: Baik BS: Baik Sekali SBS: Sangat Baik Sekali

URAIAN NILAI AKHIR

Nilai Akhir Pembimbing Lapangan : 97,81
 Nilai Akhir Dosen : 52

$$\text{NILAI ANGKA MAGANG} = \frac{\text{Nilai Akhir PL} + \text{Nilai akhir Dosen}}{2} : \underline{79,08} \text{ (AB)}$$

Surabaya, 12-08-2024
 Dosen Pembimbing Magang Industri,


 (RIVALI W)
 NIP. 19810722003121004