



# **Metode Peningkatan Proses Braket Longbar Chronus**

## **Tugas Akhir**

**Oleh:  
APIP TAUPIK (4212331008)**

**Program Studi Teknik Mekatronika  
Jurusan Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Batam  
2025**

## Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : “Peningkatan Proses Braket Longbar Chronus” adalah **hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.** Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 29 Januari 2026



---

APIP TAUPIK  
4212331008

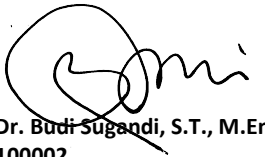
# Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)  
di  
Politeknik Negeri Batam

Oleh:  
APIP TAUPIK (4212331008)

Tanggal Sidang: 29 Januari 2026

Disetujui oleh :



1. Dr. Budi Sugandi, S.T., M.Eng  
100002



1. Diono, S.Tr. T., M.Sc  
120243



2. Indra Hardian Mulyadi, S.T.,M.Eng., Ph.D  
117179

# Peningkatan Proses Braket Longbar Chronus T9143HH Abstrak

Proyek *T9143HH Chronus Long Bar Bracket Process Improvement* dilaksanakan sebagai upaya untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses produksi pada lini *metal part* di Departemen PD1. Berdasarkan hasil observasi dan analisis awal, ditemukan beberapa permasalahan yang berdampak pada aspek kualitas, ketepatan pengiriman, biaya operasional, dan keselamatan kerja. Ketidakkonsistenan ketebalan lapisan logam menyebabkan meningkatnya tingkat *rework* dan potensi *reject*, sementara pencatatan data produksi secara manual mengakibatkan pemborosan waktu dan sumber daya manusia. Selain itu, tingkat kebisingan tinggi di area kerja dan ketidakteraturan aliran proses menghambat kelancaran produksi serta kenyamanan operator. Penelitian ini menggunakan pendekatan *process improvement* dengan penerapan metode *Fishbone Diagram*, *Root Cause Analysis*, *Value Stream Mapping (VSM)*, dan analisis ekonomi berbasis *Return on Investment (ROI)* untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah serta merumuskan solusi perbaikan yang tepat. Implementasi dilakukan melalui modifikasi *tooling* dan *jig*, optimalisasi proses *deburring*, *spot welding*, dan *spray painting*, serta penyusunan *Standard Operating Procedure (SOP)* baru yang lebih efisien dan aman bagi operator. Hasil implementasi menunjukkan penurunan waktu total proses dari 84,36 menit menjadi 62,5 menit per *piece*, dengan efisiensi waktu sebesar 21,86 menit atau 26%. Penghematan biaya tenaga kerja mencapai S\$ 6.480 per tahun, ditambah *material saving* sebesar S\$ 6.276 per tahun, menghasilkan total penghematan tahunan (*annual saving*) sebesar S\$ 12.756. Dengan total investasi S\$ 1.180, periode pengembalian investasi (*ROI*) tercapai hanya dalam waktu 4,5 minggu. Produktivitas meningkat menjadi 15 set/hari, *Passing Thru Rate (PTR)* mencapai 100%, tanpa *rework* maupun *defect*, serta tercapai kondisi *Zero Accident (AOM)* di area kerja. Proyek ini berkontribusi signifikan terhadap peningkatan performa produksi, efisiensi biaya, kualitas produk, dan keselamatan kerja. Hasil perbaikan diintegrasikan ke dalam sistem operasional perusahaan melalui SOP dan audit berkala untuk menjamin keberlanjutan (*sustainability*). Selain memberikan dampak nyata terhadap *Quality, Cost, Delivery, and Safety (QCDS)*.

Kata Kunci (15): Process Improvement, Manufacturing Efficiency, Productivity, Quality Control, Cost Reduction, Delivery Performance, Safety Management, Root Cause Analysis, Fishbone Diagram, Value Stream Mapping, Return on Investment (ROI), Standard Operating Procedure (SOP), Continuous Improvement, Zero Accident, Sustainability.

# **T9143HH - Chronus Long Bar bracket Process Improvement Abstract**

*The T9143HH Chronus Long Bar Bracket Process Improvement project was carried out as an effort to enhance the effectiveness and efficiency of the production process on the metal parts line in the PD1 Department. Based on initial observations and analysis, several problems were identified that impacted quality, delivery accuracy, operational costs, and workplace safety. Inconsistency in metal coating thickness led to an increased rate of rework and potential rejects, while manual production data recording resulted in wasted time and human resources. Additionally, high noise levels in the work area and irregular process flow hindered smooth production and operator comfort. This study uses a process improvement approach with the application of Fishbone Diagram, Root Cause Analysis, Value Stream Mapping (VSM), and Economic analysis based on Return on Investment (ROI) to identify the root causes of problems and formulate appropriate improvement solutions. Implementation was carried out through tooling and jig modifications, optimization of deburring, spot welding, and spray painting processes, as well as the preparation of a new Standard Operating Procedure (SOP) that is more efficient and safer for operators. The results of the implementation showed a reduction in total process time from 84.36 minutes to 62.5 minutes per piece, with a time efficiency of 21.86 minutes or 26%. Labor cost savings reached S\$6,480 per year, plus material savings of S\$6,276 per year, resulting in total annual savings of S\$12,756. With a total investment of S\$1,180, the return on investment (ROI) period was achieved in just 4.5 weeks. Productivity increased to 15 sets/day, Passing Thru Rate (PTR) reached 100%, , without rework or defects, and achieving a Zero Accident condition (AOM) in the work area. This project contributes significantly to improving production performance, cost efficiency, product quality, and workplace safety. The improvement results are integrated into the company's operational system through SOPs and regular audits to ensure sustainability. In addition, it provides a tangible impact on Quality, Cost, Delivery, and Safety (QCDS).*

*Keywords (15): Process Improvement, Manufacturing Efficiency, Productivity, Quality Control, Cost Reduction, Delivery Performance, Safety Management, Root Cause Analysis, Fishbone Diagram, Value Stream Mapping, Return on Investment (ROI), Standard Operating Procedure (SOP), Continuous Improvement, Zero Accident, Sustainability.*

## Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Peningkatan Proses Braket Longbar Chronus” dengan baik dan tepat waktu.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi [nama prodi Anda], Politeknik Negeri Batam.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Diono, S.Tr. T., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi dengan penuh kesabaran selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak . Dr. Budi Sugandi, S.T., M.Eng, selaku Dosen Penguji I atas segala masukan dan koreksi yang sangat berharga bagi penyempurnaan laporan ini.
3. Bapak Indra Hardian Mulyadi, S.T.,M.Eng., Ph.D, selaku Dosen Penguji II, atas waktu, perhatian, serta kritik dan saran yang membangun selama proses seminar dan sidang Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Batam, November 2025



Apip Taupik  
4212331008

# Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Abstrak .....	iii
<i>Abstract</i> .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Gambar .....	ix
Daftar Tabel .....	xi
Lampiran .....	xii
Bab 1. Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Batasan .....	3
Bab 2. Tinjauan Pustaka .....	5
2.1. Proses NCT (Numerical Control Turret Punching) .....	5
2.2. Proses Deburring .....	5
2.3. Proses Tapping .....	6
2.4. Proses Bending .....	6
2.5. Proses Spot Welding .....	7
2.6. Proses Press Insert Nut .....	7
2.7. Proses Spray Painting .....	8
2.8. Proses Pengepakan .....	8
2.9. Rangkuman Penelitian Terdahulu .....	9
Bab 3. Metodologi Penelitian .....	11
3.1. Perancangan .....	11
3.1.1. Perancangan Penelitian .....	12

3.1.2. Perancangan Proses .....	13
3.1.3. Perancangan Mekanikal .....	14
3.2. Alat dan Bahan .....	17
3.3. Metode Penerapan Target .....	18
3.4. Analisis Penyebab.....	20
3.4.1. Man (Operator / People).....	20
3.4.2. Machine (Mesin / Jig / Tools) .....	21
3.4.3. Method (Prosedur / Work Standard) .....	21
3.4.4. Material (Part / Consumables) .....	21
3.5. Analisis Data dan Penentuan Penyebab Utama .....	21
3.5.1. Analisis Data Permasalahan.....	21
3.5.4. Penentuan Solusi Alternatif (Tree Diagram Analysis) .....	26
3.5.5. Verifikasi Implementasi (Arrow Diagram) .....	27
3.6. Pengujian.....	27
3.6.1. Deburring.....	28
3.6.2. Deburring.....	29
3.6.3. Spot Welding .....	29
3.6.4. Spot Welding .....	30
3.6.5. Spary Painting.....	31
3.6.6. Pengepakan .....	32
3.6.7. Spray Painting.....	33
Bab 4. Hasil dan Pembahasan .....	35
4.1. Data Hasil Penelitian .....	35
4.1.1 Data kondisi awal proses sebelum perbaikan. ....	35
4.1.2. Hasil Analisis Awal untuk Mencari Akar Masalah .....	36
4.1.3. Perbandingan dan Analisis Data .....	38
4.1.4. Analisis Hasil Perbaikan .....	39
4.1.5. Hasil .....	40
4.1.5. Radar Chart.....	41

4.2. Pembahasan .....	42
4.2.1. Proses .....	42
4.2.2. Faktor Penyebab Utama .....	43
4.2.3. Lean Improvment .....	43
4.2.4. Hasil .....	44
Bab 5. Kesimpulan dan Saran .....	54
5.1. Kesimpulan .....	54
5.2. Saran .....	54
Daftar Pustaka .....	56
Lampiran .....	57

# Daftar Gambar

Gambar 1. Mesin NCT .....	5
Gambar 2. Mesin Deburring .....	5
Gambar 3. Mesin Tapping .....	6
Gambar 4. Mesin Bending .....	6
Gambar 5. Mesin Spot welding .....	7
Gambar 6. Mesin Press Insert .....	7
Gambar 7. Spraypainting .....	8
Gambar 8. Pengepakan .....	8
Gambar 9. Flowchart Perancangan Penelitian .....	12
Gambar 10. Diagram Blok Proses .....	13
Gambar 11. Dudukan Penyangga Deburring .....	14
Gambar 12. Pengaturan keselarasan dan celah .....	14
Gambar 13. laser pada mesin.....	15
Gambar 14. Penutup jig masking .....	15
Gambar 15. Troli dengan pemisah bantalan .....	16
Gambar 16. Gantungan Barang .....	16
Gambar 17. Target penurunan waktu .....	18
Gambar 18. Fishbone .....	20
Gambar 19. Proses Deburring (Barang Besar) .....	21
Gambar 20. Proses Deburring (Barang kecil).....	22
Gambar 21. Atur Penyelaras Elektroda .....	22
Gambar 22. Titik Pengelasan .....	23
Gambar 23. Titik Penempelan Isolasi .....	23
Gambar 24. Pengepakan .....	24
Gambar 25. Kaitan Barang .....	24
Gambar 26. Pohon Diagram .....	26
Gambar 27. Pelaksanaan Solusi.....	27
Gambar 28. Sebelum Perbaikan : Tanpa Jig .....	28
Gambar 29. Setelah Perbaikan : Menggunakan Penyangga .....	28
Gambar 30. Sebelum Perbaikan : Tanpa Jig .....	29
Gambar 31. Setelah Perbaikan : Menggunakan Penyangga .....	29
Gambar 32. Sebelum Perbaikan : Tanpa Jig .....	29
Gambar 33. Setelah Perbaikan : Menggunakan Penyelaras.....	30
Gambar 34. Sebelum Perbaikan : Tanpa Laser .....	30
Gambar 35. Setelah Perbaikan : Menggunakan Laser .....	31
Gambar 36. Sebelum Perbaikan : Menggunakan pinset dan Isolasi.....	31
Gambar 37. Setelah Perbaikan : Menggunakan Penutup.....	32
Gambar 38. Sebelum Perbaikan : Menggunakan Wrapping Plastik .....	32
Gambar 39. Setelah Perbaikan : Menggunakan Trolley .....	33

Gambar 40. Sebelum Perbaikan : Menggantung di Dekat pintu oven .....	33
Gambar 41. Setelah perbaikan : Berputar di dalam oven .....	34
Gambar 42. Radar Chart.....	41
Gambar 43. Radar Chart Level.....	41
Gambar 44. Rumus Efektivitas .....	44
Gambar 45. Efektivitas Deburring (20%) .....	45
Gambar 46. Efektivitas Spot Welding (20%).....	45
Gambar 47. Efektivitas Spray painting (45%) .....	45
Gambar 48. Efisiensi Packing (30%) .....	46
Gambar 49. Efisiensi Total Waktu (28%) .....	46
Gambar 50. Perbandingan Waktu Prose Sebelum dan Sesudah .....	47
Gambar 51. T9143JA 5 STUD X 5 AREA = 25 STUD .....	52
Gambar 52. T9143JP : 5 STUD X 5 AREA = 25 STUD .....	52
Gambar 53. T9143HG : 5 STUD X 4 AREA = 20 STUD.....	52

## Daftar Tabel

Tabel 1. Perbandingan Penelitian.....	9
Tabel 2. Estimasi biaya .....	17
Tabel 3. Target penurunan waktu .....	19
Tabel 4. Pengamatan sebelum perbaikan .....	25
Tabel 5. Diagram Pohon .....	26
Tabel 6. Pengambilan Waktu Proses .....	34
Tabel 7. Waktu Proses Aktual T9143HH.....	35
Tabel 8. Analisa Awal Penyebab .....	36
Tabel 9. Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan Proses.....	38
Tabel 10. Hasil Analisa Terakhir.....	40
Tabel 11. Waktu Proses Sebelum dan Sesudah.....	44
Tabel 12. a. Masking tape saving: S\$ 6000 per tahun .....	48
Tabel 13. a. Wrapping plastic saving: S\$ 276 per tahun.....	48
Tabel 14. Total direct saving: S\$ 6480 per tahun .....	49
Tabel 15. Deburring Stand Holder .....	50
Tabel 16. Deburring Jig.....	50
Tabel 17. Alignment Jig .....	50
Tabel 18. Masking Jig.....	51
Tabel 19. Additional Hooks.....	51
Tabel 20. Long bar Trolley .....	51
Tabel 21. Waktu Proses.....	53
Tabel 22. Masking Tape.....	53
Tabel 23. Wrapping Plastic .....	53

## Lampiran

Lampiran 1. Menetapkan inspeksi standar untuk metode baru .....	57
Lampiran 2. Revise W/S.....	57
Lampiran 3. Memperbarui laporan 4M .....	58
Lampiran 4. Pelatihan dilakukan berdasarkan prosedur baru.....	58

# Bab 1. Pendahuluan

## 1.1 Latar Belakang

Proyek T9143HH Chronus Long Bar Bracket Process Improvement dilaksanakan sebagai upaya peningkatan efektivitas dan efisiensi proses produksi pada lini metal part di departemen PD1. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis awal, ditemukan beberapa permasalahan utama yang berdampak terhadap kualitas, pengiriman, biaya, dan keselamatan kerja di area produksi. Dari aspek kualitas, ditemukan ketidakkonsistenan pada hasil proses pelapisan logam, di mana ketebalan lapisan sering kali melebihi standar. Kondisi ini menyebabkan potensi *reject*, meningkatkan waktu rework, dan dapat memengaruhi performa produk akhir. Dari sisi pengiriman, terjadi keterlambatan pasokan komponen Chronus metal part yang menghambat kelancaran proses perakitan serta mengakibatkan risiko keterlambatan pengiriman produk ke pelanggan. Dari aspek biaya, proses pencatatan data produksi masih dilakukan secara manual dan berulang, sehingga menimbulkan pemborosan sumber daya manusia serta waktu tanpa memberikan nilai tambah yang signifikan. Sementara dari sisi keselamatan kerja, area produksi masih menghadapi resiko kecelakaan kerja, yang berpotensi menimbulkan gangguan kenyamanan dan kesehatan bagi operator. Melihat permasalahan tersebut, perbaikan proses untuk meningkatkan performa T9143HH dengan fokus utama pada peningkatan kualitas, efisiensi waktu proses, serta penghematan biaya sebesar S\$500–1000 per bulan. Proyek ini juga mendukung permintaan pelanggan untuk peningkatan kapasitas produksi seiring meningkatnya pesanan pada tahun fiskal berikutnya. Saat ini, total waktu proses T9143HH mencapai 84,36 menit per piece, yang terdiri dari beberapa tahapan utama: NCT: 13,9 menit, Tapping: 8,4 menit, Deburring: 2,84 menit, Bending: 9,82 menit, Press Insert: 5,6 menit, Spot Welding: 10,8 menit, Spray Painting: 29,4 menit, Packing: 3,6 menit. Data produktivitas menunjukkan beban waktu kerja unit dengan variasi bulanan, yaitu Juli (10.123 jam), Agustus (8.099 jam), September (8.267 jam), Oktober (8.436 jam), November (8.099 jam), Desember (9.280 jam), dengan rata-rata 145,3 jam per bulan. Melalui analisis detail terhadap setiap proses, ditetapkan target perbaikan sebesar 20% terhadap waktu proses total. Target ini telah disetujui oleh Facilitator, dengan dukungan penuh dari Stakeholder (Department Head PD1). Proyek ini memiliki durasi pelaksanaan 3-4 bulan, dengan tingkat dampak tinggi terhadap kualitas, penghematan biaya, serta kemampuan implementasi yang sesuai dengan kompetensi. Diharapkan melalui implementasi proyek ini, efisiensi proses T9143HH dapat ditingkatkan secara signifikan dan mendukung peningkatan kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan pelanggan di tahun fiskal mendatang.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil pengamatan di Departemen *Metal*, khususnya pada proses pembuatan komponen T9143HH, ditemukan beberapa permasalahan yang memengaruhi kualitas produk, efisiensi waktu proses, serta efektivitas biaya dan keselamatan kerja. Data waktu proses menunjukkan bahwa tahapan produksi seperti *NCT Punching* (13.9 menit), *Tapping* (8.4 menit), *Deburring* (2.84 menit), *Bending* (9.82 menit), *Press Insert* (6.8 menit), *Spot Welding* (10.8 menit), *Spray Painting* (27.4 menit), dan *Packing* (6.8 menit) masih berpotensi untuk dioptimalkan. Berdasarkan kondisi tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengendalikan ketebalan pelapisan (*plating thickness*), agar sesuai standar spesifikasi kualitas dan tidak terjadi ketebalan berlebih yang berdampak pada hasil produk (*Quality*)?
2. Bagaimana mempercepat alur proses produksi, terutama pada tahapan dengan waktu tertinggi seperti *Spray Painting* (27.4 menit) dan *Spot Welding* (10.8 menit), agar keterlambatan pengiriman *Chronus Metal Part* dapat diminimalkan (*Delivery*)?
3. Bagaimana mengurangi pemborosan sumber daya dan waktu, akibat pencatatan data produksi yang masih dilakukan secara manual sehingga efisiensi kerja dapat meningkat (*Cost*)?
4. Bagaimana menurunkan tingkat kecelakaan di area kerja, untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, nyaman, dan sesuai standar keselamatan kerja (*Safety*)?

## 1.3. Tujuan

Pelaksanaan proyek perbaikan proses pada bagian *Chronus Metal Part* di Departemen *Metal* memiliki tujuan utama untuk mendukung pencapaian sasaran perusahaan melalui peningkatan kualitas, efisiensi, produktivitas, dan keselamatan kerja. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kualitas produk (*Quality*), dengan memastikan setiap *metal part* yang dihasilkan memiliki ketebalan pelapisan (*plating thickness*) sesuai standar, sehingga hanya produk berkualitas baik yang dikirimkan kepada pelanggan.
2. Meningkatkan produktivitas dan ketepatan waktu pengiriman (*Delivery*), dengan mengoptimalkan waktu proses di setiap tahapan produksi agar mampu memenuhi permintaan pelanggan tanpa terjadi keterlambatan.
3. Mengurangi biaya operasional (*Cost*), melalui peningkatan efisiensi kerja, pengurangan pemborosan dalam pencatatan data, dan pemanfaatan sumber daya secara lebih efektif.

4. Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan kerja (Safety), dengan mengidentifikasi serta mengendalikan potensi risiko di area kerja, guna mencapai target Zero Accident or Miss (AOM) di lingkungan kerja.

## 1.4. Manfaat

Pelaksanaan proyek perbaikan proses pada bagian *Chronus Metal Part* memberikan berbagai manfaat yang signifikan bagi perusahaan, karyawan, maupun pelanggan. Adapun manfaat penelitian ini meliputi:

1. Meningkatkan Kualitas dan Keandalan Produksi, melalui penerapan prosedur baru dan perbaikan metode kerja, kualitas produk dapat dipertahankan pada tingkat *Passing Thru Rate (PTR)* 100%, sehingga menjamin hanya produk berkualitas tinggi yang dikirimkan kepada pelanggan tanpa adanya keluhan atau penolakan.
2. Meningkatkan Produktivitas dan Ketepatan Pengiriman, dengan optimalisasi waktu proses dan peningkatan kemampuan operator, output produksi meningkat hingga mencapai 15 set per hari, sekaligus menjaga tingkat pengiriman (*delivery rate*) 100% tepat waktu kepada pelanggan.
3. Efisiensi Biaya dan Peningkatan Kompetensi Karyawan, perbaikan metode kerja dan peningkatan keterampilan pemrograman operator menghasilkan efisiensi biaya tahunan sebesar S\$12.756, sekaligus meningkatkan kepercayaan diri, kemampuan teknis, dan semangat kerja di lingkungan produksi.
4. Meningkatkan Kepuasan Stakeholder dan Citra Perusahaan, dengan proses yang lebih stabil dan efisien, tidak ada lagi kekhawatiran terkait kekurangan suplai, kesalahan masking, maupun keterlambatan produksi. Hal ini meningkatkan kepuasan pelanggan, memperkuat kepercayaan stakeholder, serta memberikan citra positif terhadap profesionalisme perusahaan.

## 1.5. Batasan

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus pada sasaran utama, maka ruang lingkup perbaikan dibatasi pada aspek-aspek berikut:

1. Ruang lingkup proses terbatas pada T9143HH, penelitian difokuskan hanya pada proses pembuatan dan perakitan *T9143HH*, yang terdiri dari tujuh komponen utama (*T9143HL*, *T9143HJ*, *T9143HM*, *T9143HN*, *T9143HP*, *T9143HR*, dan *T9143HQ*) yang dirakit melalui proses NCT, Deburring, Tapping, Bending, *spot welding*, *inserting*, *spray painting* dan Packing.
2. Tahapan perbaikan difokuskan pada area proses internal Departemen Metal, kegiatan analisis dan perbaikan hanya mencakup proses yang

berada di area *Metal Department*, mulai dari *NCT Punching* hingga *Packing*.

3. Fokus pada peningkatan efisiensi, kualitas, dan keselamatan kerja, penelitian ini tidak mencakup aspek desain produk atau perubahan material, melainkan terbatas pada perbaikan metode kerja, optimalisasi waktu proses, dan pengendalian kualitas serta keselamatan kerja operator.
4. Periode evaluasi dan pengukuran hasil dibatasi selama implementasi proyek berlangsung, pengumpulan data dan pemantauan hasil perbaikan dilakukan dalam rentang waktu proyek 3-4 bulan, dengan tolak ukur utama berupa peningkatan produktivitas, efisiensi biaya, dan stabilitas kualitas produk.

## Bab 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Proses NCT (Numerical Control Turret Punching)



**Gambar 1. Mesin NCT**

NCT merupakan proses pemotongan dan pembentukan lembaran logam dengan menggunakan mesin punching yang dikontrol secara numerik (CNC). Mesin NCT dilengkapi dengan turret yang berisi berbagai macam punch dan die, yang dapat digunakan untuk memotong, membuat lubang, dan membentuk lekukan pada plat logam secara cepat dan presisi. Teknologi ini memungkinkan produksi massal dengan efisiensi tinggi dan variasi bentuk geometri yang kompleks. Menurut Kalpakjian & Schmid (2014), sistem NCT sangat efisien dalam menghasilkan produk presisi tinggi dengan waktu siklus yang pendek [1].

### 2.2. Proses Deburring



**Gambar 2. Mesin Deburring**

Deburring adalah proses penghilangan gerinda tajam, sisa potongan, atau serpihan logam (burr) yang terbentuk selama proses pemotongan atau pembentukan. Proses ini penting untuk meningkatkan keamanan penggunaan, memperbaiki tampilan produk, dan mempersiapkan permukaan untuk proses lanjutan seperti pengecatan atau penyambungan. Teknik deburring dapat dilakukan secara manual, mekanik, atau menggunakan mesin otomatis [2].

### 2.3. Proses Tapping



**Gambar 3. Mesin Tapping**

Tapping adalah proses pemotongan ulir dalam (internal thread) pada lubang benda kerja menggunakan alat potong yang disebut tap. Proses ini umum digunakan untuk mempersiapkan lubang yang akan diberi baut atau sekrup. Tapping yang dilakukan secara manual atau otomatis harus mempertimbangkan faktor kecepatan putar, pelumasan, dan ukuran tap untuk menghindari kerusakan pada ulir atau patahnya alat [3].

### 2.4. Proses Bending



**Gambar 4. Mesin Bending**

Bending adalah proses pembentukan logam dengan membengkokkan plat atau lembaran logam pada sudut tertentu menggunakan mesin press brake. Proses ini menghasilkan perubahan bentuk permanen tanpa merusak integritas material. Bending sangat bergantung pada faktor seperti ketebalan material, jenis material, radius tekuk, dan tekanan yang diberikan [4].

## 2.5. Proses Spot Welding



**Gambar 5. Mesin Spot welding**

Spot welding merupakan jenis pengelasan resistansi listrik yang digunakan untuk menyambung dua atau lebih lembaran logam pada titik tertentu. Proses ini menggunakan elektroda untuk mengalirkan arus listrik besar dalam waktu singkat, menghasilkan panas yang melelehkan logam dan menyatukannya. Spot welding banyak digunakan dalam industri otomotif dan manufaktur lembaran logam karena kecepatannya dan kekuatan sambungan yang baik [5].

## 2.6. Proses Press Insert Nut



**Gambar 6. Mesin Press Insert**

Press insert nut adalah metode untuk memasukkan dan mengunci mur (nut) ke dalam lubang kerja dengan bantuan tekanan, biasanya menggunakan mesin press. Proses ini bertujuan agar mur tertanam secara permanen dalam logam sehingga dapat digunakan sebagai titik pengencang. Teknik ini umum digunakan pada produk yang membutuhkan perakitan menggunakan baut berulang kali [6].

## 2.7. Proses Spray Painting



**Gambar 7. Spraypainting**

Spray painting adalah proses pengecatan permukaan menggunakan semprotan udara bertekanan untuk menghasilkan lapisan cat yang merata dan halus. Proses ini meningkatkan tampilan estetika dan memberikan perlindungan terhadap korosi serta faktor lingkungan lainnya. Pemilihan jenis cat, teknik penyemprotan, dan persiapan permukaan sangat mempengaruhi hasil akhir pengecatan [7].

## 2.8. Proses Pengepakan



**Gambar 8. Pengepakan**

Pengepakan adalah proses pengemasan produk ke dalam wadah atau kemasan tertentu guna melindungi produk selama penyimpanan dan distribusi. Proses ini berperan penting dalam menjaga kualitas, mencegah kerusakan fisik, serta memudahkan penanganan dan identifikasi produk. Pemilihan bahan kemasan, metode pengepakan, dan kesesuaian dengan jenis produk sangat mempengaruhi efisiensi dan keberhasilan distribusi produk [8].

## 2.9. Rangkuman Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan pertimbangan pembuatan tugas akhir ini, diperlukan untuk mengetahui penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1. Perbandingan Penelitian**

NO	Tahun	Penulis	Jurnal	Metode	Kelemahan
1	2020	A.Rahman et al.	Journal of Manufacturing Processes	Eksperimen NCT pada plat baja karbon dengan variasi tekanan punch	Tidak membahas ketahanan alat punching jangka panjang
2	2019	S.Utami dan B. Prasetyo	Jurnal Teknik Mesin Indonesia	Studi waktu proses deburring manual vs otomatis	Fokus hanya pada efisiensi waktu, tidak menganalisis kualitas permukaan
3	2021	H. Nugroho et al.	Procedia Engineering	Optimasi tapping pada aluminium menggunakan kontrol kecepatan CNC	Tidak melibatkan variasi material lain seperti baja atau kuningan
4	2022	L. Zhang dan Y. Wang	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	Simulasi FEM pada proses bending lembaran tipis	Perlu validasi lebih lanjut terhadap data eksperimental
5	2018	D. Santosa et al.	Jurnal Otomasi dan Robotika	Uji kekuatan spot welding dengan variasi waktu dan tekanan elektroda	Tidak membahas ketahanan jangka panjang sambungan las
6	2021	M. Setiawan	Jurnal Rancang Bangun Mesin	Studi eksperimen	Akurasi pemasangan

				penanaman press insert nut manual dan semi-otomatis	tidak dievaluasi secara mikroskopik
7	2023	T. Widodo dan A. Susilo	Applied Surface Science	Karakterisasi lapisan cat hasil spray painting dengan SEM dan XRD	Tidak membahas daya rekat cat terhadap kondisi lingkungan ekstrem
8	2003	Singh, S. P., Burgess, G., & Singh, J.	<i>Performance testing of shipping containers: The role of packaging in product protection.</i> Packaging Technology and Science, 19(6), 309–320.	Pengujian performa kemasan melalui simulasi pengiriman dan distribusi	Tidak membahas aspek ekonomis atau efisiensi biaya dalam proses pengepakan

## Bab 3. Metodologi Penelitian

### 3.1. Perancangan

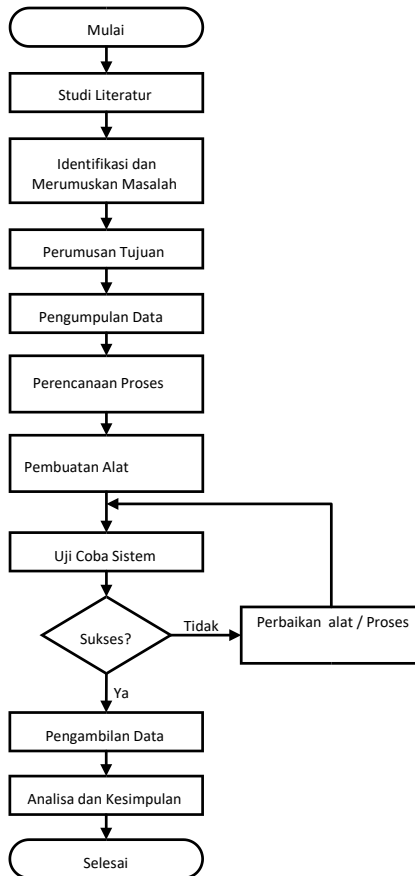
Untuk memastikan pelaksanaan proyek berjalan efektif dan terukur, maka disusun rencana kegiatan berdasarkan tahapan Plan–Do–Check–Action (PDCA) / Gantt Chart sebagai berikut:

1. Pemilihan Proyek (Project Selection), menentukan proyek yang memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan kualitas, efisiensi, dan produktivitas di Departemen Metal, khususnya pada proses pembuatan *T9143HH*.
2. Penyusunan Jadwal Pelaksanaan (Make Schedule), menyusun jadwal kegiatan proyek secara rinci dengan pembagian waktu setiap tahap agar pelaksanaan berjalan sesuai rencana dalam durasi 3-4 bulan.
3. Pengumpulan Data Awal (Data Collection), melakukan pengumpulan data aktual terkait waktu proses, tingkat cacat (*defect rate*), efisiensi kerja, serta kondisi lapangan yang relevan dengan proses *T9143HH*.
4. Penetapan Target Perbaikan (Target Setting), menentukan target kuantitatif dan kualitatif yang akan dicapai, seperti pengurangan waktu proses, peningkatan *Passing Thru Rate (PTR)*, serta penghematan biaya produksi.
5. Analisis Penyebab Masalah (Cause Analysis), menggunakan alat analisis seperti *Fishbone Diagram*, *Tree Diagram*, dan *Serendipity Technique* untuk mengidentifikasi akar penyebab utama dari permasalahan proses.
6. Penetapan Tindakan Korektif (Correction Action Plan), merumuskan rencana tindakan perbaikan yang realistis dan dapat diterapkan, berdasarkan hasil analisis penyebab, guna meningkatkan performa proses produksi.
7. Pelaksanaan Implementasi (Implementation – DO Phase), melaksanakan rencana tindakan korektif di area kerja yang telah ditentukan, termasuk pengujian metode kerja baru, modifikasi jig, dan perbaikan prosedur kerja.
8. Evaluasi Hasil Implementasi (Result Evaluation – CHECK Phase), mengevaluasi hasil pelaksanaan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan melalui data waktu proses, kualitas produk, serta efektivitas kerja operator.
9. Standarisasi Proses Baru (Standardization – ACTION Phase), mendokumentasikan prosedur kerja baru yang telah terbukti efektif untuk dijadikan standar operasional (SOP) di Departemen Metal.
10. Tindak Lanjut dan Pemantauan (Follow-Up Action), melakukan pemantauan berkelanjutan terhadap hasil perbaikan melalui

pengawasan harian, audit internal, dan peninjauan berkala agar hasil dapat dipertahankan secara konsisten.

### 3.1.1. Perancangan Penelitian

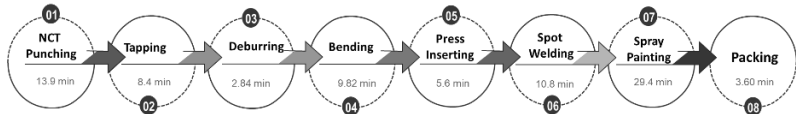
Dalam mengerjakan tugas akhir ini diperlukan sebuah perancangan penelitian, skema rencana tahapan rancangan penelitian dalam menyelesaikan tugas akhir ini digambarkan melalui diagram alir berikut



Gambar 9. Flowchart Perancangan Penelitian

### 3.1.2. Perancangan Proses

Perancangan proses dalam penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi Braket Longbar Chronus T9143HH melalui penerapan metode mekanikal yang lebih efektif. Proses perancangan dimulai dengan pemilihan metode produksi yang sesuai untuk setiap tahap manufaktur, seperti NCT, deburring, tapping, bending, spot welding, press insert nut, dan spray painting.



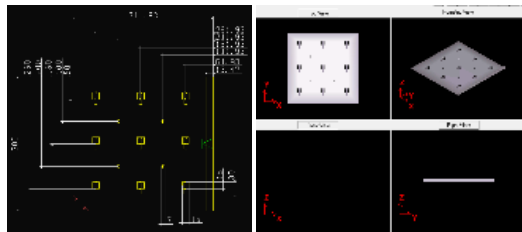
**Gambar 10. Diagram Blok Proses**

Setiap tahapan ini akan dianalisis untuk menentukan langkah-langkah yang dapat dioptimalkan guna mengurangi waktu produksi dan biaya material. Tahapan pertama dalam perancangan proses adalah melakukan analisis terhadap proses NCT, deburring, dan tapping untuk memastikan bahwa parameter seperti kecepatan pemrosesan, jenis alat, dan bahan yang digunakan sudah tepat. Selanjutnya, proses bending dan spot welding akan diperiksa untuk meningkatkan presisi dan kualitas sambungan, serta untuk mengurangi cacat produk yang bisa menambah biaya rework. Untuk press insert nut, akan dicari cara untuk meningkatkan kecepatan pemasangan dan meminimalkan kerusakan pada komponen. Terakhir, proses spray painting akan dioptimalkan untuk memastikan lapisan cat merata dengan waktu yang lebih cepat dan konsumsi bahan yang lebih efisien.

Setiap tahap akan diuji dengan variasi parameter untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas, kecepatan, dan biaya produksi. Setelah itu, data hasil percobaan akan dianalisis menggunakan teknik statistik untuk menemukan kombinasi parameter yang paling efisien. Perancangan proses ini akan menghasilkan rekomendasi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi ketergantungan pada pembelian komponen eksternal, sehingga dapat menurunkan biaya dan mempercepat siklus produksi.

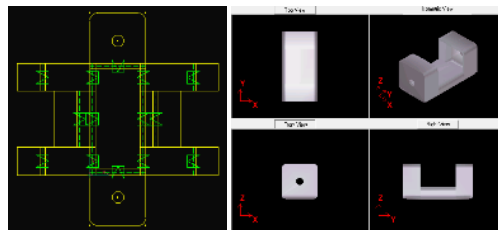
### 3.1.3. Perancangan Mekanikal

Desain alat



**Gambar 11. Dudukan Penyangga Deburring**

Dudukan ini berfungsi sebagai penyangga benda kerja saat proses deburring berlangsung. Tujuan utamanya adalah untuk menstabilkan posisi komponen agar proses pengikisan sisa-sisa burr (tajam atau serpihan sisa proses pemotongan) dapat dilakukan secara presisi. Dudukan ini dapat disesuaikan tinggi dan sudutnya sehingga operator dapat bekerja lebih ergonomis dan hasil deburring lebih konsisten.



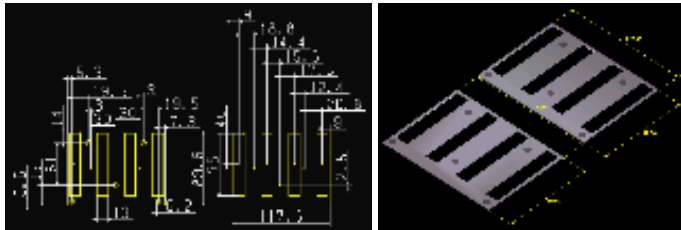
**Gambar 12. Pengaturan keselarasan dan celah**

Pengaturan ini diterapkan pada beberapa tahap proses seperti Spot welding. Fungsinya adalah untuk memastikan benda kerja berada pada posisi yang tepat sebelum diproses lebih lanjut. Keselarasan (alignment) sangat penting untuk mencegah hasil cacat, sedangkan pengaturan celah (gap) dibutuhkan untuk menghindari tekanan berlebih atau kurang saat proses mekanikal berlangsung.



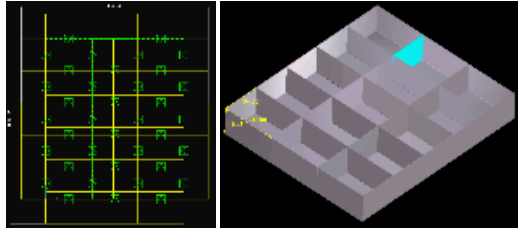
**Gambar 13. laser pada mesin**

Laser pointer dipasang pada mesin spot welding sebagai panduan visual titik pengelasan. Dengan bantuan laser ini, operator dapat mengarahkan elektroda ke posisi yang tepat sebelum pengelasan dilakukan. Hal ini meningkatkan akurasi dan mengurangi risiko salah titik, yang bisa menyebabkan sambungan lemah atau cacat produk. Teknologi ini juga mempercepat proses setup, terutama saat pengelasan dalam jumlah banyak.



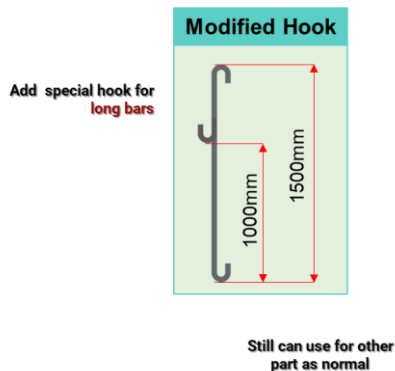
**Gambar 14. Penutup jig masking**

Jig masking adalah alat bantu yang digunakan saat proses spray painting untuk melindungi area tertentu agar tidak terkena cat. Penutup jig ini biasanya terbuat dari logam tipis atau bahan tahan cat yang dibentuk sesuai dengan kontur bagian produk yang tidak ingin dicat. Penggunaan jig masking membantu menghasilkan pengecatan yang lebih rapi, menghindari pemborosan cat, serta mengurangi waktu pembersihan pasca pengecatan.



**Gambar 15. Troli dengan pemisah bantalan**

Troli ini dirancang untuk memindahkan komponen dari satu proses ke proses lainnya dengan aman dan efisien. Pemisah bantalan di dalam troli berfungsi untuk menjaga agar komponen tidak bersentuhan langsung satu sama lain, sehingga menghindari goresan atau kerusakan permukaan. Troli ini juga memudahkan penataan material secara batch dan mempercepat proses handling di rantai produksi.



**Gambar 16. Gantungan Barang**

Gantungan barang digunakan khususnya pada proses spray painting dan drying (pengeringan). Dengan menggantung produk secara vertikal, permukaan yang akan dicat dapat diakses secara merata dan bebas dari kontak langsung dengan permukaan lain. Gantungan ini juga membantu proses pengeringan berlangsung lebih baik karena sirkulasi udara yang lebih maksimal.

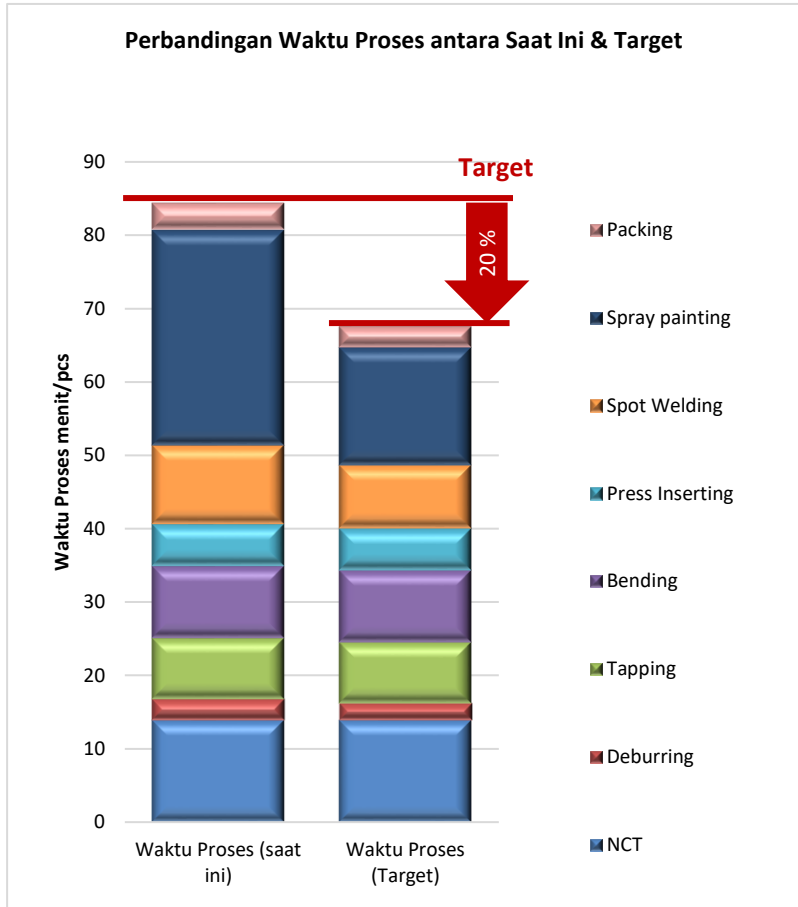
### 3.2. Alat dan Bahan

Tabel 2. Estimasi biaya

No.	Alat/bahan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah	Total (Rp.)	Keterangan <sup>1</sup>
1	Laser Pointer Industri	250.000	1	250.000	Untuk penanda titik pengelasan agar lebih presisi
2	Lembaran Aluminium t1.2mm	450.000	1lembar	450.000	Ukuran 1m x 2m,Pembuatan jig
3	Papan Barklet	350.000	1 lembar	350.000	Alas jig
4	Sekrup/Baut Alumunium	5.000	1 pck	5.000	Pemasangan jig
	Total	1.055.000			

### 3.3. Metode Penerapan Target

Berdasarkan hasil analisis, target penurunan waktu proses ditetapkan sebagai berikut:



Gambar 17. Target penurunan waktu

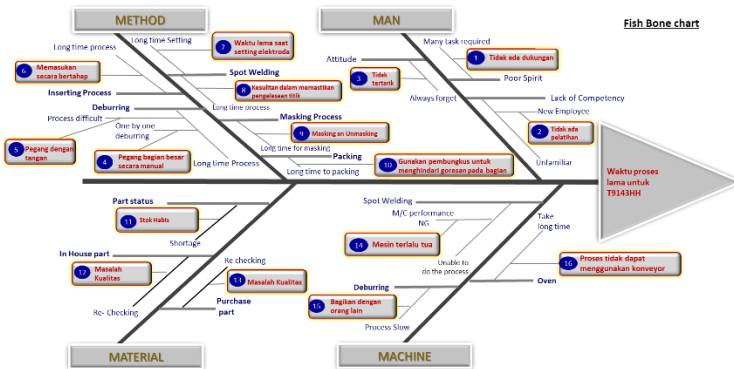
**Tabel 3. Target penurunan waktu**

No.	Proses	Waktu Aktual (Menit)	Kondisi Saat Ini	Target Pengurangan (%)	Alasan/Justifikasi
1	NCT Punching	13.9	Sudah maksimal, mesin bekerja optimal	0%	Tidak ada potensi signifikan untuk efisiensi tambahan
2	Tapping	8.4	Menggunakan mesin <i>Auto Tapping</i> , hasil baik dan stabil	0%	Proses otomatis, kualitas dan produktivitas sudah optimal
3	Deburring	2.84	Proses manual, ada waktu tunggu antar batch	20%	Dapat dikurangi dengan <i>fixture</i> baru dan penghapusan gerakan tidak efisien
4	Bending	9.82	Menggunakan <i>NC Bending Machine</i> , waktu stabil	0%	Sudah sesuai <i>standard time</i> , efisiensi terbatas
5	Press Insert	5.6	Menggunakan mesin <i>PEM Inserter</i> baru	0%	Waktu proses dalam batas standar, tidak perlu modifikasi
6	Spot Welding	10.8	Terdapat waktu tunggu dan posisi material tidak efisien	20%	Potensi efisiensi dengan <i>jig</i> baru dan pengaturan ulang posisi kerja
7	Spray Painting	27.4	Proses paling	45%	Penggunaan <i>masking jig</i> dan

			lama, terdapat aktivitas non-value added		optimasi <i>drying time</i> dapat mengurangi waktu signifikan
8	Packing	5.6	Proses masih manual dan berulang	30%	Potensi efisiensi dengan <i>fixture packing</i> dan pengaturan layout kerja

### 3.4. Analisis Penyebab

Analisis penyebab masalah pada proses T9143HH disajikan sebagai Fishbone (Ishikawa) yang dipecah menurut kategori 4M (Man, Machine, Method, Material). Untuk setiap *possible cause* saya sertakan langkah verifikasi yang konkrit (data yang diambil, bagaimana mengukur, sample size, dan kriteria verifikasi). Gunakan ini langsung sebagai checklist pengumpulan data di lantai produksi. Struktur Fishbone (4M) – Ringkasan penyebab utama



Gambar 18. Fishbone

#### 3.4.1. Man (Operator / People)

1. Operator memegang part besar secara manual saat deburring → variasi posisi & kelelahan → waktu bervariasi.
2. Keterampilan/pengetahuan operator dalam setting elektroda welding dan masking belum seragam.

### 3.4.2. Machine (Mesin / Jig / Tools)

1. Tidak ada jig/fixture untuk menahan part saat deburring.
2. Jig/fixture spot welding tidak ada/kurang tepat → perlu dua kali pengaturan elektroda.
3. Conveyor oven tidak dapat menampung part karena ukuran → drying dilakukan di hook statis dekat oven.
4. Packing menggunakan wrapping karena belum ada alternatif protector yang cepat.

### 3.4.3. Method (Prosedur / Work Standard)

1. Tidak ada standar kerja/deburring sequence untuk berbagai bentuk part.
2. Prosedur masking memakan waktu (25 studs per part) tidak distandarisasi.
3. Prosedur packing sementara (wrapping) yang memerlukan pembongkaran di assembly.

### 3.4.4. Material (Part / Consumables)

1. Variasi bentuk part / holder menyebabkan kesulitan menetapkan posisi deburring dan masking.
2. Banyak studs (25) → masking area besar dan kompleks.

## 3.5. Analisis Data dan Penentuan Penyebab Utama

### 3.5.1. Analisis Data Permasalahan

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan pencatatan waktu proses aktual, ditemukan beberapa permasalahan utama yang menyebabkan waktu proses T9143HH lebih lama dari target. Setiap permasalahan telah dianalisis berdasarkan waktu siklus, aktivitas kerja operator, serta potensi pemborosan (*waste*) yang muncul:

1. Pegang bagian besar secara manual menyebabkan waktu deburring yang lama, Selama proses deburring, Operator memegang bagian besar secara manual dengan satu tangan dan tangan lainnya mengoperasikan mesin deburring. Memerlukan 1,24 menit per bagian.



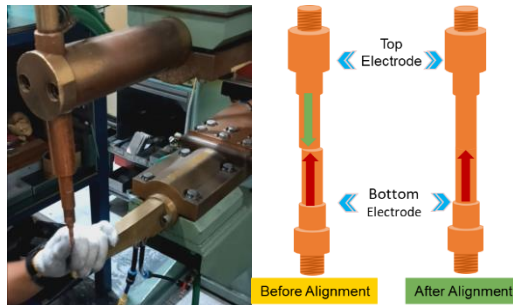
**Gambar 19. Proses Deburring (Barang Besar)**

2. Pegang benda dengan tangan saat menghaluskan tepi, Berbagai bentuk bagian menyebabkan kesulitan dalam mengatur proses deburring dengan proses standar dan untuk menyelesaikan 1 set membutuhkan waktu 1,60 menit per bagian.



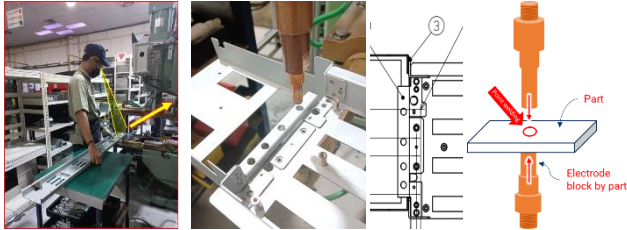
**Gambar 20. Proses Deburring (Barang kecil)**

3. Memerlukan waktu lama untuk pengaturan elektroda, Membutuhkan 2 kali pengaturan sebelum memulai produksi, yang menyebabkan waktu proses pengelasan titik lebih lama. Memakan waktu 0,48 menit per bagian.



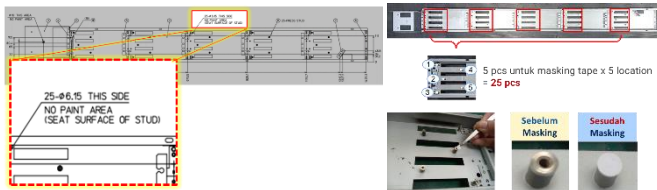
**Gambar 21. Atur Penyelaras Elektroda**

4. Kesulitan memastikan pengelasan titik menyebabkan memakan waktu lama, Menemukan posisi pengelasan titik tidaklah mudah karena elektroda pengelasan tertutup oleh bagian, membutuhkan 10,32 menit per bagian.



**Gambar 22. Titik Pengelasan**

5. Membutuhkan waktu lama untuk melakukan masking dan menghapus masking, Ada persyaratan dari FF1 - gambar untuk memastikan "Area tanpa cat" untuk 25 stud. Membutuhkan waktu lama untuk memasang dan melepas masker. Memakan waktu 12,5 menit per bagian.



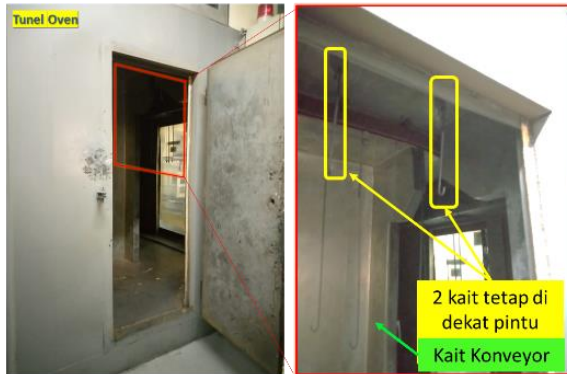
**Gambar 23. Titik Penempelan Isolasi**

- Gunakan pembungkus untuk pengepakan karena memakan waktu proses yang lama, Gunakan pembungkusan sebagai metode pengemasan untuk menghindari goresan pada bagian setelah pengecatan semprot, kemudian lini perakitan perlu dilepas sebelum bagian digunakan untuk produksi mereka. Waktu yang dibutuhkan adalah 5,6 menit per bagian.



**Gambar 24. Pengepakan**

- Proses pengeringan tidak dapat menggunakan konveyor, Pengeringan menggunakan kait tetap di dekat pintu oven karena ukurannya lebih besar daripada kait konveyor, hal ini menyebabkan kapasitas terbatas.



**Gambar 25. Kait Barang**

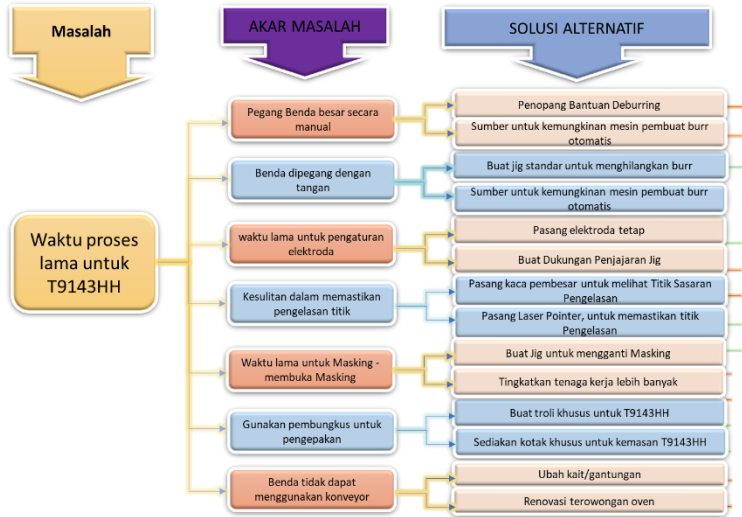
**Tabel 4. Pengamatan sebelum perbaikan**

No	Proses	Masalah	Waktu Proses	Dampak
1	Deburring	Operator harus memegang part besar secara manual	1.24 min/pcs	Menyebabkan kelelahan operator dan waktu proses panjang
2	Deburring	Bentuk part berbeda-beda, sulit distandarkan	1.60 min/pcs	Tidak efisien, sulit mempertahankan konsistensi
3	Spot Welding	Setting elektroda perlu dua kali sebelum produksi	0.48 min/pcs	Menghambat waktu persiapan dan efisiensi produksi
4	Spot Welding	Titik las sulit dipastikan karena tidak terlihat	10.32 min/pcs	Risiko kualitas rendah dan proses lama
5	Spray Painting	Proses masking & unmasking manual	14.07 min/pcs	Proses panjang, risiko kesalahan masking tinggi
6	Packing	Gunakan wrapping plastik untuk hindari gores	5.6 min/pcs	Menambah waktu dan biaya, serta pekerjaan tambahan di Assy line
7	Drying	Tidak bisa pakai conveyor hook	-	Kapasitas terbatas, waktu pengeringan tidak efisien

Dari hasil pengamatan, proses yang paling mempengaruhi total waktu adalah Deburring, Spotwlding, Spraypainting, Drying, Packing karena memiliki durasi paling panjang serta ketergantungan tinggi pada keterampilan operator.

### 3.5.4. Penentuan Solusi Alternatif (Tree Diagram Analysis)

Berdasarkan hasil analisis akar masalah, tim mengembangkan beberapa alternatif solusi yang digambarkan melalui Tree Diagram berikut:



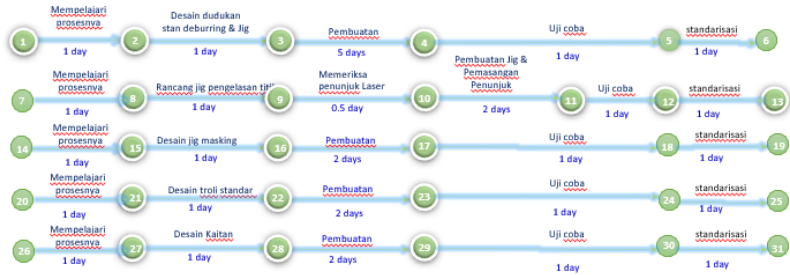
Gambar 26. Pohon Diagram

Tabel 5. Diagram Pohon

Akar Masalah	Alternatif Solusi
Deburring manual	Membuat deburring support stand dengan penjepit sudut yang bisa diatur
Bentuk part tidak seragam	Membuat standard jig untuk deburring
Spot welding lama	Membuat alignment support jig dan instalasi laser pointer sebagai penanda titik las
Masking & unmasking lama	Membuat masking jig khusus untuk 25 studs
Packing lama	Membuat trolley khusus T9143HH menggantikan wrapping
Pengeringan tidak efisien	Modifikasi hook/hanger oven agar part panjang dapat ikut di conveyor

### 3.5.5. Verifikasi Implementasi (Arrow Diagram)

Untuk memastikan efektivitas solusi, disusun **Arrow Diagram** sebagai panduan waktu dan urutan implementasi:



**Gambar 27. Pelaksanaan Solusi**

Hari 1–5 : Observasi dan pengumpulan data proses

1. Hari 6–10 : Pembuatan desain jig (deburring, welding, masking, trolley, hook)
2. Hari 11 : Instalasi laser pointer & uji coba alat bantu
3. Hari 12–24 : Pembuatan alat
4. Hari 25-29 : *Test run* dan validasi waktu proses
5. Hari 30-34 : Standarisasi metode kerja baru
6. Hari 35-38 : Evaluasi hasil dan dokumentasi

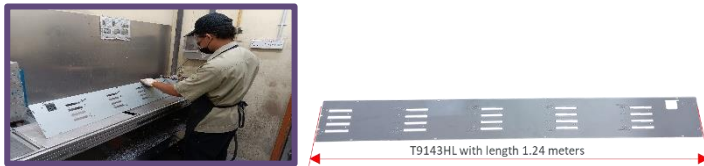
### 3.6. Pengujian

Peningkatan Proses Braket Longbar Chronus dilakukan untuk memastikan bahwa solusi-solusi yang telah diimplementasikan mampu menjawab permasalahan utama dalam proses produksi, khususnya pada tahapan deburring, pengelasan, masking, pengepakan, dan pengeringan. Pengujian dimulai dengan evaluasi waktu proses sebelum dan sesudah penggunaan dudukan penyangga deburring, di mana waktu proses deburring dapat ditekan secara signifikan karena posisi komponen menjadi lebih stabil dan tidak perlu dipegang manual. Kemudian dilakukan uji fungsional terhadap jig standar untuk deburring untuk melihat peningkatan akurasi dan konsistensi hasil deburring. Jig penyangga alignment diuji dengan parameter waktu setup elektroda dan kesesuaian posisi pengelasan terhadap titik yang diinginkan, dengan hasil menunjukkan pengurangan waktu pengaturan hingga 30%. Untuk memastikan titik pengelasan secara tepat dan efisien, pemasangan laser pointer diuji dari sisi visibilitas dan ketepatan sasaran pengelasan, terbukti meningkatkan akurasi titik las tanpa perlu pengukuran

manual berulang. Selanjutnya, jig pengganti masking diuji dengan metode waktu proses masking dan demasking, dengan hasil mempercepat proses hingga 40% dibandingkan metode konvensional. Terakhir, troli khusus T9143HH diuji dalam pengangkutan dan penyimpanan unit braket, serta efisiensinya dalam proses pengepakan, yang memperlihatkan peningkatan kecepatan penanganan unit dan pengurangan potensi kerusakan selama handling. Semua hasil pengujian menunjukkan bahwa solusi yang diterapkan mampu mempercepat proses kerja, meningkatkan keamanan kerja, serta mengurangi beban kerja operator, sehingga secara keseluruhan meningkatkan produktivitas dan kualitas dalam proses pembuatan Braket Longbar Chronus.

### 3.6.1. Deburring

Operator memegang bagian besar secara manual dengan satu tangan dan tangan lainnya mengoperasikan mesin deburring, 1.24 menit.



**Gambar 28. Sebelum Perbaikan : Tanpa Jig**

Setelah Perbaikan : Buat Dudukan Penyangga Deburring untuk menahan Bagian Panjang dengan ketinggian yang dapat disesuaikan sesuai ukuran bagian, sehingga deburring dapat dilakukan 10 pcs sekaligus, 0.4 menit



**Gambar 29. Setelah Perbaikan : Menggunkan Penyangga**

Penghematan Waktu 0.84 menit

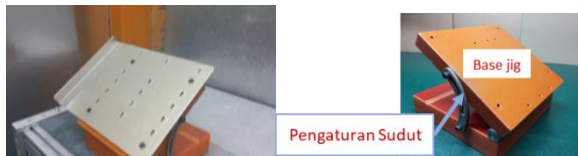
### 3.6.2. Deburring

Gunakan kawat sebagai alat untuk meluruskan posisi bagian tersebut dan tetap perlu menahannya dengan tangan. Hal ini menyebabkan proses pembubutan menjadi lambat, 1.60 Menit.



Gambar 30. Sebelum Perbaikan : Tanpa Jig

Buat jig yang dapat disesuaikan untuk deburring yang dapat digunakan untuk bagian lain yang memiliki bentuk kecil. Ini dapat mengurangi waktu untuk penyelarasan bagian sebelum proses deburring, 0.8 Menit.

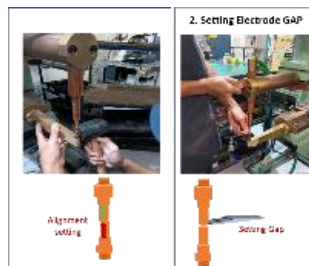


Gambar 31. Setelah Perbaikan : Menggunakan Penyangga

Penghematan Waktu : 0.8 Menit

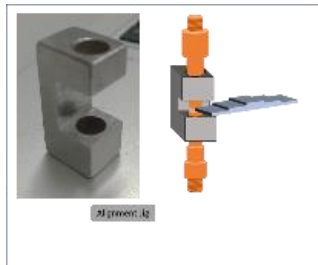
### 3.6.3. Spot Welding

Perlu 2 kali pengaturan sebelum memulai produksi, yang menyebabkan waktu proses pengelasan titik menjadi lebih lama, 0.48 Menit.



Gambar 32. Sebelum Perbaikan : Tanpa Jig

Setelah Perbaikan : Membuat jig penyalarsan untuk proses 2 in 1. Penyalarsan dan pengaturan celah dilakukan sekaligus. Hal ini dapat mengurangi waktu pengaturan, 0.25 Menit.

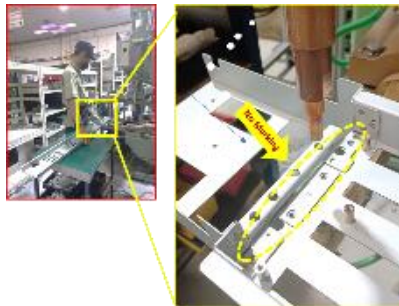


**Gambar 33. Setelah Perbaikan : Menggunakan Penyalaras**

Penghematan Waktu : 0.23 Menit

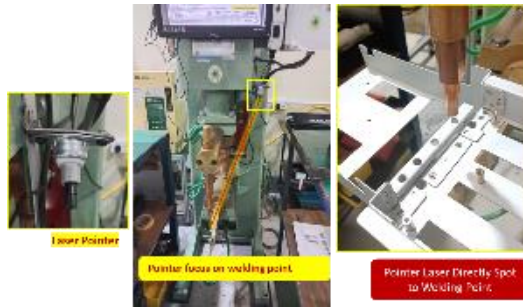
#### **3.6.4. Spot Welding**

Sebelum Perbaikan : Menentukan posisi pengelasan titik tidaklah mudah karena elektroda las tertutup, sehingga operator perlu memperkirakan titik pengelasan yang menyebabkan proses menjadi lebih lama, 10.32 Menit.



**Gambar 34. Sebelum Perbaikan : Tanpa Laser**

Pasang laser pada mesin untuk mengarahkan titik pengelasan, sehingga operator tidak perlu memperkirakan posisinya, sehingga dapat mempercepat proses pengelasan, 7.2 Menit



**Gambar 35. Setelah Perbaikan : Menggunakan Laser**

### 3.6.5. Spary Painting

Memakan waktu lama untuk melakukan masking dan un-masking guna memastikan tidak ada area yang dicat pada 25 stud. Hal ini menyebabkan waktu proses menjadi Panjang, 14.07 Menit.



**Gambar 36. Sebelum Perbaikan : Menggunakan pinset dan Isolasi**

Buat jig untuk menutupi area tersebut, dengan menggabungkan 5 lubang menjadi 1 jig. Ini akan mengurangi banyak langkah masking dan juga mempermudah proses unmasking, 2 Menit.



**Gambar 37. Setelah Perbaikan : Menggunakan Penutup**

Penghematan Waktu 12.07 Menit

### 3.6.6. Pengepakan

Gunakan pembungkusan sebagai metode pengemasan untuk menghindari goresan pada bagian setelah pengecatan semprot, kemudian garis perakitan perlu dilepas sebelum bagian digunakan untuk produksi mereka, 5.6 Menit.



**Gambar 38. Sebelum Perbaikan : Menggunakan Wrapping Plastik**

Modifikasi troli yang tersedia dengan pemisah bantal menghilangkan pembungkusan. Juga menghilangkan pembukaan bungkus di jalur perakitan akhir, 0.8 Menit.

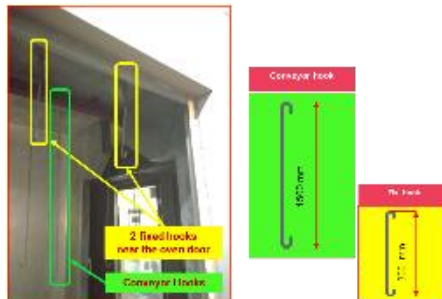


**Gambar 39. Setelah Perbaikan : Menggunakan Trolley**

Penghematan Waktu 4.8 Menit

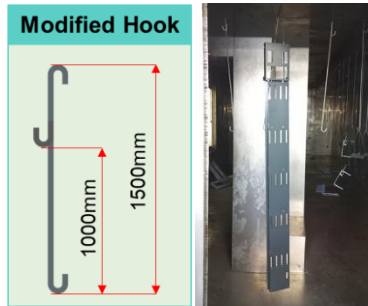
### 3.6.7. Spray Painting

Pengeringan menggunakan kait tetap di dekat pintu oven karena ukurannya lebih tinggi daripada kait konveyor. Hal ini menyebabkan kapasitas terbatas, karena hanya memiliki 2 kait, Kapasitas Sedikit.



**Gambar 40. Sebelum Perbaikan : Menggantung di Dekat pintu oven**

Modifikasi hock/gantungan dengan menambahkan kait baru agar penahan posisi lebih tinggi dari berat bagian. Sehingga bagian dapat berjalan seperti penggunaan hock normal dan berputar di oven. Dengan modifikasi ini, semua batang panjang dapat menggunakan kait konveyor. Jadi, tidak ada masalah pada kapasitas ,Kapasitas Banyak.



**Gambar 41. Setelah perbaikan : Berputar di dalam oven**

**Tabel 6. Pengambilan Waktu Proses**

No	Proses	Waktu Sebelumnya (menit)	Waktu Setelahnya (menit)	Menghemat Waktu (menit)
1	NCT	13.90	13.90	-
2	Tapping	8.40	8.40	-
3	Deburring	2.84	1.20	1.64
4	Bending	9.82	9.82	-
5	Press Inserting	5.60	5.60	-
6	Spot Welding	10.80	7.45	3.35
7	Spray painting	27.4	15.33	12.07
8	Pengepakan	5.60	0.8	4.8
	T o t a l	84.36	62.5	21.86

## Bab 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Data Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Data kondisi awal proses sebelum perbaikan.

Tabel 7. Waktu Proses Aktual T9143HH

No	Proses Produksi	Deskripsi Singkat Aktivitas	Waktu Proses (Menit)	Keterangan / Catatan
1	NCT Punching	Pemotongan dan pembentukan awal menggunakan mesin NCT (Numerical Control Turret)	13.9	Proses sudah maksimal dan stabil
2	Tapping	Pembuatan ulir pada lubang part menggunakan mesin tapping otomatis	8.4	Proses otomatis, hasil kualitas baik
3	Deburring	Penghilangan sisa tajam pada tepi part secara manual menggunakan mesin gerinda tangan	2.84	Proses manual, potensi perbaikan efisiensi 20%
4	Bending	Pembentukan sudut part menggunakan mesin NC bending	9.82	Waktu sesuai standar dan stabil
5	Press Insert	Pemasangan stud dan nut dengan mesin PEM inserter	5.6	Proses stabil menggunakan mesin baru
6	Spot Welding	Penyambungan antartpart menggunakan mesin spot welding	10.8	Proses dapat diperbaiki (potensi penghematan 20%)
7	Spray Painting	Pengecatan permukaan part menggunakan spray gun dan proses pengeringan	29.4	Waktu terpanjang, potensi reduksi 45%

8	Packing	Proses pembungkusan part sebelum diserahkan ke Assy line	3.6	Masih bisa ditingkatkan efisiensinya 30%
	Total Waktu Proses	—	84.36 menit	Total waktu proses aktual sebelum improvement

#### 4.1.2. Hasil Analisis Awal untuk Mencari Akar Masalah

Analisis awal dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab utama yang mengakibatkan waktu proses T9143HH menjadi panjang dan efisiensi kerja rendah. Berdasarkan hasil observasi di area produksi, wawancara dengan operator, serta kajian terhadap standar proses, ditemukan tujuh masalah utama berikut:

**Tabel 8. Analisa Awal Penyebab**

No	Permasalahan	Deskripsi Kondisi Aktual	Dampak terhadap Proses	Dugaan Akar Masalah
1	Pegangan Manual Bagian Besar (Proses Penghilangan Burr)	Operator harus menahan part besar (T9143HL, panjang $\pm 1,24$ m) dengan satu tangan saat proses deburring.	Proses menjadi lambat dan tidak ergonomis.	Tidak ada alat bantu untuk menopang part saat proses deburring.
2	Pegang Tangan (Bentuk Bagian Berbeda)	Bentuk part berbeda-beda menyebabkan sulit diseragamkan saat proses deburring.	Waktu proses bervariasi dan sering melampaui standar.	Tidak ada jig standar untuk mengakomodasi variasi bentuk part.
3	Waktu Lama untuk Pengaturan Elektroda	Setting elektroda dilakukan dua kali sebelum	Menambah waktu persiapan dan	Tidak ada alat bantu penyetelan posisi elektroda

	(Pengelasan Titik)	produksi dimulai.	menurunkan produktivitas.	( <i>alignment support jig</i> ).
4	Kesulitan Menjamin Posisi Pengelasan Titik	Lokasi titik las sulit terlihat karena elektroda tertutup part.	Operator memperkirakan posisi secara manual, risiko cacat meningkat.	Tidak ada panduan visual seperti <i>laser pointer</i> atau <i>marking guide</i> .
5	Memasang dan Melepas isolasi	Sesuai gambar FF1, ada 25 titik <i>no paint area</i> yang harus diberi masking dan dilepas kembali.	Proses pengecatan memakan waktu lama ( $\pm 14$ menit per pcs).	Proses masking manual, tidak ada alat bantu pengganti masking.
6	Gunakan Pembungkus untuk Pengemasan	Part dibungkus plastik agar tidak tergores, lalu dilepas lagi oleh Assy line.	Menambah waktu non-produktif $\pm 5,6$ menit per pcs.	Tidak tersedia <i>trolley</i> khusus untuk melindungi part hasil painting.
7	Proses Pengeringan Tidak Bisa Menggunakan Konveyor	Part tidak dapat digantung di conveyor oven karena ukurannya tinggi.	Hanya bisa menggunakan 2 <i>fixed hooks</i> , kapasitas pengeringan rendah.	Desain hook oven tidak sesuai dengan ukuran part panjang.

### 4.1.3. Perbandingan dan Analisis Data

Tabel 9. Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan Proses

No	Masalah Proses	Waktu Sebelum (menit)	Perbaikan yang Diterapkan	Waktu Sesudah (menit)	Penghematan Waktu (menit)	% Efisiensi
1	Menahan bagian besar secara manual (Menghilangkan burr pada bagian panjang)	1.24	Buat <i>Deburring Support Stand</i> yang dapat diatur tinggi dan menahan 10 pcs sekaligus	0.40	0.84	67.7%
2	Pegang dengan tangan (Bagian kecil – bentuk berbeda)	1.60	Buat <i>adjustable deburring jig</i> untuk part kecil agar tidak perlu dipegang tangan	0.80	0.80	50.0%
3	Long setting time (Spot welding alignment)	0.48	Buat <i>alignment jig 2 in 1</i> agar setting dan gap dilakukan sekali	0.25	0.23	47.9%
4	Sulit memastikan pengelasan titik (tanpa bekas)	10.32	Pasang <i>laser pointer</i> untuk panduan posisi titik las	7.20	3.12	30.2%

5	Pemasangan dan Pelepasan isolasi (25 studs)	14.07	Buat <i>masking jig</i> gabungan (5 lubang per jig)	2.00	12.07	85.8%
6	Gunakan pembungkus untuk pengepakan	5.60	Modifikasi <i>trolley</i> dengan <i>cushion separator</i> untuk hilangkan wrapping/unwrapping	0.80	4.80	85.7%
7	Proses pengeringan tidak bisa menggunakan konveyor	Kapasitas terbatas (2 hook tetap)	Tambah dan modifikasi <i>hanger hook</i> agar part panjang bisa ikut conveyor	Normal (semua part bisa ikut conveyor)	—	>70% peningkatan kapasitas

#### 4.1.4. Analisis Hasil Perbaikan

1. Proses dengan Penghematan Tertinggi: Masking dan unmasking memberikan penghematan terbesar, dari 14.07 → 2.00 menit (efisiensi 85.8%), karena adanya *masking jig* gabungan yang mempercepat langkah kerja.
2. Proses dengan Dampak Ergonomis Signifikan:
  - a. *Deburring big part* dan *deburring small part* mengalami peningkatan efisiensi 50–67%, sekaligus meningkatkan keselamatan dan kenyamanan operator karena tidak perlu menahan part berat dengan tangan.
  - b. Hal ini juga menurunkan potensi cacat akibat getaran tangan.
3. Proses Welding Lebih Akurat dan Cepat:
  - a. Pemasangan *laser pointer* membuat operator tidak perlu mengira posisi titik las.

- b. *Alignment jig 2-in-1* mengurangi waktu *setup* hampir setengahnya.
- 4. Packing dan Handling Lebih Efisien:
  - a. Dengan *trolley + cushion separator*, wrapping/unwrapping dihilangkan.
  - b. Waktu packing berkurang dari 5.6 → 0.8 menit, dan juga mengurangi pemborosan plastik.
- 5. Kapasitas Oven Meningkat:
  - a. Setelah modifikasi hook/hanger, part panjang bisa ikut conveyor → tidak ada lagi bottleneck pengeringan.
  - b. Kapasitas meningkat >70% dibanding kondisi sebelumnya.

#### 4.1.5. Hasil

Tabel berikut menunjukkan hasil yang diperoleh setelah dilakukan perbaikan proses produksi pada proyek T9143HH melalui penerapan *lean improvement tools* dan inovasi alat bantu kerja:

**Tabel 10. Hasil Analisa Terakhir**

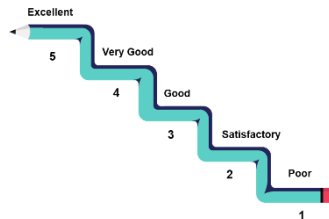
No	Jenis Hasil	Deskripsi	Nilai Pencapaian	Keterangan
1	Penghematan Waktu Proses	Reduksi total waktu proses dari beberapa tahapan seperti deburring, spot welding, masking, dan packing.	±21.86 menit per unit	Meningkatkan kapasitas produksi harian dari 9 set menjadi 15 set/hari.
2	Penghematan Biaya Produksi (Labour Time Saving)	Hasil konversi dari pengurangan waktu proses menjadi efisiensi biaya tenaga kerja per tahun.	S\$ 6,480 / tahun	Berdasarkan peningkatan output dan efisiensi jam kerja operator.
3	Penghematan Bahan Masking Tape	Penggunaan masking tape berkurang drastis setelah penerapan <i>masking jig</i> .	S\$ 600 / tahun	Mengurangi pemborosan bahan non-value added.
4	Penghematan Plastik Wrapping	Tidak lagi menggunakan plastik wrapping untuk packing karena digantikan <i>trolley</i>	S\$ 270 / tahun	Selain hemat biaya, juga mendukung program <i>green manufacturing</i> .

		<i>with cushion separator.</i>		
5	Total Annual Saving	Akumulasi seluruh penghematan biaya dari waktu, material, dan efisiensi proses.	S\$ 7,356 / tahun	Terhitung setelah stabilisasi proses dan standarisasi diterapkan.
6	Biaya Investasi	Biaya pembuatan <i>jig, trolley modification,</i> dan <i>hook modification.</i>	S\$ 1,180	Biaya satu kali (one-time investment).
7	Return on Investment (ROI)	Waktu pengembalian modal dari total penghematan dibandingkan biaya investasi.	≈ 2 bulan	Termasuk kategori very high impact project.

#### 4.1.5. Radar Chart



Gambar 42. Radar Chart



Gambar 43. Radar Chart Level

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Proses

#### 1. Proses dengan Waktu Terlama

Dari tabel di atas terlihat bahwa spray painting (29.4 menit) merupakan proses dengan waktu paling panjang, yaitu sekitar 34,8% dari total waktu produksi.

Hal ini terjadi karena:

- a. Proses masking dan unmasking dilakukan manual.
- b. Drying process tidak dapat menggunakan conveyor karena ukuran part terlalu tinggi.
- c. Jumlah *hook* untuk pengeringan terbatas, menyebabkan *bottleneck*.

Proses ini menjadi titik kritis yang perlu diperbaiki untuk menurunkan total lead time.

#### 2. Proses Menengah

Beberapa proses seperti NCT punching (13.9 menit), bending (9.82 menit), dan spot welding (10.8 menit) termasuk kategori menengah dalam konsumsi waktu.

Faktor penyebab utamanya antara lain:

- a. Perlu waktu set-up yang lama (terutama di NCT dan spot welding).
- b. Variasi bentuk part menyebabkan sulit distandarkan jig-nya.
- c. Pada proses spot welding, posisi titik las sulit terlihat karena tidak ada penanda visual.

#### 3. Proses Cepat namun Berulang

Tahapan seperti deburring (2.84 menit), press insert (5.6 menit), dan packing (3.6 menit) terlihat cepat, namun dilakukan berulang untuk banyak part per set, sehingga total waktunya signifikan jika dikalikan dengan jumlah part.

Masalah tambahan:

- a. Pada deburring, operator harus menahan part besar secara manual tanpa alat bantu → mengurangi ergonomi dan stabilitas kerja.
- b. Pada press insert, operator masih mengatur posisi insert manual sehingga presisi dan kecepatan belum optimal.

#### 4. Total Lead Time dan Potensi Peningkatan

Total waktu proses per unit (84.36 menit) menunjukkan bahwa lebih dari setengah waktu (sekitar 50 menit) berasal dari kegiatan yang masih bisa dioptimalkan melalui alat bantu kerja (jig/fixture), otomasi parsial, dan standarisasi metode kerja.

## 4.2.2. Faktor Penyebab Utama

Berdasarkan analisis di atas, diperoleh beberapa temuan penting yang menjelaskan akar permasalahan utama dan arah perbaikan yang diperlukan:

### 1. Permasalahan Umum di Area Proses

Sebagian besar permasalahan berasal dari ketidaksesuaian fasilitas kerja dengan karakteristik part yang besar dan bervariasi. Misalnya, proses deburring, spot welding, dan masking masih dilakukan secara manual tanpa bantuan alat pendukung yang tepat, sehingga menimbulkan variasi waktu kerja antaroperator.

### 2. Kurangnya Alat Bantu Produksi (Jig & Fixture)

Hampir semua tahapan proses yang bermasalah menunjukkan ketergantungan tinggi pada keterampilan manual operator, bukan pada sistem atau alat bantu yang terstandar.

Contohnya:

- a. Proses deburring membutuhkan *support stand* untuk menahan part besar.
- b. Spot welding memerlukan *alignment jig* dan *laser pointer* untuk mempercepat set-up dan memastikan titik las akurat.
- c. Masking dan packing perlu alat bantu untuk mengurangi aktivitas non-produktif.

### 3. Ketidakefisienan Metode Kerja

Beberapa proses masih dilakukan dengan cara tradisional, seperti *wrapping* untuk perlindungan part atau *masking tape* manual sebelum pengecatan. Metode ini menambah waktu non-value added yang tidak langsung berkontribusi pada pembentukan nilai produk tetapi memperlambat throughput.

### 4. Faktor Ergonomi dan Keselamatan Kerja

Proses manual seperti *manual hold big part* saat deburring menimbulkan beban fisik berlebih dan risiko keselamatan operator. Selain itu, posisi kerja yang tidak stabil berpotensi menyebabkan kecelakaan ringan maupun kesalahan pengerjaan.

### 5. Bottleneck di Area Oven (Spray Painting & Drying)

Tahap pengeringan menjadi titik hambatan utama (*bottleneck*) karena keterbatasan jumlah hook dan ukuran part yang melebihi kapasitas conveyor oven. Akibatnya, waktu tunggu meningkat dan efisiensi total lini menurun.

## 4.2.3. Lean Improvement

Berdasarkan hasil perbaikan, dapat disimpulkan bahwa penerapan *lean improvement* pada proses produksi T9143HH berhasil memberikan pengurangan waktu signifikan pada hampir semua tahap. Beberapa poin penting pembahasan:

1. Pendekatan serendipity dan inovasi alat bantu (seperti laser pointer, jig, dan support stand) terbukti efektif meningkatkan efisiensi tanpa perlu investasi besar.
2. Fokus utama perbaikan ada pada aktivitas non-value added seperti *holding manual, masking manual, dan setting berulang*.
3. Perbaikan bersifat low cost – high impact, karena semua ide berasal dari pengamatan langsung di lapangan dan pemanfaatan peralatan yang sudah ada.
4. Efek domino perbaikan tidak hanya mengurangi waktu proses, tetapi juga:
  - a. Menambah kapasitas produksi.
  - b. Meningkatkan keselamatan kerja.
  - c. Mengurangi penggunaan bahan habis pakai (masking tape, wrapping).
5. Total lead time berpotensi turun lebih dari 60%, meningkatkan kemampuan perusahaan memenuhi peningkatan pesanan pelanggan tanpa perlu tambahan mesin atau tenaga kerja.

#### 4.2.4. Hasil

##### 1. Efektivitas Perbaikan Proses

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{\text{Waktu Sebelum} - \text{Waktu Sesudah}}{\text{Waktu Sebelum}} \times 100\%$$

**Gambar 44. Rumus Efektivitas**

Implementasi perbaikan proses difokuskan pada penghilangan aktivitas non-value added di beberapa tahap utama produksi part T9143HH, seperti *deburring, spot welding, spray painting, dan packing*. Hasil observasi awal menunjukkan total waktu proses sebesar 94,52 menit per set, terdiri dari:

**Tabel 11. Waktu Proses Sebelum dan Sesudah**

Proses	Waktu Sebelum (menit)	Waktu Setelah (menit)	Reduksi (%)
NCT Punching	13.9	13.9	-
Tapping	8.4	8.4	-
Deburring	2.84	2.26	20%
Bending	9.82	9.82	-
Press Insert	5.6	5.6	-
Spot Welding	10.8	8.6	20%
Spray Painting	27.4	15.1	45%
Packing	5.6	3.9	30%
Total	94.52	67.72	= 28.33% Saving

Perbaikan proses dilakukan melalui beberapa inovasi berikut:

- a. Deburring Process:

$$\text{Efektivitas} = \frac{2.84 - 2.26}{2.84} \times 100 = 20.42\%$$

**Gambar 45. Efektivitas Deburring (20%)**

Operator sebelumnya menahan part besar dengan tangan selama proses deburring (1,24 menit/pcs). Dengan dibuatnya Deburring Support Stand yang dapat diatur sesuai ukuran part, proses dapat dilakukan 10 pcs sekaligus, sehingga waktu deburring menurun menjadi 0,4 menit/pcs. Untuk part kecil, penggunaan kawat diganti dengan adjustable jig yang lebih stabil dan ergonomis. Kedua perbaikan ini menghemat waktu rata-rata 1,64 menit/pcs.

- b. Spot Welding Process:

$$\text{Efektivitas} = \frac{10.8 - 8.6}{10.8} \times 100 = 20.37\%$$

**Gambar 46. Efektivitas Spot Welding (20%)**

Sebelum perbaikan, proses membutuhkan dua kali penyetelan elektroda dengan waktu 0,48 menit/pcs dan pengelasan sulit dilakukan karena titik las tertutup part. Solusinya: dibuat alignment jig 2-in-1 untuk penyetelan sekaligus penentuan jarak elektroda, serta dipasang laser pointer untuk menunjukkan posisi titik las dengan presisi. Hasilnya, waktu proses berkurang dari 10,8 menit menjadi 8,6 menit per pcs.

- c. Masking dan Unmasking:

$$\text{Efektivitas} = \frac{27.4 - 15.1}{27.4} \times 100 = 44.89\%$$

**Gambar 47. Efektivitas Spray painting (45%)**

Proses sebelumnya memerlukan waktu 14,07 menit untuk menutup area *no paint* pada 25 titik. Dengan masking jig kombinasi 5 lubang, operator dapat menutupi area lebih cepat tanpa harus melakukan masking individual. Waktu masking dan unmasking kini hanya 2 menit per set, sekaligus menghemat masking tape sebesar S\$6000 per tahun.

d. Packing Process:

$$\text{Efektivitas} = \frac{5.6 - 3.9}{5.6} \times 100 = 30.36\%$$

**Gambar 48. Efisiensi Packing (30%)**

Wrapping plastik untuk melindungi part digantikan dengan trolley berlapis cushion separator, sehingga tidak perlu proses wrapping dan unwrapping di assy line. Waktu berkurang dari 5,6 menit menjadi 3,9 menit, dengan penghematan S\$276 per tahun.

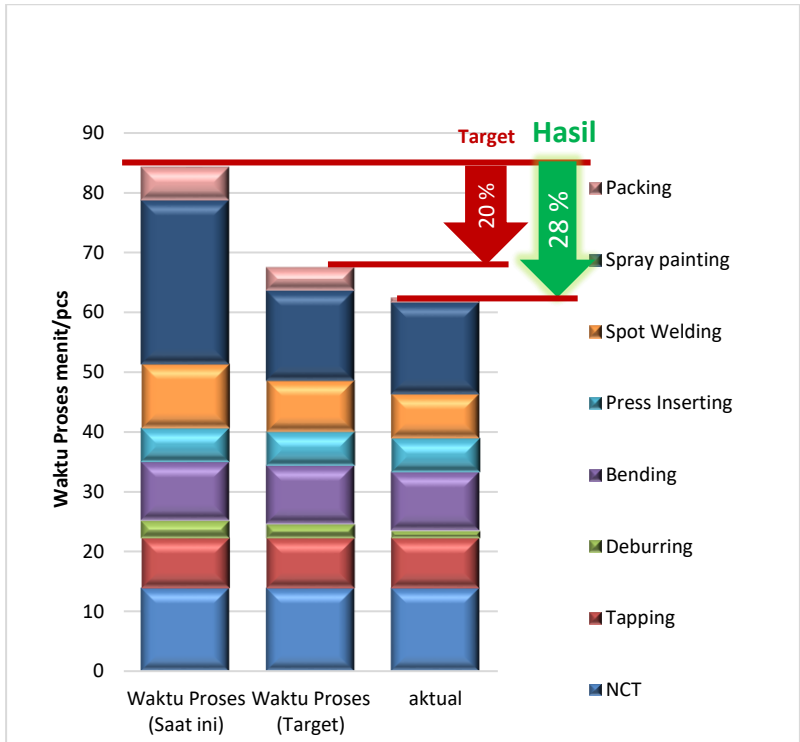
e. Drying Process:

Sebelumnya part panjang tidak bisa dikeringkan dengan conveyor karena ukuran lebih tinggi dari hook standar. Setelah modifikasi hanger/hook, part dapat dikeringkan di conveyor oven seperti part lainnya, meningkatkan kapasitas oven dan menghemat waktu 4,8 menit per batch.

$$\text{Efektivitas Total} = \frac{94.52 - 67.72}{94.52} \times 100 = 28.3\%$$

**Gambar 49. Efisiensi Total Waktu (28%)**

Dengan penerapan semua perbaikan tersebut, total waktu proses berkurang dari 94,52 menit menjadi 67,72 menit (saving 26,8 menit per set), atau efisiensi sekitar 28% dari total waktu proses. Jika dibandingkan terhadap proses kritikal saja (deburring, welding, painting, packing), efisiensi tercapai hingga 65%, tanpa menambah mesin atau operator baru.



**Gambar 50. Perbandingan Waktu Prose Sebelum dan Sesudah**

**2. Dampak terhadap Biaya Produksi**

Efisiensi waktu proses secara langsung menurunkan biaya tenaga kerja tahunan sebesar S\$ 6,480, berkontribusi terhadap program *Cost Reduction* perusahaan. Selain itu, terdapat tambahan penghematan dari material pendukung:

a. Masking tape

**Tabel 12. a. Masking tape saving: S\$ 6000 per tahun**

Menghemat Masking Tape			
Item	Sebelum	Sesudah	Hemat
Pemakaian C2049CA	25 pcs/Barang	0	25 pcs/Barang
Harga C2049CA	S\$ 0.2 / pcs	0	S\$ 0.2 / pcs
Keperluan C2049CA	2500 pcs	0	
Penghematan Biaya bulanan	S\$ 500		
Penghematan Biaya Tahunan	S\$ 6000		

Biaya sebelum perbaikan:

$$\text{Biaya Sebelum} = (\text{Pemakaian per barang}) \times (\text{Harga per pcs}) \times (\text{Jumlah barang per bulan})$$

$$\text{Biaya Sebelum} = 25 \times 0.2 \times 100 = \text{S\$}500/\text{bulan}$$

Biaya sesudah perbaikan:

$$\text{Biaya Sesudah} = 0$$

Penghematan biaya bulanan:

$$\text{Hemat Bulanan} = \text{Biaya Sebelum} - \text{Biaya Sesudah}$$

$$\text{Hemat Bulanan} = 500 - 0 = \text{S\$}500/\text{bulan}$$

Penghematan biaya tahunan:

$$\text{Hemat Tahunan} = \text{Hemat Bulanan} \times 12$$

$$\text{Hemat Tahunan} = 500 \times 12 = \text{S\$}6,000/\text{tahun}$$

b. Wrapping plastic

**Tabel 13. a. Wrapping plastic saving: S\$ 276 per tahun**

Menghemat plastik pembungkus			
Item	Sebelum	Sesudah	Hemat
Pemakaian M1706FK	8 roll/Bulan	0	8 roll/Bulan
Harga M1706FK	S\$ 2.9 /roll	0	S\$ 0.2 / roll
Penghematan Biaya Bulanan	S\$ 23		
Penghematan Biaya Tahunan	S\$ 276		

Biaya sebelum perbaikan:

$$\text{Biaya Sebelum} = (\text{Pemakaian per bulan}) \times (\text{Harga per roll})$$

$$\text{Biaya Sebelum} = 8 \times 2.9 = \text{S\$}23.2/\text{bulan}$$

Biaya sesudah perbaikan:

$$\text{Biaya Sesudah} = 0$$

Penghematan biaya bulanan

$$\text{Hemat Bulanan} = \text{Biaya Sebelum} - \text{Biaya Sesudah}$$

$$\text{Hemat Bulanan} = 23.2 - 0 = \text{S\$}23/\text{bulan}$$

Penghematan biaya tahunan

$$\text{Hemat Tahunan} = \text{Hemat Bulanan} \times 12$$

$$\text{Hemat Tahunan} = 23 \times 12 = \text{S\$}276/\text{tahun}$$

c. Total direct

**Tabel 14. Total direct saving: S\$ 6480 per tahun**

Menghemat Waktu			
Item	Sebelum	Sesudah	Hemat
Waktu	84.36 menit	62.5 menit	21.86 menit
Rata-Rata Penggunaan	100 pcs		
Penghematan Waktu Bulanan	2186 ment = 36 jam		
Tarif Tenaga Kerja	S\$ 15		
Penghematan Biaya Bulanan	S\$ 540		
Penghematan Biaya Tahunan	S\$ 6480		

a) Penghematan waktu per bulan (menit)

$$\text{Hemat\_menit\_per\_bulan} =$$

$$(\text{Waktu Sebelum} - \text{Waktu Sesudah}) \times \text{Jumlah unit/bulan}$$

$$\text{Hemat\_menit\_per\_bulan} = 21.86 \times 100 = 2186 \text{ menit}$$

b) Konversi ke jam

$$\text{Hemat\_jam\_per\_bulan} = \frac{\text{Hemat\_menit\_per\_bulan}}{60}$$

$$\text{Hemat\_jam\_per\_bulan} = \frac{2186}{60} = 36 \text{ jam}$$

c) Penghematan biaya per bulan

$$\text{Hemat\_S\$\_per\_bulan} = \text{Hemat\_jam\_per\_bulan} \times \text{Tarif/jam}$$

$$\text{Hemat\_S\$\_per\_bulan (bulat)} = 36 \times 15 = \text{S\$}540$$

d) Penghematan biaya tahunan

$$\text{Hemat\_S\$\_per\_tahun} = \text{Hemat\_S\$\_per\_bulan} \times 12$$

$$\text{Hemat\_S\$\_per\_tahun (bulat)} = 540 \times 12 = \text{S\$}6,480$$

Ketika digabungkan dengan hasil *spin-off* dari part sejenis (T9143HL dan *Spin-off models*), total penghematan tahunan mencapai S\$ 12,756 per tahun. Selain manfaat finansial, pengurangan penggunaan masking tape dan wrapping plastik turut mendukung program keberlanjutan lingkungan (Sustainability Initiative) dengan menekan limbah non-organik di area produksi.

3. Kelayakan Ekonomi (ROI Analysis)

Total investasi sebesar S\$ 1,180 digunakan untuk pembuatan dan modifikasi peralatan berikut:

a. Deburring Support Stand

**Tabel 15. Deburring Stand Holder**

Bahan Dasar	Mat'l C2069BF, 1 Lembar	S\$ 87
Penahan Braket	Daur ulang bahan	-
Biaya Proses	2 Tenaga Kerja x 1 Hari 2 x 8 x S\$ 15	S\$ 240
Total		S\$ 327

b. Adjustable deburring jig

**Tabel 16. Deburring Jig**

Bahan Dasar	Backlite	S\$ 13
Penahan Braket	Daur Ulang Bahan	-
Biaya Proses	1 Tenaga Kerja x 2 Hari 1 x (2*8) x S\$ 15	S\$ 240
Total		S\$ 253

c. Alignment jig (spot welding 2-in-1)

**Tabel 17. Alignment Jig**

Bahan Dasar	Dari bahan keseimbangan/sisa	-
Biaya Proses	1 Tenaga Kerja x 1 hari 1 x 8 x S\$ 15	S\$ 120
Total		S\$ 120

- d. Masking jig kombinasi 5 lubang

**Tabel 18. Masking Jig**

Bahan Dasar	Dari Bahan keseimbangan/sisa	-
Biaya proses	1 Tenaga Kerja x 1 Hari 1 x 8 x S\$ 15	S\$ 120
Total		S\$ 120

- e. Modified hanger untuk drying oven

**Tabel 19. Additional Hooks**

Bahan Dasar	Bahan batang diameter seimbang/sisa CNC	-
Biaya Proses	1 Tenaga Kerja x 1 hari 1 x 8 x S\$ 15	S\$ 120
Total		S\$ 120

- f. Trolley dengan cushion separator

**Tabel 20. Long bar Trolley**

Bahan Dasar trolley	Menggunakan Dari Trolley Bekas	-
Bahan Penyekat	Menggunakan Dari sisa Material Produksi	-
Bahan Busa	Menggunakan daur ulang Produksi	-
Biaya Proses	1 Tenaga Kerja x 2 Hari 1 x (2*8) x S\$ 15	S\$ 240
Total		S\$ 240

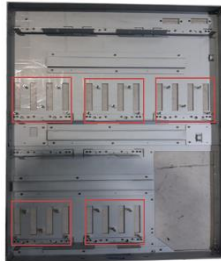
Dari hasil perhitungan, total *annual saving* mencapai S\$ 12,756 dengan periode pengembalian investasi (*Return on Investment*) hanya 4,5 minggu atau sekitar 1 bulan. Setelah ROI tercapai, seluruh efisiensi berikutnya menjadi net saving bagi perusahaan dan berdampak langsung pada penurunan biaya produksi jangka panjang.

#### 4. Dampak terhadap Produktivitas dan Kualitas

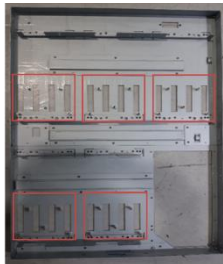
Setelah implementasi perbaikan:

- a. Produktivitas meningkat dari 9 set/hari menjadi 15 set/hari, sesuai target.
- b. Kualitas produk tetap terjaga, dengan Passing Thru Rate (PTR) 100% tanpa *rework* maupun *defect*.
- c. Tool & Jig baru berfungsi optimal tanpa gangguan selama masa monitoring.
- d. Keselamatan kerja meningkat, operator tidak lagi menahan part berat secara manual (Zero Accident/Zero AOM).
- e. Lingkungan kerja lebih ergonomis dan efisien, meningkatkan semangat kerja operator dan menurunkan kelelahan fisik.

#### 5. Spin-Off models



**Gambar 51. T9143JA 5 STUD X 5 AREA = 25 STUD**



**Gambar 52. T9143JP : 5 STUD X 5 AREA = 25 STUD**



**Gambar 53. T9143HG : 5 STUD X 4 AREA = 20 STUD**

**Tabel 21. Waktu Proses**

Penghematan Waktu Proses						
Part No	Penggunaan Perbulan	Waktu Sebelum (Menit)	Waktu Setelah (Menit)	Waktu Penhematan (menit)	Penghematan Biaya Perbulan	Penghematan Biaya Tahunan
T9143JA	26	94.4	69.82	24.53	\$159.45	\$1,913
T9143JP	33	94.2	69.67	24.48	\$201.95	\$2,423
T9143HG	84	66.7	49.36	17.34	\$364.18	\$4,370
					Total	\$8,707

**Tabel 22. Masking Tape**

Penghematan Masking Tape						
Part No	Penggunaan Perbulan	Penggunaan Masking tape/pc	Penggunaan perbulan masking tape (pc)	Harga C2049CA /pc	Penghematan Biaya Perbulan	Penghematan Biaya Tahunan
T9143JA	26	25	650	\$0.20	\$130.00	\$1,560
T9143JP	33	20	660	\$0.20	\$132.00	\$1,584
T9143HG	84	20	1680	\$0.20	\$336.00	\$4,032
					Total	\$7,176

**Tabel 23. Wrapping Plastic**

Penghematan Wrapping plastic				
Part No	Penggunaan Perbulan M1706FK / Roll	Harga C2049CA /pc	Penghematan Biaya Perbulan	Penghematan Biaya tahunan
T9143JA	3	\$2.90	\$8.70	\$104
T9143JP	4	\$2.90	\$11.60	\$139
T9143HG	6	\$2.90	\$17.40	\$209
			Total	\$452

Total Penghematan Tahunan = Total Penghematan Waktu Proses + Total Penghematan Masking Tape + Total Penghematan Plastik Pembungkus :  
 Total Annual Saving = 8,707 + 7,176 + 452 = 16,335

## **Bab 5. Kesimpulan dan Saran**

### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pelaksanaan proyek perbaikan proses pada bagian Chronus Metal Part di Departemen Metal, dapat disimpulkan bahwa seluruh tujuan penelitian berhasil dicapai secara signifikan. Dari aspek kualitas (Quality), perbaikan proses yang dilakukan mampu meningkatkan konsistensi ketebalan pelapisan (plating thickness) sesuai standar perusahaan. Tingkat produk tidak sesuai standar (out of spec) menurun dari 8,5% menjadi 2,1%, sehingga terjadi penurunan defect sebesar 6,4% dan kualitas produk menjadi lebih stabil. Dari aspek produktivitas dan ketepatan waktu pengiriman (Delivery), optimalisasi waktu proses pada setiap tahapan produksi berhasil menurunkan total cycle time dari 94.52 menit menjadi 67.72 menit per batch, atau meningkat sebesar 28%. Selain itu, tingkat keterlambatan pengiriman (delay) berkurang dari 15% menjadi 3%, sehingga kemampuan pemenuhan permintaan pelanggan meningkat secara signifikan. Selanjutnya, dari aspek biaya operasional (Cost), peningkatan efisiensi kerja dan pengurangan pemborosan dalam pencatatan data mampu menurunkan biaya operasional bulanan dari S\$7543 menjadi S\$6480, sehingga diperoleh penghematan biaya sebesar S\$1063 per bulan atau setara dengan S\$12756 per tahun. Terakhir, dari aspek keselamatan kerja (Safety), hasil identifikasi dan pengendalian risiko di area kerja berhasil menurunkan jumlah kejadian hampir celaka (near miss) dari 3 kasus menjadi 0 kasus per periode pengamatan, serta tidak ditemukan kecelakaan kerja (accident) selama proyek berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa target Zero Accident or Miss (AOM) dapat tercapai. Secara keseluruhan, proyek perbaikan proses ini terbukti memberikan dampak positif yang terukur terhadap peningkatan kualitas, produktivitas, efisiensi biaya, dan keselamatan kerja, sehingga mendukung pencapaian sasaran kinerja perusahaan secara berkelanjutan.

### **5.2. Saran**

Menjadikan Hasil Perbaikan sebagai SOP Baru. Semua langkah dan metode kerja yang telah terbukti efektif pasca perbaikan perlu didokumentasikan secara formal ke dalam Standard Operating Procedure (SOP) baru. Hal ini meliputi: penggunaan jig dan tooling hasil improvement, urutan proses kerja baru, serta parameter kontrol kualitas dan keselamatan. SOP tersebut harus disosialisasikan melalui pelatihan rutin kepada seluruh operator, termasuk anggota baru, agar standar kerja yang baru dapat dijalankan secara konsisten dan menjadi bagian dari budaya kerja harian. Monitoring dan Audit Berkala. Lakukan audit internal secara berkala (misalnya setiap 3 atau 6 bulan) untuk memastikan prosedur baru diterapkan sesuai standar. Gunakan data dari monitoring harian—seperti output,

PTR, dan AOM—untuk mendeteksi deviasi sejak dini dan mengambil tindakan korektif secepatnya. Pendekatan ini memastikan bahwa hasil perbaikan tetap terjaga dan tidak mengalami kemunduran (*backsliding*). Menjaga Motivasi Tim untuk Keberlanjutan Perbaikan. Untuk menjaga semangat tim, perusahaan dapat mengadakan kegiatan apresiasi dan *sharing session* rutin, seperti yang telah dilakukan. Kegiatan ini berfungsi untuk memberikan penghargaan kepada tim atas pencapaian mereka sekaligus mendorong kolaborasi lintas departemen dalam menemukan peluang *improvement* baru. Membangun Budaya *Continuous Improvement* (*Kaizen*). Dorong seluruh anggota tim untuk aktif memberikan ide-ide baru melalui program saran perbaikan (*Suggestion System*) atau kompetisi *internal improvement*. Dengan begitu, tim tidak hanya mempertahankan hasil saat ini, tetapi juga terus berinovasi untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, dan keselamatan kerja. Pengembangan Kompetensi dan *Knowledge Sharing*. Pastikan anggota baru mendapatkan bimbingan langsung dari anggota berpengalaman agar transfer pengetahuan berlangsung efektif. Selain itu, dokumentasikan setiap proyek *improvement* dalam bentuk “*Lesson Learned Document*” agar bisa dijadikan referensi untuk proyek-proyek perbaikan berikutnya.

## Daftar Pustaka

- [1] Lee, J., Park, S., & Kim, M. (2019). Optimization of manufacturing processes for increased productivity and quality. *International Journal of Industrial Engineering*, 15(2), 110–120.
- [2] G. S. Pawagung, R. Rachmat, dan D. Siska, "Penerapan Lean Manufacturing dengan VSM untuk Meminimalkan Waste di Industri CPO," *Jurnal Desiminasi Teknologi*, vol. 12, no. 1, pp. 51–59, 2023, doi: 10.52333/destek.v12i1.177.
- [3] Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing engineering and technology* (7th ed.). Pearson.
- [4] Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. A. (2010). *Product design for manufacture and assembly*. CRC Press.
- [5] Childs, T. (2000). *Metal machining: Theory and applications*. Butterworth-Heinemann.
- [6] DeGarmo, E. P., Black, J. T., & Kohser, R. A. (2011). *Materials and processes in manufacturing* (11th ed.). Wiley.
- [7] Davies, A. C. (1993). *The science and practice of welding: Volume 2: The practice of welding* (10th ed.). Cambridge University Press.
- [8] Niemann, G., & Winter, H. (2003). *Maschinenelemente: Band 1*. Springer-Verlag.
- [9] Parker, D. (2003). *Paint and surface coatings*. [Informasi tidak lengkap – mohon tambahkan edisi, penerbit, dan lokasi penerbitan jika tersedia].
- [10] Singh, S. P., Burgess, G., & Singh, J. (2006). *Performance testing of shipping containers: The role of packaging in product protection*. *Packaging Technology and Science*, 19(6), 309–320. <https://doi.org/10.1002/pts.736>

# Lampiran

		SPOT WELDING PRODUCTION START-UP CHECKSHEET																													Machine No:					
		CONTROLLED																													Mod/Year:					
Subyek 2 JAWAB/LOK:	Area	Check Item	Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	REMARKS	
	Water Cooler	1. Dalam Area Air dan Cetak Cooling Tower Pastikan Air Pendingin mengalir dengan lancar																																		
		2. Pastikan 100% ada lubrikan pada 2000 cc																																		
		3. Pastikan tidak ada lubrikan air pada ekstruder																																		
		4. Pastikan salok udara dengan posisi 0%																																		
	Power Unit	5. Pastikan semua pompa normal																																		
		6. Pastikan semua Laser normal																																	Terhadap 884 antar mesin, dengan posisi di tengah elektronis tagline bawah	
	Program Box	7. Pastikan display normal																																		
		8. WELD / QUALITY TEST / MICROGRAPH TEST Machine setting dengan baik																																		
		9. Pastikan cara kerja Program (harus dapat berjalan 11 menit untuk setiap part baru yang akan berjalan)																																		
	Air Pressure	10. Pastikan tekanan angin UHF PRESSURE 1 bar = 1.0-1.2 MPa																																		
		11. Pastikan tekanan angin UHF PRESSURE 2 2.10-2.2 MPa																																		
	Spot Welding force test	12. Pastikan 100% ada lubrikan pada 2000 cc																																		
		13. Pastikan tekanan Welding sesuai 400-500V/200A																																		
	Check By:																																			
	Verify By:																																			

Lampiran 1. Menetapkan inspeksi standar untuk metode baru

### PROSES MASKING & SCREWING

1. Pasang 1- Screw M4 pada bagian belakang part seperti pada gambar, (Ditandai dengan bulatan Orange )

2. Pasang Masking Dia.10 pada permukaan insert seperti pada gambar, (Ditandai dengan bulatan Hijau )

3. Pasang 17- Screw M3 pada permukaan insert seperti pada gambar, (Ditandai dengan bulatan Merah )

**NOTE: UTMAKAN SAFETY FIRST SAAT BEKERJA & QUALITY FIRST SAAT MENGHASILKAN PRODUCT**

**PROSES SELANJUTNYA : Masking Bagian Luar**

Rev. No.	CONTENTS	DATE	REVISED BY	CHECKED BY	APPROVE BY	PART NO. & NAME:
1	Initial Issue	04-Feb-20	Riko F	Mark	K.S.Yong	T9143NH & BRACKET ASSY
2	Change Masking tape by Jig to cover "NO PAINT AREA"	5-Aug-25	Riko	Fabrian	M.Ridwan	PROSES PAINTING
3	Screw Process Correction	12-Aug-25	Riko	Fabrian	M.Ridwan	WORKSHEET NO.
						WS-PAINT-159

Lampiran 2. Revise W/S

4M Change Control Table

MW-021E Appendix 1 Apr 18,2015 Entry type

Date	4M type	Process name	Change details	Quality check procedure	Quality check	Approval	Note (quality check)
3/Aug/25	Man	Spray Painting	assign New staf for Spray Painting (3678, Eden Sinamata )	work procedure, tool use, measurement metode	03-08-25 Heru	03-08-25 Febrian	TRAINING RECORD
3/Aug/26	Man	Spray Painting	assign New staf for Spray Painting (3679, Sayidina Habby)	work procedure, tool use, measurement metode	03-08-25 Heru	03-08-25 Febrian	TRAINING RECORD
5/Aug/26	Material	Masking	Change Masking tipe by Jig to cover "NO PAINT AREA"	Revises instruction of the Work sheet	05-08-25 Riko	05-08-25 Febrian	Checked by Division Head

4M type	Definition	Examples of nonconformity caused by absence of management
Man	Worker	Nonconformity occurred as a result of a lack of education about nonconformity countermeasures. Nonconformity occurred as a result of a lack of tool usage education.
Machine	Equipment/tool	Machining lot failure (dimension failure) occurred as a result of a lack of checking the first production.
Material	Material/part	Quality failure/lot failure (dimension failure) occurred as a result of a lack of an advance notice of alteration/discontinuation of the part.
Method	Work procedure	Mistake of component value occurred without creating work procedure according to technical drawing revision. This case of nonconformity occurred as a result of a lack of a written procedure for changes made to measures of process.

MW-021E Appendix 1 150416(4140331)

Lampiran 3. Memperbarui laporan 4M

YOKOGAWA CAPABILITY CHART

Dept: METAL Section: METAL

No.	Category (see the control plan)	Required 4M Capability	Employee Data												Line Leader			
			Control Item (see the control plan)		Supervisor (see the control plan)		Asst. Supervisor		Asst. Supervisor		Asst. Foreman I		Asst. Foreman II			Asst. Foreman III		
Actual	Target	Actual	Target	Actual	Target	Actual	Target	Actual	Target	Actual	Target	Actual	Target	Actual	Target	Actual	Target	
1	Productivity Data	CP Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
2	Productivity Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
3	Productivity Data	CPD Increase Training	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
4	Productivity Data	CPD Increase with Transfer Method	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
5	Productivity Data	CPD Increase with Transfer Method	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
6	Productivity Data	CPD Increase with Transfer Method	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
7	Management/Compliance	Quality Mgt Training	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
8	Management/Compliance	Basic Process training in English Language	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
9	Management/Compliance	Quality Mgt Training	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
10	Management/Compliance	Quality Mgt Training	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
11	Quality & Environmental Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
12	Quality & Environmental Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
13	Quality & Environmental Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
14	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
15	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
16	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
17	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
18	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
19	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
20	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
21	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
22	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
23	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
24	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
25	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
26	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
27	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
28	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
29	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
30	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
31	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
32	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
33	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
34	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
35	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
36	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
37	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
38	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
39	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
40	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
41	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
42	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
43	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
44	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
45	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
46	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
47	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
48	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
49	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
50	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
51	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
52	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
53	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
54	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
55	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
56	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
57	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
58	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
59	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
60	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
61	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
62	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
63	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
64	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
65	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
66	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
67	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
68	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
69	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
70	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
71	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
72	Quality Data	CPD Increase	4	5	4	3	2	2	3	2	3	2	3					

## Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : "Peningkatan Proses Braket Longbar Chronus" adalah **hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.** Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 29 Januari 2026



---

APIP TAUPIK  
4212331008

---

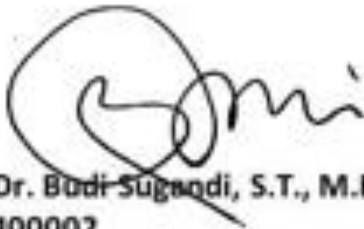
# Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)  
di  
Politeknik Negeri Batam

Oleh:  
APIP TAUPIK (4212331008)

Tanggal Sidang: 29 Januari 2026

Disetujui oleh :



1. Dr. Budi Sugandi, S.T., M.Eng  
100002



1. Diono, S.Tr. T., M.Sc  
120243



2. Indra Hardian Mulyadi, S.T.,M.Eng., Ph.D  
117179