1. *Ergonomic and Human Factors*
2. *Design and Manufacturing Engineering*

PERANCANGAN DAN PERBAIKAN ALAT BANTU KERJA UNTUK MENGURANGI LEMBUR DI PENGISIAN *LIQUEFIED PETROLEUM GAS*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai
derajat Sarjana Teknik Industri

Cokorda Istri Agung Andhini Mahaeswari	**220611767**
Natanael Ernest Gading Kusuma	**220611781**
Fransiskus Asisi Ananda L. N. Widi	**220611862**

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK INDUTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA

2026

HALAMAN IDENTITAS

Judul Tugas Akhir:

Perancangan dan Perbaikan Alat Bantu Kerja untuk Mengurangi Lembur di Pengisian *Liquefied Petroleum Gas*

***IE Body of Knowledge*:**

1. *Ergonomic and Human Factors*
2. *Design and Manufacturing Engineering*

Tim Tugas Akhir:

No.	Nama dan NPM	Program Studi	Perguruan Tinggi	Deskripsi Peran dalam Perancangan
1	Cokorda Istri Agung Andhini Mahaeswari 220611767	Teknik Industri	UAJY	• Berperan dalam analisis alat bantu dan postur tubuh operator. • Berperan dalam perancangan kembali alat bantu. • Berperan dalam penentuan *Critical Success Factor* (CSF).
2	Natanael Ernest Gading Kusuma 220611781	Teknik Industri	UAJY	• Berperan dalam analisis kegiatan pekerjaan yang tidak sesuai dengan postur kerja. • Berperan dalam perancangan rak penyimpanan sementara. • Berperan dalam penentuan dan pengukuran *Critical Success Factor* (CSF).
3	Fransiskus Asisi Ananda Listyawan Nugrahaning Widi 220611862	Teknik Industri	UAJY	• Berperan dalam analisis *human error* operator. • Berperan dalam analisis kebisingan pada Departemen Pengisian. • Berperan dalam perancangan desain alat bantu yang minim kebisingan. • Berperan dalam penentuan dan pengukuran *Critical Success Faktor* (CSF)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PERANCANGAN DAN PERBAIKAN ALAT BANTU KERJA UNTUK MENGURANGI LEMBUR DI PENGISIAN LIQUEFIED PETROLEUM GAS

yang disusun oleh

Cokorda Istri Agung Andhini Mahaeswari

220611767

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 19 Juni 2026

Dosen Pembimbing 1	: Prof. Ir. The Jin Ai, S.T., M.T., D.Eng.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Ir. Twin Yoshua Raharjo Destyanto, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM	Telah Menyetujui

Tim Penguji

Penguji 1	: Prof. Ir. The Jin Ai, S.T., M.T., D.Eng.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Ir. Adhi Anindyajati, S.T., M. Biotech, Ph.D.	Telah Menyetujui
Penguji 3	: Mikha Meilinda C., S.Si., M.Sc.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 19 Juni 2026

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Prof. Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T., IPU, ASEAN Eng.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini

HALAMAN PERSETUJUAN PERUSAHAAN

PERTAMINA
TRADING & SERVICES

Jakarta, 26 Juni 2025
No. 1557JB100004/2025-S0

Perihal : **Tanggapan Permohonan Proposal Magang (Kerja Praktik)**

Kepada Yth :
Ibu Mikha Meilinda Christina
Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Jl. Babarsari 43 Yogyakarta
55281 - Indonesia

Dengan Hormat,
Menindaklanjuti Proposal Magang untuk keperluan **Kerja Praktik Lapangan** mahasiswa/i atas nama :

No	Nama	NPM	Program Studi
1	Natanael Ernest Gading Kusuma	220611781	Teknik Industri
2	Cokorda Istri Agung Andhini Mahaeswari	220611767	Teknik Industri
3	Fransiskus Asisi Ananda Listyawan Nugrahaning Widi	220611862	Teknik Industri

Bersama ini kami sampaikan, untuk permohonan tersebut telah disetujui dilaksanakan di Perusahaan kami, PT. Pertamina Trading and Services – di lokasi SPBE Cepu selama 3 (Tiga) bulan terhitung tanggal **8 September 2025 – 15 November 2025.**

Sehubungan hal tersebut kami sampaikan kewajiban yang harus dipatuhi oleh mahasiswa/i adalah sebagai berikut :

1. Membawa identitas diri berupa KTP / Kartu Mahasiswa;
2. Berpakaian rapi, tidak menggunakan kaos dan celana *jeans* serta memakai jaket almamater;
3. Menggunakan Safety Shoes;
4. Mengikuti ketentuan yang berlaku di perusahaan.

Demikian kami sampaikan, Atas perhatian dan kerja samanya, kami ucapkan terima kasih.

Hormat Kami,
PT Pertamina Trading and Services
Manager HC & GS

PERTAMINA
TRADING & SERVICES

Sri Sumiyati

Tembusan :

1. Manager Operasi PT Patra Trading

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Nama : Cokorda Istri Agung Andhini Mahaeswari
   NPM : 220611767
2. Nama : Natanael Ernest Gading Kusuma
   NPM : 220611781
3. Nama : Fransiskus Asisi Ananda Listyawan Nugrahaning Widi
   NPM : 220611862

Dengan ini menyatakan bahwa proposal tugas akhir kami dengan judul "Perancangan Perbaikan Fasilitas dan Alat Bantu Kerja untuk Mengurangi Lembur di Pengisian *Liquefied Petroleum Gas*" merupakan hasil karya kami pada tahun 2025 yang bersifat original dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka kami bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku, termasuk dicabut gelar Sarjana Teknik yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada kami.

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 11 Mei 2026

yang menyatakan,



Cokorda IA Andhini M

Natanael Ernest G.K.

Fransiskus Asisis Ananda L.N.W.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia serta bimbingan-Nya, sehingga penulis mampu melaksanakan proses magang dan menuliskan hasil penelitian Tugas Akhir ini dengan baik. Laporan ini Penulis susun guna menuntaskan kewajiban Penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan kemudian mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan kontribusi berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T. IPU., ASEAN Eng sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Ign. Luddy Indra P, M.Sc. IPU. sebagai Kepala Departemen Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Twin Yoshua Raharjo Destyanto, S.T., M.Sc., Ph.D. sebagai Kepala Program Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. The Jin Ai, S.T., M.T. Sebagai dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir.
5. Pak M. Irfan Syarifuddin sebagai pengawas SPBE yang mendampingi dan membimbing selama kegiatan magang.
6. Ibu Neny Triyana sebagai kepala HSSE dan penanggung jawab mahasiswa magang.
7. Segenap pegawai PETRAS SPBE yang telah menerima dan membantu selama berlangsungnya kegiatan magang.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, masih terdapat kekurangan baik disengaja maupun tidak disengaja. Besar harapan penulis terhadap Tugas Akhir ini, semoga dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi para pembaca terutama pihak terkait. Akhir kata penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesarnya.

Yogyakarta, 11 Mei 2026

Cokorda Istri Agung Andhini Mahaeswari
Natanael Ernest Gading Kusuma
Fransiskus Asisi Ananda Listywan Nugrahaning Widi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN IDENTITAS ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN PERSETUJUAN PERUSAHAAN iii
PERNYATAAN ORIGINALITAS v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xvii
INTISARI xviii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Penelusuran Masalah 2
1.3 Rumusan Masalah 12
1.4 Tujuan Penelitian 12
1.5 Batasan Masalah 12
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 13
2.1 Tinjauan Pustaka 13
2.2 Dasar Teori 21
2.3 Standar dan Kode Etik 36
BAB 3 ANALISIS AKAR MASALAH DAN PEMILIHAN SOLUSI 44
3.1 Gambaran Sistem 44
3.2 Identifikasi Akar Masalah 44
3.3 Pengembangan dan Pemilihan Solusi 60
3.4 Perencanaan Kerja Tim untuk Perancangan Solusi 78
3.5 Pemilihan Metode dan Tools 78
BAB 4 METODOLOGI TUGAS AKHIR 86
4.1 Tahapan Tugas Akhir 86
4.2 Tahap Emphatizing 86
4.3 Tahap Define Problem 88
4.4 Tahap Ideation of Solution 89
4.5 Tahap Prototype 91
4.6 Tahap Test and Implementation 97
4.7 Keunikan Tugas Akhir 101
4.8 Rencana Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir 101
BAB 5 PENGUKURAN DAN PERANCANGAN PERBAIKAN ALAT BANTU KURSI 103
5.1 Tahap Pengukuran 103
5.2 Tahap Prancangan 118
5.3 Tahap Penyelesaian 122
BAB 6 PENGUKURAN DAN PERANCANGAN RAK PENYIMPANAN SEMENTARA 132
6.1 Tahap Pengukuran 132
6.2 Tahap Perancangan 147

6.3 Tahap Penyelesaian 154
BAB 7 PENGUKURAN DAN PERANCANGAN PERBAIKAN ALAT BANTU MEJA ... 164
7.1 Tahap Pengukuran 164
7.2 Tahap Perancangan 173
7.3 Tahap Penyelesaian 179
BAB 8 IMPLEMENTASI HASIL RANCANGAN ALAT BANTU 184
8.1 Implementasi perancangan ulang alat bantu kursi 184
8.2 Implementasi Rak Penyimpanan Sementara 191
8.3 Implementasi Meja Penyimpanan Gas Sementara 196
8.4 Waktu Siklus Setelah Implementasi 199
8.5 Analisis Biaya dan Manfaat Implementasi 206
BAB 9 KESIMPULAN DAN SARAN 208
9.1 Kesimpulan 208
9.2 Saran 208
DAFTAR PUSTAKA 209
LAMPIRAN 212

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data lama waktu tunggu 4
Tabel 1.2 Rekapitulasi jam kerja pekerja pada bulan September 5
Tabel 1.3 Keinginan *stakeholder* permasalahan 1 6
Tabel 1.4 Keinginan *stakeholder* permasalahan 2 7
Tabel 1.5 Pairwise comparison..... 9
Tabel 2.1 Rekapitulasi penelitian terdahulu 18
Tabel 2.2 *Generic task type* (GTT) 31
Tabel 2.3 *Error Producing Condition* (EPC).....32
Tabel 2.4 Spesifikasi material.....38
Tabel 2.5 Rekomendasi pada *material handling*.....39
Tabel 2.6 NAB Kebisingan 40
Tabel 2.7 Standar postur tubuh ISO 11226 42
Tabel 3.1 Sample data *set up* dan *workstation* di pagi hari.....46
Tabel 3.2 Sample data set up dan *workstation* sebelum istirahat 46
Tabel 3.3 Keterangan tingkat keyakinan dan ketelitian.....47
Tabel 3.4 Hasil uji kecukupan data WS 1 49
Tabel 3.5 Hasil uji kecukupan data WS 2 49
Tabel 3.6 Hasil uji kecukupan data WS 3 50
Tabel 3.7 Hasil uji kecukupan data WS 4 50
Tabel 3.8 Hasil uji kecukupan data WS 5 51
Tabel 3.9 Hasil uji kecukupan data WS 6 51
Tabel 3.10 Uji kecukupan data 52
Tabel 3.11 Perhitungan waktu kerja efektif.....52
Tabel 3.12 Rekap gaji operator 53
Tabel 3.13 Metode 5W+1H masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai.....60
Tabel 3.14 Metode 5W+1H akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak.....61
Tabel 3.15 Metode 5W+1H akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 61
Tabel 3.16 Benchmarking masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai.....61
Tabel 3.17 Benchmarking akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak.....62
Tabel 3.18 Benchmarking akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 62
Tabel 3.19 Alternatif solusi akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai.....62

Tabel 3.20 Alternatif solusi akar asalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 63
Tabel 3.21 Alternatif solusi akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 63
Tabel 3.22 Tabel Rekapitulasi *Pairwise Comparison Criteria* 64
Tabel 3.23 Rekapitulasi *score pairwise* akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai 66
Tabel 3.24 Rekapitulasi *score pairwise* akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 70
Tabel 3.25 Rekapitulasi *score pairwise* akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 75
Tabel 3.26 Pembagian kerja tim 78
Tabel 3.27 Pemilihan metode dan *tools* akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai 80
Tabel 3.28 Pemilihan metode dan *tools* di akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 82
Tabel 3.29 Pemilihan metode dan *tools* di akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 84
Tabel 4.1 *Tools* dan *output* tahap *prototype* akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai 92
Tabel 4.2 *Tools* dan *output* tahap *prototype* akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 94
Tabel 4.3 *Tools* dan *output* tahap *prototype* akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 96
Tabel 4.4 Tabel rencana jadwal pengerjaan tugas akhir 102
Tabel 5.1 Penentuan posisi tubuh aspek aktivitas 104
Tabel 5.2 Keterangan skor pada kuesioner NBM 106
Tabel 5.3 *Score* NBM operator 106
Tabel 5.4 Keterangan percentil 107
Tabel 5.5 Pengukuran operator 108
Tabel 5.6 Hasil nilai percentil 109
Tabel 5.7 Hasil nilai percentil 109
Tabel 5.8 Hasil nilai percentil 110
Tabel 5.9 Hasil nilai percentil 110
Tabel 5.10 Hasil nilai percentil 110
Tabel 5.11 Hasil nilai percentil 111
Tabel 5.12 Rekapitulasi data antropometri 112

Tabel 5.13 Pengukuran dimensi produk asli alat bantu kursi 113
Tabel 5.14 Analisis RULA pada *Workstation* 2 115
Tabel 5.15 Analisis REBA pada *Workstation* 2 117
Tabel 5.16 Parameter analisis stabilitas 123
Tabel 5.17 *Properties* material yang digunakan 125
Tabel 5.18 *Factor of safety* 127
Tabel 5.19 Rincian massa komponen 127
Tabel 5.20 Spesifikasi alat bantu 128
Tabel 5.21 Biaya bahan baku 129
Tabel 5.22 Perhitungan biaya bahan baku 129
Tabel 6.1 Penentuan posisi tubuh pada aspek aktivitas 133
Tabel 6.2 *Step* dan keterangan penyesuaian kondisi normal 134
Tabel 6.3 *Step* dan keterangan kondisi menaruh tabung rusak 137
Tabel 6.4 Pengukuran operator *workstation* 4 145
Tabel 6.5 Nilai percentil panjang genggaman tangan ke depan 146
Tabel 6.6 Nilai percentil tinggi siku dalam posisi duduk 146
Tabel 6.7 Pengukuran objek *workstation* 4 146
Tabel 6.8 Jumlah tabung gas rusak setiap truk 147
Tabel 6.9 Ukuran rak penyimpanan sementara 148
Tabel 6.10 Ukuran part dorongan 150
Tabel 6.11 Penggunaan material 154
Tabel 6.12 Rincian *part* 158
Tabel 6.13 Ukuran dan jumlah dibutuhkan untuk setiap material 159
Tabel 6.14 Perhitungan biaya pembelian umum material rak penyimpanan sementara untuk 2 produk 160
Tabel 6.15 Perhitungan biaya pembuatan rak penyimpanan sementara untuk 2 produk 161
Tabel 7.1 Pengukuran kebisingan L1 166
Tabel 7.2 Pengukuran kebisingan L2 166
Tabel 7.3 Pengukuran kebisingan L3 166
Tabel 7.4 Rekapitulasi pengukuran kebisingan 166
Tabel 7.5 Analisis *human error* 170
Tabel 7.6 Dimensi tinggi tulang ruas 172
Tabel 7.7 Percentil dimensi tinggi tulang ruas 172
Tabel 7.8 Rancangan meja penyimpanan gas sementara 175
Tabel 7.9 Material meja penyimpanan gas sementara 179
Tabel 7.10 Part Meja Penyimpanan Gas Sementara 179

Tabel 7.11 Kebutuhan meja penyimpanan gas sementara (1 produk) 181
Tabel 7.12 Kebutuhan meja penyimpanan gas sementara (4 produk) 182
Tabel 8.1 Keterangan *scoring* 187
Tabel 8.2 Penjelasan analisis RULA setelah implementasi 189
Tabel 8.3 Hasil analisis REBA setelah implementasi 190
Tabel 8.4 Tabel REBA sesudah implementasi 194
Tabel 8.5 Pengukuran kebisingan L1 sesudah perbaikan 198
Tabel 8.6 Pengukuran kebisingan L2 sesudah 198
Tabel 8.7 Pengukuran kebisingan L3 sesudah 198
Tabel 8.8 Perbandingan pengukuran kebisingan 199
Tabel 8.9 Waktu siklus keseluruhan setelah implementasi 200
Tabel 8.10 Jam kerja setelah implementasi 200
Tabel 8.11 Waktu siklus *workstation* 2 201
Tabel 8.12 Waktu siklus *workstation* 4 201
Tabel 8.13 Waktu siklus *workstation* 3 202
Tabel 8.14 Hasil Uji menggunakan uji *Wilcoxon Signed-Rank Test* 202
Tabel 8.15 Hasil Uji menggunakan uji *Wilcoxon Signed-Rank Test* 204
Tabel 8.16 Penghematan biaya lembur 207
Tabel 8.17 Biaya akhir implementasi 207
Tabel 8.18 Waktu pengembalian biaya 207

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Visualisasi aliran produksi 3
Gambar 1.2 AHP permasalahan 8
Gambar 1.3 *Pairwise comparison goal* dengan kriteria 9
Gambar 1.4 *Pairwise comparison* kriteria biaya 10
Gambar 1.5 *Pairwise comparison* dampak 10
Gambar 1.6 *Pairwise comparison* frekuensi 11
Gambar 1.7 Hasil *synthesis* 11
Gambar 2.1 Penelitian terdahulu 13
Gambar 2.2 Contoh Rapid Upper Limb Assessment (RULA) *worksheet* 26
Gambar 2.3 Contoh Rapid Entire Body Assesment (REBA) *worksheet* 27
Gambar 2.4 Trunk posture ISO 11226 *figure* 1 (a); *figure* 2 (b); *figure* 3 (c) 43
Gambar 3.1 Peta proses operasi 45
Gambar 3.2 Hasil uji Wilcoxon workstation 1 (a); Hasil uji Wilcoxon workstation 2 (b); Hasil uji Wilcoxon workstation 3 (c); Hasil uji Wilcoxon workstation 4 (d); Hasil uji Wilcoxon workstation 5 (e); dan Hasil uji Wilcoxon workstation 6 (f) 55
Gambar 3.3 Hasil interval plot WS 1 (a); Hasil interval plot WS 1 (b); Hasil interval plot WS 3 (c); Hasil interval plot WS 4 (d); Hasil interval plot WS 5 (e); dan Hasil interval plot WS 6 (f) 56
Gambar 3.4 Hasil kuesioner operator Pertanyaan 1 (a); Pertanyaan 2 (b); Pertanyaan 3 (c); Pertanyaan 4 (d); Pertanyaan 5 (e); Pertanyaan 6 (f); Pertanyaan 7 (g); Pertanyaan 8 (h); Pertanyaan 9 (i); Pertanyaan 10 (j) 58
Gambar 3.5 Diagram interelasi 59
Gambar 3.6 Keterkaitan *goals, criteria, dan alternative* akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai 65
Gambar 3.7 Pembobotan *criteria* akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai 66
Gambar 3.8 Pembobotan alternatif solusi terhadap biaya akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai 67
Gambar 3.9 Pembobotan alternatif solusi terhadap dampak akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai 67
Gambar 3.10 Pembobotan alternatif kemudahan terhadap biaya akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai 67
Gambar 3.11 Pembobotan alternatif solusi terhadap waktu akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai 68
Gambar 3.12 Hasil pembobotan alternatif solusi akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai 68
Gambar 3.13 Keterkaitan *goals, criteria, dan alternative* akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 69
Gambar 3.14 Pembobotan *criteria* akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 70
Gambar 3.15 Pembobotan alternatif solusi terhadap biaya akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 71
Gambar 3.16 Pembobotan alternatif solusi terhadap dampak akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 71

Gambar 3.17 Pembobotan alternatif solusi terhadap kemudahan akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 72
Gambar 3.18 Pembobotan alternatif solusi terhadap waktu akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak.....72
Gambar 3.19 Hasil pembobotan alternatif solusi akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 73
Gambar 3.20 Keterkaitan *goals, criteria,* dan *alternative* akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 74
Gambar 3.21 Pembobotan *criteria* akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 74
Gambar 3.22 Pembobotan alternatif solusi terhadap biaya akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 76
Gambar 3.23 Pembobotan alternatif solusi terhadap dampak akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 76
Gambar 3.24 Pembobotan alternatif solusi terhadap kemudahan akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 76
Gambar 3.25 Pembobotan alternatif solusi terhadap waktu akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 77
Gambar 3.26 Hasil pembobotan alternatif solusi akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi.....77
Gambar 4.1 Flowchart tahap *empathizing* 87
Gambar 4.2 *Flowchart* tahap *define problem*.....88
Gambar 4.3 *Flowchart* tahap *ideation of solution*.....90
Gambar 4.4 *Flowchart* tahap *prototype* akar masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai.....91
Gambar 4.5 *Flowchart* tahap *prototype* akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 93
Gambar 4.6 *Flowchart* tahap *prototype* akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi 95
Gambar 4.7 *Flowchart* tahap *test dan implementation* masalah ukuran alat bantu yang tidak sesuai.....97
Gambar 4.8 *Flowchart* tahap *test dan implementation* akar masalah tidak terdapat tempat penyimpanan sementara untuk tabung rusak 98
Gambar 4.9 *Flowchart* tahap *test dan implementation* akar masalah banyaknya suara keras dari gesekan antar besi.....99
Gambar 5.1 Bagan Hierarchical Task Analysis (HTA) 104
Gambar 5.2 Kuesioner *Nordic Body Map* 105
Gambar 5.3 Tinggi bahu duduk (a); lebar bahu atas (b); lebar pinggul (c); panjang popliteal (d); tinggi popliteal (e); panjang kaki (f) 107
Gambar 5.4 Produk alat bantu kursi asli.....113
Gambar 5.5 RULA *Worksheet*.....114
Gambar 5.6 Pengukuran operator menggunakan *angle meter upper arm* (a); *lower arm* (b dan c); *wrist* (d); *neck* (e); *trunk* (f); *leg position* (g dan h).....116
Gambar 5.7 REBA *Worksheet*.....117
Gambar 5.8 Rancangan awal model 1 (a); dan model 2 (b) 119
Gambar 5.9 Rancangan final alat bantu kursi tampak atas (a); tampak samping (b); tampak belakang; dan keseluruhan (d).....121

Gambar 5.10 Ukuran keseluruhan alat bantu kursi....121
Gambar 5.11 Exploded view alat bantu kursi....122
Gambar 5.12 Pengukuran beban statis pada bagian dudukan (a); Hasil FoS Pengukuran beban statis pada bagian dudukan (b); pengukuran beban statis bagian pijakan (c); Hasil FoS Pengukuran beban statis pada bagian pijakan (d) 126
Gambar 6.1 Bagan *Hierarchical Task Analysis* (HTA) 132
Gambar 6.2 Pengukuran *step locate neck position* kondisi normal....135
Gambar 6.3 Pengukuran *step locate trunk position* kondisi normal 135
Gambar 6.4 Pengukuran *step legs* kondisi normal 135
Gambar 6.5 Pengukuran *step locate upper arm position* kondisi normal 136
Gambar 6.6 Pengukuran *step locate lower arm position* kondisi normal....136
Gambar 6.7 Pengukuran *step locate wrist position* kondisi normal 136
Gambar 6.8 *Rapid Entire Body Assesment* (REBA) posisi normal....137
Gambar 6.9 *Step locate neck position* kondisi menaruh tabung rusak....139
Gambar 6.10 *Step locate trunk position* menaruh tabung rusak 139
Gambar 6.11 *Step legs* menaruh tabung rusak 139
Gambar 6.12 *Step locate upper arm position* menaruh tabung rusak 140
Gambar 6.13 *Step locate lower arm position* menaruh tabung rusak....140
Gambar 6.14 *Step locate wrist position* menaruh tabung rusak....140
Gambar 6.15 *Rapid Entire Body Assesment* (REBA) posisi menaruh tabung rusak .141
Gambar 6.16 Posisi pengerjaan normal bagian kanan (CATIA)....142
Gambar 6.17 Posisi pengerjaan normal bagian kiri (CATIA)....142
Gambar 6.18 Menaruh tabung rusak bagian kanan (CATIA) 142
Gambar 6.19 Menaruh tabung rusak bagian kiri (CATIA) 143
Gambar 6.20 Pengukuran data antropometri (a): Panjang genggaman Tangan ke depan; (b): Tinggi siku dalam posisi duduk; (c): Tinggi siku berdiri; (d): Panjang telapak tangan....144
Gambar 6.21 Sketsa rancangan awal rak penyimpanan sementara....149
Gambar 6.22 Desain rak penyimpanan sementara visual 3D *solidworks*....151
Gambar 6.23 Desain *progress* rak penyimpanan sementara visual 3D *solidworks*...152
Gambar 6.24 Ukuran keseluruhan rak penyimpanan sementara....153
Gambar 6.25 Material dan ukuran material rak penyimpanan sementara....153
Gambar 6.26 Hasil *von mises stress* produk rak penyimpanan sementara....155
Gambar 6.27 Hasil *displacement* produk rak penyimpanan sementara 155
Gambar 6.28 Hasil *strain* produk rak penyimpanan sementara 156
Gambar 6.29 Hasil *factor of safety* produk rak penyimpanan sementara....156
Gambar 6.30 Hasil *strain* bagian roda 157
Gambar 6.31 Hasil *factor of safety* bagian roda....158
Gambar 6.32 Uji coba rak penyimpanan sementara tampak kiri menggunakan CATIA....162
Gambar 6.33 Uji coba rak penyimpanan sementara tampak kanan menggunakan CATIA....162
Gambar 6.32 Desain rak penyimpanan sementara: Tampak *trimetric* (a); Tampak samping (b); Tampak atas (c); Tampak depan (d) 163
Gambar 7.1 HTA Workstation 3....165

Gambar 7.2 Tinggi tulang ruas 172
Gambar 7.3 Desain meja penyimpanan gas sementara (sebelum) 173
Gambar 7.4 Sketsa meja penyimpanan gas sementara 177
Gambar 7.5 Desain final meja penyimpanan gas sementara....177
Gambar 7.6 Drafting dimensi meja penyimpanan gas sementara....178
Gambar 7.7 Drafting exploade meja penyimpanan gas sementara 178
Gambar 7.8 Uji beban statis solidworks meja penyimpanan gas sementara....181
Gambar 8.1 Produk alat bantu kursi sebelum implementasi (a) dan sesudah implementasi (b)....185
Gambar 8.2 Alat bantu kursi sebelum diperbaiki (a); Hasil implementasi alat bantu kursi setelah diperbaiki (b)....186
Gambar 8.3 Posisi operator sedikit membungkuk (a); Posisi operator sedikit lebih tegak (b)....186
Gambar 8.4 Analisis RULA setelah implementasi....188
Gambar 8.5 Analisis REBA setelah implementasi 190
Gambar 8.6 Pengukuran sudut operator menggunakan *angle meter* posisi 1 (a); posisi 2 (b); posisi 3 (c); posisi 4 (d)....191
Gambar 8.7 Produk akhir rak penyimpanan sementara....192
Gambar 8.8 Produk akhir rak penyimpanan sementara....193
Gambar 8.9 Hasil analisis postur tubuh sesudah implementasi melalui REBA 193
Gambar 8.10 Pengukuran sudut posisi operator posisi 1 (a); posisi 2 (b); posisi 3 (c); posisi 4 (d)....195
Gambar 8.11 HTA WS 4 setelah perbaikan....195
Gambar 8.12 Hasil meja penyimpanan gas sementara 196
Gambar 8.13 Implementasi meja penyimpanan gas sementara 197

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengisian Pairwise Comparison Pembobotan Kriteria 212
Lampiran 2 Pengisian *Pairwise Comparison* Akar Masalah WS 2 212
Lampiran 3 Pengisian Pairwise Comparison Akar Masalah WS 3 213
Lampiran 4 Pengisian Pairwise Comparison Akar Masalah WS 4 213
Lampiran 5 Dokumentasi Observasi Departemen *Filling* 214
Lampiran 6 Dokumentasi Observasi *Layout* Departemen *Filling*.....214
Lampiran 7 Dokumentasi Wawancara *Gate Keeper*.....214
Lampiran 8 Dokumentasi Wawancara Agen.....215
Lampiran 9 Dokumentasi Wawancara Operator Departemen Filling.....215
Lampiran 10 Dokumentasi Wawancara Kepala HSE.....215
Lampiran 11 Dokumentasi Workstation 1 Departemen Filling 216
Lampiran 12 Dokumentasi Workstation 2 Departemen Filling 216
Lampiran 13 Dokumentasi Workstation 3 Departemen Filling 216
Lampiran 14 Dokumentasi Workstation 4 dan 5 Departemen Filling.....217
Lampiran 15 Dokumentasi Workstation 6 Departemen Filling 217
Lampiran 16 Dokumentasi Wawancara *Stakeholder*.....218
Lampiran 17 Kuesioner 219
Lampiran 18 Skor *Nordic Body Map* (NBM).....222
Lampiran 19 Dokumentasi pada saat pengambilan data pada *Workstation* 2.....225
Lampiran 20 Dokumentasi pada saat pengambilan data pada *Workstation* 4.....225
Lampiran 21 Dokumentasi pada saat pengambilan data pada *Workstation* 3.....225

INTISARI

Pada Departemen *Filling* di perusahaan pengisian *Liquified Petroleum Gas*, proses pengerjaan memiliki waktu yang tinggi pada beberapa *workstation*. Tingginya waktu pengerjaan mengakibatkan waktu siklus dalam penyelesaian *demand* atau permintaan menjadi terlambat sehingga perlu adanya lembur dalam proses penyelesaian. Melalui identifikasi akar masalah, waktu yang tinggi pada *workstation* tertentu diakibatkan oleh ketidaksesuaian fasilitas dan alat bantu kerja yang mengakibatkan ketidaknyamanan bagi operator yang bekerja.

Melalui identifikasi pemilihan solusi dengan *stakeholder*, solusi yang dirancang disesuaikan dengan tiga akar masalah yang terkait yaitu *redesign* alat bantu kursi pada *workstation* 2, perancangan rak penyimpanan sementara pada *workstation* 4, dan *redesign* alat bantu pada *workstation* 3. Metode dan *tools* yang digunakan dalam proses penyelesaian solusi dilakukan dengan pendekatan ergonomi untuk mengetahui kesesuaian dari segi kesesuaian fasilitas dan alat bantu dengan ukuran tubuh, kenyamanan postur tubuh, dan kesesuaian aspek lingkungan.

Implementasi dan pengujian terhadap rancangan yang diusulkan menunjukkan bahwa perbaikan alat bantu kerja mampu mendukung peningkatan kenyamanan dan efisiensi kerja operator. Hasil dari perancangan menghasilkan tiga produk yang berbeda, yaitu alat bantu kursi, rak penyimpanan sementara, dan meja penyimpanan sementara, yang berfungsi sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi. Ketiga produk tersebut menjadi *output* utama penelitian dan berperan sebagai pendukung dalam pemenuhan Critical Success Factor (CSF), khususnya meningkatkan efektivitas proses kerja dan mengurangi potensi keterlambatan penyelesaian produksi.

Kata kunci: perancangan, *redesign*, fasilitas, alat bantu kerja, lembur.