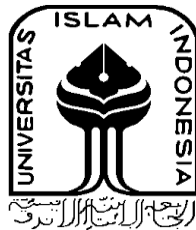


**PENGUNAAN *WASTE ACTIVITY IDENTIFICATION* UNTUK
PERANCANGAN MEJA *ARM BUFF* UNTUK PENINGKATAN
PRODUKTIVITAS DI KELOMPOK KERJA *SANDING*
BUFFING SIDE PT. YAMAHA INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Lanang Ramadhan
No. Mahasiswa : 20525005
NIRM : 2001020060

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim, dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini merupakan hasil kerja saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila kemudian terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima hukuman/sanksi sesuai hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 22 Juli 2025



Lanang Ramadhan

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGUNAAN *WASTE ACTIVITY IDENTIFICATION* UNTUK
PERANCANGAN MEJA *ARM BUFF* UNTUK PENINGKATAN
PRODUKTIVITAS DI KELOMPOK KERJA *SANDING*
BUFFING SIDE PT. YAMAHA INDONESIA**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Lanang Ramadhan
No. Mahasiswa : 20525005
NIRM : 2001020060

Yogyakarta, 14 Juli 2025

Pembimbing I



Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

Pembimbing II



Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng.,
Ph.D

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGUNAAN *WASTE ACTIVITY IDENTIFICATION* UNTUK PERANCANGAN MEJA *ARM BUFF* UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DI KELOMPOK KERJA *SANDING* *BUFFING SIDE PT. YAMAHA INDONESIA*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Lanang Ramadhan
No. Mahasiswa : 20525005
NIRM : 2001020060

Tim Penguji

Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D.

Ketua



Tanggal : 24/7/2025

Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., IPP

Anggota I



Tanggal : 24/7/2025

Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP

Anggota II



Tanggal : 24/7/2025

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang sangat mendalam, penulis mempersembahkan laporan tugas akhir ini kepada:

1. Keluarga penulis yang selalu memberikan seluruh dukungan.
2. Dosen pembimbing tugas akhir penulis Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng., dan Bapak Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D., yang selalu memberikan saran, motivasi, dan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
3. Dosen-dosen Teknik Mesin UII yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
4. Teman-teman yang memberikan dukungan kepada penulis.

HALAMAN MOTTO

“Apabila sudah khatam, baca, baca, lagi!”

(K3BI)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur khadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Perancangan Meja *Arm Buff* untuk Meningkatkan Produktivitas di Kelompok Kerja *Sanding Buffing Side* PT. Yamaha Indonesia Menggunakan *Waste Activity Identification*”.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan hormat dan rasa terima kasih, penulis mengucapkan apresiasi kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan ridhonya kepada hambanya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Keluarga penulis yang selalu memberikan sleuruh dukungan yang dapat dikerahkan kepada penulis tiada henti.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP, selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan nasihat dan saran.
5. Bapak Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan nasihat dan saran.
6. Teman-teman teknik mesin dan kos puri abenk hills yang telah memberikan dukungan moral selama menjalani perkuliahan maupun pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk proses belajar penulis. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.

ABSTRAK

PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi piano. Penelitian ini berfokus pada pengembangan produktivitas proses produksi melalui identifikasi *waste activity* yang dilakukan oleh operator kelompok kerja *Sanding Buffing Side* departemen Assembly GP. Seluruh aktivitas yang dilakukan oleh operator didata berdasarkan aktivitas *adding value* dan *non-adding value* (*waste*). Hasil analisis menyatakan persentase *adding value* sebesar 63,47% dan *non-adding value* sebesar 36,53%. Kategori *waste overprocessing* terjadi di proses *arm buff 1* dan *arm buff 2*. Proses *buffing* (*adding value*) di kedua proses tersebut ditunda karena operator harus melakukan *setting* meja untuk melanjutkan aktivitas *adding value*. *Waste* tersebut berkontribusi sebesar 2145 detik dalam satu hari jam kerja operator. Dengan perancangan meja *arm buff*, kegiatan *setting* meja tidak dapat menunda kegiatan *adding value*. *Waste activity* tersebut dapat dilakukan bersamaan dengan *adding value activity* (*buffing*). Dengan demikian terdapat peningkatan waktu proses sebesar 2145 detik.

Kata kunci: Produktivitas, *waste*, *adding value activity*, *non-value adding activity*

DAFTAR ISI

Pernyataan Keaslian	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Bab 1 Pendahuluan	1
1.2 Latar Belakang	1
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Tujuan Penelitian atau Perancangan	2
1.6 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Produktivitas	5
2.2.2 <i>Waste</i>	6
2.2.3 <i>Kaizen</i>	7
2.2.4 <i>Flow Process Chart</i>	7
2.2.5 <i>5 Why's Analysis</i>	8
2.2.6 <i>Pneumatic</i>	8
2.2.7 Analisis Struktur	10
Bab 3 Metode Penelitian	11
3.1 Alur Penelitian	11

3.2	Identifikasi <i>Waste</i>	12
3.2.1	<i>Flow Process Chart</i>	13
3.2.2	Aktivitas Non-siklus	13
3.2.3	Data <i>Waste Activity</i> di Kelompok Kerja <i>Sanding Buffing Side</i>	14
3.2.4	Proses <i>Arm Buff 1</i> dan <i>Arm Buff 2</i>	16
3.3	Perancangan <i>Kaizen</i>	20
3.3.1	<i>Set Up Stress Analysis</i>	20
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	25
4.1	Hasil Analisis Struktur <i>Frame</i> Atas Meja <i>Sideboard</i>	25
4.2	Hasil Analisis Struktur <i>Frame</i> Bawah Meja <i>Sideboard</i>	27
4.3	Kebutuhan Diameter dan Panjang <i>Stroke Air Cylinder</i>	28
4.4	<i>Design</i> Meja <i>Arm Buff</i>	30
4.5	Hasil <i>Saving Time</i>	31
Bab 5	Penutup.....	33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya	33
Daftar Pustaka		34
Lampiran		36

DAFTAR TABEL

Tabel 2 - 1 Contoh <i>Flow Process Chart</i>	8
Tabel 3 - 1 Alur Penelitian	11
Tabel 3 - 2 <i>Flow Process Chart Vertical Sander</i>	13
Tabel 3 - 11 Aktivitas Non-Siklus.....	14
Tabel 3 - 12 Data <i>Waste Activity</i>	15
Tabel 3 - 13 Persentase <i>Added Value</i> dan <i>Waste</i>	15
Tabel 3 - 14 Persebaran Kontribusi <i>Waste</i>	16
Tabel 3 - 15 <i>Flow Process Chart Arm Buff 1 Sideboard</i>	18
Tabel 3 - 16 <i>Flow Process Chart Arm Buff 2 Sideboard</i>	18
Tabel 3 - 17 <i>Why's Analysis</i>	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 - 1 7 Wastes of Lean Manufacturing	6
Gambar 2 - 2 <i>Pneumatic</i>	9
Gambar 2 - 3 Skematik <i>Air Cylinder</i>	10
Gambar 3 - 1 Key Bed	12
Gambar 3 - 2 Sideboard	12
Gambar 3 - 3 Alur Proses Kabinet Sideboard	12
Gambar 3 - 4 Alur Proses Kabinet Key Bed	13
Gambar 3 - 5 Proses Arm Buff 1	17
Gambar 3 - 6 Proses Arm Buff 2	17
Gambar 3 - 7 Posisi Operator Mendorong dan Menarik Meja Sideboard	20
Gambar 3 - 8 3D <i>Design Frame</i> Atas Meja <i>Sideboard</i>	21
Gambar 3 - 9 <i>Solid Body Frame</i> Atas Meja <i>Sideboard</i>	21
Gambar 3 - 10 Posisi Tumpuan Pada <i>Frame</i> Atas Meja <i>Sideboard</i>	21
Gambar 3 - 11 Pemberian Gaya Pada <i>Frame</i> Atas Meja <i>Sideboard</i>	22
Gambar 3 - 12 <i>Meshing</i> Pada <i>Frame</i> Atas Meja <i>Sideboard</i>	22
Gambar 3 - 13 3D <i>Design Frame</i> Bawah Meja <i>Sideboard</i>	23
Gambar 3 - 14 <i>Solid Body Frame</i> Bawah Meja <i>Sideboard</i>	23
Gambar 3 - 15 Posisi Tumpuan Pada <i>Frame</i> Bawah Meja <i>Sideboard</i>	23
Gambar 3 - 16 Pemberian Gaya Pada <i>Frame</i> Bawah Meja <i>Sideboard</i>	24
Gambar 3 - 17 <i>Meshing Frame</i> Bawah Meja <i>Sideboard</i>	24
Gambar 4 - 1 Hasil <i>Stress Analysis Frame</i> Atas Meja <i>Sideboard</i>	25
Gambar 4 - 2 Hasil <i>Displacement Frame</i> Atas Meja <i>Sideboard</i>	26
Gambar 4 - 3 Hasil <i>Stress Intensity Frame</i> Atas Meja <i>Sideboard</i>	26
Gambar 4 - 4 Hasil <i>Stress Analysis Frame</i> Bawah Meja <i>Sideboard</i>	27
Gambar 4 - 5 Hasil <i>Displacement Frame</i> Bawah Meja <i>Sideboard</i>	27
Gambar 4 - 6 Hasil <i>Stress Intensity Frame</i> Bawah Meja <i>Sideboard</i>	28
Gambar 4 - 7 Tinggi <i>Sideboard</i>	29
Gambar 4 - 8 3D <i>Design Meja Arm Buff</i>	30
Gambar 4 - 9 <i>Pneumatic Actuator</i>	30
Gambar 4 - 10 <i>Caster dan Guide Rail</i>	31

Gambar 4 - 11 Thrust Bearing.....	31
-----------------------------------	----

BAB 1

PENDAHULUAN

1.2 Latar Belakang

Produktivitas adalah kunci kesuksesan dan pertumbuhan di setiap industri (Tangen, 2005). Produktivitas secara umum adalah unit *output* per unit *input*. Produktivitas terhubung kuat dengan pembuatan sebuah nilai. Dengan demikian, produktivitas tinggi dicapai di saat aktivitas dan sumber di proses produksi menambah nilai untuk produk yang diproduksi (Atkinson, 2013).

Aktivitas proses produksi dibagi menjadi dua yaitu, aktivitas *adding value* dan *non-adding value*. *Adding value* merupakan aktivitas yang menambah nilai dari produk seperti proses utama pada suatu proses produksi. *Non-adding value* merepresentasikan *waste* yang harus dieliminasi untuk mengembangkan proses produksi (Sundar, Balaji, & Satesesh Kumar, 2014). *Waste* didefinisikan sebagai segala sesuatu yang tidak menambahkan nilai sebuah produk yang diproduksi (Gupta & Jain, 2013).

Kaizen berasal dari dua kata bahasa jepang yaitu “*kai*” yang berarti perubahan dan “*zen*” yang berarti menuju lebih baik. Dengan demikian, *kaizen* berarti perkembangan yang berkelanjutan. Strategi *kaizen* diinisiasi sebagai respon terhadap masalah yang dihadapi oleh industri jepang seperti sumber yang terbatas dan kesulitan untuk mendapatkan *raw material*. Dengan demikian, Industri jepang mencari cara untuk mengembangkan proses produksi dengan meminimalisir *waste* dan mengoptimalkan efisiensi proses (Maarof & Mahmud, 2015).

PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi piano. PT. Yamaha Indonesia memproduksi dua jenis piano yaitu *Grand Piano* dan *Upright Piano* untuk memenuhi kebutuhan pasar di dunia. Dengan demikian, diperlukannya startegi-strategi produksi untuk menjaga kualitas produksi sehingga dapat bersaing dengan kompetitor lainnya.

Departemen Assembly GP merupakan salah satu departemen produksi yang ada di PT. Yamaha Indonesia. Departemen tersebut bertanggung jawab atas *finishing*, *grand piano assembly*, dan *grand piano packing*. Salah satu kelompok

kerja di departemen Assembly GP adalah kelompok kerja *Sanding Buffing Side*. Dalam usaha meningkatkan produktivitas, PT. Yamaha Indonesia melakukan pengembangan di setiap kelompok kerja yang ada.

1.3 Rumusan Masalah

Dalam usaha meningkatkan produktivitas proses produksi, PT. Yamaha Indonesia melakukan proyek pengembangan di setiap kelompok kerja yang ada. Penelitian ini dilakukan di kelompok kerja *Sanding Buffing Side*. Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa persentase *adding value activity* dan *non-adding value activity (waste)* yang dilakukan oleh operator di kelompok kerja *Sanding Buffing Side*?
2. Perbaikan apa yang dapat dilakukan untuk meminimalisir *non-adding value activity (waste)* yang dilakukan oleh operator di kelompok kerja *Sanding Buffing Side*?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan dibuat agar pembahasan ini lebih fokus dan terarah, maka terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di kelompok kerja *Sanding Buffing Side* departemen Assembly GP PT. Yamaha Indonesia.
2. Penelitian ini dilakukan selama bulan Juni 2024 – Agustus 2024.
3. Rencana perbaikan yang disampaikan hanya berupa konsep yang dapat menjawab permasalahan.

1.5 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi *non-adding value activity (waste)* yang terjadi di kelompok kerja *Sanding Buffing Side* departemen Assembly GP PT. Yamaha Indonesia
2. Mendapatkan konsep perbaikan untuk meminimalisir *non-adding value activity (waste)* di kelompok kerja *Sanding Buffing Side* departemen Assembly GP PT. Yamaha Indonesia.

1.6 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah dapat meningkatkan produktivitas proses produksi di kelompok kerja *Sanding Buffing Side* departemen Assembly GP PT. Yamaha Indonesia.

1.7 Sistematika Penulisan

Pada penelitian tugas akhir ini diuraikan secara berurutan agar memudahkan dalam pembahasan pokok permasalahan selama penelitian yang dibagi menjadi lima bab, yaitu bab 1 mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian yang disertai sistematika penelitian laporan. Bab 2 diisi kajian pustaka yang digunakan sebagai dasar dalam penyelesaian masalah. Langkah-langkah dan metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini dirangkum pada bab 3. Pembahasan dan penelitian yang dilakukan serta penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai ditulis di bab 4. Bab 5 merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dan saran yang diperoleh dari penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Menurut penelitian (Pangestika, 2024), peneliti melakukan analisis terhadap tingkat produktivitas berdasarkan hasil dari *work sampling* yang dilakukan secara langsung di lapangan. Hasil dari penelitian ini ditemukan bahwa *margin* kerja di dalam kelompok kerja Hot Press Panel PT. Yamaha Indonesia sebesar 27%. Diusulkannya perbaikan lanjutan untuk tiga permasalahan *margin* kerja utama yaitu membersihkan area kerja, setting alat kerja, dan antar / ambil barang yang diharapkan dapat menurunkan *margin* kerja sebesar 3%.

Menurut penelitian (Lahindra, 2024), *section* Sanding Dasar di PT. Yamaha Indonesia memiliki waktu dimana *section* ini tidak merubah nilai barang sebesar 23,71% / operator / hari. Dengan menggunakan metode *design thinking*, peneliti mendapatkan ide desain untuk mengubah *layout*, jalur pengambilan barang, serta metode pengambilan dan pengiriman barang. Dari hasil penerapan ini, peneliti berhasil menurunkan *margin* yang awalnya 4,12%, serta meningkatkan efisiensi sebesar 8,78%.

Menurut penelitian (Arizona, 2024), salah satu *waste* dalam proses produksi adalah aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Salah satu contohnya adalah aktivitas *handling*. Terdapat beberapa kasus dimana jalannya proses produksi sangat bergantung pada aktivitas *handling* seperti yang terjadi pada kelompok *Soundboard Painting UP*. Maka dari itu, pada penelitian ini menerapkan TRIZ sebagai metode pendukung dalam memecahkan kontradiksi yang dihadapi.

Menurut penelitian (Hapsari, 2018), biaya produksi gula yang tinggi disebabkan oleh tingginya *non-value added activity* yang terjadi terutama pada kegiatan tebang angkut. Dengan diagram sebab akibat diketahui penyebab *waiting* adalah kurangnya jumlah kapasitas pengangkutan nira dari penggilingan-pemurnian. Sementara *wip* disebabkan oleh tidak seimbangnya kapasitas penggilingan-pemurnian-pengupan. Usulan berupa penambahan kapasitas

pemurnian menjadi 3 unit, penguapan menjadi 12 unit dan pengangkutan menjadi 3 unit.

Menurut penelitian (Wahidansyah, 2022), terdapat *auto return* di mesin *bench saw* di kelompok kerja *cutting sizer* untuk membantu pekerjaan operator mesin tersebut. Namun tidak seluruh mesin *bench saw* memiliki *auto return* sehingga sering kali proses pada *bench saw* tersebut masih dilakukan oleh dua orang operator. Hasil dari perancangan ini dapat mengurangi intensitas operator *support* pada mesin lain dan mengurangi waktu *idle* selama 52,7 menit setiap harinya dengan menambahkan *auto return*.

Menurut penelitian (Fadhillah, 2018), perancangan mesin *auto gluing conveyor composer* di PT. Yamaha Indonesia dirancang untuk mengefisiensikan penggunaan tenaga kerja dan pengurangan waktu proses pengeleman di kelompok kerja mesin *leg*. Perancangan mesin ini menggunakan sistem *conveyor* untuk mengurangi penggunaan tenaga kerja. Hasil dari perancangan ini adalah pengurangan 2 tenaga kerja dan penurunan waktu proses dari 16 detik per kabinet menjadi 0,25 detik per kabinet.

Produktivitas sebuah kelompok kerja dapat dilihat dari perbandingan antara *adding value activity* dan *non-adding value activity (waste)*. Dengan diketahuinya *waste* yang ada di kelompok kerja tersebut, dapat diidentifikasi akar permasalahan mengapa *waste* tersebut hadir. Dengan demikian, dapat dilakukan perbaikan yang dapat mengatasi permasalahan sehingga meningkatkan produktivitas di kelompok kerja tersebut.

2.2 Dasar Teori

Penelitian ini menggunakan beberapa landasan teori yang menjadi acuan selama penelitian.

2.2.1 Produktivitas

Produktivitas didefinisikan sebagai hubungan *output* (barang yang diproduksi) dengan *input* (sumber yang digunakan) dalam proses transformasi

manufaktur. Oleh karena itu, produktivitas dihubungkan dengan penggunaan dan ketersediaan sumber. Dengan demikian, produktivitas tinggi diraih ketika aktivitas dan sumber di proses transformasi manufaktur menambah nilai barang yang diproduksi (Tangen, 2002). Pada dasarnya, perkembangan produktivitas dapat disebabkan oleh lima hubungan yang berbeda (Misterek, Dooley, & Anderson, 1992):

1. *Output* dan *input* bertambah, tetapi pertambahan *input* kurang dari pertambahan *output*.
2. *Output* bertambah disaat *input* tetap sama.
3. *Output* bertambah disaat *input* berkurang.
4. *Output* tetap sama disaat *input* berkurang.
5. *Output* berkurang disaat *input* berkurang lebih banyak dari pada *output*.

2.2.2 Waste

Waste didefinisikan sebagai sebuah aktivitas di dalam proses yang menambah biaya dan waktu tetapi tidak memberikan nilai kepada produk. Di dalam produksi, terdapat 3 tipe aktivitas yang secara umum diimplementasikan. *Adding value activity* adalah sebuah aktivitas yang merubah atau memproses *raw material*. *Necessary non- adding value activity* adalah *waste* yang tidak dapat dihindari di proses operasi. *Non-adding value activity* adalah aktivitas *waste* yang harus dieliminasi (Mostafa & Dumrak, 2015).



Gambar 2 - 1 7 Wastes of Lean Manufacturing

Terdapat 3 fase kerangka kerja untuk pengeliminasian *waste* yang bertujuan untuk perkembangan berkelanjutan di manufaktur diantaranya sebagai berikut:

1. *Waste Documentation*

Sangat penting bagi perusahaan memahami *waste* dan dapat mengidentifikasi *waste*.

2. *Waste Analysis*

Fase ini membutuhkan *outputs* dari fase sebelumnya sebagai *inputs* di fase ini. *Root cause analysis* menjadi salah satu teknik *brainstorming* yang dapat digunakan untuk menganalisis *waste*.

3. *Waste Removal*

Hasil *waste analysis* dipertimbangkan untuk pengeliminasian *waste*.

2.2.3 Kaizen

Kaizen berasal dari 2 kata jepang “*Kai*” yang berarti merubah dan “*zen*” yang berarti menuju lebih baik (Palmer, 2001). *Kaizen* adalah sebuah filosofi jepang yang mendorong perkembangan kecil untuk membuat sebuah hasil dari usaha yang berkelanjutan. *Kaizen* diinisiasikan sebagai sebuah respon terhadap masalah yang dihadapi oleh industri jepang setelah perang dunia 2. Dengan demikian, perusahaan jepang mencari cara untuk mengembangkan proses produksi mereka dengan meminimalisir *waste* dan mengoptimalkan efisiensi proses (Imai, 1986).

2.2.4 Flow Process Chart

Flow process chart merupakan sebuah alat pemetaan yang sederhana yang menunjukkan rentetan aktivitas – aktivitas selama proses (Shakil, Ullah, & Lutfi, 2013). *Flow process chart* dapat dijadikan sebuah alat yang berguna untuk mengembangkan proses produksi dengan menyajikan representasi visual yang jelas dari proses produksi. Dengan memecah proses menjadi aktivitas-aktivitas individual, sebuah *flow process chart* dapat membantu mengidentifikasi potensi masalah dan ketidakefisiensian (Kustikova & Pankova, 2023).

Vertical Sander									
No	Isi Pekerjaan	Simbol				Waktu		Langkah	Waste
		Kerja	Handling	Inspeksi	Diam	Simpan	Detik	Menit	
1	Mengambil Sideboard		1				12	0,20	5 Unnecessary transport
2	Membalik Sideboard ke Meja		2				10	0,17	1 Over Processing
3	Mengganti abrasive	1					122	2,03	2 Over Processing
4	Memutar Kabinet		1				26	0,43	0 Over Processing
5	Proses Sanding	1					175	2,92	0 Added Value proses
6	Memutar Kabinet		1				14	0,23	0 Over Processing
7	Proses Sanding	1					134	2,23	0 Added Value proses
8	Memutar Kabinet		1				12	0,20	0 Over Processing
9	Proses Sanding	1					204	3,40	0 Added Value proses
10	Menganti abrasive	1					123	2,05	2 Over Processing
11	Proses Sanding	1					110	1,83	0 Added Value proses
12	Memutar Kabinet		1				14	0,23	0 Over Processing
13	Proses Sanding	1					106	1,77	0 Added Value proses
14	Memutar Kabinet		1				11	0,18	0 Over Processing
15	Proses Sanding	1					160	2,67	0 Added Value proses
16	Menganti abrasive	1					143	2,38	2 Over Processing
17	Proses Sanding	1					109	1,82	0 Added Value proses
18	Memutar Kabinet		1				12	0,20	0 Over Processing
19	Proses Sanding	1					101	1,68	0 Added Value proses
20	Memutar Kabinet		1				13	0,22	0 Over Processing
21	Proses Sanding	1					112	1,87	0 Added Value proses
22	Memutar Kabinet		1				13	0,22	0 Over Processing
23	Hand Sanding	1					90	1,50	0 Defect
24	Menurunkan Kabinet		2				14	0,23	1 Over Processing
25	Menaruh Kabinet		1				10	0,17	5 Over Processing

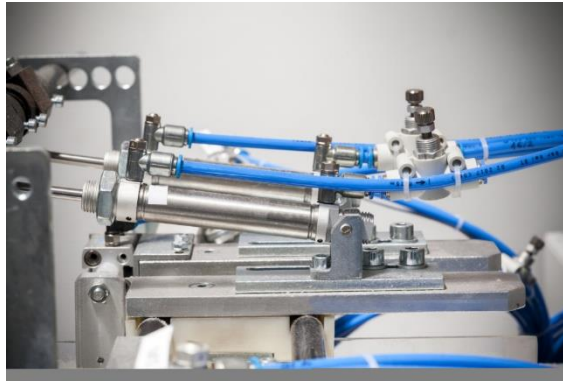
Tabel 2 - 1 Contoh *Flow Process Chart*

2.2.5 5 *Why's Analysis*

5 *Why's* merupakan sebuah teknik interogatif berulang yang digunakan untuk menyelidiki hubungan sebab-akibat yang mendasari sebuah masalah tertentu (Dunn, 2004). Perancang Toyota Production System, menggambarkan metode 5 *Why's* sebagai basis pendekatan ilmiah dengan mengulangi *why*. Kesuksesan dari teknik ini terikat pada pengetahuan, kompetensi dan keahlian dari analis untuk mempertanyakan rentetan yang benar untuk mendapatkan akar masalah yang sebenarnya (Gangidi, 2018).

2.2.6 *Pneumatic*

Pneumatic adalah udara yang dimampatkan sehingga tekanan yang terjadi akan menghasilkan gaya sebagai gerak atau aktuasi pada *actuator*. Proses memproduksi udara bertekanan diawali dengan udara dari luar yang bertekanan 1 atm yang dihisap kompresor, selanjutnya ditampung ke dalam tangka udara, setelah udara meningkat dan sampai tekanan tertentu udara akan dialirkan keluar melalui katup-katup ke *actuator* seperti silinder *pneumatic* (Sumbodo, Setiadi, & Poedjiono, 2017).



Gambar 2 - 2 *Pneumatic*

Dalam menentukan *air cylinder* dibutuhkan perhitungan diameter *air cylinder* yang sesuai dengan beban yang akan diterima oleh *air cylinder*. Berikut tahapan yang perlu diperhatikan.

1. Menghitung gaya yang akan diterima oleh *air cylinder*.

$$F = m \times g$$

F = Gaya *Sideboard* dan *Frame* Atas Meja *Sideboard* (N)

m = Massa *Sideboard* dan *Frame* Atas Meja *Sideboard* (kg)

g = Percepatan Gravitasi (m/s²)

2. Menghitung kebutuhan luas penampang *air cylinder*.

$$A = \frac{F}{P}$$

A = Luas Penampang *Air Cylinder* (mm²)

F = Gaya *Sideboard* dan *Frame* Atas Meja *Sideboard* (N)

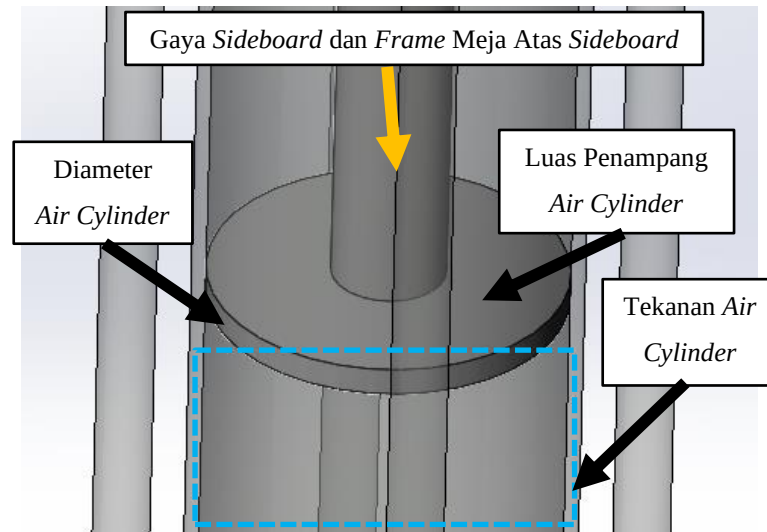
P = Tekanan *Air Cylinder* (N/mm²)

3. Menghitung diameter silinder.

$$D = \sqrt{\frac{A}{\frac{1}{4}\pi}}$$

D = Diameter *Air Cylinder* (mm)

A = Luas Penampang *Air Cylinder* (mm²)



Gambar 2 - 3 Skematik Air Cylinder

2.2.7 Analisis Struktur

Sebuah struktur dapat didefinisikan sebagai sebuah *body* yang menghambat pengaruh eksternal seperti gaya, perubahan temperature, *support settlements*, tanpa deformasi yang tidak semestinya. Sebuah struktur dapat dianggap sebagai sebuah hipunan dari *members* dan *nodes*.

Analisis struktur adalah penentuan respon struktur terhadap pengaruh eksternal seperti gaya, perubahan temperature, dan *support settlements*. *Structural design* adalah pemilihan susunan *members* yang sesuai, dan pemilihan material dan bagian-bagian *members*, untuk menahan tegangan resultan (*internal forces*) oleh serangkaian beban tertentu, dan memenuhi *stress* dan *displacement constraints*, dan kebutuhan tertentu lainnya (Kaveh, 2014).

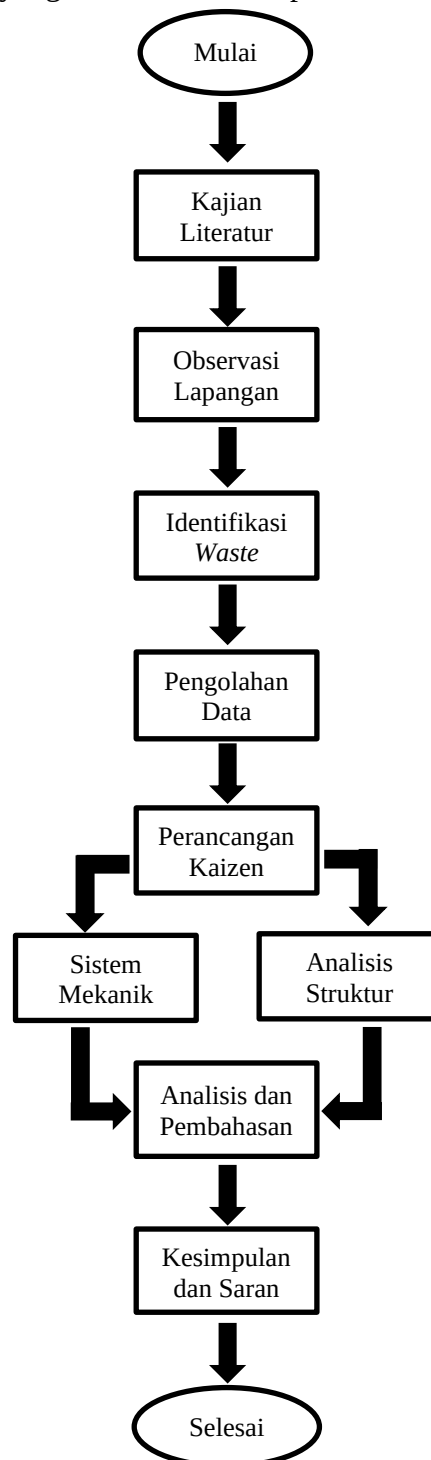
Statika struktur membahas struktur yang terpapar beban dan mengembangkan reaksi dan gaya internal yang membuat struktur tersebut diam. Sebuah alat dasar dari statika adalah konsep keseimbangan. Agar struktur tetap diam, total efek beban dan reaksi yang diberikan oleh tumpuan harus berada dalam keadaan seimbang (Krenk & Hogsberg, 2013).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:



Tabel 3 - 1 Alur Penelitian

3.2 Identifikasi Waste

Identifikasi *waste* dilaksanakan di kelompok kerja *Sanding Buffing Side* departemen Assembly GP PT. Yamaha Indonesia. Kelompok kerja ini memiliki 7 operator dan memproses dua jenis kabinet, yaitu *sideboard* dan *key bed* yang memiliki target produksi sebanyak 15 unit setiap kabinetnya.

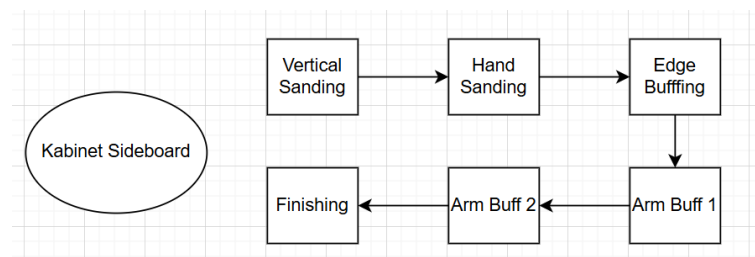


Gambar 3 - 1 Key Bed

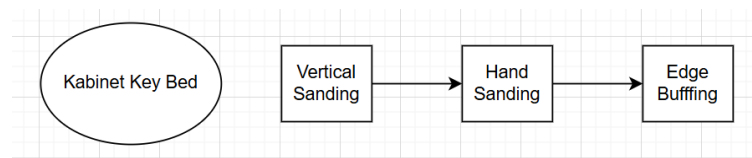


Gambar 3 - 2 Sideboard

Terdapat 6 proses secara berurutan untuk kabinet *sideboard*, yaitu *vertical sanding*, *hand sanding*, *edge buffing*, *arm buff 1*, *arm buff 2*, dan *finishing*. Untuk kabinet *key bed*, terdapat 3 proses secara berurutan, yaitu *vertical sanding*, *hand sanding*, dan *edge buffing*. Setiap proses memiliki durasi proses yang berbeda dan dioperasikan oleh 1 operator.



Gambar 3 - 3 Alur Proses Kabinet Sideboard



Gambar 3 - 4 Alur Proses Kabinet Key Bed

Observasi dilakukan selama 1 hari kerja atau 480 menit. Seluruh kegiatan operator dikategorikan berdasarkan jenis *waste* sehingga *non-adding value activity* dan *adding value activity* dapat diidentifikasi dengan baik.

3.2.1 Flow Process Chart

Dalam tujuan mengetahui urutan aktivitas dan kategori aktivitas di seluruh proses di kelompok kerja *Sanding Buffing Side*, diperlukannya *flow process chart*. Seluruh proses yang ada di kelompok kerja tersebut dibuatkan *flow process chart*. Dengan demikian, dapat diketahui seluruh *waste activity* yang terjadi di kelompok kerja. Berikut salah satu *flow process chart* sebuah proses di kelompok kerja *sanding buffing side*.

No	Isi Pekerjaan	Vertical Sander					Waktu		Langkah	Waste
		Simbol								
		Kerja	Handling	Inspeksi	Diam	Simpan	Detik	Menit		
1	Mengambil Sideboard		1				12	0,20	5	Unnecessary transport
2	Membalik Sideboard ke Meja		2				10	0,17	1	Over Processing
3	Mengganti abrasif	1					122	2,03	2	Over Processing
4	Memutar Kabinet		1				26	0,43	0	Over Processing
5	Proses Sanding	1					175	2,92	0	Added Value proses
6	Memutar Kabinet		1				14	0,23	0	Over Processing
7	Proses Sanding	1					134	2,23	0	Added Value proses
8	Memutar Kabinet		1				12	0,20	0	Over Processing
9	Proses Sanding	1					204	3,40	0	Added Value proses
10	Mengganti abrasif	1					123	2,05	2	Over Processing
11	Proses Sanding	1					110	1,83	0	Added Value proses
12	Memutar Kabinet		1				14	0,23	0	Over Processing
13	Proses Sanding	1					106	1,77	0	Added Value proses
14	Memutar Kabinet		1				11	0,18	0	Over Processing
15	Proses Sanding	1					160	2,67	0	Added Value proses
16	Mengganti abrasif	1					143	2,38	2	Over Processing
17	Proses Sanding	1					109	1,82	0	Added Value proses
18	Memutar Kabinet		1				12	0,20	0	Over Processing
19	Proses Sanding	1					101	1,68	0	Added Value proses
20	Memutar Kabinet		1				13	0,22	0	Over Processing
21	Proses Sanding	1					112	1,87	0	Added Value proses
22	Memutar Kabinet		1				13	0,22	0	Over Processing
23	Hand Sanding	1					90	1,50	0	Defect
24	Menurunkan Kabinet		2				14	0,23	1	Over Processing
25	Menaruh Kabinet		1				10	0,17	5	Over Processing

Tabel 3 - 2 Flow Process Chart Vertical Sander

3.2.2 Aktivitas Non-siklus

Data aktivitas non-siklus didapatkan dari pengamatan secara langsung di lapangan. Pengamatan dilakukan selama jam kerja dalam satu hari. Pengambilan data menggunakan metode *sampling* terhadap kegiatan non-siklus yang dilakukan

oleh operator. *Sampling* kegiatan non-siklus didata setiap 5 menit dalam satu hari kerja. Berikut hasil data *sampling* yang sudah didapatkan.

No	Pekerjaan	Jumlah	Durasi (menit)
1	Repair Sanding Sideboard	11	55
2	Repair Buffing Sideboard	31	155
3	Repair Buffing Key Bed	16	80
4	Memindahkan Kabinet	8	40
5	Mengambil/Mengantar Kabinet	16	80
6	Komunikasi Antar Pekerja	2	10
7	Meeting Pagi	7	35
8	Membersihkan Tempat Kerja	14	70
9	Pakai APD	13	65
10	Toilet	11	55
11	Membersihkan Badan	14	70
12	Minum	8	40

Tabel 3 - 3 Aktivitas Non-Siklus

3.2.3 Data *Waste Activity* di Kelompok Kerja *Sanding Buffing Side*

Waste activity yang dicatat di *flow process chart* dan hasil metode *sampling* dilebur menjadi satu. Dengan demikian, dapat diketahui keseluruhan *waste activity* yang terjadi di kelompok kerja *sanding buffing side*. Berikut data *waste activity*.

No	Activity	Waste Category	Detik	Menit
1	Repair Sanding Sideboard	Defect	3315	55,25
2	Repair Buffing Sideboard	Defect	9345	155,75
3	Repair Buffing Key Bed	Defect	4800	80
4	Membalik Sideboard	Unnecessary Transport	2310	38,5
5	Memindahkan Kabinet	Unnecessary Transport	2460	41
6	Mengambil/Mengantar Kabinet	Unnecessary Transport	4800	80
7	Mengambil Alat Kerja	Unnecessary Movement	645	10,75
8	Komunikasi Antar Pekerja	Unnecessary Movement	600	10
9	Meeting Pagi	Unnecessary Movement	2100	35
10	Membersihkan Tempat Kerja	Unnecessary Movement	4200	70
11	Menggunakan APD	Unnecessary Movement	3900	65
12	Toilet	Unnecessary Movement	3300	55
13	Membersihkan Badan	Unnecessary Movement	4200	70
14	Minum	Unnecessary Movement	2400	40
15	Membuang Abrasive	Unnecessary Movement	210	3,5
16	Setting Mesin	Over Processing	4155	69,25
17	Mengganti Abrasive	Over Processing	7710	128,5
18	Pemberian Wax	Over Processing	4665	77,75
19	Membuka Bungkus	Over Processing	3135	52,25
20	Penghalusan Edge dan Mentory	Over Processing	585	9,75
21	Membersihkan Debu di Kabinet	Over Processing	1365	22,75
22	Pengerokan Bagian Permukaan	Over Processing	720	12
23	Pengecekan dan Menyeka Kabinet	Over Processing	1350	22,5
24	Operator Waiting	Waiting	0	0
25	Machine Waiting	Waiting	1380	23
Total			73650	1227,5

Tabel 3 - 4 Data Waste Activity

Berdasarkan data di atas, dalam satu hari kerja, seluruh operator di kelompok kerja *Sanding Buffing Side* melakukan aktivitas waste selama 1227,5 menit. Seluruh waste activity yang terjadi di kelompok kerja ini dikategorikan *necessary non-adding value* yang mana waste activity tidak dapat dihindarkan karena menjadi bagian dari proses produksi. Dengan demikian, untuk meminimalisir waste diperlukannya inovasi.

	Time (menit)	Persentase
Added Value	2132,5	63,47%
Waste	1227,5	36,53%

Tabel 3 - 5 Persentase Added Value dan Waste

Total waktu kerja di kelompok Sanding Buffing Side yaitu 3360 menit. 3360 menit didapatkan dari jumlah operator dikalikan dengan waktu kerja (480 menit). Dari data di atas, ditemukan persentase antara *adding value activity* dan *non-adding value activity (waste)*. Operator melakukan aktivitas *adding value* sebesar 63,47% selama satu hari kerja.

Dari persentase *waste* sebesar 36,53%, dapat diselidiki persebaran kontribusi *waste* di setiap kategori *waste*. Berikut data kontribusi *waste* di setiap kategori *waste* yang terjadi di kelompok kerja *Sanding Buffing Side*.

	Time (Menit)	Presentase
Defect	291	8,66%
Unnecessary Transport	159,5	4,75%
Over Processing	394,75	11,75%
Unnecessary Movement	359,25	10,69%
Waiting	23	0,68%
Total	1227,5	36,53%

Tabel 3 - 6 Persebaran Kontribusi *Waste*

Berdasarkan data di atas, jenis *waste over processing* memiliki kontribusi yang besar terhadap *waste activity* di kelompok kerja *Sanding Buffing Side*. *Over processing* terjadi di hampir seluruh proses di kelompok kerja *Sanding Buffing Side*. Salah satu proses yang memiliki *over processing waste activity* yaitu proses *arm buff 1* dan *arm buff 2*.

3.2.4 Proses *Arm Buff 1* dan *Arm Buff 2*

Pada kedua proses tersebut *sideboard* mengalami proses *buffing*. *Buffing* merupakan proses penghalusan atau pemolesan permukaan agar produk mengkilap. Bagian permukaan yang diproses pada kedua proses tersebut hanya pada bagian samping *sideboard* karena kemampuan mesin pada kedua proses tersebut hanya dapat menjangkau bagian samping *sideboard*. Bagian atas *sideboard* diproses oleh proses sebelumnya, yaitu proses *edge buffing*.

Alat yang melakukan *buffing* disebut *cartridge*. Operator mengoperasikan lengan *cartridge* dan memutar meja *sideboard* agar *cartridge* dapat mengenai permukaan *sideboard* dengan baik. Perbedaan proses *arm buff 1* dan *arm buff 2* yaitu pada arah putaran *cartridge*. Selain itu, terdapat perbedaan kehalusan *cartridge* di kedua proses tersebut. *Arm buff 2* memiliki *cartridge* yang lebih halus dibandingkan *cartridge* yang dimiliki oleh *arm buff 1*.



Gambar 3 - 5 Proses Arm Buff 1



Gambar 3 - 6 Proses Arm Buff 2

Dikarenakan pada dasarnya kedua proses tersebut memiliki tahapan proses yang mirip, alat - alat yang digunakan di kedua proses tersebut sama. Operator mengoperasikan 2 alat yaitu lengan *cartridge* dan meja *sideboard* yang dapat bergerak. Pergerakan alat tersebut dioperasikan secara langsung oleh operator.

Meja *sideboard* dilengkapi dengan aktuator hidrolik yang digunakan untuk mengangkat dan menurunkan *sideboard* di sumbu y. Selain itu, meja *sideboard* dapat berotasi sumbu xz. Meja *sideboard* juga menggunakan *caster* yang digunakan untuk pergerakan meja di sumbu z untuk mendukung proses *buffing*. Lengan *cartridge* juga dapat berotasi di sumbu xz. Namun lengan *cartridge* memiliki batasan yang mana hanya dapat berotasi tidak lebih dari 90 derajat.

3.2.4.1 Flow Process Chart Arm Buff 1 dan Arm Buff 2

Dalam tujuan mengetahui urutan aktivitas di sebuah proses, diperlukannya *flow process chart*. Dengan demikian, dapat diketahui *waste activity* yang terjadi di dalam sebuah proses. Berikut *flow process chart* proses arm buff 1 dan arm buff 2.

Arm Buff 1									
No	Isi Pekerjaan	Simbol					Waktu		Langkah
		Kerja	Handling	Inspeksi	Diam	Simpan	Detik	Menit	
1	Meletakkan Kabinet ke Meja		2				9	0.15	4
2	Pemberian Wax	1					8	0.13	0
3	Setting Meja		1				12	0.20	0
4	Buffing Sideboard	1					28	0.47	0
5	Pemberian Wax	1					4	0.07	0
6	Setting Meja		1				8	0.13	0
7	Buffing Sideboard	1					41	0.68	0
8	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
9	Buffing Sideboard	1					33	0.55	0
10	Setting Meja		1				9	0.15	0
11	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
12	Buffing Sideboard	1					44	0.73	0
13	Pemberian Wax	1					4	0.07	0
14	Buffing Sideboard	1					45	0.75	0
15	Setting Meja		1				7	0.12	0
16	Pemberian Wax	1					5	0.08	0
17	Buffing Sideboard	1					44	0.73	0
18	Setting Meja		1				9	0.15	0
19	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
20	Buffing Sideboard	1					47	0.78	0
21	Pemberian Wax	1					5	0.08	0
22	Buffing Sideboard	1					41	0.68	0
23	Setting Meja		1				11	0.18	0
24	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
25	Buffing Sideboard	1					48	0.77	0
26	Pemberian Wax	1					7	0.12	0
27	Buffing Sideboard	1					31	0.52	0
28	Setting Meja		1				6	0.10	0
29	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
30	Buffing Sideboard	1					32	0.53	0
31	Setting Meja		1				6	0.10	0
32	Pemberian Wax	1					5	0.08	0
33	Buffing Sideboard	1					44	0.73	0
34	Pemberian Wax	1					8	0.13	0
35	Buffing Sideboard	1					42	0.70	0
36	Setting Meja		1				7	0.12	0
37	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
38	Buffing Sideboard	1					28	0.47	0
39	Setting Meja		1				8	0.13	0
40	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
41	Buffing Sideboard	1					44	0.73	0
42	Pemberian Wax	1					5	0.08	0
43	Buffing Sideboard	1					40	0.67	0
44	Setting Meja		1				8	0.10	0
45	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
46	Buffing Sideboard	1					42	0.70	0

Tabel 3 - 7 Flow Process Chart Arm Buff 1 Sideboard

Arm Buff 2									
No	Isi Pekerjaan	Simbol					Waktu		Langkah
		Kerja	Handling	Inspeksi	Diam	Simpan	Detik	Menit	
1	Memindahkan Kabinet ke Meja		2				11	0.18	4
2	Pemberian Wax	1					9	0.15	0
3	Setting Meja		1				15	0.25	0
4	Buffing Sideboard	1					41	0.68	0
5	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
6	Buffing Sideboard	1					45	0.75	0
7	Setting Meja		1				10	0.17	0
8	Pemberian Wax	1					5	0.08	0
9	Buffing Sideboard	1					55	0.92	0
10	Pemberian Wax	1					8	0.13	0
11	Buffing Sideboard	1					52	0.87	0
12	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
13	Buffing Sideboard	1					48	0.80	0
14	Setting Meja		1				9	0.15	0
15	Pemberian Wax	1					9	0.15	0
16	Buffing Sideboard	1					56	0.93	0
17	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
18	Buffing Sideboard	1					30	0.50	0
19	Setting Meja		1				11	0.18	0
20	Pemberian Wax	1					7	0.12	0
21	Buffing Sideboard	1					61	1.02	0
22	Pemberian Wax	1					5	0.08	0
23	Buffing Sideboard	1					57	0.95	0
24	Pemberian Wax	1					6	0.10	0
25	Buffing Sideboard	1					46	0.77	0
26	Setting Meja		1				9	0.15	0
27	Pemberian Wax	1					8	0.13	0
28	Buffing Sideboard	1					42	0.70	0
29	Pemberian Wax	1					7	0.12	0
30	Buffing Sideboard	1					43	0.72	0
31	Mengambil Polisher		1				4	0.07	4
32	Polishing	1					120	2.00	4
33	Meletakkan Polisher		1				3	0.05	2

Tabel 3 - 8 Flow Process Chart Arm Buff 2 Sideboard

Terdapat aktivitas *setting* meja yang dikategorikan sebagai *waste over processing*. *Setting* meja merupakan kegiatan memindahkan meja *sideboard* dengan cara mendorong atau menarik meja agar permukaan *sideboard* dapat diproses oleh *cartridge buffing*. Kegiatan *setting* meja menghabiskan waktu 143 detik per kabinet di kedua proses tersebut. Dengan target produksi 15 kabinet per hari maka kegiatan *tersebut* menyumbang 2145 detik atau 1,06%.

3.2.4.2 *Why's Analysis Waste Activity di Proses Arm Buff 1 dan Arm Buff 2*

Aktivitas *adding value* ditunda oleh *waste activity* yang memiliki kategori *overprocessing*. *Waste activity* yang terjadi yaitu operator harus mengatur posisi meja *sideboard* agar posisi permukaan *sideboard* dapat diproses oleh *cartridge buffing*. Untuk mengetahui sumber permasalahan *waste over processing* di proses *arm buff 1* dan *arm buff 2* menggunakan metode *why's analysis*. Berikut analisisnya:

Why 1	Operator harus meninggalkan pekerjaan <i>adding value</i> .
Why 2	Operator harus mendorong atau menarik meja <i>sideboard</i> di sumbu z menggunakan 2 tangan dan kaki.
Why 3	<i>Caster</i> yang digunakan dapat bergerak di sumbu x dan z.

Tabel 3 - 9 *Why's Analysis*

Operator harus mendorong atau menarik *sideboard* di sumbu z agar permukaan *sideboard* dapat mengenai lengan *buffing* untuk proses *adding value*. Akan tetapi, *caster* yang dapat bergerak di sumbu z dan x membuat *sideboard* bergerak di kedua sumbu tersebut di saat operator mesin melakukan kegiatan *setting* meja. Dengan demikian, operator harus mengeluarkan usaha lebih untuk menjaga *sideboard* agar hanya bergerak di sumbu z.



Gambar 3 - 7 Posisi Operator Mendorong dan Menarik Meja Sideboard

3.3 Perancangan *Kaizen*

Berdasarkan informasi yang sudah didapatkan, terdapat beberapa kriteria desain untuk menghilangkan kegiatan *setting* meja. Berikut kriteria desain meja *arm buff*.

1. Seluruh permukaan bagian samping *sideboard* dapat menyentuh *cartridge buffing*.
2. Kegiatan *adding value (buffing)* tidak ditunda oleh kegiatan *setting* meja.
3. Maksimal tekanan *pneumatic* yang disediakan oleh PT. Yamaha Indonesia sebesar 0.4 MPa.

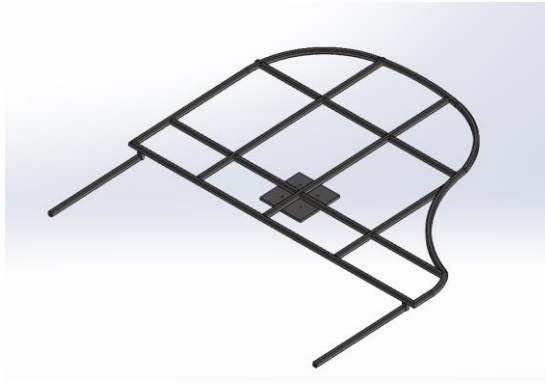
3.3.1 *Set Up Stress Analysis*

Terdapat 2 struktur yang perlu dianalisis yaitu *frame* meja atas *sideboard* dan *frame* bawah meja *sideboard*. Berikut langkah-langkah *set up* analisis di setiap struktur.

3.3.1.1 *Frame Atas Meja Sideboard*

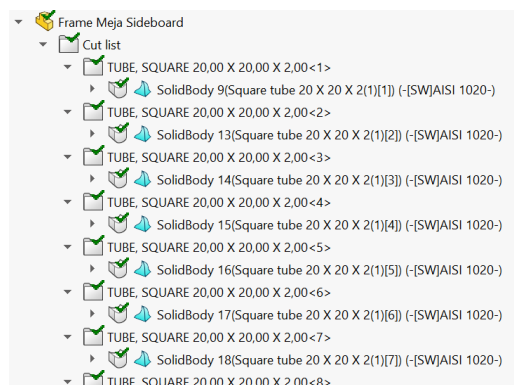
Berikut langkah-langkah *set up stress analysis* struktur *frame* atas meja *sideboard*:

1. Berikut desain 3D dari *frame* atas meja *sideboard* di proses *arm buff 1* dan *arm buff 2*. Struktur meja tersebut menggunakan material AISI 1020 *square tube* 20 mm x 20 mm x 2 mm.



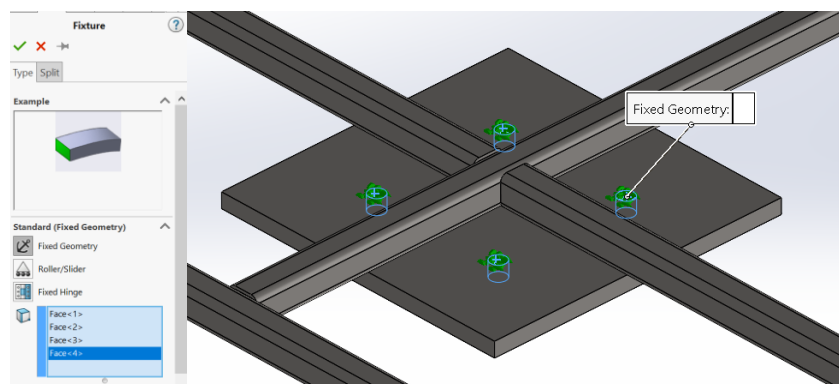
Gambar 3 - 8 3D Design Frame Atas Meja Sideboard

2. *Beams* didefinisikan sebagai *solid body* agar terdapat *bonded interaction* pada tiap *beam* dan *solid part*.



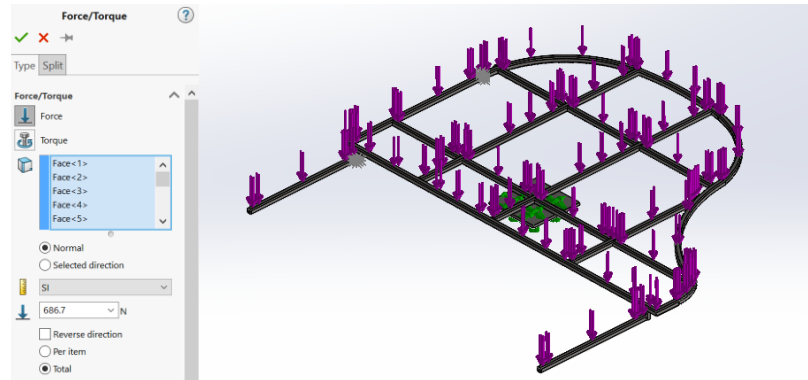
Gambar 3 - 9 Solid Body Frame Atas Meja Sideboard

3. Tumpuan ditempatkan di plat bagian bawah karena plat tersebut yang akan berinteraksi dengan komponen lainnya. Penggunaan *fixed geometry* dipilih karena struktur diasumsikan tidak bergerak di seluruh *degrees of freedom*.



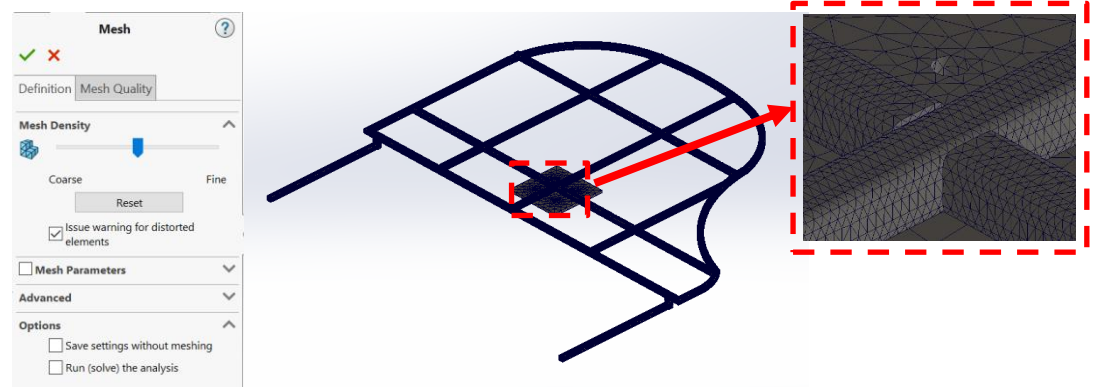
Gambar 3 - 10 Posisi Tumpuan Pada Frame Atas Meja Sideboard

4. Sideboard memiliki massa sebesar 70 Kg sehingga beban yang diterima oleh *frame meja sideboard* sebesar 686.7 N yang diasumsikan terdistribusi secara merata.



Gambar 3 - 11 Pemberian Gaya Pada *Frame* Atas Meja *Sideboard*

5. Proses *meshing* untuk kebutuhan proses komputasi. Semakin halus *mesh density* akan menghasilkan hasil komputasi yang lebih akurat.

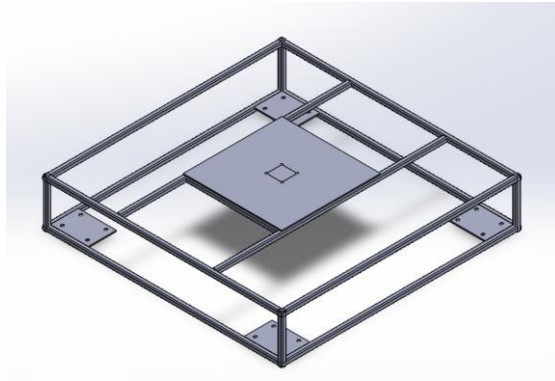


Gambar 3 - 12 *Meshing* Pada *Frame* Atas Meja *Sideboard*

3.3.1.2 *Frame* Bawah Meja *Sideboard*

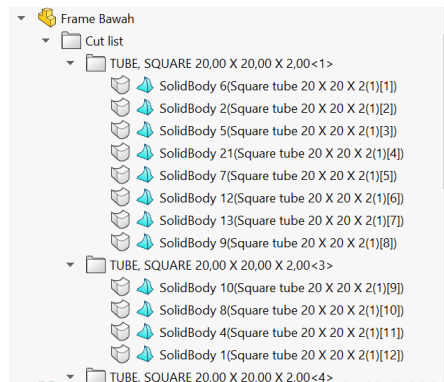
Berikut langkah-langkah *set up stress analysis* struktur *frame* bawah meja *sideboard*:

1. Berikut 3D *design frame* bawah meja *sideboard* di proses *arm buff* 1 dan *arm buff* 2. Struktur meja tersebut menggunakan material AISI 1020 *square tube* 20 mm x 20 mm x 2 mm.



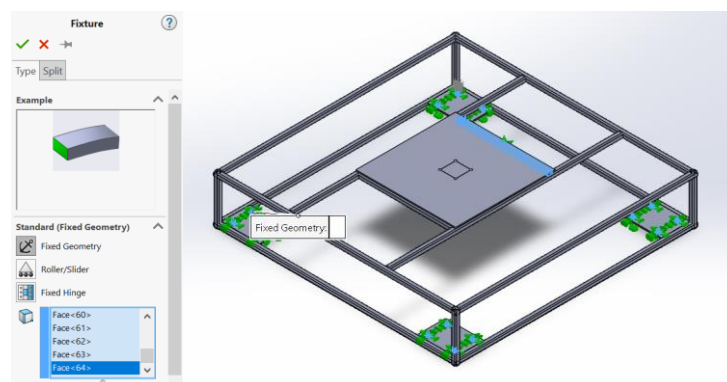
Gambar 3 - 13 3D Design Frame Bawah Meja Sideboard

2. *Beams* didefinisikan sebagai *solid body* agar terdapat *bonded interaction* pada tiap *beam* dan *solid part*.



Gambar 3 - 14 Solid Body Frame Bawah Meja Sideboard

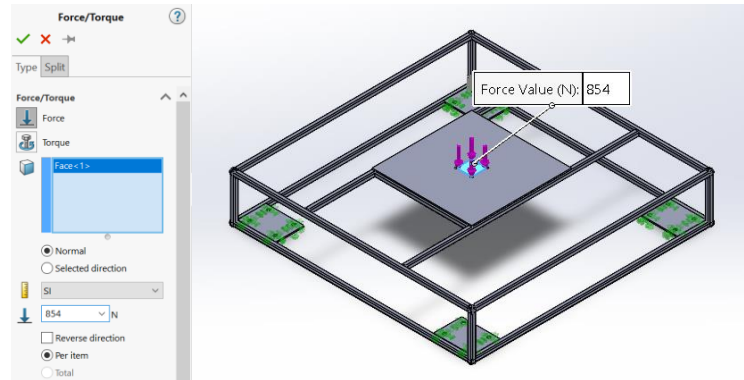
3. Tumpuan ditempatkan di plat bagian bawah karena sambungan *caster* akan ditempatkan di bagian tersebut. Penggunaan *fixed geometry* dipilih karena struktur diasumsikan tidak bergerak di seluruh *degrees of freedom*.



Gambar 3 - 15 Posisi Tumpuan Pada Frame Bawah Meja Sideboard

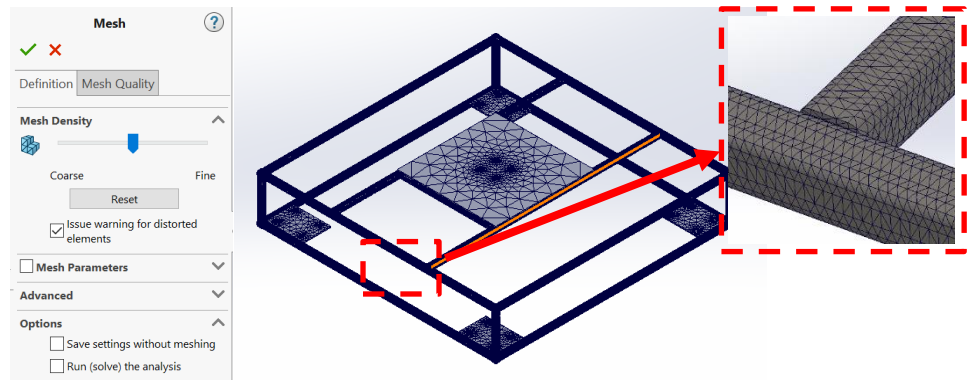
4. *Frame* bawah meja *sideboard* menerima beban dari komponen yang ada di atasnya. *Sideboard* memiliki massa 70 Kg, *frame* atas meja *sideboard* memiliki massa 13.37 Kg, dan *air cylinder* memiliki massa 3.7 Kg sehingga

secara keseluruhan sebesar 87.07 Kg. Dengan demikian, *frame* bawah meja *sideboard* menerima beban sebesar 854 N. Beban diaplikasikan di bagian tumpuan *air cylinder*.



Gambar 3 - 16 Pemberian Gaya Pada *Frame* Bawah Meja *Sideboard*

5. Proses *meshing* untuk kebutuhan proses komputasi. Semakin halus *mesh density* akan menghasilkan hasil komputasi yang lebih akurat.



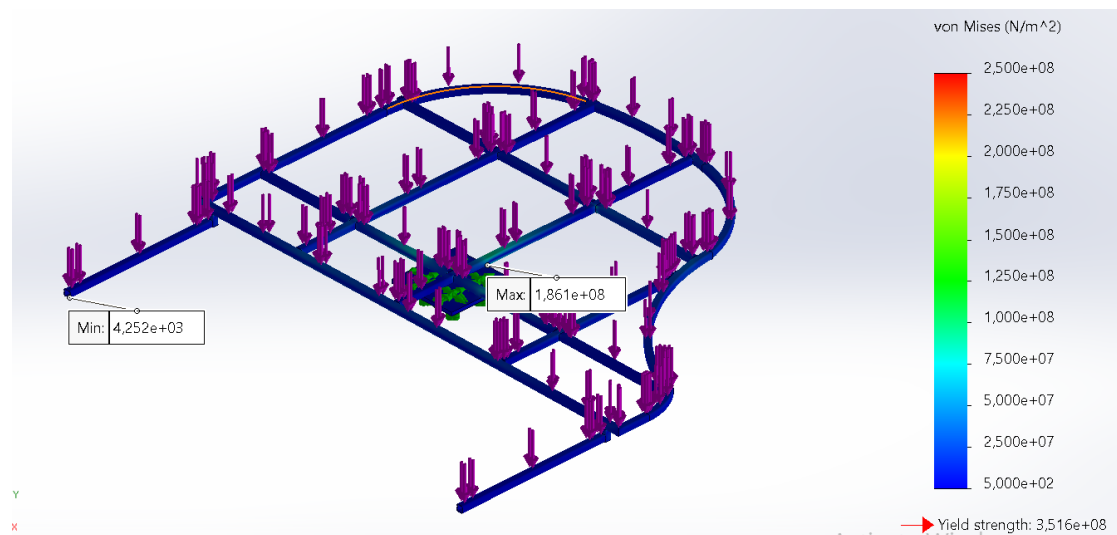
Gambar 3 - 17 *Meshing* *Frame* Bawah Meja *Sideboard*

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

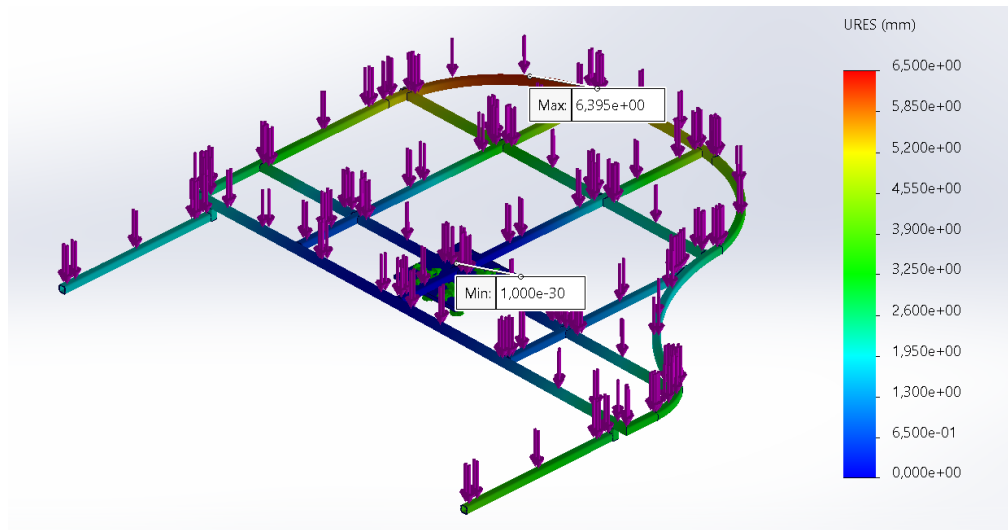
4.1 Hasil Analisis Struktur *Frame* Atas Meja *Sideboard*

Struktur *frame* atas meja *sideboard* menerima beban dari *sideboard* yang memiliki massa sebesar 70 Kg. Berikut hasil *stress analysis* struktur *frame* atas meja *sideboard*.



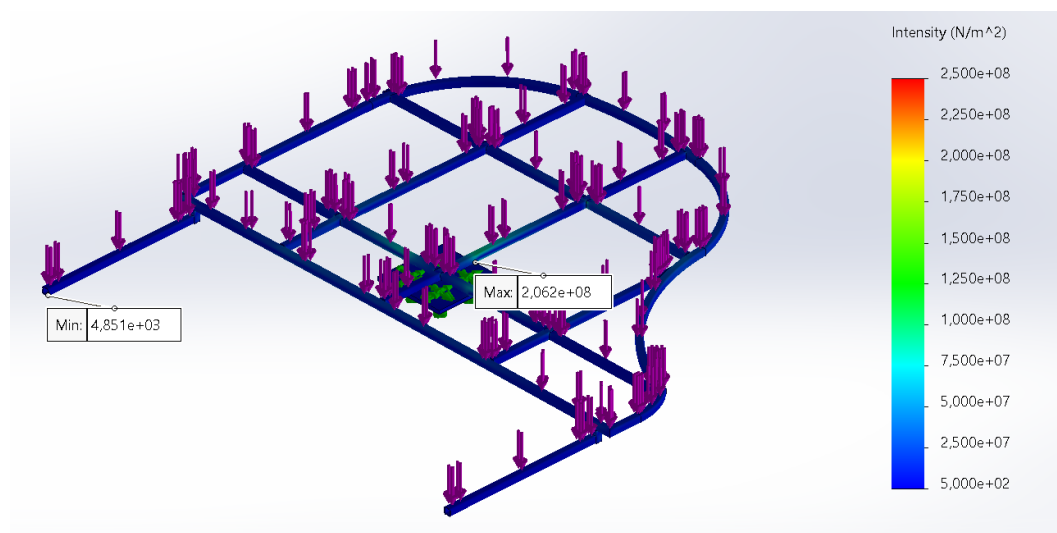
Gambar 4 - 1 Hasil *Stress Analysis* *Frame* Atas Meja *Sideboard*

Stress terbesar yang terjadi di struktur tersebut sebesar $1.861 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. Dengan yield strength material AISI 1020 sebesar $3.516 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, dapat dikatakan bahwa dengan beban yang diterima, struktur *frame* atas meja *sideboard* tidak mengalami deformasi plastis. Selain itu, dengan menggunakan *design* tersebut dan material AISI 1020 square tube 20 mm x 20 mm x 2mm menghasilkan massa sebesar 13.37 Kg.



Gambar 4 - 2 Hasil *Displacement Frame* Atas Meja *Sideboard*

Dengan beban yang diterima oleh *frame* atas meja *sideboard*, struktur tersebut mengalami *displacement*. Maksimal *displacement* yang terjadi pada struktur tersebut yaitu sebesar 6.395 mm.

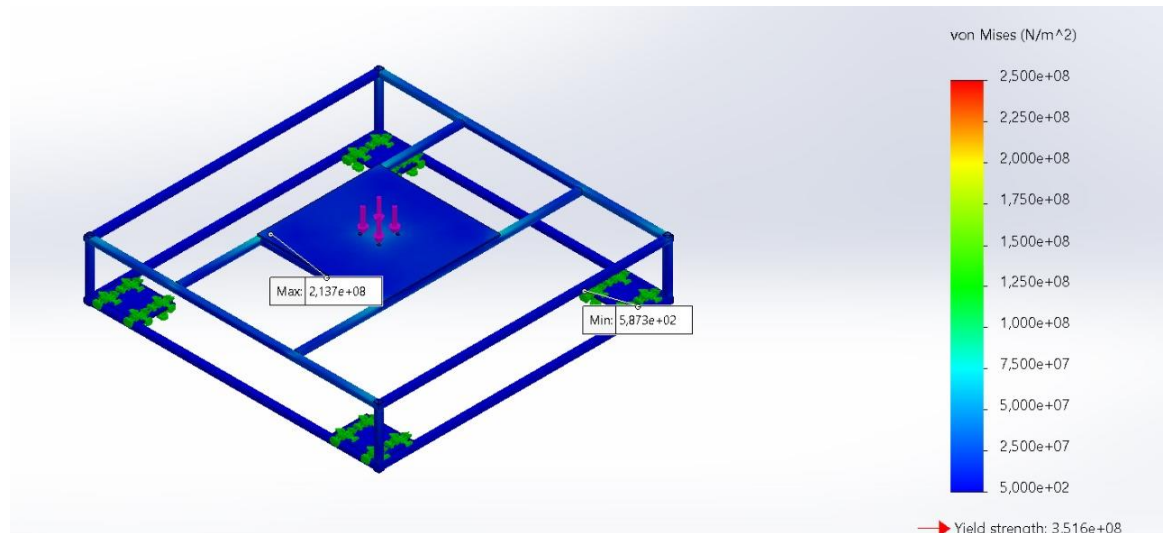


Gambar 4 - 3 Hasil *Stress Intensity Frame* Atas Meja *Sideboard*

Definisi dari *stress intensity* yaitu dua kali dari tegangan geser maksimal. *Tresca failure* menunjukkan bahwa jika maksimal *stress intensity* melebihi atau sama dengan *yield tensile strength* maka struktur tersebut sudah mengalami deformasi plastis. Berdasarkan hasil analisis *stress intensity*, nilai *stress intensity* pada struktur tersebut tidak melebihi *yield tensile strength*. Dengan demikian, struktur tidak mengalami deformasi plastis.

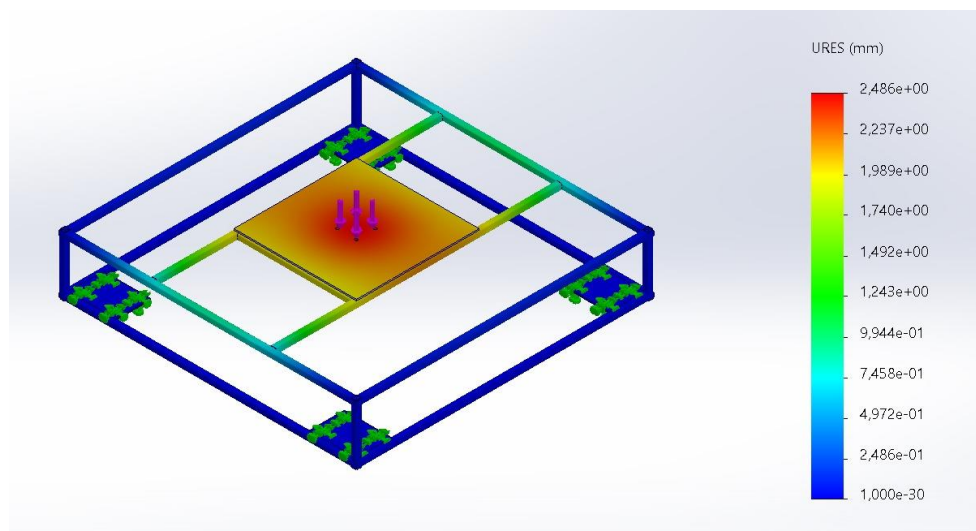
4.2 Hasil Analisis Struktur *Frame* Bawah Meja *Sideboard*

Struktur *frame* meja bawah *sideboard* menerima beban dari komponen yang di atasnya, seperti *sideboard*, *frame* atas meja *sideboard*, dan *air cylinder*. Total massa komponen tersebut yaitu sebesar 87.07 Kg.



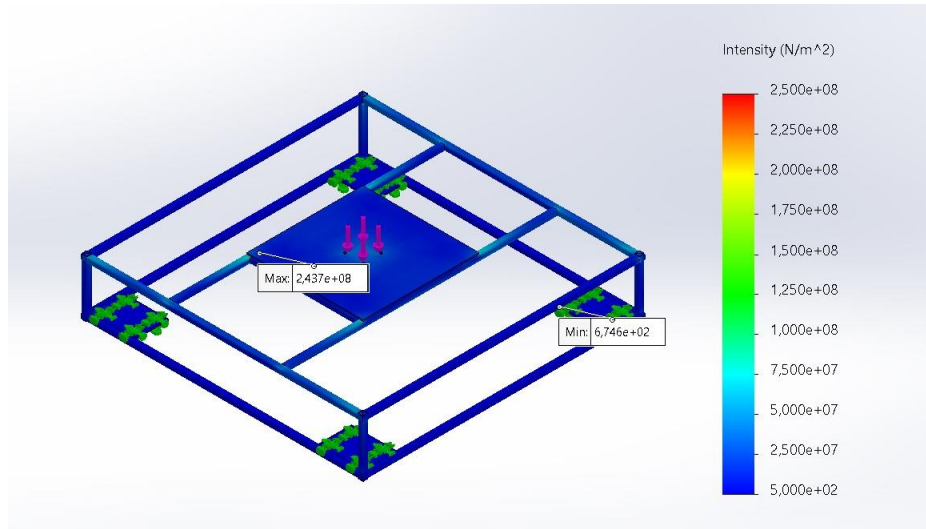
Gambar 4 - 4 Hasil *Stress Analysis* *Frame* Bawah Meja *Sideboard*

Dari hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa struktur *frame* bawah meja *sideboard* tidak mengalami deformasi plastis. Hal tersebut dikarenakan tegangan maksimal yang terjadi di struktur tersebut sebesar 2.058×10^8 N/m² dan *yield strength* material sebesar 3.516×10^8 N/m². Struktur tersebut menggunakan material AISI 1020 *square tube* 20 mm x 20 mm x 2 mm.



Gambar 4 - 5 Hasil *Displacement* *Frame* Bawah Meja *Sideboard*

Dengan beban yang diterima oleh *frame* bawah meja *sideboard*, struktur tersebut mengalami *displacement*. Maksimal *displacement* yang terjadi pada struktur tersebut yaitu sebesar 2.486 mm.



Gambar 4 - 6 Hasil *Stress Intensity* *Frame* Bawah Meja *Sideboard*

Definisi dari *stress intensity* yaitu dua kali dari tegangan geser maksimal. *Tresca failure* menunjukkan bahwa jika maksimal *stress intensity* melebihi atau sama dengan *yield tensile strength* maka struktur tersebut sudah mengalami deformasi plastis. Berdasarkan hasil analisis *stress intensity*, nilai *stress intensity* pada struktur tersebut tidak melebihi *yield tensile strength*. Dengan demikian, struktur tidak mengalami deformasi plastis.

4.3 Kebutuhan Diameter dan Panjang *Stroke Air Cylinder*

Berikut perhitungan kebutuhan diameter *air cylinder*.

1. Menghitung total gaya yang akan diterima oleh *air cylinder*.

Massa *sideboard* :70 Kg

Massa *frame* atas meja *sideboard* :13.37 Kg

$$F = (70Kg + 13.37Kg) \times 9.81 \, m/s^2$$

$$F = 817.86 \, N$$

2. Menghitung kebutuhan luas penampang *air cylinder*.

$$A = \frac{817.86 \, N}{0.4 \, N/mm^2}$$

$$A = 2044 \, mm^2$$

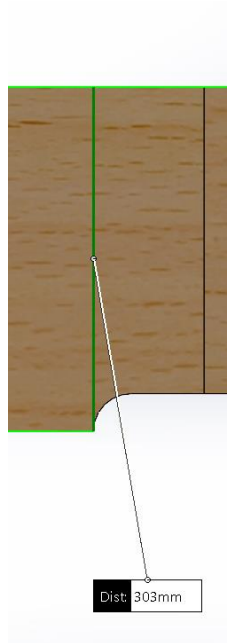
3. Menghitung kebutuhan diameter *air cylinder*.

$$D = \sqrt{\frac{2044\text{mm}^2}{\frac{1}{4} \times 3.14}}$$

$$D = \sqrt{2604.82\text{mm}^2}$$

$$D = 51.04\text{mm}$$

4. Kebutuhan panjang *stroke air cylinder*.

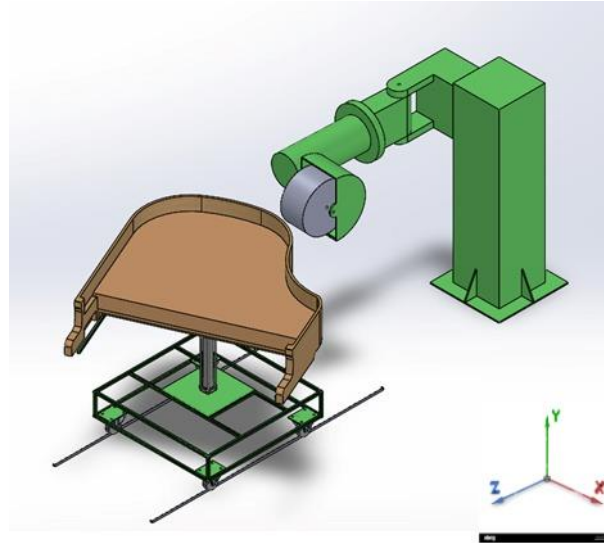


Gambar 4 - 7 Tinggi *Sideboard*

Dari perhitungan di atas, dibutuhkan diameter *air cylinder* lebih dari 51.04 mm agar dapat memenuhi kebutuhan proses. Selain itu, panjang minimal *stroke air cylinder* sebesar 303 mm agar *cartridge buffing* dapat menjangkau seluruh permukaan *sideboard*.

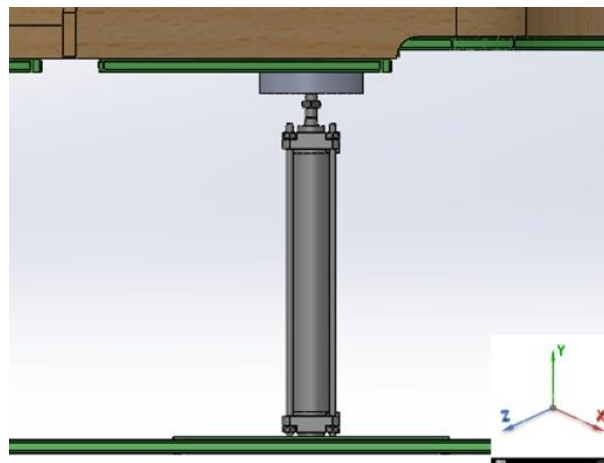
4.4 Design Meja Arm Buff

Berikut hasil akhir 3D *design* meja *arm buff* di proses *arm buff* 1 dan *arm buff* 2.



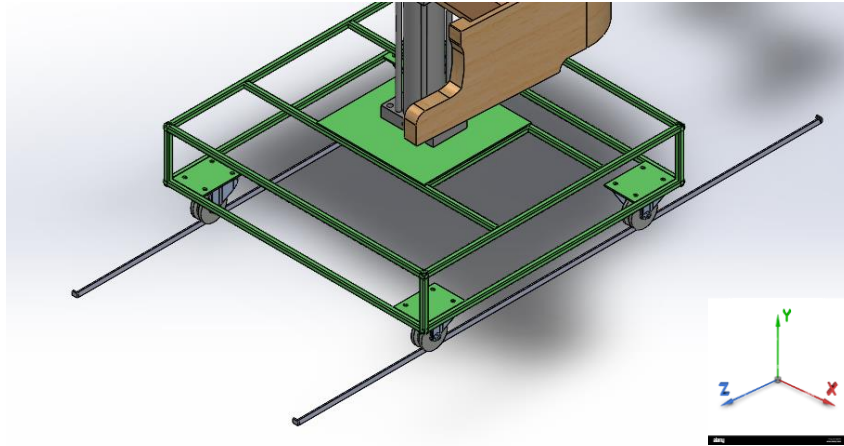
Gambar 4 - 8 3D Design Meja Arm Buff

Pergerakan di sumbu y menggunakan silinder *pneumatic*. Komponen mekanisme yang digunakan sama seperti sebelumnya karena penggunaan *actuator* tersebut masih relevan terhadap masalah.



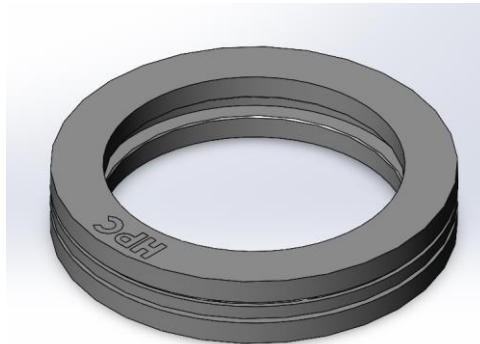
Gambar 4 - 9 Pneumatic Actuator

Pergerakan di sumbu z menggunakan *sliding mechanism*. Komponen yang digunakan yaitu *caster* dan *guide rail*. Dengan menggunakan mekanisme tersebut, pergerakan meja *arm buff* diarahkan untuk hanya dapat bergerak di sumbu z.



Gambar 4 - 10 Caster dan Guide Rail

Pergerakan di sumbu rotasi zx menggunakan komponen *thrust bearing*. *Bearing* biasanya digunakan pada benda yang berputar untuk meminimalisir friksi yang terjadi dan menahan beban *axial* dan *radial*. *Thrust bearing* merupakan *bearing* yang dirancang untuk menahan beban *axial*. *Bearing* ini akan menahan beban meja *sideboard* yang akan memberikan beban *axial* terhadap poros.



Gambar 4 - 11 Thrust Bearing

4.5 Hasil Saving Time

Berdasarkan data identifikasi *waste* di kelompok kerja *Sanding Buffing Side*, kelompok kerja ini memiliki persentase *non-adding value activity* (*waste*) yang dilakukan oleh operator sebesar 36,53%. Aktivitas *setting meja* yang dilakukan oleh operator di proses *arm buff 1* dan *arm buff 2* memiliki kontribusi *waste* sebesar 1,06% terhadap kegiatan operator.

Dengan adanya konsep meja *sideboard* yang sudah dirancang di atas. Kegiatan *setting meja* dapat dilakukan secara bersamaan dengan kegiatan *adding*

value. Dengan adanya konsep meja *sideboard* yang sudah dirancang, dapat menghilangkan 2145 detik waktu durasi proses secara keseluruhan. *Kaizen* tersebut menurunkan persentase *waste activity* sebesar 1,06% maka persentase *non-adding value activity (waste)* secara keseluruhan di kelompok kerja *Sanding Buffing Side* turun dari 36,53% menjadi 35,47%.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis identifikasi *waste activity* dan perancangan konsep *kaizen* di kelompok kerja *Sanding Buffing Side*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Persentase *adding value activity* dan *non-adding value activity (waste)* yang dilakukan oleh operator-operator di kelompok kerja *Sanding Buffing Side* sebesar 63,47% *adding value activity* dan 36,53% *non-adding value activity (waste)*.
2. Perancangan meja *sideboard* di proses *arm buff 1* dan *arm buff 2* dapat mengurangi persentase *non-adding value activity*. Konsep tersebut menghilangkan kegiatan *setting* meja yang menjadi *waste activity* di kelompok kerja tersebut. Dengan menghilangnya kegiatan tersebut, proses *arm buff 1* dan *arm buff 2* secara keseluruhan menjadi lebih cepat 2145 detik dalam satu hari kerja sehingga membuat kelompok kerja tersebut lebih produktif.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

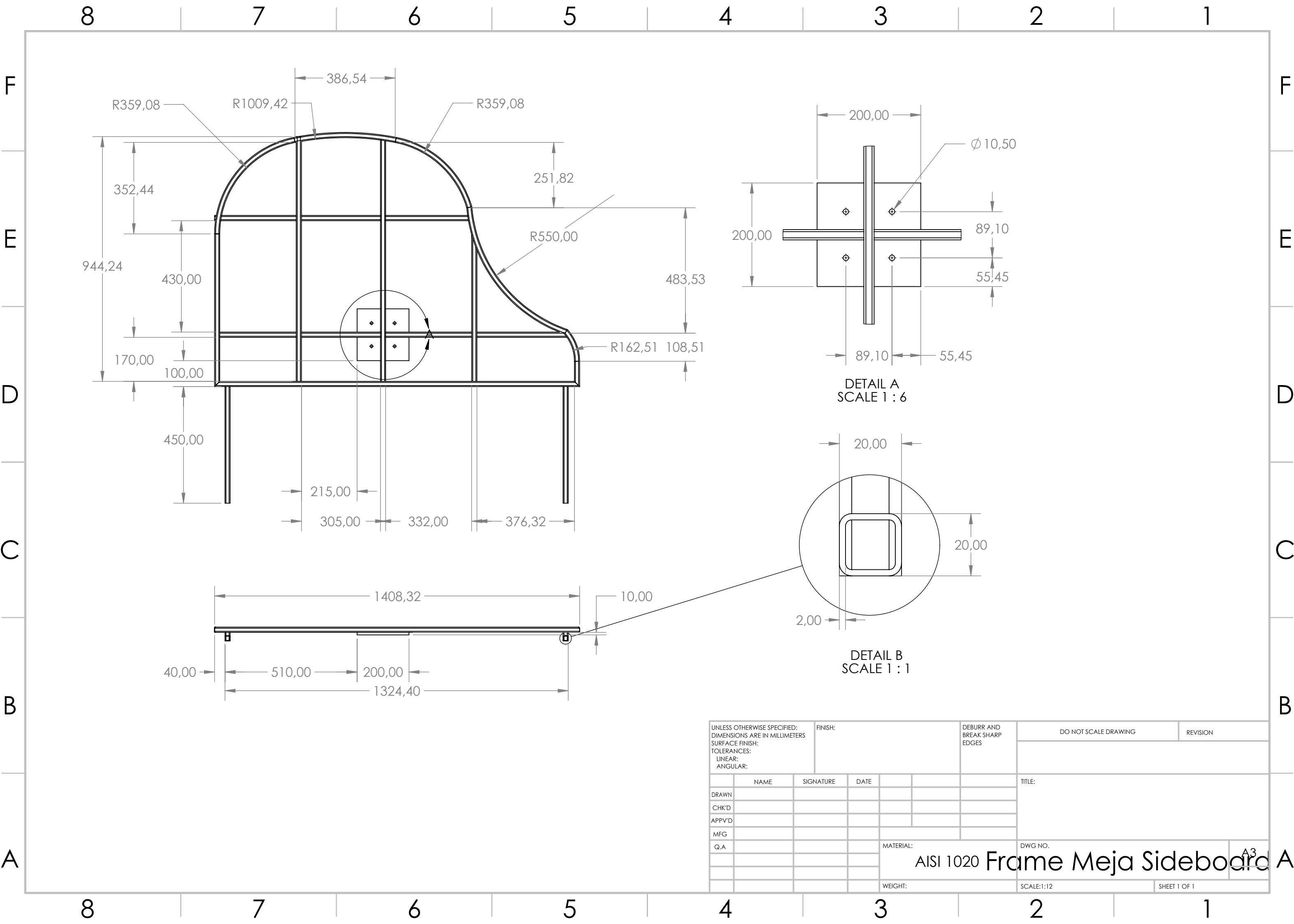
Dari penelitian yang sudah dilaksanakan, masih terdapat kekurangan pada pertimbangan *cost* dari mesin yang dirancang. Diharapkan pada penelitian selanjutnya mempertimbangkan *cost* dari mesin yang dirancang agar dapat diketahui seberapa menguntungkan bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arizona, A. Z. (2024). Penerapan Konsep Lean Manufacturing Dengan Metode TRIZ Dalam Meminimasi Waste pada Proses Produksi Guna Meningkatkan Produktivitas.
- Atkinson, R. D. (2013). Competitiveness, Information and Productivity: Clearing Up The Confusion. *The Information Technology and Innovation Foundation*.
- Dunn, A. (2004). Getting Root Cause Analysis to Work for You.
- Fadhillah, D. I. (2018). Perancangan Mesin Auto Gluing Conveyor Composer pada Kelompok Kerja Mesin Leg Studi Kasus di PT. Yamaha Indonesia.
- Gangidi, P. (2018). A systematic approach to root cause analysis using 3 x 5 why's technique.
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*.
- Hapsari, L. W. (2018). Usulan Perbaikan Rekayasa Proses Bisnis Nira Kental Dengan Pendekatan Lean Manufacturing pada Industri Gula (Studi Kasus: P.G Madukismo).
- Imai, M. (1986). Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success.
- Kaveh, A. (2014). *Computational Structural Analysis and Finite Element Methods*. Tehran: Springer.
- Krenk, S., & Hogsberg, J. (2013). *Statics and Mechanics of Structures*. Springer.
- Kustikova, Y. O., & Pankova, E. V. (2023). The effectiveness of flow charts in improving the quality control of repair and construction work.
- Lahindra, M. A. (2024). Pengurangan Margin Pengiriman dan Pengambilan Barang pada Section Sanding Dasar Menggunakan Metode Design Thinking pada PT. Yamaha Indonesia.
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2015). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises.

- Misterek, S., Dooley, K., & Anderson, J. (1992). Productivity as an performance measure. *International Journal of Operations and Production Management*.
- Mostafa, S., & Dumrak, J. (2015). Waste elimination for manufacturing sustainability.
- Palmer, V. S. (2001). Inventory Management Kaizen. *Proceedings of 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology*.
- Pangestika, F. F. (2024). Analisis Produktivitas pada Kelompok Kerja Hot Press Panel PT. Yamaha Indonesia.
- Serrat, O. D. (2009). Five whys technique.
- Shakil, M., Ullah, M. R., & Lutfi, M. (2013). Process Flow Chart and Factor Analysis in Production of a Jute Mills. *Journal of Industrial and Intelligent Information Vol. 1, No. 4*.
- Suarez-Barraza, M. F., Ramis-Pujol, J., & Kerbache, L. (2011). Thoughts on kaizen and its evolution: Three different perspectives and guiding principles. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- Sumbodo, W., Setiadi, R., & Poedjiono, S. (2017). *Pneumatik dan Hidrolik*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satesesh Kumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques.
- Tangen, S. (2002). Understanding the concept of productivity.
- Tangen, S. (2005). Demystifying productivity and performance.
- Wahidansyah, R. S. (2022). Penambahan Auto Return pada Mesin Bench Saw untuk Mengurangi Waktu Idle Mesin di PT. Yamaha Indonesia.

LAMPIRAN



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING		REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE:		
DRAWN									
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A							DWG NO.		
							AISI 1020		
							WEIGHT:		
							SCALE:1:12		
							SHEET 1 OF 1		

Frame Meja Sideboard A3

