

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi Kapal Yang Dibangun

Dalam menganalisis efektivitas menggunakan metode *Manufacturing Cycle Effectiveness* (MCE), pembangunan *tugboat* merupakan objek yang dianalisis, *Tugboat* tersebut memiliki ukuran utama, seperti yang terdapat pada tabel 4.1. Spesifikasi pengerjaan yang dianalisis difokuskan pada tahapan utama produksi kapal, yaitu fabrikasi hull, outfitting, serta blasting dan painting. Ketiga tahapan tersebut dipilih karena merupakan proses inti dalam pembangunan kapal yang memiliki kontribusi signifikan terhadap total cycle time serta tingkat efisiensi produksi.

Tabel 4.1 Ukuran Utama *Tugboat* (Sumber : Penulis, 2026)

PRINCIPAL DIMENSION	
LENGTH O.A	27.50 M
LENGTH B.P	25.488 M
BEAM MLD.	8.50 M
DEPTH MLD.	4.18 M
CREW	10 MEN
SPEED	10 KNOTS (FREE RUN)

Pada tahap fabrikasi hull, pekerjaan meliputi proses marking, cutting and bending, sub assembly, assembly, hingga erection. Tahapan ini merupakan proses awal pembentukan struktur kapal yang didominasi oleh aktivitas bernilai tambah (processing time), namun tetap memiliki potensi pemborosan waktu pada aktivitas menunggu dan inspeksi. Selanjutnya, pada tahap outfitting, pekerjaan mencakup pemasangan sistem perpipaan, sistem kelistrikan, peralatan dek, akomodasi, serta instalasi machinery dan equipment. Tahapan ini memiliki kompleksitas tinggi karena melibatkan banyak sistem yang saling terintegrasi dan berpotensi menimbulkan ketidakefisienan akibat koordinasi antar pekerjaan. Sementara itu, tahap blasting dan painting merupakan proses finishing yang bertujuan untuk melindungi struktur kapal serta meningkatkan kualitas permukaan, dengan karakteristik pekerjaan yang relatif terpisah berdasarkan zona area kapal.

Seluruh proses pekerjaan dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan jam kerja yang berlaku di galangan, yaitu hari Senin hingga Jumat pukul 08.00–12.00 dan 13.00–16.00, serta hari Sabtu pukul 08.00–13.00. Pengaturan jam kerja ini menjadi dasar dalam perhitungan waktu produksi dan konversi durasi pekerjaan ke dalam satuan jam kerja aktual, sehingga analisis efektivitas yang dilakukan dapat mencerminkan kondisi riil di lapangan.

Dalam penelitian ini, setiap tahapan pekerjaan dianalisis berdasarkan komponen waktu penyusun MCE, yaitu processing time, inspection time, moving time, dan waiting time. Data waktu tersebut diperoleh dari kondisi aktual di lapangan sehingga dapat menggambarkan performa produksi secara riil. Dengan mengidentifikasi proporsi aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah pada setiap tahapan, penelitian ini dapat mengevaluasi tingkat efektivitas pembangunan *tugboat* secara menyeluruh serta mengidentifikasi potensi perbaikan dalam proses produksi.

4.2 Komponen Penyusun MCE

Komponen Penyusun MCE ini membahas berbagai elemen utama yang membentuk

Manufacturing Cycle Efficiency (MCE) dalam proses pembangunan kapal. MCE merupakan indikator penting untuk mengukur seberapa efisien suatu proses produksi dengan membandingkan waktu yang bernilai tambah (*value added*) terhadap total waktu yang digunakan.

Dalam konteks penelitian ini, komponen penyusun MCE terdiri dari beberapa jenis waktu, yaitu *processing time*, *inspection time*, *moving time*, dan *waiting time*. Masing-masing komponen tersebut memiliki peran yang berbeda dalam mempengaruhi tingkat efisiensi proses produksi. *Processing time* merepresentasikan waktu pengerjaan utama yang memberikan nilai tambah, sedangkan *inspection time* berkaitan dengan aktivitas pengendalian kualitas sekaligus aktivitas *non-value added*. Sementara itu, *moving time* dan *waiting time* termasuk dalam aktivitas *non-value added* yang berpotensi menurunkan efisiensi apabila tidak dikelola dengan baik.

Maka dari itu, pada pembahasan selanjutnya akan diuraikan setiap tahapan yang menjadi komponen penyusun MCE, mulai dari identifikasi *processing time*, *inspection time*, *moving time*, hingga *waiting time*, memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kontribusi masing-masing komponen terhadap efisiensi proses produksi secara keseluruhan.

4.2.1 Tahapan Fabrikasi *Hull*

1. *Processing Time*

Tabel 4.2 *Processing Time* Fabrikasi *Hull* (Sumber : Penulis, 2026)

Processing Time						
Number	Marking (Hours)	Cutting & Bending (Hours)	Sub Assembly (Hours)	Assembly (Hours)	Erection (Hours)	Total Keseluruhan
Block 1	7	14	47	28	94	
Block 2	7	14	80	54		
Block 3	14	40	101	68		
Block 4	7	35	87	47		
Block 5	7	28	47	28		
Block 6	14	40	14	80		
Block 7	14	21	94	54		
Total	70	192	470	359	94	

Berdasarkan tabel 4.2 tahapan fabrikasi *hull* dari *block 1* – *block 7*, dapat dijelaskan pada pekerjaan *marking* membutuhkan waktu 70 jam, *cutting* dan *bending* membutuhkan waktu 192 jam, *sub assembly* membutuhkan waktu 470 jam, *assembly* membutuhkan 359 jam, dan pada tahapan *erection* membutuhkan total waktu 94 jam. Secara keseluruhan, total waktu proses (*total keseluruhan*) adalah 1185 jam. Dari total tersebut, dapat dilihat bahwa tahapan *sub assembly* dan *assembly* menjadi penyumbang waktu terbesar dalam keseluruhan proses

fabrikasi.

2. *Inspection Time, Moving Time, dan Waiting Time*

Tabel 4.3 *Inspection Time* Fabrikasi *Hull* (Sumber : Penulis, 2026)

Inspection Time								
Description	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5	Block 6	Block 7	Total
Marking (Hours)	0	0	0	0	0	0	0	0
Cutting & Bending (Hours)	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub Assembly (Hours)	4	4	4	4	4	4	4	28
Assembly (Hours)	4	4	4	4	4	4	4	28
Erection (Hours)	5							5
Total Keseluruhan								61

Pada tabel 4.3 proses *inspection* tidak merata dilakukan pada seluruh tahapan proses, melainkan hanya difokuskan pada tahapan yang membutuhkan proses penyambungan/pengelasan. Seperti pada tahapan *marking*, *cutting*, dan *bending* tidak terdapat waktu inspeksi. Namun pada tahapan sub assembly, setiap block memiliki waktu inspeksi yang sama yaitu 4 jam, dengan total waktu inspeksi pada tahapan ini mencapai 28 jam. Hal yang sama juga terdapat pada tahapan assembly yang setiap block juga memiliki waktu inspeksi sebanyak 4 jam, dengan total juga mencapai 28 jam. Pada tahapan erection, inspeksi dilakukan secara keseluruhan sekaligus dengan waktu 5 jam, dikarenakan tahapan ini merupakan proses disatukannya seluruh block sehingga pemeriksaannya dilakukan secara menyeluruh. Dapat dilihat jumlah total waktu yang dibutuhkan untuk tahap ini adalah 61 jam.

Tabel 4.4 *Moving Time & Waiting Time* Fabrikasi *Hull* (Sumber : Penulis, 2026)

Description	Marking	Cutting & Bending	Sub Assembly	Assembly	Erection
Moving Time (Hours)	0				
Waiting Time (Hours)	174				

Selain *inspection time*, dalam kategori *non value added time* terdapat *moving time* dan *waiting time*. Pada tabel diatas, dapat dilihat pada tabel 4.4 bahwa tidak terdapat *moving time* (perpindahan material atau komponen antar proses yang

membuang waktu). Hal ini menunjukkan bahwa alur produksi kemungkinan sudah dirancang secara efisien, dengan tata letak area kerja yang berdekatan atau menggunakan sistem aliran kerja yang minim perpindahan, sehingga tidak menimbulkan waktu tambahan untuk transportasi material.

Sebaliknya, pada bagian *waiting time*, tercatat waktu sebesar 174 jam, yang merupakan nilai cukup besar dibandingkan komponen waktu lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat jeda atau waktu tunggu yang signifikan selama proses fabrikasi berlangsung. Waktu tunggu ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti antrian pekerjaan, keterbatasan tenaga kerja, keterlambatan material, atau menunggu proses sebelumnya selesai.

4.2.2 Tahapan *Outfitting*

1. *Processing Time*
 - *Piping System*

Tabel 4.5 *Processing Time Outfitting Piping System*
(Sumber : Penulis 2026)

Piping System	
Description	Outfitting (Hours)
Lubricating Oil System	235
Fuel Oil System	134
Exhaust Gas Pipe	101
Engine Cooling System	68
Domestic FW&SW Supply System	101
Bilge & Fire System	134
Sanitary System	101
Air Sounding, Venting, & Filling Pipe	134
Seachest Pipe Detail	205
Oil Water Separator System	68
Steering Gear Hydraulic System	101
Total	1382

Berdasarkan tabel 4.5 *processing time* pada pekerjaan *outfitting piping system*, dimulai dari *lubricating oil system*, pekerjaan ini membutuhkan waktu paling besar yaitu 235 jam. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pelumasan merupakan salah satu pekerjaan yang paling kompleks, selanjutnya pada *Fuel Oil System* dengan durasi 134 jam, kemudian *Exhaust Gas Pipe* memerlukan waktu 101 jam, *Engine Cooling System* memiliki durasi paling kecil di kelompok awal yaitu 68 jam, *Domestic FW & SW Supply System* membutuhkan waktu 101 jam, *Bilge & Fire System* memerlukan waktu 134 jam, *Sanitary System* membutuhkan waktu 101 jam, *Air Sounding, Venting, & Filling Pipe* memerlukan waktu 134 jam, selanjutnya pekerjaan dengan

durasi cukup besar berikutnya adalah *Seachest Pipe Detail*, yaitu 205 jam, *Oil Water Separator System* memiliki durasi 68 jam, dan terakhir. Secara keseluruhan, total waktu pekerjaan *outfitting piping system* adalah 1382 jam. Jika dilihat secara urut, pekerjaan dengan durasi terbesar berada pada *Lubricating Oil System* dan *Seachest Pipe Detail*.

- *Electrical System*

Tabel 4.6 *Processing Time Outfitting Electrical System*
(Sumber : Penulis 2026)

Electrical System	
Description	Outfitting (Hours)
Pemasangan Cable Tray / Conduit	47
Penarikan Kabel (Cable Pulling)	68
Pemasangan Panel &MSB	35
Instalasi Equipment Electrical	47
Connection & Termination Kabel	54
Navcom	28
Total	279

Berdasarkan tabel 4.6 *processing time* pada pekerjaan *outfitting electrical system*, dimulai dari pemasangan cable tray / conduit, pekerjaan ini membutuhkan waktu sebesar 47 jam, penarikan kabel (*cable pulling*) membutuhkan waktu lebih lama, yaitu 68 jam, pemasangan panel & MSB (*Main Switch Board*) memerlukan waktu 35 jam, instalasi *equipment electrical* dengan durasi 47 jam, setelah itu, *connection & termination* kabel membutuhkan waktu 54 jam, terakhir *navcom (navigation & communication system)* memiliki durasi paling kecil yaitu 28 jam. Secara keseluruhan, total waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan *outfitting electrical system* adalah 279 jam. Dari urutan tersebut dapat disimpulkan bahwa pekerjaan yang paling memakan waktu adalah penarikan kabel (*cable pulling*), sehingga berpotensi menjadi pekerjaan kritis yang perlu mendapat perhatian lebih dalam pelaksanaan proyek.

- *Deck equipment, Interior, Akomodasi*

Tabel 4.7 *Processing Time Deck Equipment, Interior, Akomodasi*
(Sumber : Penulis, 2026)

Deck Equipment, Interior, Akomodasi	
Description	Outfitting (Hours)
Bulwark	54

Deck Equipment, Interior, Akomodasi	
Description	Outfitting (Hours)
Railing	68
Bollard	35
Main Mast	28
Tangga	40
Pintu	14
Kaca	47
Ventilasi	47
Towing Hook	21
Blower	14
Lifecraft	7
Total	375

Berdasarkan tabel 4.8 *processing time* pada pekerjaan *deck equipment*, interior, dan akomodasi, pekerjaan di *bulwark* membutuhkan waktu sebesar 54 jam, *railing* memiliki durasi paling besar yaitu 68 jam, *bollard* membutuhkan waktu 35 jam, *main mast* memiliki durasi 28 jam, pada bagian akses dan struktur tambahan, tangga memerlukan waktu 40 jam, sedangkan pintu hanya membutuhkan 14 jam, kaca membutuhkan waktu 47 jam, ventilasi juga memerlukan waktu 47 jam, kemudian *towing hook* membutuhkan waktu 21 jam, *blower* membutuhkan waktu 14 jam, dan *lifecraft* memiliki durasi paling kecil yaitu 7 jam, yang menunjukkan bahwa pemasangannya relatif cepat dibandingkan pekerjaan lainnya. Secara keseluruhan, total waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan *deck equipment*, interior, dan akomodasi adalah 375 jam. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pekerjaan dengan durasi terbesar adalah pemasangan *railing*.

- *Machinery & Equipment Installation*

Tabel 4.9 *Processing Time Machinery & Equipment Installation*
(Sumber : Penulis, 2026)

Machinery & Equipment Installation	
Description	Outfitting (Hours)
Generator	14
Engine (m&au)	94

Machinery & Equipment Installation	
Description	Outfitting (Hours)
Pump	14
Windlass	14
Rudder Stock	94
Rudder	14
As Propeller	7
Baling-baling	14
Rantai Jangkar	7
Jangkar	7
Total	279

Berdasarkan tabel 4.8 *processing time* pada pekerjaan *machinery & equipment installation*, dimulai dari instalasi generator, pekerjaan ini membutuhkan waktu sebesar 14 jam, *engine (main & auxiliary)* membutuhkan waktu cukup besar yaitu 94 jam, *pump* memerlukan waktu 14 jam, diikuti dengan *windlass* yang juga membutuhkan waktu 14 jam, *rudder stock* membutuhkan waktu cukup besar yaitu 94 jam sama seperti pemasangan *engine*. Setelah itu, *rudder* sendiri membutuhkan waktu 14 jam, *as propeller (propeller shaft)* memiliki durasi paling kecil yaitu 7 jam, diikuti oleh *baling-baling (propeller)* sebesar 14 jam, rantai jangkar membutuhkan waktu 7 jam, dan jangkar juga memerlukan waktu 7 jam. Kedua pekerjaan ini tergolong sederhana dengan durasi yang relatif singkat. Secara keseluruhan, total waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan *machinery & equipment installation* adalah 279 jam. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pekerjaan yang paling memakan waktu adalah *engine (main & auxiliary)* dan *rudder stock*.

2. *Inspection Time, Moving Time, dan Waiting Time*
 - *Inspection Piping System*

Tabel 4.10 *Inspection Time Piping System*
(Sumber : Penulis, 2026)

Piping System	
Description	Inspection (Hours)
Lubricating Oil System	2
Fuel Oil System	2
Exhaust Gas Pipe	2
Engine Cooling System	2

Piping System	
Description	Inspection (Hours)
Domestic FW&SW Supply System	3
Bilge & Fire System	3
Sanitary System	3
Air Sounding, Venting, & Filling Pipe	2
Seachest Pipe Detail	2
Oil Water Separator System	1
Steering Gear Hydraulic System	2
Total	24

Berdasarkan tabel 4.9 tersebut, beberapa sistem memiliki waktu inspeksi yang sama, yaitu 2 hari, di antaranya adalah *Lubricating Oil System, Fuel Oil System, Exhaust Gas Pipe, Engine Cooling System, Air Sounding, Venting, & Filling Pipe, Seachest Pipe Detail*, serta *Steering Gear Hydraulic System*. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kompleksitas dan kebutuhan pengecekan pada sistem-sistem tersebut relatif seragam. Selanjutnya, terdapat beberapa sistem yang membutuhkan waktu inspeksi lebih lama, yaitu 3 hari, seperti *Domestic FW & SW Supply System, Bilge & Fire System*, dan *Sanitary System*. Sementara itu, *Oil Water Separator System* memiliki waktu inspeksi paling singkat, yaitu 1 hari.

Secara keseluruhan, total waktu inspeksi pada pekerjaan *pipng system* adalah 24 hari. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pekerjaan dengan waktu inspeksi paling lama terdapat pada *Domestic FW & SW Supply System, Bilge & Fire System*, serta *Sanitary System*.

- *Inspection Electrical System*

Tabel 4.11 *Inspection Time Electrical System* (Sumber : Penulis, 2026)

Electrical System	
Description	Inspection (Hours)
Pemasangan Cable Tray / Conduit	3
Penarikan Kabel (Cable Pulling)	4
Pemasangan Panel &MSB	4
Instalasi Equipment Electrical	4

Electrical System	
Description	Inspection (Hours)
Connection & Termination Kabel	5
Navcom	3
Total	23

Pada tabel 4.10 tahap *pemasangan cable tray / conduit*, waktu inspeksi yang dibutuhkan adalah 3 jam. Hal ini menunjukkan bahwa proses ini relatif lebih sederhana dibandingkan tahapan lainnya, karena hanya berfokus pada jalur penempatan kabel. Tahap *pemasangan panel & MSB* juga memerlukan waktu inspeksi sebesar 4 jam, kemudian. Selanjutnya, pada proses *penarikan kabel (cable pulling)*, waktu inspeksi meningkat menjadi 4 jam. pada tahap *instalasi equipment electrical*, waktu inspeksi juga sebesar 4 jam. Tahap yang membutuhkan waktu inspeksi paling lama adalah *connection & termination kabel*, yaitu 5 jam, sementara itu ada sistem *navcom*, waktu inspeksi yang dibutuhkan adalah 3 jam, yang menunjukkan bahwa proses pengecekannya relatif lebih singkat dibandingkan tahapan lainnya.

Berdasarkan *tabel inspection time* pada *electrical system*, secara keseluruhan, total waktu inspeksi pada pekerjaan *electrical system* adalah 23 jam. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa tahap yang paling membutuhkan perhatian adalah *connection & termination* kabel

- *Inspection Deck equipment, Interior, Akomodasi*

Tabel 4.12 *Inspection Time Deck equipment, Interior, Akomodasi*
(Sumber : Penulis, 2026)

Deck equipment, interior, akomodasi	
Description	Inspection (Hours)
Pemasangan Bulwark	3
Pemasangan Railing	3
Pemasangan Bollard	2
Pemasangan Main Mast	2
Pemasangan Tangga	2
Pemasangan Pintu	4
Pemasangan	2
Pemasangan Ventilasi	2

Deck equipment, interior, akomodasi	
Description	Inspection (Hours)
Pemasangan Towing Hook	2
Pemasangan Blower	3
Pemasangan Lifecraft	2
Total	27

Tabel 4.11 *Deck Equipment, Interior, dan Akomodasi* menunjukkan waktu inspeksi yang dibutuhkan pada berbagai komponen yang berada di area *deck* serta bagian interior kapal. Pada bagian *deck equipment*, beberapa komponen seperti *bulwark* dan *railing* masing-masing membutuhkan waktu inspeksi sebesar 3 jam, se 11 mentara itu komponen seperti *bollard*, *main mast*, dan *tangga* masing-masing membutuhkan waktu inspeksi sebesar 2 jam, pada bagian interior dan akomodasi, komponen *pintu* membutuhkan waktu inspeksi paling lama yaitu 4 jam. Sedangkan kaca membutuhkan waktu inspeksi sebesar 2 jam, yang relatif lebih singkat karena proses pengecekannya lebih sederhana. Selain itu, terdapat komponen tambahan seperti *ventilasi* dan *towing hook* yang masing-masing membutuhkan waktu inspeksi sebesar 2 jam, serta *blower* yang membutuhkan 3 jam. Untuk *lifecraft*, waktu inspeksi yang dibutuhkan adalah 2 jam.

Secara keseluruhan, total waktu inspeksi pada pekerjaan *deck equipment*, interior, dan akomodasi adalah 27 jam. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pekerjaan dengan waktu inspeksi paling besar terdapat pada pintu.

- *Inspection Machinery & Equipment Installation*

Tabel 4.13 *Inspection Time Machinery & Equipment Installation* (Sumber : Penulis, 2026)

Machinery & Equipment Installation	
Description	Inspection (Hours)
Instalasi Generator	3
Instalasi Engine (m&au)	8
Instalasi Pump	3
Instalasi Windlass	4
Instalasi Rudder Stock	3
Instalasi Rudder	3

Machinery & Equipment Installation	
Description	Inspection (Hours)
Instalasi As Propeller	4
Instalasi Baling-baling	2
Instalasi Rantai Jangkar	2
Instalasi Jangkar	2
Total	34

Tabel 4.12 *Machinery & Equipment Installation* menunjukkan waktu inspeksi pada setiap pemasangan mesin dan peralatan kapal. Komponen dengan waktu inspeksi terbesar adalah *engine* yaitu 8 jam, yang menandakan tingkat kompleksitas dan pentingnya pengecekan pada mesin utama. Beberapa peralatan seperti *windlass* dan *as propeller* membutuhkan 4 jam, sedangkan *generator*, *pump*, *rudder stock*, dan *rudder* masing-masing 3 jam. Sementara itu, komponen seperti *baling-baling*, *rantai jangkar*, dan *jangkar* memiliki waktu inspeksi paling singkat yaitu 2 jam. Secara keseluruhan, total waktu inspeksi adalah 34 jam, dengan fokus utama pada *engine* sebagai komponen paling kritis.

- *Moving Time & Waiting Time*

Tabel 4.14 *Moving Time & Waiting Time Piping System, Electrical System, Deck Equipment, Interior, Akomodasi, Machinery & Equipment Installation*
(Sumber : Penulis, 2026)

Description	Piping System	Electrical System	Deck equipment, interior, akomodasi	Machinery & Equipment Installation
Moving Time (Hours)	0			
Waiting Time (Hours)	1392			

Berdasarkan tabel 4.13 *moving time* dan *waiting time* pada pekerjaan *outfitting* kapal yang mencakup *piping system*, *electrical system*, *deck equipment*, *interior & akomodasi*, serta *machinery & equipment installation*, pada bagian *moving time* tidak terdapat waktu yang dialokasikan untuk perpindahan material atau komponen antar proses. Kondisi ini menunjukkan bahwa tata letak area kerja atau alur produksi sudah cukup efisien, sehingga

proses perpindahan tidak menjadi hambatan dalam pekerjaan *outfitting*. Sebaliknya, pada bagian *waiting time*, tercatat total waktu yang cukup besar yaitu 1392 jam.

4.2.3 *Blasting & Painting*

1. *Processing Time*

Tabel 4.15 *Processing Time Blasting & Painting* (Sumber : Penulis, 2026)

Blasting & Painting	
Processing Time	
Description	(Hours)
In Body	54
In Engine Room	49
In Deck House	28
In W/H	14
In Fresh Water	35
Out Body	54
Total	234

Berdasarkan tabel 4.14 *processing time* pada pekerjaan *blasting & painting*, dapat dijelaskan bahwa setiap area kapal memiliki durasi pengerjaan yang berbeda-beda. Dimulai dari *in body*, pekerjaan *blasting* dan *painting* membutuhkan waktu sebesar 54 jam, *in engine room* memerlukan waktu 49 jam, *in deck house* membutuhkan waktu 28 jam, *in W/H* (*wheelhouse*) memiliki durasi paling kecil yaitu 14 jam, untuk *in fresh water*, waktu pengerjaan sebesar 35 jam, pada bagian luar kapal yaitu *out body*, waktu pengerjaan kembali cukup besar yaitu 54 jam. Hal ini disebabkan oleh luas permukaan luar kapal serta kebutuhan pelapisan yang tahan terhadap kondisi lingkungan laut.

2. *Inspection Time, Moving Time, dan Waiting Time*

Tabel 4.16 *Inspection Time Blasting & Painting* (Sumber : Penulis, 2026)

Inspection Time							
Description	In Body	In Engine Room	In Deck House	In W/H	In Fresh Water	Out Body	Total
Hours	16	14	8	4	10	16	68

Berdasarkan tabel 4.15 *inspection time* pada pekerjaan *blasting & painting*, dimulai dari *in body*, waktu inspeksi yang dibutuhkan adalah 16 jam, selanjutnya *in engine room* membutuhkan waktu inspeksi sebesar 14 jam, berikutnya *in deck house* memiliki waktu inspeksi 8 jam, *in W/H* (*wheelhouse*) memiliki waktu inspeksi paling kecil yaitu 4 jam, untuk *in fresh water*, waktu inspeksi sebesar 10

jam, terakhir pada bagian luar kapal yaitu *out body*, waktu inspeksi kembali cukup besar yaitu 16 jam. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa waktu inspeksi terbesar terdapat pada *in body* dan *out body*, sedangkan yang paling kecil terdapat pada *wheelhouse* (W/H).

Tabel 4.17 *Moving Time & Waiting Time Blasting & Painting* (Sumber : Penulis, 2026)

Description	In Body	In Engine Room	In Deck House	In W/H	In Fresh Water	Out Body
Moving Time (Hours)	42					
Waiting Time (Hours)	68					

Berdasarkan tabel 4.16 *moving time* dan *waiting time* pada pekerjaan *blasting & painting*, dapat dijelaskan bahwa terdapat dua komponen waktu tambahan yang mempengaruhi durasi pekerjaan selain waktu proses dan inspeksi, yaitu waktu perpindahan (*moving time*) dan waktu tunggu (*waiting time*). Pada bagian *moving time*, tercatat total waktu sebesar 42 jam. Selanjutnya, pada bagian *waiting time*, tercatat waktu yang lebih besar yaitu 68 jam. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa *waiting time* lebih dominan dibandingkan *moving time* pada pekerjaan *blasting & painting*. Hal ini menandakan bahwa potensi keterlambatan lebih banyak disebabkan oleh waktu tunggu dibandingkan perpindahan.

4.3 Pengolahan dan Perhitungan Nilai MCE

Pada tahap Pengolahan dan Perhitungan Nilai MCE ini membahas tahapan lanjutan setelah seluruh komponen penyusun MCE berhasil diidentifikasi. Pada bagian ini, data waktu yang telah diperoleh, seperti *processing time*, *inspection time*, *moving time*, dan *waiting time*, akan diolah untuk mendapatkan gambaran kuantitatif mengenai efisiensi proses produksi.

Pengolahan data diawali dengan menghitung *cycle time*, yaitu total waktu yang dibutuhkan dalam satu siklus proses produksi secara keseluruhan. *Cycle time* ini mencakup seluruh aktivitas, baik yang bernilai tambah maupun yang tidak bernilai tambah. Secara matematis, *cycle time* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Cycle\ Time = Processing\ Time + Inspection\ Time + Moving\ Time + Waiting\ Time$$

Setelah nilai *cycle time* diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung *Manufacturing Cycle Efficiency* (MCE), yaitu perbandingan antara waktu bernilai tambah terhadap total waktu produksi. Dalam hal ini, *processing time* merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value added*), sehingga rumus MCE dapat dinyatakan sebagai:

$$MCE = \frac{Processing\ Time}{Cycle\ Time} \times 100\%$$

Dengan demikian, pada pembahasan selanjutnya akan dijelaskan secara rinci proses perhitungan *cycle time* dan perhitungan nilai MCE, sehingga dapat diketahui tingkat

efisiensi produksi serta seberapa besar pengaruh aktivitas *non-value added* terhadap kinerja proses secara keseluruhan.

4.3.1 Perhitungan *Cycle Time*

1. Total Waktu Kegiatan Fabrikasi *Hull*

Tabel 4.18 Total waktu Kegiatan Fabrikasi *Hull*
I (Sumber : Penulis, 2026)

Processing Time					
Marking (Hours)	Cutting & Bending (Hours)	Sub Assembly (Hours)	Assembly (Hours)	Erection (Hours)	Total
70	192	470	359	94	1185
Inspection Time					
Marking (Hours)	Cutting & Bending (Hours)	Sub Assembly (Hours)	Assembly (Hours)	Erection (Hours)	Total
0	0	28	28	5	61
Moving Time (Hours)					
0					
Waiting Time (Hours)					
174					

Berdasarkan tabel 4.17 rekapitulasi total waktu kegiatan *fabrikasi hull*, terlihat bahwa *processing time* memiliki kontribusi terbesar yaitu 1185 jam, yang didominasi oleh proses *sub assembly* dan *assembly*. Hal ini sejalan dengan pembahasan sebelumnya, di mana kedua tahapan tersebut merupakan proses paling kompleks dan membutuhkan waktu pengerjaan paling lama. Selanjutnya, *inspection time* tercatat sebesar 61 jam, yang juga didominasi pada tahap *sub assembly* dan *assembly*. Sementara itu, *moving time* tidak tercatat (0 jam), sedangkan *waiting time* mencapai 174 jam. Nilai ini menunjukkan adanya waktu tunggu yang cukup signifikan dalam alur pekerjaan, sehingga berpotensi mempengaruhi efisiensi keseluruhan proses fabrikasi.

2. Total Waktu Kegiatan *Outfitting*

Tabel 4.19 Total Waktu Kegiatan *Outfitting*
(Sumber : Penulis, 2026)

Processing Time				
Piping System (Hours)	Electrical System (Hours)	Deck Equipment, Interior, Akomodasi (Hours)	Machinery & Equipment Installation (Hours)	Total
1382	279	375	279	2315

Inspection Time				
Piping System (Hours)	Electrical System (Hours)	Deck Equipment, Interior, Akomodasi (Hours)	Machinery & Equipment Installation (Hours)	Total
24	23	27	34	108
Moving Time (Hours)				
0				
Waiting Time (Hours)				
1392				

Berdasarkan tabel 4.18 total waktu kegiatan *outfitting*, terlihat bahwa keseluruhan *processing time* mencapai 2315 jam, dengan kontribusi terbesar berasal dari *piping system*. Dari sisi *inspection time*, total waktu yang dibutuhkan adalah 108 jam. Berbeda dengan *processing time*, distribusi waktu inspeksi terlihat lebih merata. Untuk *moving time*, tidak terdapat waktu perpindahan yang tercatat (0 jam). Namun, *waiting time* mencapai 1392 jam, yang nilainya cukup besar bahkan mendekati total *processing time*. Kondisi ini menunjukkan adanya potensi ketidakefisienan dalam alur pekerjaan, seperti keterlambatan material, koordinasi, atau ketergantungan antar pekerjaan.

3. Total Waktu Kegiatan *Blasting & Painting*

Tabel 4.20 Total Waktu Kegiatan *Blasting & Painting*
(Sumber : Penulis, 2026)

Processing Time						
In Body (Hours)	In Engine Room (Hours)	In Deck House (Hours)	In W/H (Hours)	In Fresh Water (Hours)	Out Body (Hours)	Total
54	49	28	14	35	54	234
Inspection Time						
In Body (Hours)	In Engine Room (Hours)	In Deck House (Hours)	In W/H (Hours)	In Fresh Water (Hours)	Out Body (Hours)	Total
16	14	8	4	10	16	68
Moving Time (Hours)						
42						
Waiting Time (Hours)						
68						

Pada tabel 4.19 pekerjaan *blasting dan painting*, total *processing time* tercatat sebesar 234 jam. Waktu pengerjaan terbesar terdapat pada area *in body* dan *out body*, yang menunjukkan bahwa pekerjaan pada bagian luar dan dalam badan kapal

membutuhkan durasi paling lama. Dari sisi *inspection time*, total waktu yang dibutuhkan adalah 68 jam. Pola yang terlihat relatif sejalan dengan *processing time*, di mana area *in body* dan *out body* kembali menjadi yang terbesar. Berbeda dengan pembahasan sebelumnya, pada pekerjaan ini terdapat *moving time* sebesar 42 jam dan *waiting time* sebesar 68 jam. Hal ini menunjukkan bahwa selain proses pengerjaan dan inspeksi, terdapat juga waktu perpindahan dan waktu tunggu yang cukup berpengaruh terhadap total durasi pekerjaan.

4. Cycle Time

Tabel 4.21 Perhitungan *Cycle Time*
(Sumber : Penulis, 2026)

Description	Fabrikasi Hull	Outfitting	Blasting & Painting	Cycle Time
Value Added Activity				
Processing Time (Hours)	1185	2315	234	3734
Non value Added Activity				
Inspection Time (Hours)	61	108	68	237
Moving Time (Hours)	0	0	42	42
Waiting Time (Hours)	174	1392	68	1634
Total Cycle Time				5647

Berdasarkan tabel 4.20 rekapitulasi *cycle time*, total waktu keseluruhan pekerjaan mencapai 5647 jam, yang merupakan gabungan antara aktivitas bernilai tambah (*value added*) dan tidak bernilai tambah (*non value added*).

Secara perhitungan, *cycle time* diperoleh dengan menjumlahkan seluruh komponen waktu, yaitu:

$$\text{Cycle Time} = \text{Processing Time} + \text{Inspection Time} + \text{Moving Time} + \text{Waiting Time}$$

Jika disesuaikan dengan data yang ada:

$$\text{Cycle Time} = 3734 + 237 + 42 + 1634 = 5647 \text{ jam}$$

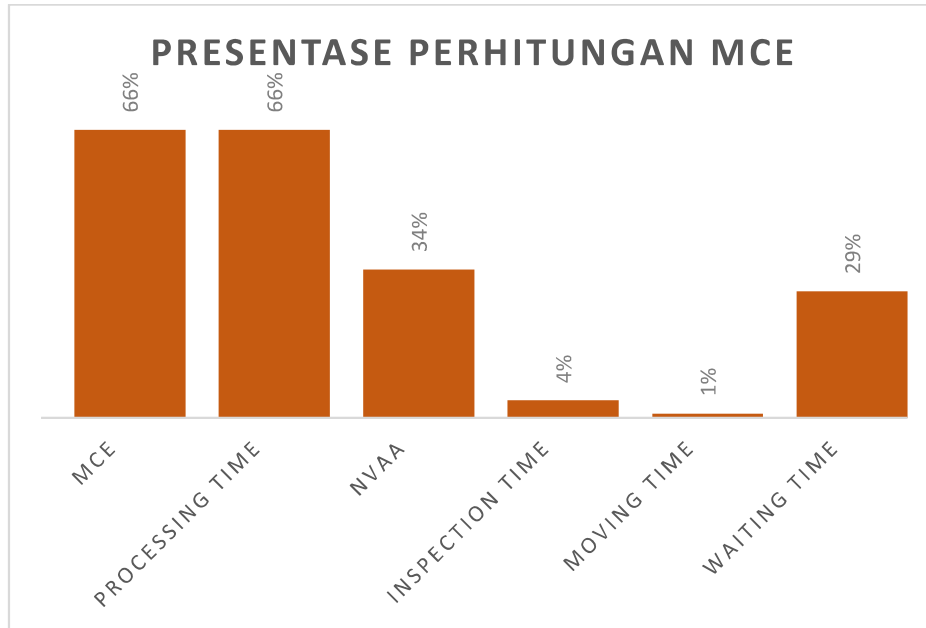
Dari hasil tersebut, terlihat bahwa aktivitas *value added* (processing) masih mendominasi dengan total waktu sebesar 3734 jam, terutama pada pekerjaan *outfitting*. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar waktu proyek digunakan untuk proses utama yang memberikan nilai langsung pada pembangunan kapal. Namun, jika dilihat lebih dalam, *non value added activity* juga memberikan

kontribusi yang cukup besar.

4.3.2 Perhitungan Nilai MCE dan Analisis Hasil

Tabel 4.22 Perhitungan MCE (Sumber : Penulis, 2026)

Keterangan	Rumus Perhitungan	Hasil
MCE	$\frac{3734}{5647} \times 100\%$	66%
Processing Time	$\frac{3734}{5647} \times 100\%$	66%
NVAA	$\frac{1913}{5647} \times 100\%$	34%
Inspection Time	$\frac{237}{5647} \times 100\%$	4%
Moving Time	$\frac{42}{5647} \times 100\%$	1%
Waiting Time	$\frac{1634}{5647} \times 100\%$	29%



Gambar 4. 1 Diagram Presentase Hasil Perhitungan MCE
(Sumber : Penulis, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai *Manufacturing Cycle Efficiency* (MCE) diperoleh sebesar 66%. Nilai ini didapat dari perbandingan antara *processing time* dengan total *cycle time*, di mana:

$$\text{MCE} = (\text{Processing Time} / \text{Cycle Time}) \times 100\%$$

Dari data yang telah dihitung sebelumnya, *processing time* sebesar 3734 jam dan *cycle time* sebesar 5647 jam, sehingga menghasilkan nilai efisiensi sebesar 66%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar waktu dalam proses produksi sudah digunakan untuk aktivitas yang memberikan nilai tambah.

Sementara itu, *Non Value Added Activity* (NVAA) memiliki persentase sebesar 34%, yang merupakan akumulasi dari *inspection time*, *moving time*, dan *waiting time*. Jika dirinci, *inspection time* menyumbang 4%, *moving time* 1%, dan *waiting time* menjadi yang terbesar yaitu 29%. Jika dikaitkan dengan pembahasan sebelumnya, tingginya persentase *waiting time* memang menjadi faktor utama yang menyebabkan masih adanya porsi aktivitas tidak bernilai tambah yang cukup besar.

Secara teoritis, nilai MCE yang sempurna adalah sebesar 1 atau 100%, yang berarti seluruh waktu dalam proses produksi sepenuhnya digunakan untuk aktivitas bernilai tambah tanpa adanya pemborosan seperti waktu tunggu, perpindahan, maupun inspeksi yang tidak diperlukan. Oleh karena itu, nilai MCE sebesar 66% menunjukkan bahwa proses produksi yang berjalan masih belum optimal dan masih terdapat peluang perbaikan, khususnya dalam mengurangi aktivitas *non-value added*, sehingga efisiensi proses produksi dapat ditingkatkan mendekati kondisi ideal.

4.5 Identifikasi Keterlambatan Menggunakan HOR

Pada Sub bab ini, membahas tahapan analisis risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama keterlambatan dalam proses produksi. Metode *House*

of Risk (HOR) dipilih karena mampu menghubungkan antara kejadian risiko (*risk event*) dengan sumber risiko (*risk agent*), sehingga dapat diketahui faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya keterlambatan.

Pada tahap awal, dilakukan identifikasi kejadian risiko (*risk event*) yang berpotensi menyebabkan keterlambatan dalam proyek. Selanjutnya, dilakukan identifikasi sumber risiko (*risk agent*) sebagai penyebab dari munculnya kejadian risiko tersebut. Setelah kedua komponen ini teridentifikasi, langkah berikutnya adalah melakukan penilaian *severity* (tingkat dampak) berdasarkan pendapat tiga narasumber, untuk mengetahui seberapa besar dampak dari masing-masing kejadian risiko. Kemudian, dilakukan penilaian *occurrence* (frekuensi kejadian) yang juga melibatkan tiga narasumber, guna mengetahui seberapa sering setiap sumber risiko terjadi di lapangan. Hasil dari penilaian *severity* dan *occurrence* ini selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP), yang merupakan indikator untuk menentukan tingkat prioritas risiko.

Dengan demikian, pada pembahasan selanjutnya akan dijelaskan secara rinci setiap tahapan dalam metode HOR, mulai dari identifikasi risiko hingga proses perhitungan ARP dan penentuan nilai ARP tertinggi, sehingga dapat diketahui sumber risiko yang paling.

4.5.1 Identifikasi Kejadian Risiko (*Risk Event*)

Tabel 4.23 *Risk Event* (Sumber : Penulis, 2026)

No	Agent Event (E)	Code
1	Keterlambatan proses pekerjaan	E1
2	Pengulangan pekerjaan	E2
3	Jadwal produksi tidak tercapai	E3
4	Pekerjaan saling menunggu antar proses	E4
5	Banyak ditemukan cacat pada hasil pekerjaan	E5
6	Keterlambatan kedatangan material	E6
7	Terjadi kekurangan material pada proyek asal	E7
8	Waktu tunggu penggunaan alat tinggi	E8

Berdasarkan tabel 4.22 identifikasi kejadian risiko (*risk event*), dapat dijelaskan bahwa terdapat beberapa potensi risiko yang dapat mempengaruhi jalannya proses produksi atau pembangunan kapal. Secara keseluruhan, terdapat 8 jenis *risk event* yang telah diidentifikasi. Risiko pertama adalah keterlambatan proses pekerjaan (E1), yang menunjukkan adanya kemungkinan pekerjaan tidak selesai sesuai waktu yang direncanakan. Selanjutnya, pengulangan pekerjaan (E2) terjadi akibat kesalahan atau ketidaksesuaian hasil kerja, sehingga pekerjaan harus diulang dan menambah durasi.

Risiko berikutnya adalah jadwal produksi tidak tercapai (E3), yang berkaitan langsung dengan perencanaan proyek. Kemudian, pekerjaan saling menunggu antar proses (E4) menunjukkan adanya ketidaksinkronan antar tahapan kerja, yang menyebabkan waktu tunggu meningkat. Selain itu, terdapat risiko banyak ditemukan

cacat pada hasil pekerjaan (E5), yang berkaitan dengan kualitas produksi. Risiko lainnya adalah keterlambatan kedatangan material (E6) serta kekurangan material pada proyek asal (E7), yang keduanya berhubungan dengan manajemen logistik dan pengadaan. Terakhir, terdapat risiko waktu tunggu penggunaan alat yang tinggi (E8), yang menunjukkan adanya keterbatasan peralatan atau kurang optimalnya penjadwalan penggunaan alat.

Secara keseluruhan, *risk event* yang diidentifikasi mencakup aspek waktu, kualitas, material, dan sumber daya, yang semuanya berpotensi mempengaruhi kinerja proyek. Oleh karena itu, identifikasi ini menjadi dasar penting dalam analisis risiko lebih lanjut, seperti penentuan prioritas risiko dan strategi mitigasi.

4.5.2 Identifikasi Sumber Risiko (*Risk Agent*)

Tabel 4.24 *Risk Agent* (Sumber : Penulis, 2026)

No	Agent Risk (A)	Code
1	Kurangnya jumlah tenaga kerja	A1
2	Ketidaktelitian pekerja	A2
3	Distribusi tenaga kerja tidak merata	A3
4	Tidak adanya sistem prioritas proyek yang jelas	A4
5	Urutan pekerjaan tidak optimal	A5
6	Perubahan desain selama proses produksi	A6
7	Seringnya peminjaman tenaga kerja antar proyek	A7
8	Inspeksi tidak dilakukan secara rutin	A8
9	Keterlambatan pengiriman material	A9
10	Material tidak tersedia di Gudang	A10
11	Kesalahan dalam proses pemesanan material	A11
12	Seringnya peminjaman bahan antar proyek	A12
13	Kesalahan pemotongan material	A13
14	Kerusakan peralatan produksi	A14
15	Keterbatasan ketersediaan alat	A15
16	Kondisi cuaca tidak mendukung	A16

Berdasarkan tabel 4.23 identifikasi sumber risiko (risk agent), secara keseluruhan, terdapat 16 risk agent yang telah diidentifikasi. Dimulai dari kurangnya jumlah tenaga kerja (A1), yang dapat menyebabkan keterlambatan pekerjaan karena beban kerja tidak seimbang. Selanjutnya, ketidaktelitian pekerja (A2) dapat memicu kesalahan kerja dan berpotensi menimbulkan rework. Kemudian, distribusi tenaga kerja tidak merata (A3) serta tidak adanya sistem prioritas proyek yang jelas (A4) menunjukkan adanya kelemahan dalam manajemen sumber daya manusia dan perencanaan kerja. Hal ini diperkuat dengan adanya urutan pekerjaan tidak optimal (A5) yang dapat

menyebabkan inefisiensi proses. Selain itu, terdapat faktor perubahan seperti perubahan desain selama proses produksi (A6) yang dapat mengganggu alur pekerjaan. Ditambah lagi dengan seringnya peminjaman tenaga kerja antar proyek (A7) yang menyebabkan ketidakstabilan tenaga kerja pada proyek utama.

Dari sisi pengawasan, inspeksi tidak dilakukan secara rutin (A8) menjadi salah satu penyebab munculnya cacat pekerjaan. Sementara itu, dari sisi material terdapat beberapa faktor seperti keterlambatan pengiriman material (A9), material tidak tersedia di gudang (A10), serta kesalahan dalam proses pemesanan material (A11). Selain itu, terdapat juga seringnya peminjaman bahan antar proyek (A12) yang dapat mengganggu ketersediaan material. Dari sisi teknis, risiko dapat berasal dari kesalahan pemotongan material (A13), kerusakan peralatan produksi (A14), dan keterbatasan ketersediaan alat (A15). Terakhir, terdapat faktor eksternal yaitu kondisi cuaca yang tidak mendukung (A16), yang dapat mempengaruhi kelancaran pekerjaan di lapangan.

4.5.3 Penilaian *Severity* (Tingkat Dampak)

Tabel 4.25 Penilaian *Risk Event* (Sumber : Penulis, 2026)

No	Agent Event (E)	Code	S		
			Narsum.1	Narsum.2	Narsum.3
1	Keterlambatan proses pekerjaan	E1	7	8	6
2	Pengulangan pekerjaan	E2	6	7	5
3	Jadwal produksi tidak tercapai	E3	6	7	6
4	Pekerjaan saling menunggu antar proses	E4	7	9	7
5	Banyak ditemukan cacat pada hasil pekerjaan	E5	4	5	6
6	Keterlambatan kedatangan material	E6	8	7	8
7	Terjadi kekurangan material pada proyek asal	E7	7	8	9
8	Waktu tunggu penggunaan alat tinggi	E8	5	4	6

Berdasarkan tabel 4.24 penilaian severity (tingkat dampak), setiap *risk event* dinilai oleh tiga narasumber untuk mengetahui seberapa besar dampak yang ditimbulkan terhadap proyek. Pada risiko keterlambatan proses pekerjaan (E1), nilai yang diberikan adalah 7, 8, dan 6. Hal ini menunjukkan bahwa risiko ini memiliki dampak yang cukup tinggi. Keterlambatan pada satu proses dapat menyebabkan keterlambatan berantai pada proses lainnya, sehingga sangat mempengaruhi keseluruhan jadwal proyek.

Selanjutnya, pengulangan pekerjaan (E2) memperoleh nilai 6, 7, dan 5. Risiko ini tergolong berdampak menengah, namun tetap signifikan karena adanya rework akan menambah waktu pengerjaan, meningkatkan biaya, serta menurunkan efisiensi tenaga kerja. Pada jadwal produksi tidak tercapai (E3), nilai yang diberikan adalah 6, 7, dan

6. Hal ini menunjukkan bahwa risiko ini cukup berdampak karena berkaitan langsung dengan target penyelesaian proyek. Ketidaktercapaian jadwal dapat menimbulkan konsekuensi terhadap kontrak maupun kepuasan pihak terkait.

Kemudian, pekerjaan saling menunggu antar proses (E4) memiliki nilai 7, 9, dan 7, yang menunjukkan dampak yang tinggi. Risiko ini sangat berpengaruh karena adanya ketergantungan antar pekerjaan dapat menyebabkan bottleneck, sehingga memperpanjang waktu tunggu dan menurunkan produktivitas. Untuk banyak ditemukan cacat pada hasil pekerjaan (E5), nilai yang diberikan adalah 4, 5, dan 6. Risiko ini memiliki dampak yang relatif lebih rendah dibandingkan yang lain, namun tetap penting karena berhubungan dengan kualitas. Jika tidak segera diperbaiki, cacat dapat menyebabkan pekerjaan ulang atau bahkan kegagalan fungsi. Pada keterlambatan kedatangan material (E6), nilai yang diberikan cukup tinggi yaitu 8, 7, dan 8. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan material merupakan faktor krusial dalam proyek. Keterlambatan material dapat menghentikan proses kerja secara langsung dan berdampak besar terhadap jadwal.

Selanjutnya, terjadi kekurangan material pada proyek asal (E7) memperoleh nilai 7, 8, dan 9, yang merupakan salah satu nilai tertinggi dalam tabel. Hal ini menunjukkan bahwa kekurangan material sangat berdampak besar, karena dapat menghambat pekerjaan sekaligus mengganggu distribusi sumber daya antar proyek. Terakhir, waktu tunggu penggunaan alat tinggi (E8) memiliki nilai 5, 4, dan 6, yang menunjukkan dampak sedang. Risiko ini berkaitan dengan keterbatasan alat yang menyebabkan antrian pekerjaan, namun masih dapat diatasi dengan pengelolaan alat yang lebih baik.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa risiko dengan tingkat dampak paling tinggi terdapat pada E4, E6, dan E7, yang berkaitan dengan koordinasi pekerjaan dan ketersediaan material.

4.5.4 Penilaian *Occurrence* (Frekuensi Kejadian)

Tabel 4.26 Penilaian *Risk Agent* (Sumber : Penulis, 2026)

No	Agent Risk (A)	Code	O		
			Narsum.1	Narsum.2	Narsum.3
1	Kurangnya jumlah tenaga kerja	A1	6	6	5
2	Ketidaktelitian pekerja	A2	3	4	7
3	Distribusi tenaga kerja tidak merata	A3	7	9	8
4	Tidak adanya sistem prioritas proyek yang jelas	A4	4	3	5
5	Urutan pekerjaan tidak optimal	A5	4	4	6
6	Perubahan desain selama proses produksi	A6	5	7	7
7	Seringnya peminjaman tenaga kerja antar proyek	A7	7	8	8
8	Inspeksi tidak dilakukan secara rutin	A8	8	7	5

No	Agent Risk (A)	Code	O		
			Narsum.1	Narsum.2	Narsum.3
9	Keterlambatan pengiriman material	A9	9	7	8
10	Material tidak tersedia di Gudang	A10	8	8	7
11	Kesalahan dalam proses pemesanan material	A11	3	5	4
12	Seringnya peminjaman bahan antar proyek	A12	7	6	7
13	Kesalahan pemotongan material	A13	5	6	3
14	Kerusakan peralatan produksi	A14	3	5	6
15	Keterbatasan ketersediaan alat	A15	3	3	5
16	Kondisi cuaca tidak mendukung	A16	8	7	5

Berdasarkan tabel 4.25 penilaian occurrence (frekuensi kejadian), dapat dijelaskan bahwa setiap *risk agent* (A1–A16) dinilai oleh tiga narasumber untuk mengetahui seberapa sering risiko tersebut terjadi selama proses proyek. Penilaian ini penting karena semakin tinggi nilai occurrence, maka semakin sering risiko tersebut muncul dan semakin besar peluangnya mempengaruhi jalannya proyek.

Dimulai dari A1 (kurangnya jumlah tenaga kerja), nilai yang diberikan adalah 6, 6, dan 5, yang menunjukkan frekuensi kejadian cukup sering. Hal ini mengindikasikan bahwa kekurangan tenaga kerja merupakan masalah yang cukup umum terjadi di lapangan. Selanjutnya, A2 (ketidakteelitian pekerja) memiliki nilai 3, 4, dan 7, yang menunjukkan variasi penilaian, namun secara umum masih dalam kategori sedang. Pada A3 (distribusi tenaga kerja tidak merata), nilai yang diberikan cukup tinggi yaitu 7, 9, dan 8. Hal ini menunjukkan bahwa masalah pembagian tenaga kerja sering terjadi dan menjadi salah satu penyebab utama ketidakefisienan pekerjaan. Kemudian, A4 (tidak adanya sistem prioritas proyek yang jelas) memiliki nilai 4, 3, dan 5, yang tergolong frekuensi rendah hingga sedang.

Berikutnya, A5 (urutan pekerjaan tidak optimal) memiliki nilai 4, 4, dan 6, yang menunjukkan kejadian cukup sering namun masih dapat dikendalikan. Sedangkan A6 (perubahan desain selama proses produksi) memiliki nilai 5, 7, dan 7, yang menunjukkan bahwa perubahan desain cukup sering terjadi dan dapat mengganggu jalannya pekerjaan. Pada A7 (seringnya peminjaman tenaga kerja antar proyek), nilai yang diberikan adalah 7, 8, dan 8, yang menunjukkan frekuensi tinggi. Hal ini mengindikasikan adanya ketidakstabilan alokasi tenaga kerja antar proyek. Selanjutnya, A8 (inspeksi tidak dilakukan secara rutin) memiliki nilai 8, 7, dan 5, yang menunjukkan bahwa kurangnya inspeksi juga cukup sering terjadi. Untuk aspek material, A9 (keterlambatan pengiriman material) memiliki nilai sangat tinggi yaitu 9, 7, dan 8, yang menandakan bahwa risiko ini sering terjadi dan berpotensi besar menghambat pekerjaan. Hal serupa juga terlihat pada A10 (material tidak tersedia di

gudang) dengan nilai 8, 8, dan 7, yang menunjukkan frekuensi kejadian yang tinggi.

Kemudian, A11 (kesalahan dalam proses pemesanan material) memiliki nilai 3, 5, dan 4, yang tergolong sedang. Sementara itu, A12 (seringnya peminjaman bahan antar proyek) memiliki nilai 7, 6, dan 7, yang menunjukkan frekuensi cukup tinggi. Pada aspek teknis, A13 (kesalahan pemotongan material) memiliki nilai 5, 6, dan 3, sedangkan A14 (kerusakan peralatan produksi) memiliki nilai 3, 5, dan 6. Kedua risiko ini berada pada kategori frekuensi sedang. Selanjutnya, A15 (keterbatasan ketersediaan alat) memiliki nilai 3, 3, dan 5, yang tergolong relatif rendah. Terakhir, A16 (kondisi cuaca tidak mendukung) memiliki nilai 8, 7, dan 5, yang menunjukkan bahwa faktor cuaca cukup sering menjadi kendala dalam pekerjaan di lapangan.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa risiko dengan frekuensi kejadian tertinggi terdapat pada A3, A7, A9, A10, dan A16, yang sebagian besar berkaitan dengan manajemen tenaga kerja, material, dan faktor eksternal.

4.5.5 Hubungan antara *Risk Event* dan *Risk Agent*

Pembahasan mengenai hubungan antara *risk event* dan *risk agent* merupakan tahap penting dalam metode *House of Risk (HOR)*, karena pada tahap ini dilakukan pemetaan keterkaitan antara kejadian risiko dengan sumber penyebabnya. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh masing-masing *risk agent* terhadap terjadinya suatu *risk event*, sehingga dapat ditentukan prioritas penanganan risiko secara lebih tepat.

Dalam proses ini, setiap *risk event* (E) dihubungkan dengan *risk agent* (A) menggunakan matriks hubungan. Nilai hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk skala tertentu yang menunjukkan tingkat kekuatan pengaruh *risk agent* terhadap *risk event*. Skala yang digunakan umumnya adalah 0, 1, 3, dan 9, dengan penjelasan seperti pada tabel 4.26, berikut:

Tabel 4.27 Hubungan *Risk Event* & *Risk Agent*
(Sumber : Penulis, 2026)

Hubungan antara risk event dan risk agent	
Nilai	Deskripsi
0	Tidak ada korelasi
1	Korelasi rendah
3	Korelasi sedang
9	Korelasi tinggi

Penentuan hubungan antara *risk event* dan *risk agent* dilakukan dan diisi oleh narasumber. Data ini menjadi komponen utama dalam proses analisis karena seluruh nilai yang digunakan dalam perhitungan, seperti *severity* dan *occurrence*, diperoleh berdasarkan penilaian dari pihak yang berpengalaman dan memahami kondisi lapangan.

Proses pengisian ini bertujuan untuk mendapatkan data yang lebih objektif dan representatif, karena melibatkan lebih dari satu sudut pandang. Dengan adanya beberapa narasumber, hasil penilaian dapat dibandingkan dan dirata-ratakan sehingga menghasilkan nilai yang lebih akurat untuk digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Berikut hasil penilaian dari narasumber

1. Narasumber 1

Tabel 4.28 Hubungan Risk Agent & Risk Event Narsum.1 (Sumber : Penulis, 2026)

Risk Event (E)	Risk Agent (A)															
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
E1	0	0	0	0	0	0	9	1	0	3	0	0	0	1	1	0
E2	0	1	0	1	1	1	0	0	9	0	0	1	1	0	0	1
E3	1	0	1	0	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
E4	3	3	3	3	0	0	3	1	0	3	0	3	0	0	0	3
E5	0	0	0	0	0	1	0	0	3	9	3	0	0	0	0	0
E6	1	0	1	3	1	0	0	0	1	1	0	3	3	1	0	0
E7	0	0	0	0	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0
E8	0	1	0	1	0	1	0	0	3	1	1	0	0	3	0	1

2. Narasumber 2

Tabel 4.29 Hubungan Risk Agent & Risk Event Narsum.2 (Sumber : Penulis, 2026)

Risk Event (E)	Risk Agent (A)															
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
E1	0	6	0	0	3	3	0	3	3	9	3	1	9	0	3	0
E2	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0	3	0	0	1	1
E3	9	3	1	3	0	3	0	1	0	9	9	0	3	3	0	3
E4	1	1	0	0	1	0	0	0	0	9	1	9	1	1	3	0
E5	0	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9
E6	0	0	3	9	0	3	0	0	9	3	3	1	0	1	9	0
E7	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	3	3	3	3	0	3
E8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1

3. Narasumber 3

Tabel 4.30 Hubungan *Risk Agent* & *Risk Event* Narsum..3 (Sumber : Penulis, 2026)

Risk Event (E)	Risk Agent (A)															
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
E1	9	9	3	0	3	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
E2	0	0	0	3	1	1	0	3	1	0	0	0	1	9	1	0
E3	1	0	1	9	3	3	0	0	3	0	3	3	3	1	3	3
E4	3	0	0	1	1	9	3	0	0	3	0	0	0	0	0	1
E5	0	3	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	9	3	3	9
E6	0	0	3	0	0	0	0	0	9	0	3	9	3	1	9	0
E7	1	0	0	3	9	0	1	0	0	9	9	0	1	0	1	0
E8	0	1	1	0	3	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	3

Setelah seluruh data penilaian dari narasumber, baik nilai *severity* maupun *occurrence*, serta hubungan antara *risk event* dan *risk agent* telah lengkap diisi, maka tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP). Perhitungan ini bertujuan untuk mengolah seluruh data yang telah diperoleh menjadi suatu nilai kuantitatif yang menunjukkan tingkat prioritas masing-masing *risk agent*. Dengan menghitung ARP, dapat diketahui sumber risiko mana yang memiliki potensi terbesar dalam menyebabkan keterlambatan

4.5.6 Perhitungan *Aggregate Risk Potential* (ARP)

Setelah semua hubungan ditentukan, maka dilakukan perhitungan ARP. Nilai ARP digunakan untuk mengukur tingkat potensi risiko dari setiap *risk agent* dengan mempertimbangkan tingkat dampak (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), serta kekuatan hubungan antar keduanya.

Rumus *Aggregate Risk Potential* (ARP) adalah sebagai berikut:

$$ARP_j = O_j \sum_i (S_i \times R_{ij})$$

Keterangan:

- ARP_j = nilai ARP untuk *risk agent* ke-j
- O_j = nilai occurrence dari *risk agent* ke-j
- S_i = nilai severity dari *risk event* ke-i
- R_{ij} = nilai hubungan antara *risk event* ke-i dan *risk agent* ke-j (0, 1, 3, 9)

Dari rumus tersebut dapat dijelaskan bahwa nilai ARP diperoleh dengan mengalikan nilai occurrence suatu *risk agent* dengan total hasil perkalian antara severity dan nilai hubungan dari seluruh *risk event* yang terkait.

Dengan adanya nilai ARP dari masing-masing narasumber, kemudian dapat diakumulasikan sebagai representasi akhir. Hasil ini selanjutnya digunakan untuk menentukan prioritas *risk agent* dengan nilai ARP tertinggi, yang menjadi fokus utama dalam penyusunan strategi mitigasi risiko agar keterlambatan proyek dapat diminimalkan. Berikut perhitungan penilaian ARP dari data masing-masing narasumber.

1. Narasumber 1

Tabel 4. 31 Penilaian ARP Narsum.1 (Sumber: Penulis, 2026)

Risk Event (E)	Risk Agent (A)																Severity (S)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	
E1	0	0	0	0	0	0	9	1	0	3	0	0	0	1	1	0	7
E2	0	1	0	1	1	1	0	0	9	0	0	1	1	0	0	1	6
E3	1	0	1	0	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
E4	3	3	3	3	0	0	3	1	0	3	0	3	0	0	0	3	7
E5	0	0	0	0	0	1	0	0	3	9	3	0	0	0	0	0	4
E6	1	0	1	3	1	0	0	0	1	1	0	3	3	1	0	0	8
E7	0	0	0	0	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	7
E8	0	1	0	1	0	1	0	0	3	1	1	0	0	3	0	1	5
Occurrence (O)	6	3	7	4	4	5	7	8	9	8	3	7	5	3	3	8	
ARP	210	96	245	224	212	270	588	424	801	728	51	357	150	90	84	256	

2. Narasumber 2

Tabel 4.32 Penilaian ARP Narsum.2 (Sumber: Penulis, 2026)

Risk Event (E)	Risk Agent (A)																Severity (S)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	
E1	0	6	0	0	3	3	0	3	3	9	3	1	9	0	3	0	8
E2	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0	3	0	0	1	1	7
E3	9	3	1	3	0	3	0	1	0	9	9	0	3	3	0	3	7
E4	1	1	0	0	1	0	0	0	0	9	1	9	1	1	3	0	9
E5	0	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	5
E6	0	0	3	9	0	3	0	0	9	3	3	1	0	1	9	0	7
E7	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	3	3	3	3	0	3	8

Risk Event (E)	Risk Agent (A)																Severity (S)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	
E8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4
Occurrence (O)	6	4	9	3	4	7	8	7	7	8	5	6	6	5	3	7	
ARP	432	372	252	285	56	462	208	721	658	1960	705	846	780	305	375	707	

3. Narasumber 3

Tabel 4.33 Penilaian ARP Narsum.3 (Sumber: Penulis, 2026)

Risk Event (E)	Risk Agent (A)																Severity (S)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	
E1	9	9	3	0	3	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	6
E2	0	0	0	3	1	1	0	3	1	0	0	0	1	9	1	0	5
E3	1	0	1	9	3	3	0	0	3	0	3	3	3	1	3	3	6
E4	3	0	0	1	1	9	3	0	0	3	0	0	0	0	0	1	7
E5	0	3	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	9	3	3	9	6
E6	0	0	3	0	0	0	0	0	9	0	3	9	3	1	9	0	8
E7	1	0	0	3	9	0	1	0	0	9	9	0	1	0	1	0	9
E8	0	1	1	0	3	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	3	6
Occurrence (O)	5	7	8	5	6	7	8	5	8	7	4	7	3	6	5	5	
ARP	450	546	432	515	882	602	432	225	760	798	492	714	330	462	610	485	

4. Akumulasi

Tabel 4.34 Akumulasi ARP (Sumber: Penulis, 2026)

Description	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	Total ARP
Narasum.1	210	96	245	224	212	270	588	424	801	728	51	357	150	90	84	256	22645
Narasum.2	432	372	252	285	56	462	208	721	658	1960	705	846	780	305	375	707	
Narasum.3	450	546	432	515	882	602	432	225	760	798	492	714	330	462	610	485	
ARP	1092	1014	929	1024	1150	1334	1228	1370	2219	3486	1248	1917	1260	857	1069	1448	22645
Ranking	11	14	15	13	10	6	9	5	2	1	8	3	7	16	12	4	

Tabel 4.35 Perankingan ARP (Sumber : Penulis, 2026)

Ranking	Agent Risk (A)	ARP	Code
1	Material tidak tersedia di Gudang	3486	A10
2	Keterlambatan pengiriman material	2219	A9
3	Seringnya peminjaman bahan antar proyek	1917	A12
4	Kondisi cuaca tidak mendukung	1448	A16
5	Inspeksi tidak dilakukan secara rutin	1370	A8
6	Perubahan desain selama proses produksi	1334	A6
7	Kesalahan pemotongan material	1260	A13
8	Kesalahan dalam proses pemesanan material	1248	A11
9	Seringnya peminjaman tenaga kerja antar proyek	1228	A7
10	Urutan pekerjaan tidak optimal	1150	A5
11	Kurangnya jumlah tenaga kerja	1092	A1
12	Keterbatasan ketersediaan alat	1069	A15
13	Tidak adanya sistem prioritas proyek yang jelas	1024	A4
14	Ketidaktelitian pekerja	1014	A2
15	Distribusi tenaga kerja tidak merata	929	A3
16	Kerusakan peralatan produksi	857	A14

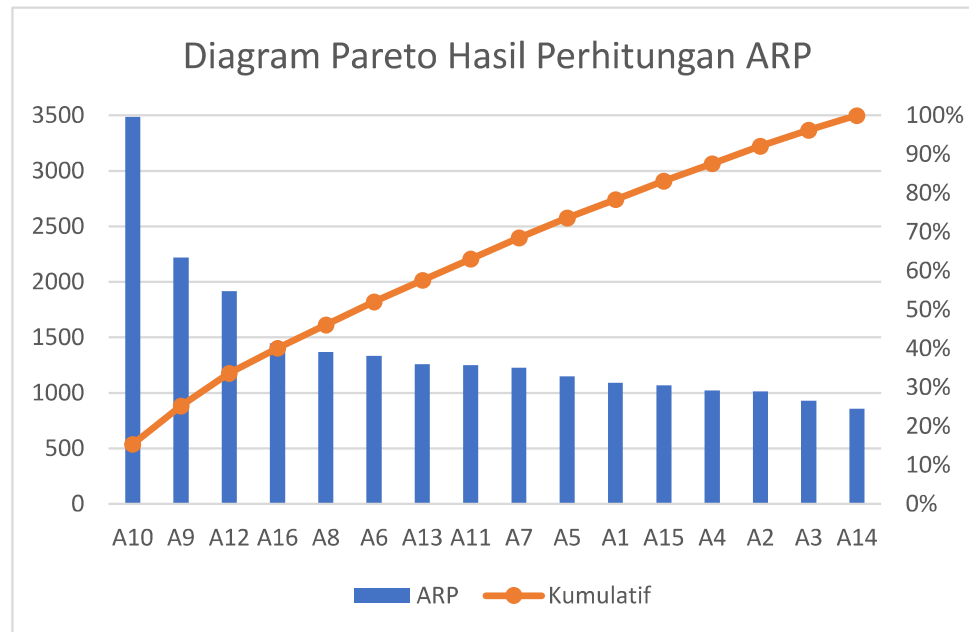
Berdasarkan tabel 4.33 rekapitulasi nilai ARP dari tiga narasumber, dapat dilakukan analisis terhadap ARP total serta ranking prioritas risk agent untuk menentukan sumber risiko yang paling dominan dalam menyebabkan keterlambatan proyek. Dilihat dari baris ARP (akumulasi), nilai tersebut merupakan hasil penjumlahan ARP dari Narasumber 1, 2, dan 3 untuk masing-masing *risk agent*. Dari hasil tersebut, terlihat bahwa A10 memiliki nilai ARP total tertinggi yaitu 3486, sehingga menempati ranking 1. Hal ini menunjukkan bahwa A10 merupakan sumber risiko paling kritis dan memiliki kontribusi terbesar terhadap keterlambatan proyek.

Selanjutnya, nilai ARP tinggi juga terdapat pada A9 (2219) dengan ranking 2, diikuti oleh A12 (1917) pada ranking 3, serta A16 (1448) pada ranking 4. Kemudian, A8 (1370) berada pada ranking 5, dan A6 (1334) pada ranking 6. Kelompok ini dapat dikategorikan sebagai prioritas utama, karena memiliki nilai ARP yang signifikan dan perlu segera dilakukan tindakan mitigasi. Pada kelompok berikutnya, terdapat *risk agent* dengan nilai ARP menengah seperti A13 (1260) pada ranking 7, A11 (1248) pada ranking 8, A7 (1228) pada ranking 9, dan A5 (1150) pada ranking 10. Meskipun tidak setinggi kelompok sebelumnya, risiko-risiko ini tetap memiliki pengaruh yang

cukup besar terhadap keterlambatan proyek. Sementara itu, *risk agent* dengan nilai ARP lebih rendah antara lain A1 (1092), A15 (1069), A4 (1024), A2 (1014), dan A3 (929). Risiko dengan nilai paling rendah adalah A14 (857) yang menempati ranking 16, sehingga dapat dianggap sebagai prioritas paling rendah dalam penanganan risiko.

Adapun total keseluruhan ARP adalah sebesar 22645, yang merepresentasikan akumulasi seluruh potensi risiko dari semua *risk agent*. Nilai ini memberikan gambaran umum tingkat risiko dalam proyek secara keseluruhan.

4.5.7 Diagram Pareto dan Analisis Faktor Keterlambatan Terbesar



Gambar 4.2 Diagram Pareto Hasil Perhitungan ARP (Sumber : Penulis, 2026)

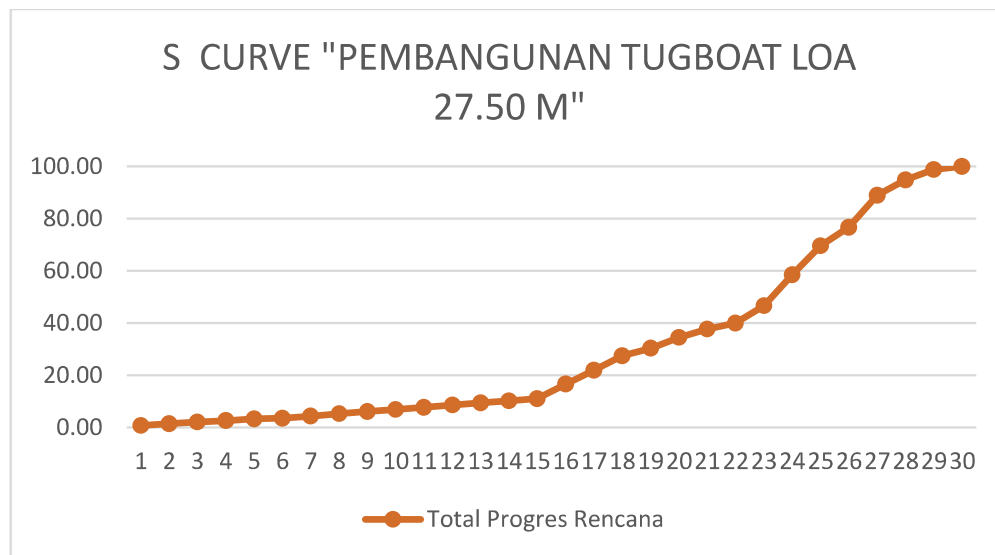
Berdasarkan diagram 4.2, terlihat bahwa terdapat beberapa sumber risiko yang memiliki kontribusi terbesar terhadap keterlambatan proses fabrikasi. Jika dilihat dari nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP), tiga faktor dengan kontribusi tertinggi adalah kode A10, A9, dan A12.

Faktor pertama adalah A10 (material tidak tersedia di gudang) dengan nilai ARP sebesar 3486. Faktor ini menjadi penyebab utama keterlambatan karena ketersediaan material merupakan elemen paling krusial dalam kelancaran proses produksi. Ketika material tidak tersedia, seluruh aktivitas produksi yang bergantung pada material tersebut akan tertunda, sehingga menimbulkan *waiting time* yang tinggi dan mengganggu alur kerja secara keseluruhan. Faktor kedua adalah A9 (keterlambatan pengiriman material) dengan nilai ARP sebesar 2219. Keterlambatan pengiriman material menunjukkan adanya permasalahan dalam manajemen supply chain, baik dari sisi vendor maupun sistem pengadaan. Dampaknya, pekerjaan yang seharusnya dapat dilaksanakan sesuai jadwal menjadi tertunda karena material belum sampai di lokasi produksi. Faktor ketiga adalah A12 (seringnya peminjaman bahan antar proyek)

dengan nilai ARP sebesar 1917.

Kondisi ini menunjukkan bahwa perencanaan kebutuhan material belum optimal, sehingga terjadi ketergantungan antar proyek. Akibatnya, ketersediaan material menjadi tidak stabil dan berpotensi menimbulkan konflik penggunaan sumber daya, yang pada akhirnya memperlambat proses produksi. Secara keseluruhan, ketiga faktor utama tersebut menunjukkan bahwa permasalahan terbesar dalam keterlambatan produksi didominasi oleh aspek manajemen material, baik dari sisi ketersediaan, distribusi, maupun perencanaan kebutuhan.

4.6 Penjadwalan Ulang Fabrikasi *Tugboat*



Gambar 4.3 *S Curve* Penjadwalan Baru *Tuigboat*

Kurva S pembangunan tugboat LOA 27,50 m pada gambar 4.3 tersebut menunjukkan perkembangan progres kumulatif proyek selama 30 minggu yang membentuk pola khas huruf "S". Pada tahap awal, yaitu sekitar minggu ke-1 hingga minggu ke-14, kurva mengalami kenaikan yang relatif landai, dengan progres hanya mencapai kisaran ± 10 –15%. Hal ini mencerminkan bahwa pekerjaan masih berada pada fase awal produksi seperti *marking*, *cutting*, serta *sub assembly*, di mana aktivitas masih terbatas, bersifat persiapan, dan belum berjalan secara paralel sehingga kontribusi terhadap progres total masih kecil.

Memasuki minggu ke-15 hingga minggu ke-24, kurva mulai menunjukkan kenaikan yang lebih signifikan, dari sekitar 15% hingga mendekati 60%. Fase ini merupakan tahap inti pembangunan kapal, di mana pekerjaan seperti *erection*, pemasangan sistem perpipaan, instalasi mesin, dan *outfitting* mulai dilakukan secara bersamaan. Intensitas pekerjaan meningkat dan penggunaan sumber daya menjadi lebih optimal, sehingga percepatan progres terlihat jelas pada grafik.

Selanjutnya, pada minggu ke-25 hingga minggu ke-30, kurva kembali melandai hingga mencapai 100%. Kenaikan progres cenderung lebih lambat karena pekerjaan bersifat detail, membutuhkan ketelitian tinggi, serta memiliki ketergantungan antar aktivitas yang besar. Secara keseluruhan, bentuk kurva ini menunjukkan bahwa

perencanaan proyek telah mengikuti pola yang sistematis dan realistis.

Jika dibandingkan dengan hasil analisis efektivitas menggunakan metode Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE) yang memperoleh nilai sebesar 66%, dapat disimpulkan bahwa meskipun sebagian besar waktu telah digunakan untuk aktivitas bernilai tambah, masih terdapat proporsi aktivitas tidak bernilai tambah yang cukup signifikan, terutama pada waiting time. Oleh karena itu, penjadwalan baru dengan penambahan jumlah tenaga kerja memberikan dampak positif terhadap percepatan progres proyek, yang ditunjukkan oleh kurva S yang lebih curam pada tahap akhir. Penambahan tenaga kerja memungkinkan lebih banyak pekerjaan dilakukan secara paralel, sehingga mampu mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan kelancaran alur produksi.