

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses mulai dari pengumpulan data, pengolahan data hingga analisis hasil pengolahan. Data yang diolah beberapa didapatkan secara primer yaitu meliputi alur proses produksi, jenis produk, cara kerja pegawai dan data *human error*. Data sekunder yang didapatkan dari perusahaan meliputi data historis *demand* perusahaan, jumlah operator masing-masing stasiun kerja, *job description* dan profil perusahaan. Data yang didapatkan diolah dengan metode SHERPA dan HEART agar nantinya dapat dilakukan analisis dan memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan rumusan masalah.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada subbab ini dijelaskan tentang gambaran umum objek yang menjadi fokus penelitian ini meliputi profil, struktur organisasi dari PT Varia Usaha Beton dan proses produksinya.

4.1.1 Profil Perusahaan

PT. Varia Usaha Beton adalah perusahaan manufaktur berskala nasional yang bergerak di bidang pengadaan beton dan bangunan. Pada tahap awal, yaitu pada 1 November 1978, PT. Varia Usaha Beton merupakan Unit Usaha Samping PT Semen Gresik (Persero) yang meliputi:

1. Unit Usaha Beton Siap Pakai (Remicon).
2. Unit Usaha Tegel dan Beton Ringan.
3. Unit Usaha Pemecah Batu.

Pada 1 Agustus 1988, PT Semen Gresik (Persero) menyerahkan Unit Usaha Samping tersebut kepada salah satu anak perusahaan yaitu PT. Varia Usaha, sebagai salah satu divisi dari PT. Varia Usaha yaitu Divisi Bahan Bangunan untuk dikelola dan dikembangkan.

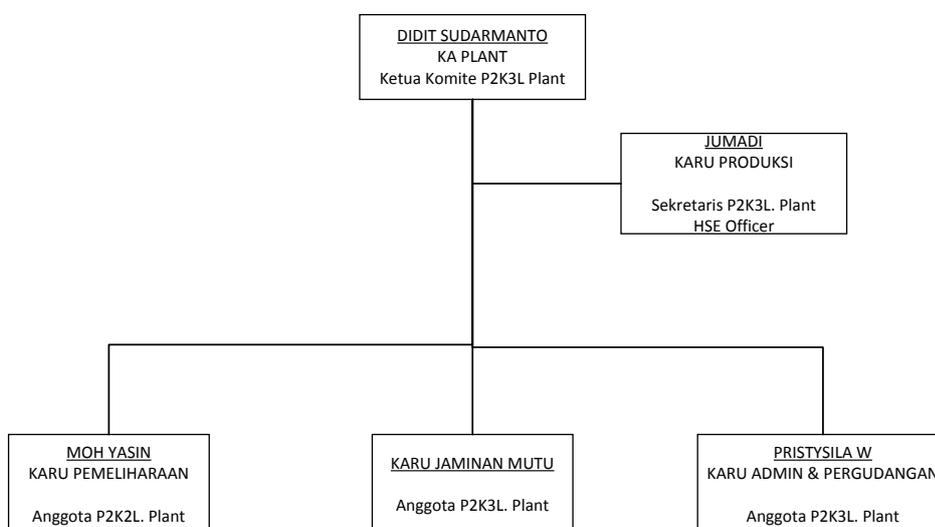
Pada tahun 1992, PT Varia Usaha menyerahkan pengelolaan Unit Usaha Batu (*Crushed Stones*) yang berlokasi di Pandaan untuk dikelola oleh PT Varia Usaha Beton. Unit usaha ini mempunyai peranan yang sangat penting bagi perusahaan karena sebagian besar produktivitas perusahaan ini menggunakan batu pecah. Mengingat produk dari batu pecah sebagian banyak diperlukan sebagai bahan utama jembatan, jalan tol dan bangunan lainnya

tentunya PT Varia usaha memperhatikan bagaimana memenuhi permintaan dan mencapai profit yang tinggi. Pada dasarnya setiap perusahaan industri mempunyai suatu tujuan yaitu untuk memperoleh keuntungan (profit) yang sebesar-besarnya untuk kelangsungan hidup perusahaan.

4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Setiap perusahaan atau organisasi tentunya memerlukan suatu susunan atau struktur tertentu sebagai fungsi wewenang dan tanggung jawab bagi setiap individu yang terlibat dalam organisasi yang sama. Dengan adanya struktur tersebut diharapkan kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh setiap bagian yang ada dalam organisasi dapat dikontrol secara terpadu untuk mencapai tujuan organisasi. PT. Varia Usaha Beton menerapkan struktur organisasi yang berbentuk garis (*lineorganization*). Hal ini karena secara umum terdapat pengendalian yang terencana dan menyeluruh atas semua aktivitas serta berada di bawah pengawasan pimpinan. Alur wewenang dan tanggung jawab tersebut untuk menjamin kelancaran aktivitas yang dilakukan baik dari vertikal (atasan) ataupun horizontal (rekan).

Pada struktur organisasi garis, kekuasaan dan tanggung jawab bercabang pada setiap tingkat pimpinan dari yang teratas sampai yang terbawah. Setiap atasan mempunyai sejumlah bawahan tertentu dan masing-masing memberi pertanggung jawaban tugasnya kepada atasan tersebut. Setiap atasan dituntut berpengetahuan yang serba guna, dikarenakan atasan tidak mempunyai pembantu ahli. Keuntungan dari struktur organisasi garis yaitu disiplin dan pengawasan menjadi mudah karena jelasnya saluran perintah serta garis tanggung jawab dan alur wewenang bersifat sederhana sehingga lebih mudah dimengerti. Adapun bagan organisasi PT.Varia Usaha Beton dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Struktur organisasi PT. Varia Usaha Beton
Sumber: PT. Varia Usaha Beton

Gambar 4.1 menunjukkan struktur organisasi di PT. Varia Usaha Beton dimana ketua komite diduduki Bapak Didit Sudarmanto, sekretaris oleh Bapak Jumadi, Divisi pemeliharaan oleh Bapak Moh. Yasin, Divisi Jaminan Mutu dan Divisi Admin & Pergudangan oleh Ibu Pristysila.

4.1.3 Proses Produksi Pemecah Batu

Proses produksi yang dilakukan di PT Varia Usaha banyak dilakukan dengan *stone crusher*. *Stone Crusher* adalah alat yang digunakan untuk memecahkan berbagai jenis batuan. Alat ini berfungsi untuk memecahkan batuan alam menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan spesifikasi (persyaratan gradasi) yang dibutuhkan. Pada pekerjaan *crushing* ini biasanya diperlukan beberapa kali pengerjaan, tahap-tahap pekerjaan ini beserta jenis *crusher* yang digunakan yaitu pemecahan tahap pertama menggunakan *primary crusher*, pemecahan tahap kedua menggunakan *secondary crusher* dan tahap ketiga menggunakan *tersier crusher* selanjutnya untuk penyaringan menggunakan *Screen crusher*. Berikut ini adalah gambar produk yang dihasilkan oleh PT. Varia Usaha Beton Pandaan dapat dilihat pada Gambar 4.2.

No	Produk	No	Produk
1.	 a. Abu Batu	2.	 b. Batu Pecah 10x20mm
3.	 c. Batu Pecah 5x10mm	4.	 d. Batu Pecah 20x30mm

Gambar 4.2 Hasil produk PT. Varia Usaha Beton
Sumber: PT. Varia Usaha Beton

Gambar 4.2 menunjukkan hasil produk yang diolah oleh PT. Varia Usaha Beton yaitu berupa abu batu digunakan untuk pembuatan paving, batako dan genteng dan batu pecah

dengan ukuran 5x10mm, 10x20mm dan 20x30mm yang digunakan untuk proses pengecoran.

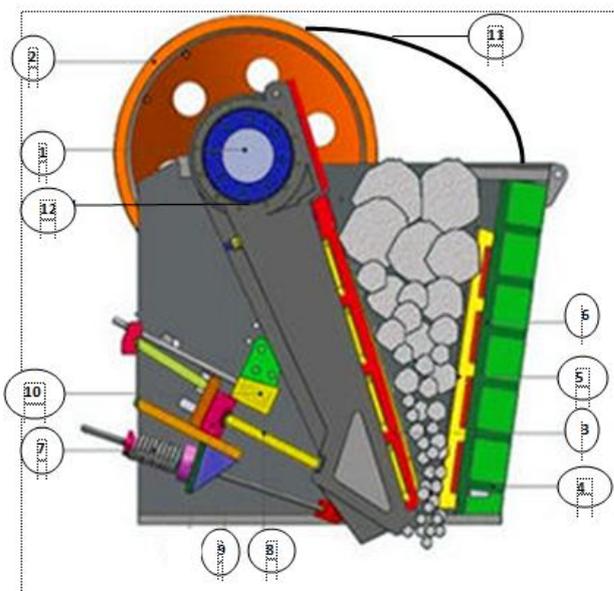
Proses produksi pada PT. Varia Usaha Beton ini terdiri atas beberapa proses, berikut

1. Proses penghancuran dilakukan oleh komponen mesin *primer crusher* sebagai komponen awal. Bongkahan batu dimasukkan ke dalam rahang *crusher* hingga rahang terisi penuh, kemudian mesin *crusher* akan menghancurkan bongkahan batu menjadi ukuran yang lebih kecil mencapai ukuran 11-12 inci.
2. Setelah itu potongan batu akan dipindahkan oleh alat pemindah secara vertikal yaitu *bucket elevator* untuk masuk kedalam *bin hopper*. *Bin Hopper* merupakan alat penyimpanan sementara pecahan batu dari mesin *primer crusher*.
3. Setelah *bin hopper* terisi penuh maka pecahan batu akan jatuh pada komponen *shifter*, dimana kerja dari komponen *shifter* ini maju mundur. Pecahan batu pada komponen *shifter* ini akan jatuh pada *conveyor* menuju ke mesin *sekunder crusher* untuk di proses selanjutnya.
4. Proses penghancuran kedua dilakukan pada mesin *sekunder crusher* untuk di hancurkan menjadi potongan lebih kecil lagi sesuai dengan tipe batu yang diinginkan. Proses penghancuran pada mesin *sekunder crusher* tidak jauh berbeda dengan mesin *primer crusher*, hanya saja perbedaanya berada pada lebar *feeder* dimana lebar *feeder* pada mesin *sekunder crusher* sekitar 1250 x 200 cm dengan ukuran pecahan batu yang dihasilkan mencapai 6inci.
5. Selanjutnya pecahan batu yang sudah dihancurkan akan ditampung oleh *conveyor* dan menuju pada mesin *screen* (penyaringan).
6. Pada mesin *screen* (penyaringan) pecahan batu akan masuk pada lubang-lubang untuk menuju ke tempat penyimpanan sesuai dengan ukuran batu yang telah ditentukan. Saringan pertama akan menghasilkan batu berukuran 20x30mm dan akan menuju pada corong untuk ke tempat penyimpanan, jika batu tidak berukuran 10x20mm maka pecahan batu akan disaring lagi dan menghasilkan batu berukuran 5x10mm, dan seterusnya sampai batu berukuran 5x10mm dan abu batu.
7. Hasil penyaringan yang tidak masuk ke corong penyimpanan akan dilakukan *return* pada mesin *tersier crusher*. Pecahan batu akan dialirkan menggunakan *conveyor* dan akan dihancurkan lagi di mesin *tersier crusher*. Proses dan tipe mesin *tersier crusher* ini sama dengan *sekunder crusher*. Setelah batu dihancurkan maka akan dialirkan dengan *conveyor* dan di bawa pada mesin *screen* kembali.

4.2 Penyajian Data

Penyajian data pada sub bab ini difokuskan pada proses produksi di PT Varia Usaha Beton yaitu pada sekunder crusher. Pemilihan proses sekunder crusher berdasarkan rekomendasi dari pihak manajemen dari PT Varia Usaha Beton selain itu proses pada mesin *primer crusher* maupun *tersier crusher* memiliki tahapan proses yang hampir sama dengan *sekunder crusher*.

Crusher yang digunakan oleh PT. Varia Usaha Beton untuk menghancurkan batuan adalah jenis *jaw crusher* type PE. *Crusher* adalah mesin yang berfungsi untuk menghancurkan bongkahan batu menjadi butiran yang nantinya akan diproses lebih lanjut oleh komponen lain agar memiliki tingkat kehalusan yang sesuai. Lebar *feeder* pada mesin *sekunder crusher* sekitar 1250 x 200 cm dengan ukuran pecahan batu yang dihasilkan mencapai 6inci. Berikut ini adalah ilustrasi Mesin *sekunder crusher* yang terdapat pada PT. Varia Usaha Beton Pandaan.



Gambar 4.3 Mesin sekunder crusher

Sumber: <http://www.soddifare.in>

Berikut merupakan tahapan operator dalam melakukan serangkaian proses kerja pada mesin *sekunder crusher*.

1. Persiapan kerja meliputi penerimaan laporan kerja dari *shift* sebelumnya, absensi kerja serta pemakaian APD sebelum ke lantai produksi.
2. Pengecekan mesin dimulai dari pengambilan peralatan untuk *maintenance* mesin *sekunder crusher*, selanjutnya dilakukan *set up* mesin sekaligus dilakukan pembersihan secara menyeluruh.

3. Operasi produksi dimulai dari menjalankan mesin hingga mengawasi secara langsung dengan berjalan secara berkala di sekitar mesin *sekunder crusher*.
4. Akhir kerja yaitu membuat laporan kerja selama 1 *shift* untuk diberikan ke *shift* selanjutnya. Mengembalikan peralatan serta APD serta melakukan absensi pada kantor pusat.

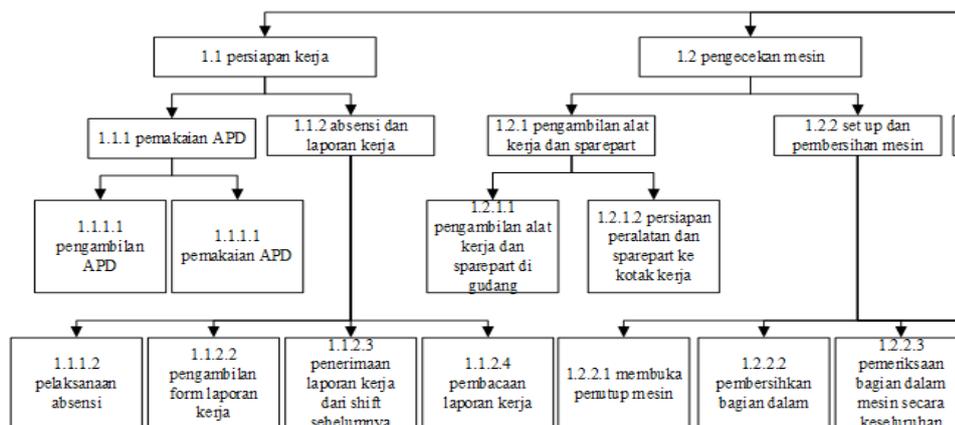
Pada proses *sekunder crusher* ini terdapat 2 operator dimana *jobdesk* dari tiap-tiap operator yaitu 1 operator sebagai pemantau dan menekan tombol pada stasiun kerja dan 1 operator sebagai pemantau sekaligus *maintenance* langsung bilamana terjadi macet pada mesin. Posisi operator fleksibel sehingga masing-masing dapat bergantian posisi sesuai kesepakatan dari operator yang bekerja.

4.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan 2 metode sesuai dari tinjauan pustaka yaitu SHERPA dan HEART. SHERPA digunakan untuk memprediksi sekaligus memberi solusi potensial terhadap *human error* yang terjadi secara terstruktur. HEART untuk mengetahui besar probabilitas *error* yang telah diidentifikasi tersebut terjadi. Pada kedua metode tersebut input utamanya adalah *Hierarchy Task Analysis* (HTA). HTA digunakan untuk memberi gambaran skenario *task* yang dianalisis pada proses produksi mesin *sekunder crusher*.

4.3.1 Hierarchy Task Analysis Proses Produksi Mesin Sekunder Crusher

HTA dihasilkan berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara langsung oleh peneliti dan wawancara dengan operator. Gambar 4.4 menunjukkan salah satu contoh bagian dari HTA proses pada mesin *sekunder crusher* di PT Varia Usaha Beton. Detail dari HTA dapat dilihat pada lampiran 1.



Gambar 4.4 HTA proses produksi mesin sekunder crusher

4.3.2 SHERPA

Pada tahap ini dilakukan analisis dari keseluruhan *bottom task* yang memiliki potensi terjadinya *human error*. Dalam mengidentifikasi adanya *error* yang mungkin terjadi untuk memenuhi kondisi *intra-analyst reliability* maka dilakukan pengamatan beberapa hari secara kontinyu. Setelah dilakukannya pengamatan selama beberapa hari selanjutnya dilakukan diskusi bersama dengan *expert* pada bidang produksi yaitu kepala bagian produksi untuk menganalisis *behaviour taxonomy* dan menentukan mode *error* dari tiap *task*. Mode *error* yang di dapatkan menjadi acuan dalam mendeskripsikan dan menjabarkan *error*. Dimana *error* didasarkan pada HTA yang telah dibuat diawal.

Sebagai contoh dapat dilihat pada task 1.1.2.4 yaitu *task* membaca laporan kerja dari *shift* sebelumnya terdapat potensi *error* yang mungkin terjadi. Pada *task* tersebut telah diidentifikasi terdapat 2 potensi *human error* yaitu mode *error* C1 dengan deskripsi *error* yaitu operator lupa melakukan pengecekan laporan. Potensi *error* yang ke 2 yaitu dengan mode *error* C2 dengan deskripsi *error* berupa operator membaca laporan kerja dari *shift* sebelumnya tidak sampai selesai. Berdasarkan 2 mode *error* ini tentunya memiliki konsekuensi yaitu operator tidak mengetahui permasalahan pada *shift* sebelumnya yang mungkin akan berdampak ke dalam pengaturan mesin *sekunder crusher*. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

Berikut merupakan tabel ringkasan identifikasi *human error* yang terjadi pada operator mesin *sekunder crusher* di PT Varia Usaha Beton.

Tabel 4.1
Frekuensi *Mode Error*

<i>Mode error</i>	Munculnya <i>mode error</i>	Presentase (%)	
A1	5	16%	62%
A3	3	10%	
A8	7	23%	
A9	4	13%	
C1	5	16%	26%
C2	3	10%	
R1	1	3%	6%
R2	1	3%	
I1	1	3%	6%
I2	1	3%	
TOTAL	31	100%	

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat jika pada tabel tersebut menunjukkan hasil identifikasi *human error* pada proses produksi mesin *sekunder crusher* yang mana didapatkan berdasarkan diskusi dengan kepala bagian produksi di PT Varia Usaha Beton dan pengamatan yang dilaksanakan dalam rentang 7 hari berturut-turut. Hasil diatas

menunjukkan 31 deskripsi *error* dari keseluruhan *task* yang dilakukan oleh operator mesin *sekunder crusher* pada bagian produksi. *Mode error* yang muncul dari keseluruhan deskripsi *error* dalam rentang 7 hari dalam 1 kali siklus kerja tersebut terdapat 4 *behaviour taxonomy* yaitu *action* (A), *checking* (C), *retrieval* (R), dan *Communication error* (I). Tabel 4.1 dapat ditarik kesimpulan bahwa kesalahan pada *task* proses produksi didominasi oleh *action error* dengan presentase sebesar 62%. Sedangkan untuk *error checking* sebesar 26%, *retrieval* sebesar 6% dan yang terakhir *communication error* sebesar 6%.

Langkah selanjutnya adalah menjabarkan serangkaian konsekuensi dari *task* berdasarkan HTA yang telah dibuat. Serangkaian konsekuensi merupakan kejadian bilamana *error* yang diprediksi oleh peneliti benar terjadi pada saat proses produksi. Berikut merupakan salah satu contoh konsekuensi yang terjadi bilamana *human error* terjadi pada *task* 1.1.2.4 membaca laporan kerja shift sebelumnya yaitu operator yang akan bekerja tidak mengetahui permasalahan pada shift sebelumnya. Untuk hasil konsekuensi dari *task* secara detail dapat dilihat pada lampiran 2.

Setelah diketahui serangkaian konsekuensi dari masing-masing *error* dari *task* selanjutnya dijabarkan berupa penjelasan atau tindakan yang dapat dilakukan apabila kondisi *error* dari *task* tersebut terjadi. Pada analisa ini perlu ditentukan apa-apa saja yang harus dilakukan untuk menghindari *error*. Contoh dari *recovery analysis* pada *task* 1.1.2.4 membaca laporan kerja shift sebelumnya dengan *error* C1 maka operator harus melakukan *task* 1.1.2.4 agar mengetahui permasalahan pada shift sebelumnya. Dan bilamana terjadi *error* C2 maka operator harus melakukan *task* 1.1.2.4 dengan benar atau sampai selesai agar tidak terjadi *human error*. Untuk detail lengkap *recovery analysis* dapat dilihat pada lampiran 3.

Setelah dilakukan *recovery analysis* dilakukan penentuan *ordinal probability analysis*. *Ordinal probability analysis* merupakan penentuan probabilitas *error* dari tiap-tiap *task* terjadi. Dilakukan dengan pemilihan seorang yang *expert* di bidang produksi pada mesin *sekunder crusher* yaitu kepala produksi di PT Varia usaha Beton. Penentuan *ordinal probability* disini juga didasari oleh teori yang telah ada yaitu dengan ketentuan sebagai berikut.

1. *Low* (L) dimana bisa dikatakan potensi dari *human error* tersebut merupakan kejadian yang hampir tidak pernah terjadi.
2. *Medium* (M) dimana bisa dikatakan potensi dari *human error* tersebut merupakan kejadian yang dapat terjadi sekali hingga dua kali.

3. *High* (H) dimana bisa dikatakan potensi dari *human error* tersebut merupakan kejadian yang sering terjadi (lebih dari dua kali).

Sebagai contoh pada *task* 1.1.2.4 yaitu membaca laporan kerja shift sebelumnya dimana untuk *error* C1 memiliki *ordinal probability medium* dan untuk C2 memiliki *ordinal probability high*. Jadi dapat dikatakan jika *error* C1 yang terjadi pada *task* tersebut terjadi sekali hingga 2 kali sedangkan untuk mode C2 terjadi lebih dari 2 kali dalam satu hari kerja. Untuk detail dari penentuan *ordinal probability* terdapat pada lampiran 4.

Langkah selanjutnya dalam metode SHERPA ini yaitu menentukan *critically analysis* yaitu penentuan dampak apabila suatu *error* dari *task* tersebut terjadi yang akan mengakibatkan kerugian baik untuk individu ataupun perusahaan. Dampak dari *error* yang ditimbulkan memiliki dampak langsung ataupun tidak langsung terhadap kerja dari mesin *sekunder crusher* sehingga mempengaruhi turunnya produktivitas. Sebagai contoh *task* 1.1.2.4 membaca laporan dari shift sebelumnya memiliki dampak yang sama antar masing-masing *mode error* yaitu operator tidak mengetahui kendala dari shift sebelumnya dan tidak mengetahui langkah preventif untuk kejadian selanjutnya dan memungkinkan kendala tersebut terulang. Untuk detail *critically analysis* dapat dilihat pada lampiran 5.

Selanjutnya setelah penentuan dampak yaitu *remedy analysis* untuk meminimalkan potensi terjadinya *human error* yang dapat menyebabkan pengerjaan ulang produk agar sesuai dengan standar yang ada. Pada *remedy analysis* merupakan penentuan strategi apa yang sebaiknya digunakan oleh perusahaan. Sebelum melakukan *remedy analysis* diperlukan sebuah identifikasi dan analisis terkait penyebab terjadinya potensi *human error* dari setiap *task* dimana dapat diklasifikasikan seperti di buku Sutalaksana (1979). Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara penyebab terjadinya *human error* dijelaskan sebagai berikut.

1. *System Induced Human Error*

Mekanisme dari suatu sistem yang memungkinkan manusia melakukan suatu kesalahan semisal kebijakan dari manajemen yang kurang dalam menerapkan kedisiplinan pegawai secara baik dan terorganisir. Selain itu bisa juga kebijakan dari manajemen tidak tersampaikan secara jelas sehingga operator kurang dapat memahami yang dimaksud oleh manajemen. Berikut merupakan beberapa contoh *system induced* yang terdapat di bagian proses produksi:

- a. Manajemen belum membuat *list* untuk peralatan yang akan dibawa operator ke stasiun kerja.
- b. Tidak adanya alur persiapan kerja yang jelas dari perusahaan.

- c. Manajemen kurang dalam melakukan koordinasi langsung terhadap operator yang bekerja untuk konfirmasi dalam beberapa hal.
- d. Kurangnya penerapan sistem komunikasi antar operator yang efektif dan efisien.
- e. Tidak adanya rute operator dalam melakukan kerja lapangan untuk memantau kerja mesin.

2. *Design Induced Human Error*

Perancangan desain sistem atau peralatan kerja yang kurang baik atau kurang tepat memungkinkan terjadinya suatu *human error* terjadi. Bilamana suatu lingkungan kerja dirancang kurang sesuai dengan pemakai atau tanpa mempertimbangkan aktor manusia maka akan memungkinkan terjadinya ketidaksesuaian dalam memakai peralatan tersebut. Berikut merupakan beberapa contoh *design induced human error* yang terjadi pada rantai produksi.

- a. Tidak adanya tanda untuk himbauan akan suatu hal atau kegiatan tertentu.
- b. Penataan desain *layout* stasiun kerja operator yang kurang terkoordinir
- c. Kurangnya penunjuk informasi tentang melakukan setting mesin.

3. *Pure Human Error*

Pure human error merupakan suatu *error* yang murni berasal dari kesalahan manusia sebagai operator pada sebuah sistem. Contoh kesalahan pada *pure human error* yaitu *skill*, pengalaman, psikologis pekerja. Berikut merupakan contoh *pure human error* yang terjadi pada rantai produksi.

- a. Kurangnya pengetahuan operator dalam melakukan tugas yang diberikan.
- b. Operator lalai dalam melakukan tugasnya.
- c. Operator kurang teliti dalam melaksanakan tugas yang diberikan.

Setelah dilakukannya identifikasi dan analisis penyebab terjadinya *error* dari tiap *task*, maka ditentukan *remedy* atau perbaikan yang tepat guna mencegah ataupun mengurangi *human error* yang terjadi. Sebagai contoh pada *task* yang sama 1.1.2.4 disebabkan karena *pure human error* yaitu kelalaian operator dalam melakukan pekerjaan dan langkah perbaikan yang sesuai dengan *task* tersebut yaitu manajemen membuat sistem sirkulasi yang jelas sekaligus dilakukan sosialisasi pada semua operator agar tidak terjadi lagi kesalahan yang sama di kemudian hari. Untuk detail dari *remedy analysis* dapat dilihat pada lampiran 6.

4.3.2.1 Kuesioner SHERPA

Identifikasi *error* yang telah dilakukan diawal berdasarkan HTA kemudian digunakan sebagai dasar dalam membuat penyusunan sebuah kuesioner. Berdasarkan dari maksud dari *signal detection paradigm* maka kuesioner nantinya hanya akan berisi jawaban “Ya” dan “Tidak” saja. Kuesioner yang telah dibuat nantinya akan disebarakan kepada semua operator proses produksi dengan harapan data lebih akurat, lebih lengkap cakupannya, dan mengetahui gambaran umum sebenarnya suatu populasi di PT Varia Usaha Beton yang berjumlah 4 orang. Adapun kuesioner yang telah dibuat dapat dilihat pada lampiran 7.

4.3.2.2 Signal Detection Paradigm

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner pada operator proses produksi maka didapatkan rekapitulasi total *hits* (Hs), *false alarm* (Fas), *misses* (Ms), dan *Correct rejection* (CRs). Pada Tabel 4.2 merupakan hasil rekapitulasi penyebaran kuesioner anatara prediksi dengan *actual error*. Rekapitulasi secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran 8.

Tabel 4.2

Rekapitulasi *Signal Detection Paradigm*

<i>Error Predicted?</i>	<i>Error Observed?</i>	
	<i>Yes (Y)</i>	<i>No (N)</i>
<i>Yes (Y)</i>	80 (Hs)	44 (FAs)
<i>No (N)</i>	9 (Ms)	47 (CRs)

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat jika hasil dari rekapitulasi penyebaran kuisioner terdapat 80 *hits* yang berarti telah dilakukan prediksi *error* dan sesuai karena terjadi di lapangan. Terdapat 44 *false alarm* yang berarti telah dilakukan prediksi *error* namun kenyataannya *error* tersebut tidak terjadi dilapangan. Terdapat 9 *misses* yang berarti *error* tidak diprediksi namun ternyata terjadi di lapangan. Serta terdapat 47 *correct rejection* yang berarti *error* tidak diprediksi dan memang tidak terjadi di lapangan.

Dari hasil tersebut dapat diketahui jika nilai *hits* dan *correct rejection* yang cukup tinggi dimana menandakan bahwa identifikasi *error* yang dilakukan benar terjadi dilapangan dan yang tidak diprediksi jika ada *error* tidak terjadi dilapangan. Diketuinya besar nilai *hits*, *false alarm*, *misses* dan *correct rejection* maka dapat dilakukan tahap selanjutnya yaitu tahap validasi. Validasi merupakan tahapan untuk mnetahui seberapa valid prediksi terjadinya *error* pada proses produksi di PT Varia Usaha Beton. Validasi yang nantinya dilakukan dengan menghitung nilai indeks sensitivitas.

4.3.2.3 Indeks Sensitivitas Proses Produksi

Tahapan setelah dilakukan rekapitulasi yaitu dengan menghitung nilai indeks sensitivitas (SI). Dengan mengetahui nilai indeks sensitivitas maka dapat diketahui keakuratan prediksi *error* pada proses produksi yang telah dilakukan sebelumnya. Perhitungan nilai SI dilakukan menggunakan persamaan (2-1). Berikut merupakan perhitungan nilai SI proses produksi:

$$SI = \frac{\left(\frac{hits}{hits + misses}\right) + 1 - \left(\frac{false\ alarm}{false\ alarm + correct\ rejections}\right)}{2}$$

$$SI = \frac{\left(\frac{80}{80 + 9}\right) + 1 - \left(\frac{44}{44 + 47}\right)}{2}$$

$$SI = \frac{1,41536}{2}$$

$$SI = 0,70768$$

Hasil perhitungan nilai indeks sensitivitas (SI) menunjukkan nilai sebesar 0,70768. Mengacu pada Harris et al. (2005), suatu nilai indeks sensitivitas sebaiknya lebih dari 0,6. Hasil perhitungan yang telah dilakukan diatas menunjukkan jika nilainya lebih daripada 0,6 maka dapat disimpulkan jika hasil prediksi SHERPA diatas dapat diterima dan mendekati akurat.

4.3.3 HEART

Berdasarkan HTA yang telah dibuat diawal digunakan juga sebagai *input* pada metode HEART. Terdapat beberapa tahapan pada metode ini yaitu mulai dari pengklasifikasian *task* sesuai dengan *generic task type* (GTT), pengidentifikasian *error producing conditions* (EPC), penentuan nilai *assessed proportion of effect* (APOE), perhitungan nilai *assessed effect* (AE), perhitungan *human error probability* (HEP), dan perhitungan total *human reliability*.

4.3.3.1 Pengklasifikasian Task Sesuai Generic Task Type (GTT)

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi kemungkinan *error* yang mungkin terjadi dari tiap *task* sekaligus mengelompokkan *task* tersebut. pengidentifikasian *possible error* didapatkan dari analisa elemen tugas operator yang berada di lapangan. Pengklasifikasian *task* dilakukan dengan didasarkan pada tabel *generic task type* yang ada pada bab 2. *Generic task* ini dibedakan berdasarkan karakteristik yang menggambarkan *task* yang dinilai.

Berdasarkan identifikasi *error* yang telah dilakukan terdapat 18 *task* yang berpotensi terjadinya *human error* di lantai produksi. Berikut merupakan salah satu contoh pengelompokan *error* berdasarkan tabel *generic task type* yaitu pada *task* 1.1.2.3 yaitu menerima laporan dari shift sebelumnya dimana kemungkinan terjadinya *human error* pada *task* tersebut yaitu operator lupa untuk meminta laporan kerja dari shift sebelumnya. *Task* tersebut dikategorikan pada *generic task type* D karena *task* tersebut merupakan pekerjaan yang cukup sederhana dimana dapat dilakukan dengan cepat atau membutuhkan setidaknya sedikit perhatian dan bisa diandalkan keberhasilannya. Dengan dikelompokkannya *task* 1.1.2.3 pada kategori D maka nilai nominal *human unreability*nya adalah 0,09 sesuai pada tabel *generic task type*. Untuk pengklasifikasian *task* sesuai GTT secara lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 9.

4.3.3.2 Penentuan *Error Producing Conditions* (EPC)

Penentuan daripada *error producing conditions* (EPC) dilakukan untuk mengetahui kondisi apa saja yang dapat menimbulkan *error* yang didasarkan pada tabel EPC seperti bab 2. EPC pada masing-masing *task* adalah dengan melihat *possible error* yang telah ditentukan di awal dan menentukan kondisi apa saja yang dapat memicu terjadinya *error* tersebut. tiap *task* dapat memiliki lebih dari satu kondisi yang memicu terjadinya *error*.

Sebagai contoh pada 1.1.2.3 yaitu menerima laporan dari shift sebelumnya terdapat 2 kondisi yang memungkinkan memicu terjadinya *error*. Pertama tingkat kedisiplinan rendah dimana pada tabel EPC memiliki nilai nominal sebesar 1,2 dan kedua yaitu melewatkan kegiatan karena intervensi orang lain memiliki nilai nominal sebesar 1,06. Tabel penentuan *error producing conditions* secara lebih detail dapat dilihat pada lampiran 10.

4.3.3.3 Penentuan *Assesed Proportion of Effect* (APOE)

Nilai dari *assesed proportion of effect* (APOE) didapatkan dari diskusi yang dilakukan bersama *expert* yang merupakan kepala produksi di PT Varia Usaha Beton dikarenakan tanggung jawab besar dalam memantau aktivitas pekerja dan pengetahuan tentang kondisi dilantai produksi. Seperti halnya *ordinal probabilities* pada metode SHERPA, nilai APOE disini juga ditentukan berdasarkan dampak yang ditimbulkan oleh deskripsi *error* yang diidentifikasi sebelumnya. Nilai APOE berada pada rentang 0 hingga 1, dimana maksud dari nilai 0 disini yaitu menandakan bahwa tidak memberikan dampak pada produk akibat EPC dan nilai 1 menandakan bahwa sangat berdampak pada produk akibat EPC.

Sebagai contoh pada task 1.1.2.3 yaitu menerima laporan kerja dari shift sebelumnya baik dari 2a maupun 2b mendapatkan nilai APOE sebesar 0,5 yang menandakan jika kondisi tersebut memberikan dampak yang tidak terlalu tinggi bagi produk namun patut untuk diperhatikan oleh pihak manajemen perusahaan. Semua hasil nilai APOE secara detail dapat dilihat pada lampiran 11.

4.3.3.4 Perhitungan Nilai *Assesed Effect* (AE)

Nilai APOE yang telah diketahui sebelumnya dilanjutkan dengan dilakukan perhitungan *assessed effect* (AE). Perhitungan nilai AE dilakukan pada masing-masing EPC dengan menggunakan persamaan 2-2. Sebagai contoh berikut merupakan perhitungan nilai AE pada *task* 1.1.2.3. Detail perhitungan nilai AE masing-masing EPC dapat dilihat pada lampiran 12.

$$AE_i = \{[(b_i - 1) \times c_i] + 1\}$$

$$AE_i = \{[(1,2 - 1) \times 0,5] + 1\} = 1,1$$

Dimana:

Ae_i = besarnya *assessed effect* pada EPCs ke-i

b_i = besarnya nilai nominal pada EPCs ke-1

c_i = besarnya *assessed proportion of effect* pada EPCs ke-i

4.3.3.5 Perhitungan *Human Error Probability* (HEP)

Setelah diketahui nilai AE pada perhitungan selanjutnya yaitu menghitung nilai *human error probability* (HEP). HEP disini merupakan probabilitas kesalahan atau kegagalan yang dilakukan oleh manusia selaku operator. Nilai HEP didapatkan dari hasil perkalian antara nilai GTT diawal dengan nilai AE. Perhitungan dilakukan pada masing-masing *task* dengan persamaan 2-3, berikut merupakan salah satu contoh perhitungan pada *task* 1.1.2.3. detail perhitungan nilai HEP dapat dilihat pada lampiran 13.

$$HEP_j = a \times AE_1 \times AE_2 \times AE_3 \times \dots \times AE_n$$

$$HEP_j = 0,09 \times 1,1 \times 1,03 = 0,10197$$

Dimana

HEP_j = besarnya HEP pada tipe *task* ke-j

a_i = besarnya nominal *human unreability*

Ae_i = besarnya *assessed effect* pada EPCs ke-i

Menurut hasil perhitungan HEP dapat diketahui jika nilai terbesar terletak pada *task* 1.3.2.3 yaitu memantau produk pada *conveyor* menuju *sekunder crusher* dengan sebesar 0,60132 sedangkan untuk nilai terkecil terletak pada *task* 1.4.2.2 yaitu mengembalikan peralatan dan *sparepart* kedalam gudang dengan nilai sebesar 0,00356.

4.3.3.6 Perhitungan *Human Reliability*

Nilai HEP yang telah dihitung diatas dilanjutkan pada perhitungan nilai *reliability*nya (R). Nilai *reliability* merupakan nilai keandalan manusia sebagai operator proses produksi dalam melaksanakan tugas-tugasnya, yaitu dengan rumus *1-failure*. Nilai R disini menunjukkan sebesar apa sebuah *task* dapat diandalkan keberhasilannya. Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan *task* 1.1.2.3. Detail perhitungan *reliability* dapat dilihat pada lampiran 14.

$$R_{1.1.2.3} = 1 - HEP_{1.1.2.3}$$

$$R_{1.1.2.3} = 1 - 0,89803 = 0,89803$$

Dimana:

$$R_{1.1.2.3} = \text{besarnya nilai } reliability \text{ pada } task \ 1.1.2.3$$

$$HEP_{1.1.2.3} = \text{besarnya nilai } human \ error \ probability \text{ pada } task \ 1.1.2.3$$

Berdasarkan perhitungan nilai R yang telah dilakukan diketahui jika nilai terbesar pada *task* 1.4.2.2 yaitu mengembalikan peralatan dan *sparepart* kedalam gudang dengan nilai sebesar 0,99643. Sedangkan nilai R terkecil adalah pada *task* 1.3.2.3 yaitu memantau produk pada *conveyor* menuju *sekunder crusher* dengan nilai sebesar 0,39867.

Nilai R yang besar pada *task* 1.4.2.2 menandakan bahwa *task* tersebut merupakan *task* yang paling bisa diandalkan keberhasilannya. Hal ini dikarenakan *task* 1.4.2.2 termasuk kedalam GTT kategori *type* F yang memiliki nilai *human unreability* yang rendah yaitu dengan nilai 0,003 lalu hanya memiliki 2 EPC serta nilai APOE yang relatif tidak begitu tinggi sehingga menghasilkan nilai AE yang kecil. Sedangkan nilai R terkecil terletak pada *task* 1.3.2.3 menunjukkan bahwa keandalan *task* tersebut rendah. Hal ini disebabkan karena pada *task* 1.3.2.3 termasuk GTT pada kategori E yang memiliki nominal *human unreability* sebesar 0,02. Adanya 3 EPC pada 1 *task* juga ikut andil dalam tingginya nilai R walaupun nilai APOE dapat dikatakan pada kisaran yang tidak cukup tinggi yaitu 0,5 sehingga menghasilkan nilai HEP yang tinggi dan memberi dampak ke nilai keandalan yang rendah.

4.4 Analisis dan Pembahasan

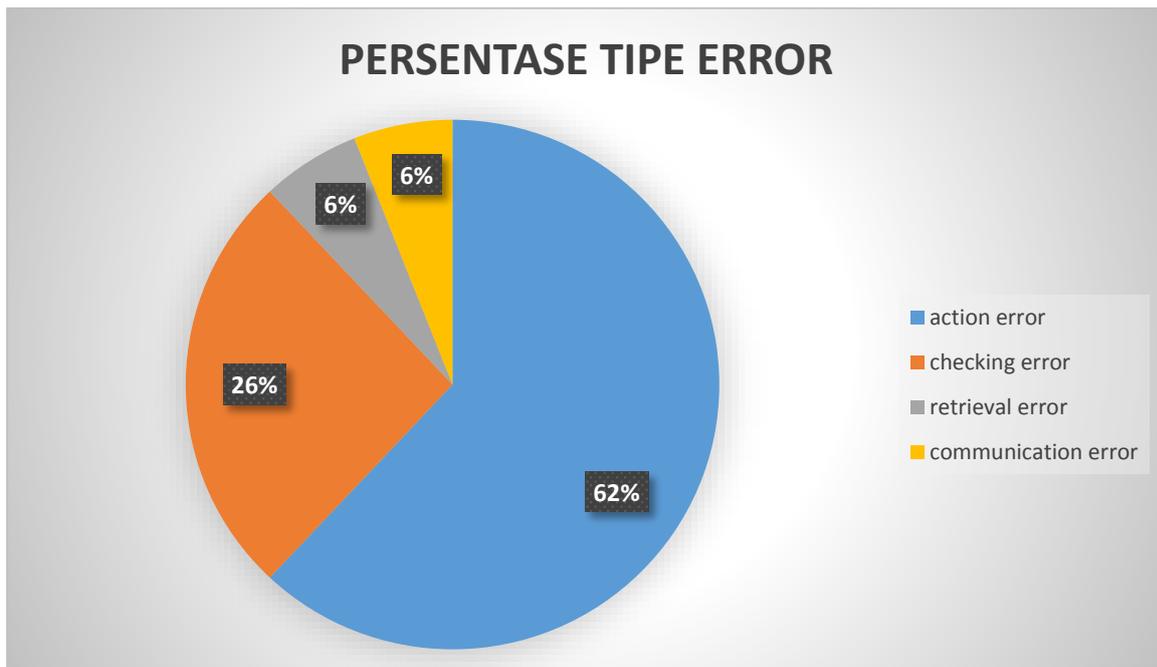
Analisis dan pembahasan yaitu meliputi keterangan atau penjelasan secara lebih detail mengenai hasil dari masing-masing metode SHERPA dan HEART.

4.4.1 Analisis dan Pembahasan SHERPA

Seperti yang telah dijelaskan diawal jika metode SHERPA digunakan untuk mengidentifikasi adanya potensi terjadi sebuah *human error* dan tentunya disertai dengan strategi *remedy* yang tepat. Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan dapat diketahui beberapa hal mengenai potensi *human error* yang terjadi. Hal tersebut dapat ditinjau dari jenis *mode error* yang berpotensi terjadi, penentuan *ordinal probability of error*, *critically error* serta penyebab dan strategi *remedy* yang tepat untuk menangani *error*.

4.4.1.1 Analisis Mode Error

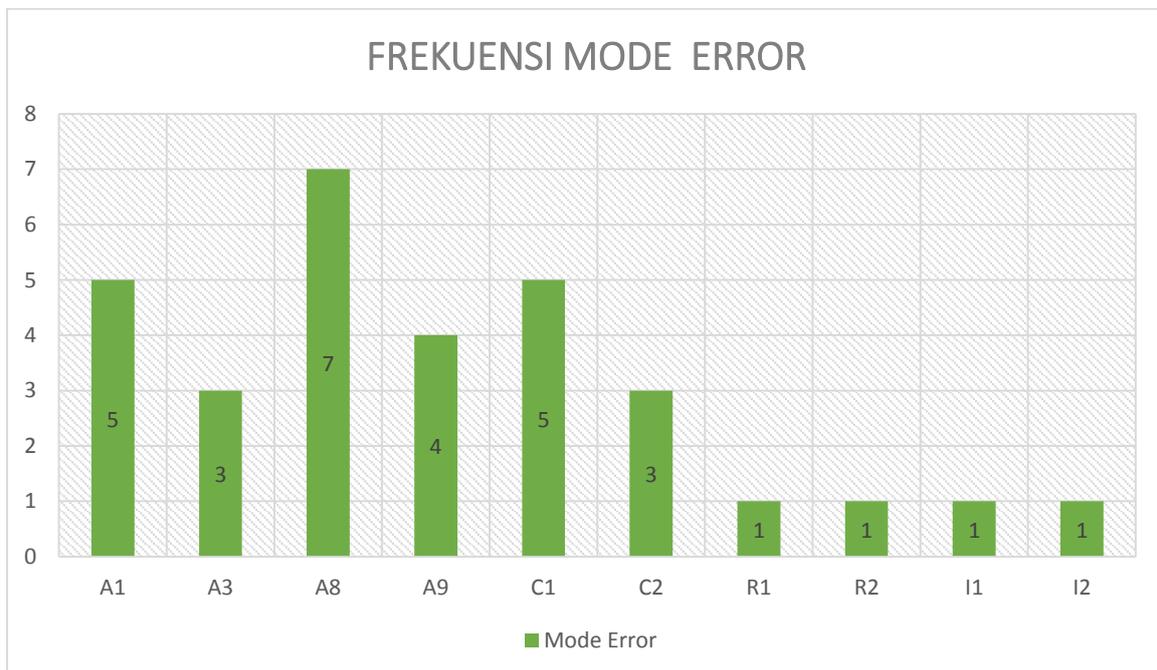
Berdasarkan identifikasi dan penjabaran potensi *human error* diatas dapat diketahui jika dari total keseluruhan 31 deskripsi *error* pada 18 *task* yang teridentifikasi, terdapat 4 *type error* berdsarkan *behaviour taxonomy* yaitu *action*, *checking*, *retrieval* dan *communication error*. Sesuai dengan rincian pada tabel 4.1 sebesar 62% *mode error* yang muncul adalah *action error*. Nilai terbesar kedua setelah *action error* yaitu *checking error* dengan persentase sebesar 26%. Untuk *retrieval* dan *communication error* memiliki nilai persentase yang sama yaitu 6%. Berikut pada gambar 4.5 menunjukkan grafik persentase kemunculan tipe *error* pada proses produksi di PT Varia Usaha Beton.



Gambar 4.5 Presentase tipe *error*

Rincian dari masing-masing jenis *error*nya yang pertama pada jenis *action error* dijabarkan masing-masing mode *error*nya adalah A1 yaitu pekerjaan yang dilakukan terlalu lama atau terlalu singkat muncul sebanyak 5 kali, A3 yaitu pekerjaan yang dilakukan dengan cara atau jalan yang salah muncul sebanyak 3 kali, A8 yaitu pekerjaan yang terlalaikan muncul sebanyak 7 kali, dan terakhir A9 yaitu pekerjaan tidak terselesaikan muncul sebanyak 4 kali.

Selanjutnya untuk jenis *checking error* masing-masing mode *error* yang keluar adalah C1 yaitu pengecekan yang terlalaikan dimana muncul sebanyak 5 kali dan C2 yaitu pengecekan tidak terselesaikan muncul sebanyak 3 kali. Jenis *error retrieval* juga hanya muncul 2 mode *error* yaitu R1 dengan keterangan informasi tidak didapatkan dan mode *error* R2 dengan keterangan informasi yang tidak sesuai masing-masing muncul sebanyak 1 kali. Terakhir untuk jenis *communication error* juga hanya muncul 2 mode *error* yaitu I1 dengan keterangan informasi tidak terkomunikasikan dan mode *error* I2 dengan keterangan mengomunikasikan informasi yang salah dimana masing-masing muncul dengan frekuensi yang sama yaitu sebanyak 1 kali. Berikut akan dijabarkan pada gambar 4.6 mengenai frekuensi munculnya mode *error* yang telah dijabarkan diatas.



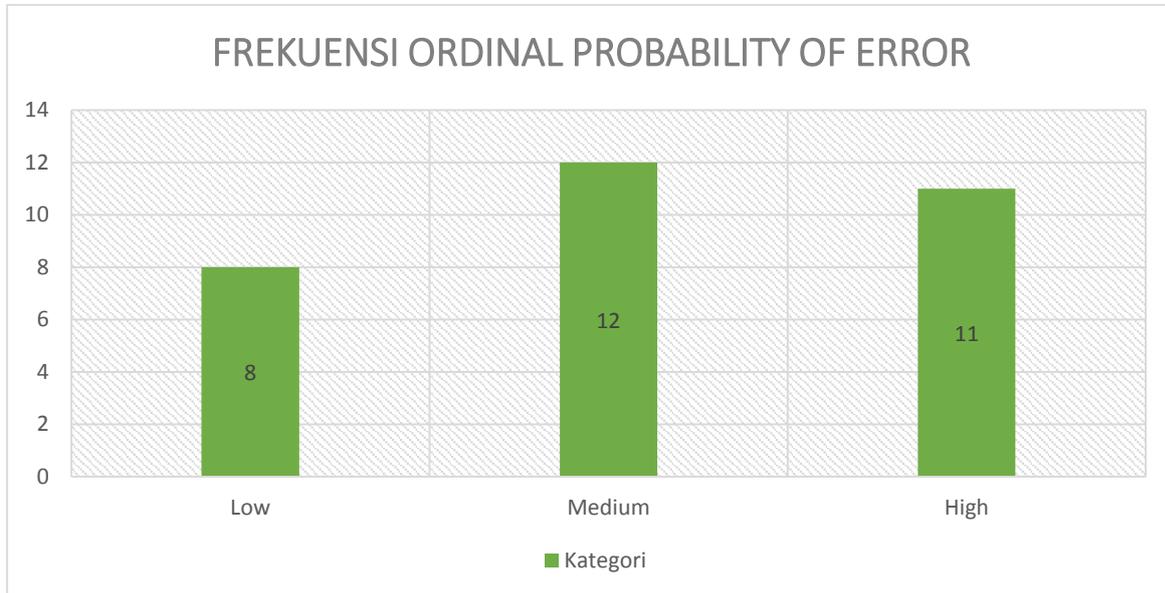
Gambar 4.6 Grafik frekuensi mode *error*

Penjelasan diatas cukup untuk menyimpulkan jika *action error* memiliki andil yang cukup besar dalam keseluruhan *error* yang telah diidentifikasi. Terbesar kedua yaitu *checking error* dan yang terakhir dengan presentase yang sama yaitu *retrieval error* dan *communication error*. Mode *error* A8 muncul dengan frekuensi terbesar yaitu dengan nilai 7. Walaupun presentase paling besar didominasi oleh *action error* namun pada frekuensi

kedua munculnya mode *error* terbesar pada mode *error* A1 dan C1 dimana masing-masing *error* tersebut muncul sebanyak 5 kali. Selanjutnya mode *error* A9 muncul dengan frekuensi sebesar 4 berada pada keempat terbesar frekuensi paling sering muncul. Jadi bila ditinjau dari kemunculan masing-masing mode *error* dapat diurutkan A8 dengan frekuensi terbesar diikuti A1 dan C1 pada frekuensi terbesar kedua, selanjutnya a9 menempati posisi terbesar ketiga, keempat terbesar terletak pada mode *error* A3 dan C2 dan terakhir pada frekuensi terendah ada 4 mode *error* yaitu R1, R2, I1, dan I2.

4.4.1.2 Analisis Ordinal Probability of Error

Ordinal probability of error adalah probabilitas terjadinya *error* yang telah diidentifikasi sebelumnya. *Ordinal probability* disini dikategorikan menjadi 3 macam *low*, *medium*, dan *high* didasarkan diskusi dengan *expert* yakni kepala produksi di PT Varia Usaha Beton. Kategori *low* dimaksudkan bilamana kejadian *error* yang telah diidentifikasi tidak pernah terjadi. Kategori *medium* dimaksudkan bahwa potensi *human error* tersebut pernah terjadi sekali hingga dua kali. Kategori ketiga yaitu *high* dimaksudkan jika potensi *human error* tersebut sering terjadi atau muncul lebih dari dua kali. Berikut pada gambar 4.7 merupakan grafik frekuensi dari nilai *ordinal probability*.



Gambar 4.7 Grafik *ordinal probability of error*

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui jika jumlah frekuensi *low* muncul sebanyak 8 kali dengan persentase 26% yang berarti ke 8 potensi *human error* tersebut tidak pernah muncul di kenyataan. Sedangkan untuk kategori *medium* muncul dengan persentase 39% dengan frekuensi munculnya sebesar 12 kali dimaksudkan bahwa *error* tersebut pernah terjadi sekali atau dua kali. Terakhir pada kategori *high* persentase 35% dengan frekuensi

kemunculan sebesar 11 kali yang artinya jika *error* tersebut sering terjadi atau minimal lebih dari dua kali. Dapat disimpulkan jika potensi *human error* yang telah diidentifikasi diawal mayoritas muncul yaitu pada kategori medium dimana rentang kemunculan sekali dan maksimal dua kali.

Setelah dilakukan pengelompokan berdasarkan kategori maka perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan mengelompokkan *task* mana saja berdasarkan kategori tersebut yang nantinya agar mudah menentukan masalah pada *task* mana yang harus diselesaikan terlebih dahulu.

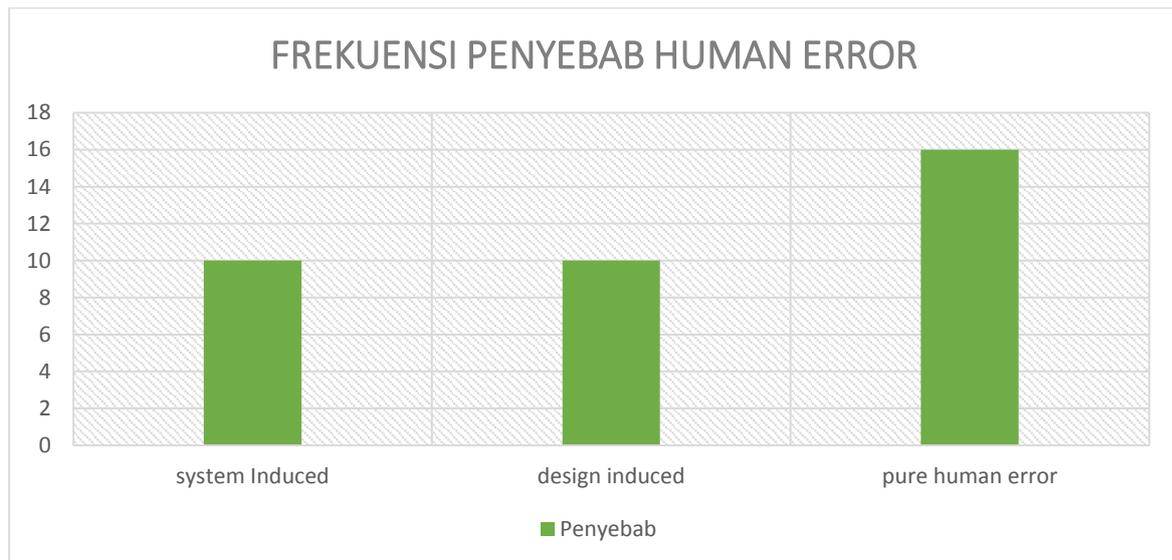
Tabel 4.3
Pengelompokan *Task* Berdasarkan *Ordinal Probability*

<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
1.1.2.2	1.1.2.4	1.1.2.4
1.1.2.3	1.2.1.2	1.2.1.1
1.2.2.3	1.2.2.5	1.2.2.3
1.2.2.4	1.3.2.2	1.2.2.4
1.2.2.6	1.3.3.2	1.3.2.3
1.4.1	1.3.3.4	1.3.3.1
1.4.3.1	1.4.1	1.3.3.2
	1.4.2.1	
	1.4.2.2	

Dari tabel diatas dapat disimpulkan jika dari pengelompokan tersebut dapat diketahui mana *task* yang lebih diprioritaskan untuk diselesaikan untuk dicari solusi pemecahannya. Berdasarkan lebih dahulu maka kategori *high* karena munculnya *error* lebih dari dua kali yaitu *task* 1.1.2.4, 1.2.1.1, 1.2.2.3, 1.2.2.4, 1.3.2.3, 1.3.3.1, dan 1.3.3.2. Selain karena intensitas keluarnya *error* tersebut pada saat proses produksi namun juga dampak yang ditimbulkan dari masing-masing *task* tersebut sangat mempengaruhi dari tingkat produktivitas perusahaan.

4.4.1.3 Analisis Penyebab

Penyebab yang ditimbulkan oleh *error* yang mungkin terjadi terdapat 3 macam yaitu *system induced human error*, *design induced human error* dan *pure human error*. *System induced human error* merupakan *error* yang disebabkan oleh mekanisme suatu sistem yang memungkinkan manusia melakukan sebuah kesalahan. *Design induced human error* merupakan *error* yang disebabkan oleh perancangan, desain sistem atau peralatan kerja. Sedangkan *pure human error* merupakan *error* yang disebabkan karena kesalahan murni dari dalam diri manusia tersebut. berikut merupakan grafik penyebab terjadinya *human error* pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik penyebab terjadinya *human error*

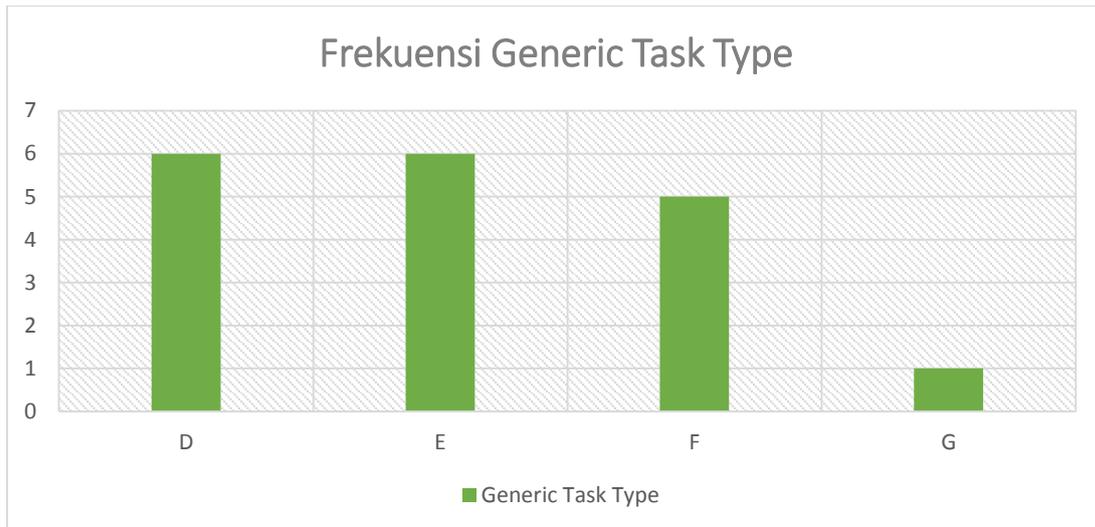
Berdasarkan grafik yang telah dipaparkan setelah diketahui penyebab *human error* tiap *task* yang termasuk dalam ketiga kategori tersebut, terdapat 10 deskripsi *error* dengan kategori *system induced human error* dengan presentase sebesar 28% dimana penyebab dari *human error* diantaranya manajemen yang belum mempersiapkan alur kerja, sistem koordinasi dan komunikasi. Selanjutnya pada kategori *design induced* juga terdapat 10 deskripsi *error* dengan presentase 28% dimana penyebab *design induced* diantaranya yaitu kurangnya tanda atau peringatan pada tempat-tempat tertentu dan penataan *layout* kerja yang kurang terkoordinir. Ketiga kategori *pure human error* terdapat 16 deskripsi *error* dengan presentase sebesar 44% dimana salah satu *pure human error* yaitu kurangnya pengetahuan operator dalam melakukan tugas, lalai ataupun kurang teliti dalam bertugas.

4.4.2 Analisis dan Pembahasan HEART

Metode Heart disinidigunakan sebagai penentuan probabilitas sebuah *error* akan terjadi. Setelah diketahuinya probabilitas maka dapat dilakukan peninjauan dari potensi *human error* tersebut seperti jenis *task* mana saja yang berpotensi terjadi, nilai *human error probability* (HEP), serta *reliability* dari masing-masing *task*.

4.4.2.1 Analisis *Generic Task Type*

Berdasarkan pengklasifikasian yang telah dilakukan diawal dapat dilakukan pengelompokkan berdasarkan kategori masing-masing *task*. Seluruh *task* yang memiliki potensi *error* sejumlah 18 *task* dikelompokkan menjadi 4 kategori yang sesuai dengan tabel *generic task type* yaitu *generic task D*, *generic task E*, *generic task F*, dan *generic task G*. Berikut merupakan frekuensi munculnya *generic task type* pada Gambar 4.9 dibawah.



Gambar 4.9 Frekuensi *generic task type*

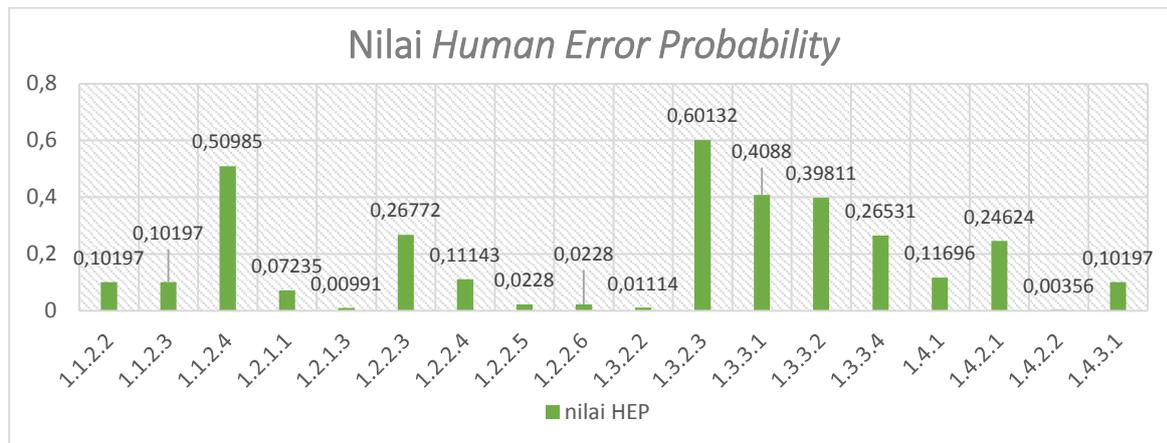
Berdasarkan pada gambar frekuensi *generic task type* diatas terdapat 4 *generic type task* yang muncul. *Generic task type* D yaitu pekerjaan yang cukup sederhana yang dapat dilakukan dengan cepat atau membutuhkan sedikit perhatian dan bisa diandalkan keberhasilannya, pada *task type* ini muncul sebanyak 6 kali dengan presentase 33%. *Generic task type* E yaitu pekerjaan rutin, terlatih dan memerlukan ketrampilan yang rendah, pada *task type* ini muncul sebanyak 6 kali juga dengan presentase 33%.

Selanjutnya *generic task type* F yaitu merubah atau megembalikan sistem ke keadaan yang baru atau semula dengan mengikuti prosedur dan beberapa pemeriksaan, pada *task type* ini muncul sebanyak 5 kali dengan presentase 27%. *Generic type* G yaitu Pekerjaan sangat familiar yang sering dilakukan, didesain dengan baik yang mana merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali per jam, dilakukan berdasarkan standar yang tinggi oleh personal yang terlatih dan berpengalaman, serta menyadari implikasi dari kegagalan dan tersedianya waktu untuk memperbaiki kesalahan potensial, pada *task type* ini muncul sebanyak 1 kali dengan presentase sebesar 5%. Seperti yang telah dijabarkan diatas jika pada *generic task type* jenis *task* yang paling sering muncul yaitu *task type* D dan E dengan kemunculan sebanyak 6 kali. Dilanjutkan pada terbanyak kedua yaitu *task type* F dengan banyak kemunculan sebesar 5 kali dan terakhir yaitu *task type* G dengan kemunculan sebesar 1 kali.

4.4.2.2 Analisis *Human Error Probability (HEP)* dan *Reliability*

Perhitungan nilai HEP dilakukan untuk mengetahui terlebih dahulu nilai *nominal human unreability* yang berasal dari pengelompokkan *generic task type* diawal dari masing-masing *task*, penentuan EPC, dan penentuan nilai APOE dari setiap EPC, lalu perhitungan nilai AE untuk setiap EPC. Setelah menentukan atau menghitung nilai-nilai tersebut maka

selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai HEP sesuai dengan persamaan 2-3. Berikut merupakan gambar perbandingan nilai HEP dari keseluruhan *task* pada tabel 4.10.



Gambar 4.10 Nilai human error probability

Berdasarkan nilai HEP dapat diambil 5 nilai tertinggi yaitu *task* 1.3.2.3 dengan nilai HEP sebesar 0,60132 dan nilai R sebesar 0,39867 yaitu *task* memantau produk pada *conveyor* menuju *sekunder crusher*. Setelah *task* 1.3.2.3 selanjutnya diikuti pada nilai tertinggi kedua yaitu pada *task* 1.1.2.4 adalah membaca laporan kerja dari shift sebelumnya dengan nilai HEP 0,50985 dan nilai R sebesar 0,49015. Urutan ketiga dengan nilai HEP terbesar yaitu pada *task* 1.3.3.1 adalah pengecekan keliling kerja mesin *sekunder crusher* dengan nilai HEP sebesar 0,4088 dan nilai R sebesar 0,5912. Keempat pada *task* 1.3.3.2 adalah pengecekan sisa hasil produk dengan nilai HEP sebesar 0,39811 dan nilai R sebesar 0,60188. Kelima yaitu pada *task* 1.2.2.3 adalah memeriksa bagian dalam mesin secara keseluruhan dengan nilai HEP sebesar 0,26772 dan nilai R sebesar 0,73227. Berikut adalah 5 *task* dengan nilai HEP tertinggi disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4

Task dengan Nilai HEP Tertinggi

No Task	Task	EPC	HEP	R
1.3.2.3	Memantau produk pada <i>conveyor</i> menuju <i>sekunder crusher</i>	Rasio bunyi sinyal yang rendah	0,60132	0,39867
		Kualitas informasi yang tidak baik dalam menyampaikan prosedur dan interaksi orang per orang		
		Tingkat kedisiplinan yang rendah		
1.1.2.4	Membaca laporan kerja shift sebelumnya	Penolakan informasi yang sangat mudah untuk diakses	0,50985	0,49015
		Tingkat kedisiplinan rendah		
		Melewatkan kegiatan karena intervensi orang lain		
1.3.3.1	Pengecekan keliling kerja mesin <i>sekunder crusher</i>	Ketidaksesuaian antara persepsi operator dan pembuat sistem	0,40880	0,5912
		Sedikit atau tidak ada pengecekan independen atau percobaan pada hasil		

No Task	Task	EPC	HEP	R
1.3.3.2	Pengecekan sisa hasil produk	Tidak adanya alat untuk menyampaikan informasi spesial dan fungsional kepada operator dalam bentuk operator dapat secara siap memahaminya	0,39811	0,60188
		Sedikit atau tidak ada pengecekan independen atau percobaan pada hasil		
		Tingkat kedisiplinan yang rendah		
1.2.2.3	Memeriksa bagian dalam mesin secara keseluruhan	Ketidaksesuaian antara persepsi operator dan pembuat sistem	0,26772	0,73227
		Ketidaksesuaian antara perkiraan dan resiko sebenarnya		
		Operator yang tidak berpengalaman seperti baru memenuhi kualifikasi namun tidak <i>expert</i>		
		Tingkat kedisiplinan yang rendah		

Nilai HEP yang diperoleh hasil dari perkalian antara *nominal human unreability* dengan nilai *assessed of error* (AE) dari masing-masing EPC. Nilai AE merupakan nilai perhitungan antara nominal EPC dan APOE. Seperti halnya *nominal human unreability* nilai EPC juga sudah ditentukan berdasarkan jenis EPC yang ada. Sedangkan nilai APOE didapatkan berdasarkan penilaian subjektif dari seorang *expert*. Nilai APOE tersebut yang mempengaruhi besarnya suatu nilai HEP.

4.4.3 Perbandingan Hasil SHERPA dan HEART

Berdasarkan pengolahan yang telah dilakukan dapat diketahui hasil dari masing-masing metode baik dari metode SHERPA ataupun HEART. Hasil dari kedua metode ini yang sekiranya dapat dibandingkan adalah penyebab *human error* pada metode SHERPA dengan EPC pada metode HEART serta probabilitas terjadinya *human error* dari masing-masing *task* di proses produksi. Perbandingan yang dilakukan disini sekaligus untuk mengetahui keselarasan antara hasil pengolahan metode SHERPA dan HEART.

Salah satu hasil yang dapat diketahui dari metode SHERPA adalah penyebab terjadinya *human error* yaitu dapat berupa *system induced*, *design induced*, maupun *pure human error*. Pada metode HEART juga terdapat penentuan penyebab terjadinya *human error* yaitu berdasarkan tabel *error producing conditions* (EPC). EPC tersebut menjelaskan tentang kondisi-kondisi yang sekiranya dapat menyebabkan terjadinya *human error*. Detail perbandingan antara metode SHERPA dan HEART dapat dilihat pada lampiran 15. Berdasarkan probabilitas nilai HEP yang telah dianalisis sebelumnya maka diambil 2 *task* dengan pertimbangan 2 *task* paling atas memiliki nilai HEP diatas 0,5 yang mengindikasikan jika kemungkinan *task* tersebut sangat besar untuk terjadi maka harus diselesaikan terlebih

dahulu. Berikut adalah perbandingan penyebab dari 2 *task* yang memiliki nilai HEP tertinggi yaitu 1.3.2.3 dan 1.1.2.4 pada tabel 4.5.

Tabel 4.5
Perbandingan Penyebab Metode SHERPA dan HEART

No <i>Task</i>	<i>Task</i>	SHERPA	HEART
		Penyebab <i>Human Error</i>	EPC
1.3.2.3	Memantau produk pada <i>conveyor</i> menuju <i>sekunder crusher</i>	a. <i>Design induced</i> : posisi stasiun kerja yang tidak lurus pada <i>conveyor</i> sehingga operator kelelahan dalam memperhatikan terus menerus b. <i>Sistem induced</i> : operator kurang komunikasi	a. Rasio bunyi sinyal yang rendah b. Kualitas informasi yang tidak baik dalam menyampaikan prosedur dan interaksi orang per orang c. Tingkat kedisiplinan yang rendah
1.1.2.4	Membaca laporan kerja shift sebelumnya	a. <i>Pure human error</i> : operator lalai dalam melakukan pekerjaan, operator lalai dalam melakukan pekerjaan hingga selesai	a. Penolakan informasi yang sangat mudah untuk diakses b. Tingkat kedisiplinan rendah c. Melewatkan kegiatan karena intervensi orang lain

Sebagai contoh dari permasalahan perbandingan penyebab antar metode SHERPA dan HEART diatas adalah pada *task* 1.3.2.3 yakni memantau produk pada *conveyor* menuju *sekunder crusher*. Penyebab *task* 1.3.2.3 pada metode SHERPA adalah *sistem induced* yang mana operator kurang komunikasi sedangkan penyebab pada metode HEART yaitu kualitas informasi yang tidak baik dalam menyampaikan prosedur dan interaksi orang per orang. Berdasarkan dari perbandingan tersebut hasil penentuan penyebab *human error* dan EPC sudah selaras atau penyebab maupun kondisi yang menyebabkan terjadinya *human error* menurut metode SHERPA dan HEART sudah sama.

Selain analisis penyebab selanjutnya *output* dari metode SHERPA juga terdapat *ordinal probability* yang merupakan probabilitas terjadinya *error* yang telah diidentifikasi. Sedangkan pada metode HEART terdapat nilai *human error probability* (HEP) yaitu probabilitas terjadinya *human error*. Nilai dari keduanya dapat dibandingkan satu sama lain dikarenakan keduanya menyangkut penentuan probabilitas dari *error* yang telah diidentifikasi sebelumnya. Berikut merupakan perbandingan dari *task* 1.3.2.3 dan 1.1.2.4 pada tabel 4.6 dibawah.

Tabel 4.6
Perbandingan Probabilitas SHERPA dan HEART

No <i>Task</i>	<i>Task</i>	SHERPA	HEART
		<i>Ordinal Probability</i>	HEP
1.3.2.3	Memantau produk pada <i>conveyor</i> menuju <i>sekunder crusher</i>	<i>High</i>	0,60132
		<i>High</i>	
1.1.2.4	Membaca laporan kerja shift sebelumnya	<i>Medium</i>	0,50985
		<i>High</i>	

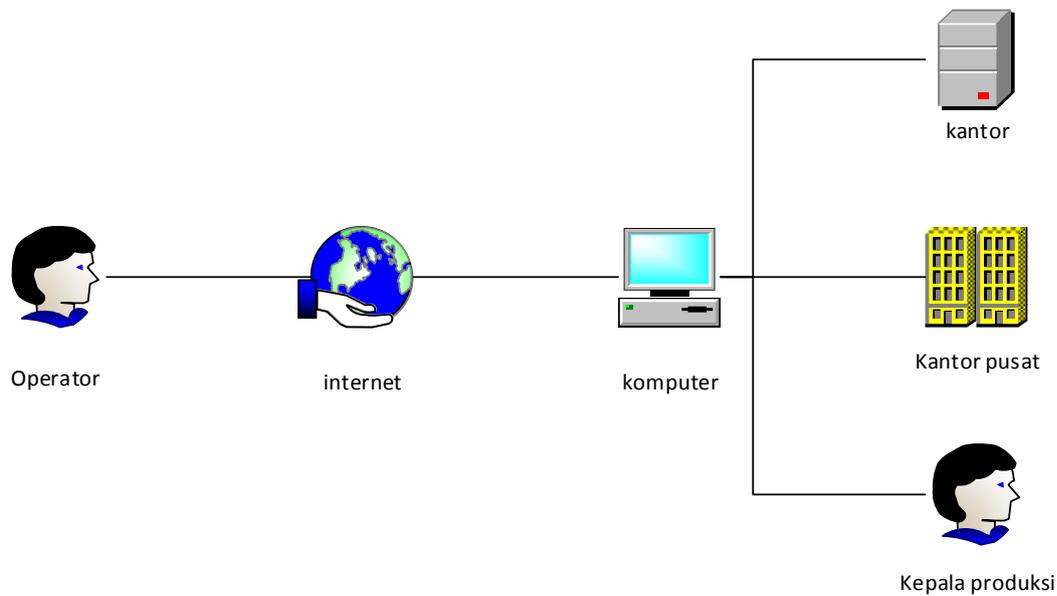
Berdasarkan Tabel 4.6 yang telah dijabarkan diatas *task* 1.3.2.3 pada metode SHERPA memiliki *ordinal probability high-high* sehingga dapat dikatakan jika nilai *ordinal probability* cenderung tinggi. Pada metode HEART perhitungan yang telah dilakukan menghasilkan nilai 0,60312 menjadikan *task* tersebut memiliki nilai HEP tertinggi dan dapat dikatakan jika probabilitas terjadinya *error* pada *task* tersebut juga tinggi. Dengan demikian dapat dikatakan jika pengolahan data dengan metode SHERPA dan HEART memiliki hasil yang selaras tentang probabilitas terjadinya *error* di proses produksi PT Varia Usaha Beton.

4.4.4 Rekomendasi Perbaikan

Analisis yang telah dilakukan menjadi pertimbangan dalam menentukan rekomendasi perbaikan yang sebaiknya dilakukan oleh perusahaan. Rekomendasi perbaikan yang dilakukan nantinya akan mengacu dari strategi *remedy* pada SHERPA yang telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan 2 masalah utama yang telah dijabarkan diatas yaitu berfokus pada *task* 1.3.2.3 dan 1.1.2.4 yang mana memiliki probabilitas potensi *error* yang cukup besar maka perlu dilakukan langkah untuk mengatasi ataupunantisipasi dalam menangani permasalahan yang terjadi. Diperlukan pengelompokan strategi berdasarkan penyebab terjadinya *human error* maka dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu:

1. *System induced human error: task* yang dilakukan yaitu memantau produk pada *conveyor* menuju *sekunder crusher* dimana penyebab *error* operator kurang dalam hal komunikasi dengan operator yang lain.

Rekomendasi perbaikan untuk *system induced* yaitu dengan membuat sistem informasi komunikasi yang terintegrasi. Sistem yang terintegrasi dengan internet akan sangat membantu baik operator dalam memantau kerja alat ataupun perusahaan yang dapat memantau permasalahan apa saja yang sering terjadi di lapangan. Sistem yang terintegrasi dengan internet memungkinkan operator dapat membuka halaman web di PT Varia Usaha Beton lewat *handphone* khusus untuk operator produksi. Berikut merupakan alur dalam penerapan sistem komunikasi yang terintegrasi dengan internet.



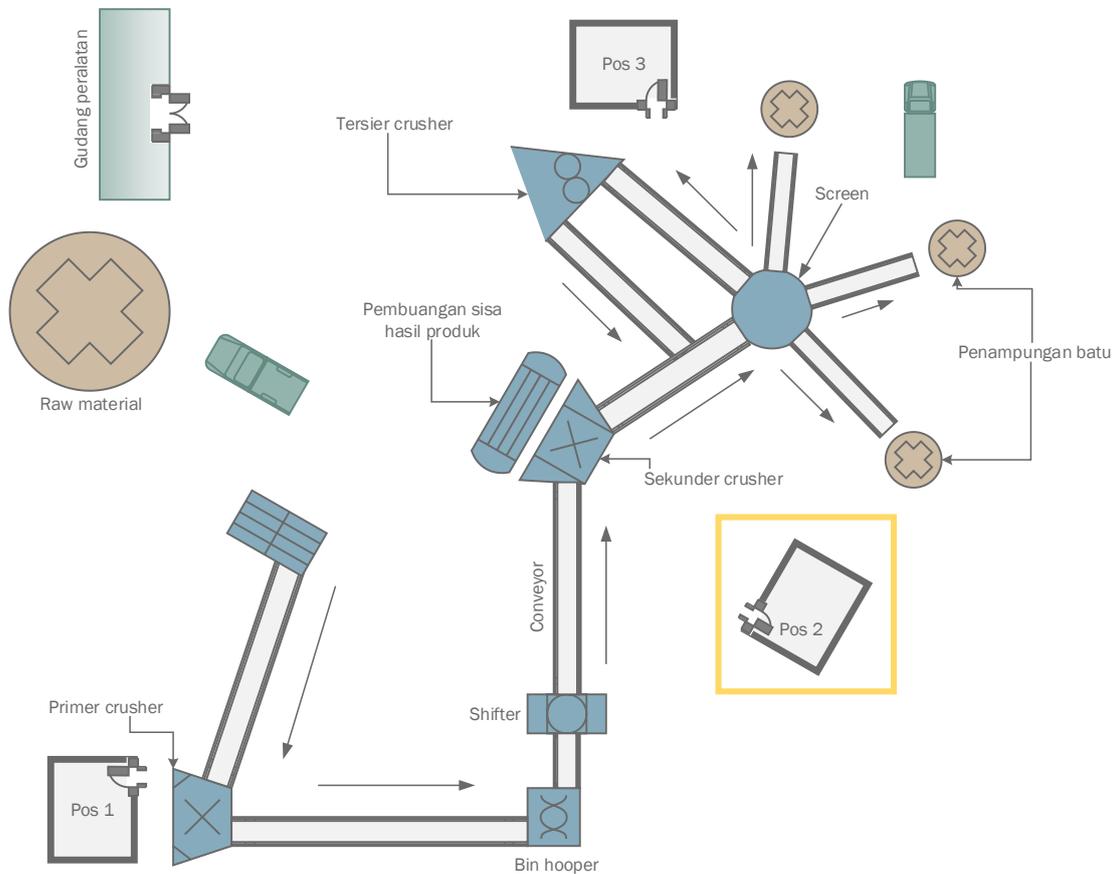
Gambar 4.11 Alur sistem informasi

- a. Operator memuat halaman di PT. Varia Usaha Beton bagian operator produksi batu pecah. Operator dapat memuat halaman tersebut melalui *smartphone* untuk memudahkan dalam membawa perangkat tanpa penambahan alat yang lain.
- b. Operator mengisi berbagai pilihan dalam halaman web tersebut. dan memberikan keterangan apa yang ingin dilakukan atau sekedar memberikan informasi mengenai kondisi operator yang melakukan inspeksi keliling. Informasi yang telah diinput akan masuk kedalam pusat informasi PT. Varia Usaha Beton.
- c. Informasi yang telah masuk akan dilakukan konfirmasi oleh operator yang berada di dalam pos melalui komputer untuk ditangani lebih lanjut apakah akan dilakukan pemberhentian pada mesin *sekunder crusher* atau lain sebagainya.

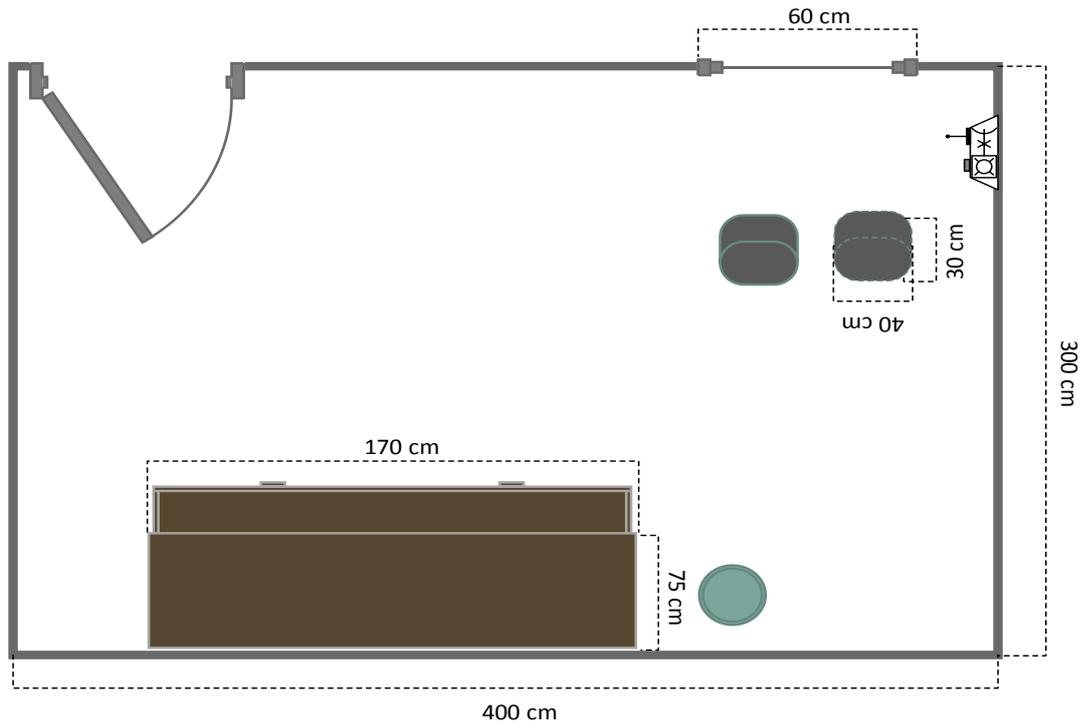
Sistem komunikasi yang terintegrasi memungkinkan banyak sekali kelebihan selain cepat dan fleksibel dengan adanya sistem komunikasi yang telah terhubung internet memungkinkan data dapat dilakukan rekap dengan cepat juga dapat diakses oleh PT Varia Usaha Pusat. Pihak perusahaan dapat mengakses sekaligus memantau kondisi lapangan melalui halaman khusus yang telah disediakan sekaligus terciptanya transparansi informasi mengenai kondisi yang terjadi.

2. *Design induced human error: task* yang dilakukan yaitu memantau produk pada *conveyor* menuju *sekunder crusher* dimana penyebab *error* posisi stasiun kerja yang tidak lurus pada *conveyor* sehingga operator mengalami kelelahan dalam memperhatikan secara terus menerus.

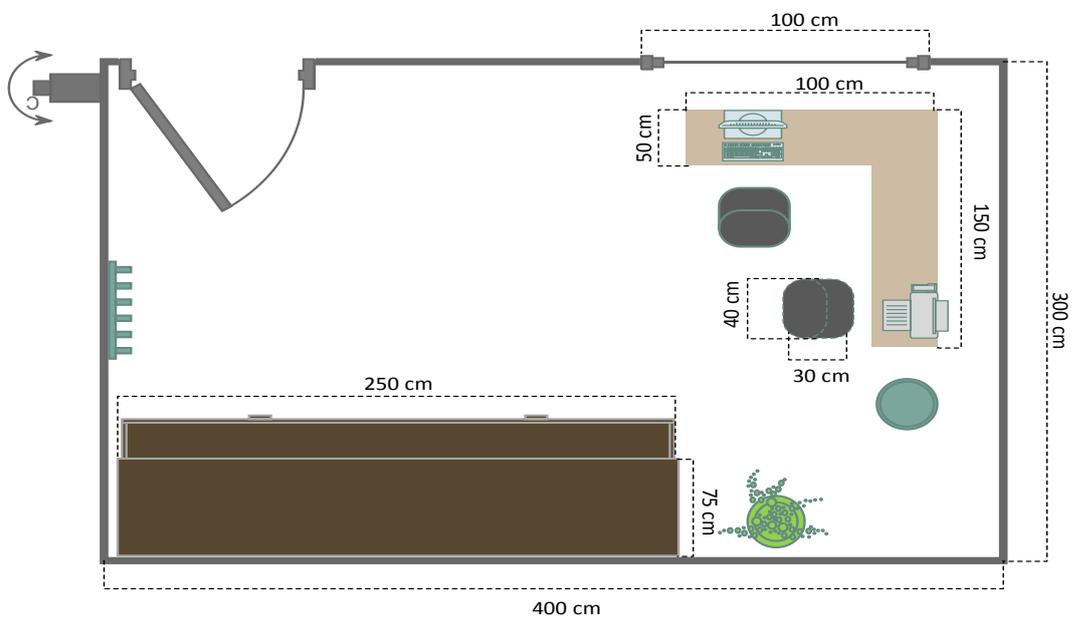
Rekomendasi perbaikan untuk *design human error* adalah perancangan stasiun kerja yang lebih sesuai agar operator tidak mengalami kecapaian dalam bekerja dan bisa terus tetap fokus. Berikut merupakan rancangan *layout* untuk rekomendasi perbaikan.



Gambar 4.12 Ilustrasi *layout* keseluruhan rantai produksi



Gambar 4.13 Layout awal tempat kerja



Gambar 4.14 Layout rekomendasi perbaikan

Berikut merupakan deskripsi perbandingan *layout* dari gambar 4.13 dan 4.14.

Gambar 4.13: *Layout* awal kerja sebelum dilakukannya perbaikan dapat dilihat jika kondisi tempat kerja terdapat 2 kursi yang disiapkan untuk 2 orang dan 1 buah lemari untuk meletakkan alat dan keperluan lainnya. Setiap kali operator harus melakukan pengawasan terhadap *conveyor* yang menuju *sekunder crusher* dan juga melihat kondisi dari bin hooper tentunya akan sangat menyusahakan karena harus menoleh secara terus menerus dan saling berkoordinasi antara operator satu dengan yang lain. Hal ini akan sangat rawan terjadi *human error* dan menyebabkan terjadinya penurunan produktivitas.

Gambar 4.14: *Layout* rekomendasi perbaikan dapat dilihat terdapat penambahan meja untuk operator yang nantinya akan memudahkan operator melakukan kegiatan menulis ataupun yang lainnya. Penambahan lainnya yaitu adanya komputer yang nantinya dapat digunakan operator untuk melakukan komunikasi dengan operator yang lain dengan sistem informasi berbasis internet yang telah diajukan pada rekomendasi sebelumnya. Penambahan kamera pengawas yang dapat dikontrol diletakkan diluar pos juga akan membantu operator dalam memantau bin hooper dan *conveyor* tanpa harus menoleh karena operator hanya perlu hasil gambar dari kamera pengawas dari komputer yang telah disediakan. Bilamana terjadi suatu hal operator hanya perlu melakukan tindakan melalui komputer tersebut mulai dari menghentikan dan menjalankan mesin *sekunder crusher* tanpa harus berdiri dan menekan tombol yang berada diatas seperti sebelumnya. Penambahan lebar jendela juga dimaksudkan agar operator yang berada didalam pos dapat mengetahui kondisi diluar dengan jarak pandang yang lebih luas.

3. *Pure human error: task* yang dilakukan yaitu membaca laporan dari shift sebelumnya dimana penyebab dari *error* operator lalai dalam melakukan pekerjaan atau hingga selesai.

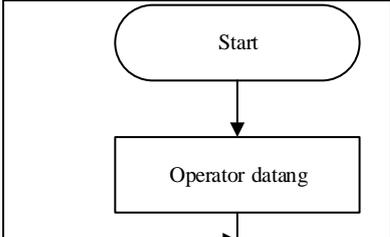
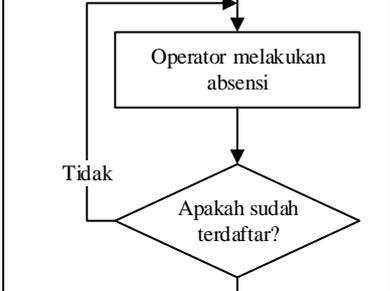
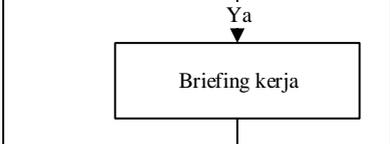
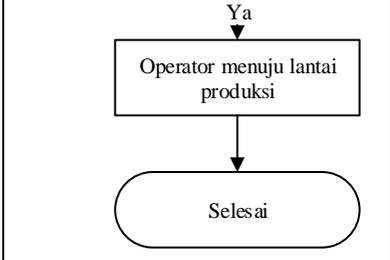
Rekomendasi perbaikan untuk *pure human error* yaitu adanya alur kerja yang jelas diawal kerja berupa standar operasional prosedur (SOP) meliputi absensi hingga ke lapangan. Berikut merupakan rekomendasi standar operasional prosedur di PT. Varia Usaha Beton. SOP yang dibuat terbagi menjadi 3 yaitu SOP awal kerja yaitu meliputi mulai operator datang hingga ke rantai produksi secara umum. Kedua yaitu SOP *briefing* kerja meliputi target harian hingga *plotting*. Ketiga yaitu alur akhir kerja meliputi memasukkan peralatan kerja hingga absensi akhir kerja. Berikut adalah saran standar operasional prosedur PT Varia Usaha Beton.

a. Tujuan

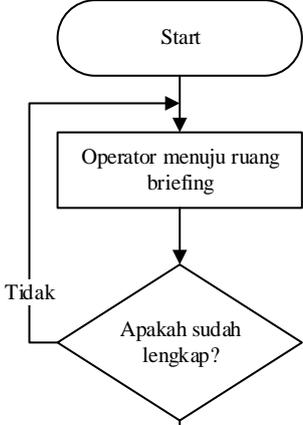
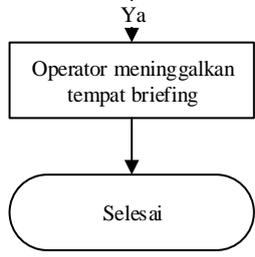
- 1) Terciptanya lingkungan kerja produksi yang aman dan nyaman guna meningkatkan produktivitas perusahaan.
- 2) Memproduksi batu pecah untuk memenuhi produktivitas perusahaan

b. Alur kerja

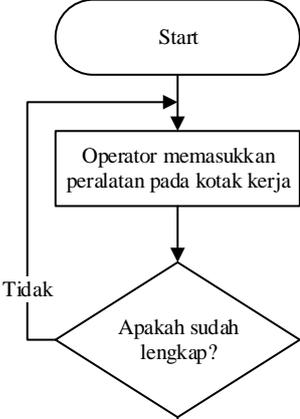
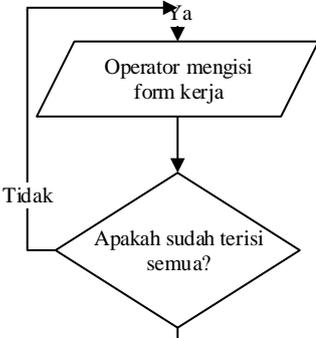
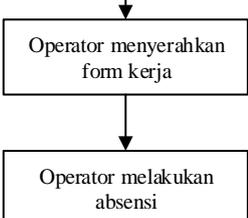
Tabel 4.7
SOP Awal Kerja

Aktivitas	Tanggung Jawab	Keterangan
	-	Operator wajib datang 30 menit sebelum jam kerja dimulai
	Kepala administrasi	Operator melakukan absensi dengan <i>fingerprint</i> untuk mencatat waktu kedatangan
	Kepala produksi	Dilaksanakan <i>briefing</i> terkait produksi (target, kendala, penugasan dll)
	Kepala pergudangan	Operator melakukan pengambilan APD dan alat kerja. Setelah pengambilan alat dilakukan <i>list</i> alat yang diambil oleh operator
	-	Operator menuju ketempat produksi sesuai <i>plot</i> yang telah ditentukan

Tabel 4.8
SOP *Briefing*

Aktivitas	Tanggung Jawab	Keterangan
 <pre> graph TD Start([Start]) --> A[Operator menuju ruang briefing] A --> B{Apakah sudah lengkap?} B -- Tidak --> A B -- Ya --> C[Kepala produksi mulai briefing] </pre>	Kepala administrasi	Operator yang telah melakukan absensi diwajibkan menuju ruang <i>briefing</i>
 <pre> graph TD C[Kepala produksi mulai briefing] --> D[Dilakukan plotting] D --> E[Membagikan form kerja kosong dan shift sebelumnya] E --> F[Sesi tanya jawab terkait keseluruhan produksi] F -- Tidak --> F F -- Ya --> G[Operator meninggalkan tempat briefing] </pre>	Kepala produksi	Kepala produksi melakukan <i>briefing</i> secara keseluruhan mulai dari target harian, kendala dari shift sebelumnya, hingga penugasan masing-masing operator bekerja. Kepala produksi wajib memastikan semua operator paham tentang isi dari <i>briefing</i> dan melakukan sesi tanya jawab.
 <pre> graph TD G[Operator meninggalkan tempat briefing] --> H([Selesai]) </pre>	-	Operator meninggalkan tempat <i>briefing</i> untuk menuju ke gudang peralatan.

Tabel 4.9
SOP Akhir Kerja

Aktivitas	Tanggung Jawab	Keterangan
 <pre> graph TD Start([Start]) --> A[Operator memasukkan peralatan pada kotak kerja] A --> B{Apakah sudah lengkap?} B -- Tidak --> A B -- Ya --> C[/Operator mengisi form kerja/] </pre>	-	Operator memasukkan peralatan harus sesuai dengan <i>list</i> yang telah dibuat saat awal pengambilan kerja
 <pre> graph TD C[/Operator mengisi form kerja/] --> D{Apakah sudah terisi semua?} D -- Tidak --> C D -- Ya --> E[Operator menuju gudang alat] </pre>	Kepala produksi	Operator mengisi <i>form</i> kerja untuk selanjutnya lapor kepada kepala produksi
 <pre> graph TD E[Operator menuju gudang alat] --> F[Operator mengembalikan APD dan peralatan] </pre>	Kepala pergudangan	Operator mengembalikan peralatan yang telah diambil ketempat semula.
 <pre> graph TD G[Operator menyerahkan form kerja] --> H[Operator melakukan absensi] </pre>	Kepala administrasi	Operator menyerahkan <i>form</i> ke bagian administrasi agar dapat dimasukkan kedalam <i>database</i> perusahaan
 <pre> graph TD I[Operator meninggalkan tempat kerja] --> J([Selesai]) </pre>	-	Operator dapat meninggalkan tempat kerja

Pada SOP awal kerja diwajibkan untuk datang 30 menit sebelum jam kerja dimaksudkan agar operator dapat mengikuti *briefing* yang dilaksanakan. Dilakukan kegiatan absensi dengan sistem *fingerprint* dengan tujuan mencatat jam datang operator sebagai penentuan upah untuk pekerja di PT Varia Usaha Beton. Setelah dilakukan absen selanjutnya dilakukan *briefing* yang dipimpin oleh kepala produksi langsung kepada semua operator yang akan bertugas pada shift tersebut. Setelah dilaksanakan *briefing* maka operator dapat meninggalkan ruang *briefing* untuk menuju gudang peralatan dan mengambil alat dan melakukan *list* alat-alat apa saja yang diambil. Tujuan dari *list* ini yaitu untuk meminimalisir alat yang hilang setelah kegiatan produksi. Operator yang telah selesai mengambil alat dapat menuju ke lantai produksi.

Pada SOP *briefing* operator yang telah melakukan absensi diwajibkan menuju ruang *briefing*. Tujuan dilakukannya *briefing* disini untuk meminimalisir *error* yang mungkin terjadi pada operator lantai produksi. *Briefing* dipimpin oleh kepala produksi yang nantinya akan menyampaikan keseluruhan mulai dari target produksi harian, kendala dari shift sebelumnya hingga penugasan terhadap operator bekerja pada bagian mana dan lainnya. Setelah dilakukannya penugasan maka kepala produksi membagikan *form* kerja yang kosong serta dari shift sebelumnya sesuai dengan penugasan yang ditentukan oleh kepala produksi. Kepala produksi wajib menanyakan keseluruhan operator apakah sudah mengerti dari masing-masing yang telah ditulis oleh operator sebelumnya di *form* kerjanya dan bilamana ada yang membingungkan operator wajib menanyakannya kepada kepala produksi untuk menghindari salah paham. Setelah semua dilakukan operator dapat meninggalkan ruang *briefing* menuju ke gudang peralatan.

Pada SOP akhir kerja operator yang telah selesai bekerja merapikan peralatan dengan memasukkan ke kotak kerja yang telah dibawa. Setelah memasukkan peralatan ke kotak kerja operator wajib mengisi *form* kerja yang telah diberikan kepala produksi pada saat *briefing*. *Form* kerja yang telah terisi harus ditunjukkan kepada kepala produksi untuk memastikan semua telah terisi dan sesuai dengan kondisi nyata di lantai produksi. Operator segera menuju ke gudang peralatan untuk mengembalikan peralatan dan APD yang telah dipinjam. Pengembalian alat harus disesuaikan dengan *list* yang diisi diawal pengambilan alat dan nantinya akan dicek oleh kepala pergudangan. Menuju ke bagian kantor operator menyerahkan *form* kerja yang telah diisi di bagian administrasi untuk dilakukan rekap kedalam *database* perusahaan dan terakhir operator melakukan absensi seperti diawal kerja. *Form* kerja yang kurang terartur juga

mempengaruhi operator dalam pengisian konten didalamnya. *Form* kerja yang digunakan saat ini masih tidak ada format pasti sehingga memiliki banyak persepsi dalam hal pengisian *form* kerja. Format *form* kerja yang teratur akan sangat membantu operator dalam melakukan pengisian dan rekap *database* sehingga tidak terjadi banyak persepsi dan meminimalisir *human error* yang terjadi. Detail rekomendasi format dapat dilihat pada lampiran 16.

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang telah ditunjukkan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan diawal serta saran yang berupa masukan-masukan yang mengacu pada analisis dan pembahasan.

5.1 Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan di PT Varia Usaha Beton yang berada di Pandaan tentang mengurangi potensi *human error* dengan metode SHERPA dan HEART didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan identifikasi *error* yang telah dilakukan dapat disimpulkan jika terdapat 18 *task* yang berpotensi menimbulkan *human error*. Mengacu pada pengolahan SHERPA yang telah dilakukan terdapat 31 deskripsi *error* yang berpotensi mengurang efektifitas dan efisiensi perusahaan. 31 deskripsi *error* disebabkan 28% *system induced human error*, *design induced human error* juga 28% dan *pure human error* merupakan penyebab tertinggi dengan 48%.
2. Pengolahan data dengan metode HEART yang telah dilakukan menghasilkan sebuah nilai probabilitas *human error* tersebut akan terjadi. Probabilitas *error* yang paling tinggi berdasarkan perhitungan HEP adalah pada *task* 1.3.2.3 yaitu memantau produk pada *conveyor* menuju *sekunder crusher* dengan probabilitas sebesar 0,603. Kedua yaitu *task* 1.1.2.4 adalah membaca laporan kerja shift sebelumnya dengan probabilitas sebesar 0,509, dimana kedua *task* tersebut yang memiliki nilai probabilitas diatas 0,5 sehingga perlu dilakukan solusi untuk mengatasinya segera.
3. Rekomendasi perbaikan dan pencegahan yang dapat digunakan untuk mengurang *human error* yang terjadi yaitu:
 - a. Rekomendasi perbaikan untuk *system induced* yaitu dengan membuat sistem informasi dan komunikasi yang terintegrasi. Sistem yang terintegrasi dengan internet akan sangat membantu baik operator dalam memantau kerja alat ataupun perusahaan yang dapat memantau permasalahan apa saja yang sering terjadi di lapangan.

- b. Rekomendasi perbaikan untuk *design human error* adalah perancangan stasiun kerja yang lebih sesuai agar operator tidak mengalami kecapaian dalam bekerja dan bisa terus tetap fokus. Pada rekomendasi *layout* yang baru diberikan penambahan meja dan komputer untuk memudahkan operator dalam melaksanakan kegiatan dilantai produksi. Penambahan kamera pengawas juga untuk memudahkan operator dalam mengawasi *conveyor* dan bin hooper.
- c. Rekomendasi perbaikan untuk *pure human error* yaitu dengan membuat standar operasional prosedur yang jelas diawal dan akhir kerja. Adanya SOP yang jelas akan menjaga konsistensi dari operator dalam melaksanakan tugas serta menghindari terjadinya *human error* yang dapat menurunkan produktivitas dari perusahaan.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan yang dijabarkan maka berikut adalah saran yang dapat diberikan dalam penelitian kali ini atau untuk penelitian kedepannya.

1. Penelitian selanjutnya dapat dilanjutkan mengenai beban kerja dari operator yang bertugas.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode yang berbeda agar dapat memberikan referensi atau pertimbangan perbaikan lain dari sudut yang berbeda.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya dapat melanjutkan rekomendasi perbaikan dengan membuat sistem informasi yang terintegrasi serta perbandingan desain dari sebelum dan sesudah rekomendasi perbaikan dengan metode yang relevan.