**BAB III**

**METODOLOGI PENELITIAN**

# Analisa Kebutuhan

## Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir penelitian :

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Studi Literatur

* Metode pelaksanaan kolom dan *shear wall*
* *Value Stream Mapping*

Observasi Lapangan

Analisis Hasil VSM:

* *Lead Time*
* Identifikasi *Waste Time*
* Waktu Normal dan Waktu Baku
* *Future Stream Mapping*

Kesimpulan

Identifikasi masalah dan tujuan penelitian

Validasi metode pelaksanaan dengan VSM

Pengolahan data dengan VSM

* Membuat *Big Mapping* stasiun pekerjaan
* Memasukkan *Lead Time*
* *Current State Mapping*

## Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi-referensi penelitian yang telah di lakukan dari sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian.

Referensi tersebut berisikan tentang :

1. Metode pelaksanaan pekerjaan kolom pada gedung bertingkat.
2. Perhitungan *cycle time* setiap stasiun pekerjaan.
3. Membuat *mapping* pekerjaan.
4. Menentukan VA, NVA, dan NVA-N.
5. Mencari informasi penyebab terjadinya faktor *waste time* pada pekerjaan.
6. Mencari solusi penanggulangan dari faktor *waste time* yang terjadi.

Referensi ini didapat dari beberapa sumber, yaitu buku, skripsi, jurnal serta informasi yang terkait pekerjaan kolom. Tujuan dari studi literatur ini untuk memperkuat permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian, serta sebagai dasar teori dalam melakukan penelitian.

## Persiapan Material

Material dipersiapkan sebelum melakukan pelaksanaan pekerjaan kolom dan *shearwall* yaitu besi D25 dan D13 dan menggunakan material beton saat pengecoran kolom.

Material yang digunakan dalam pembuatan sampel penelitian adalah :

1. Besi D25, D22, D19, D13 : PT. Toyogiri
2. Beton *ready mix* : PT. Adhimix Precast
3. Bekisting : PT. Linggo Mandiri Abadi

# Perancangan Penelitian

## Sampel Analisis

Pada perhitungan *cycle time*  penelitian digunakan sampel pekerjaan kolom dan *shearwall* yaitu sebagai berikut :

1. Sampelperakitan kolom menggunakan besi D25 untuk tulangan utama, besi D13 untuk sengkang dan *ties.*
2. Sampel perakitan *shearwall* menggunakan besi D25 dan D13.
3. Beton readymix.
4. Bekisting.

## Tahapan Pengujian Sampel

###  Pengetesan Tulangan Besi Beton

Untuk mengetahui *cycle time* perakitan tulangan maka perlu dilakukan pengetesan tulangan besi, pengujian tersebut merupakan salah satu langkah kerja sebelum pelaksanaan pekerjaan kolom dan *shearwall*.

Pemeriksaan tulangan dilakukan untuk dapat mengetahui mutu tulangan yang dipakai. Tulangan diambil sampel pada tiap jenis diameter tulangan sepanjang 1 meter. Setiap 1 meter bisa mewakili 100 ton material besi yang datang. Sampel kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian kuat tarik dan lengkung statis baja. Pemeriksaan tulangan yang dilakukan antara lain adalah :

1. Pemeriksaan Visual Tulangan

Meliputi pemeriksaan diameter tulangan yang dipakai dengan jangka sorong dan pemeriksaan tulangan terhadap adanya cacat luar.

1. Pengujian Tarik Tulangan

Pengujian tarik dilakukan terhadap sampel tulangan dengan berbagai diameter dengan menggunakan mesin uji tarik sehingga didapatkan data regangan, tegangan leleh maupun kuat tarik baja. Pengujian mutu besi tulangan ini dilakukan oleh Laboratorium Uji mekanik Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi).

Table 3.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Statis Tulangan

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Diameter(mm) | Ao(mm²) | Fe(kN) | Fm(kN) | δy(N/mm²) | δu(N/mm²) | ε(%) | Keterangan |
| 10 | 78,5 | 34,0 | 48,0 | 433 | 611 | 21 | BjTS | Sirip |
| 13 | 132,7 | 64,0 | 89,0 | 482 | 671 | 20 | BjTS | Sirip |
| 16 | 201,0 | 98,0 | 135,0 | 488 | 672 | 20 | BjTS | Sirip |
| 19 | 283,4 | 127,5 | 175,0 | 450 | 618 | 22 | BjTS | Sirip |
| 22 | 379,9 | 175,0 | 242,0 | 461 | 638 | 20 | BjTS | Sirip |
| 25 | 490,6 | 205,0 | 300,0 | 418 | 611 | 28 | BjTS | Sirip |

Pemilihan mutu baja tulangan seperti dalam spesifikasi yang ada yaitu disesuaikan dengan pembebanan yang ada sehingga konstruksi kuat karena memenuhi spesifikasi pembebanan yang ada dan diameter yan sesuai sehingga tidak terjadi pemborosan biaya. Mutu baja tulangan disesuaikan dengan yang diinginkan oleh pemilik proyek serta tercantum dalam rencana kerja dan syarat-syarat teknis.

1. Pengujian Lengkung Statis Tulangan

Pengujian lengkung statis dilakukan terhadap sampel tulangan dengan berbagai diameter dengan menggunakan mesin uji lengkung statis sehingga didapatkan data gaya maksimum yang dapat ditahan oleh tulangan sampai tulangan mengalami sudut lengkung 180º. Pengujian ini dilakukan oleh BPPT.

Table 3.2 Hasil Pengujian Lengkung Statis Tulangan

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Diameter(mm) | Jarak Tumpuan(mm) | Diamater Penekan(mm) | Gaya Maksimum (KN) | Sudut Lengkung (derajat) | Penampilan  | Keterangan |
| 10 | 80 | 50 | 5,1 | 180 | Tidak Retak | BjTS 40 |
| 13 | 104 | 65 | 11,2 | 180 | Tidak Retak | BjTS 40 |
| 16 | 128 | 80 | 17,5 | 180 | Tidak Retak | BjTS 40 |
| 19 | 152 | 95 | 22,4 | 180 | Tidak Retak | BjTS 40 |
| 22 | 176 | 110 | 35,0 | 180 | Tidak Retak | BjTS 40 |
| 25 | 200 | 125 | 40,0 | 180 | Tidak Retak | BjTS 40 |

*Sumber : Ilmusipil.com*

###  Pengujian Beton *Readymix*

 Untuk menghitung *cycle time* pengecoran kolom, sebelumnya dilakukan pengujian beton *readymix* dengan menggunakan kerucut *abrams.* Cara pengujiannya adalah sebagai berikut.

1. Peralatan uji *slump* yaitu kerucut *abrams* disiapkan dengan ukuran diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm, serta tinggi 30 cm. Tongkat baja dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm.
2. Kerucut *abrams* diletakkan pada bidang rata dan datar namun tidak menyerap air, biasanya menggunakan alas berupa tripleks.
3. Kemudian adukan beton dimasukkan dalam tiga lapis yang kira-kira sama tebalnya dan setiap lapis ditusuk 25-30 kali dengan menggunakan tongkat baja supaya adukan yang masuk dalam kerucut lebih padat.



 *Sumber : ilmusipil.com*

Gambar 3.2 Cara Penusukan dan Pengangkatan

1. Adukan yang jatuh disekitar kerucut dibersihkan, lalu permukaannya diratakan dan kerucut dibersihkan, lalu permukaannya diratakan dan kerucut ditarik vertikal dengan hati-hati.
2. Kerucut *abrams* dibuka dan penurunan puncak kerucut diukur terhadap tinggi semula.
3. Hasil pengukuran inilah yang disebut nilai *slump* dan merupakan nilai kekentalan dari adukan beton tersebut.
4. Adukan beton dengan hasil *slump* yang tidak memenuhi syarat tidak boleh digunakan.

Table 3.3 Nilai Uji Beton *Readymix*

|  |  |
| --- | --- |
| Mutu BetonFc (MPa) | *Slump Test* (cm) |
| Tanpa *Integral Waterproofing* | Dengan *Integral Waterproofing* |
| 35 | 12 ± 2 | 16 s/d 18 ± 2 |
| 40 | 12 ± 2 | 16 s/d 18 ± 2 |

*Sumber : Ilmusipil.com*

### Pengujian Kuat Tekan Beton ( Compression Test/Crushing Test )

Untuk menghitung *cycle time* pengecoran kolom maka sebelumnya perlu dilakukan pengujian kuat tekan beton, adapun langkahnya sebagai berikut :

1. Silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dipersiapkan
2. Cetakan silinder diletakkan pada pelat atas baja yang telah dibersihkan dan sisi dalamnya diolesi minyak pelumas seperlunya untuk mempermudah pelepasan beton dari cetakannya.
3. Adukan beton yang dipakai pada pengujian *slump test*  dimasukkan ke dalam cetakan yang dibagi dalam tiga lapisan yang sama.
4. Adukan beton ditusuk-tusuk sebanyak 10 kali tiap lapisan.
5. Bagian atasnya diratakan dan diberi kode pembuatan.
6. Didiamkan selama 24 jam dan direndam dalam air ( *curing* ) selama waktu tertentu, kemudian diserahkan ke laboratorium untuk dilakukan pengetesan beton pada usia 4, 14, dan 28 hari.
7. Tes uji beton dilakukan dengan mesin uji dan menghitung luas permukaannya.
8. Ambil benda uji dari bak perendam yang direndam selama 4,14, dan 28 hari, bersihkan dengan kain untuk menghilangkan kotoran yang menempel.
9. Menimbang berat benda uji dan menghitung luas permukaannya.
10. Benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris.
11. Mesin tekan dioperasikan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm2 per detik.
12. Penambahan beban dilakukan sampai benda uji hancur kemudian mencatat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

Table 3.4 Nilai Uji Kuat Tekan Beton

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Mutu BetonFc (MPa) | Umur Tes | Nilai Kuat Tekan rata-rata (kg/cm2) | Persentase Kekuatan Beton (%) |
| 40 | 28 Hari | 501,88 | 125% |
| 35 | 28 Hari | 406,14 | 116% |

## Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Kolom

Prosedur pelaksanaan pekerjaan kolom dalam proyek ini secara keseluruhan sama, meskipun dimensi dan jumlah tulangan pada masing-masing tipe kolom berbeda-beda.Langkah teknis pada pekerjaan kolom adalah sebagai berikut:

1. Penentuan *As* kolom

 Titik-titik dari *as* kolom diperoleh dari hasil pengukuran dan pematokan. Hal ini disesuaikan dengan gambar yang telah direncanakan. Cara menentukan *as* kolom membutuhkan alat-alat seperti: theodolit, meteran, tinta, sipatan.

 Proses pelaksanaan :

1. Penentuan *as* kolom dengan *Theodolite* dan *waterpass* berdasarkan *shop drawing* dengan menggunakan acuan yang telah ditentukan bersama dari titik BM (*Bench Mark*).
2. Buat *as* kolom dari garis pinjaman
3. Pemasangan patok *as* bangunan/kolom (tanda berupa garis dari sipatan).
4. Pembesian kolom

Proses pekerjaan pembesian dalam proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Pembesian atau perakitan tulangan kolom dikerjakan di tempat yang lebih aman.
2. Perakitan tulangan kolom harus sesuai dengan gambar kerja.
3. Selanjutnya adalah pemasangan tulangan utama. Sebelum pemasangan sengkang, terlebih dahulu dibuat tanda pada tulangan utama dengan kapur.
4. Selanjutnya adalah pemasangan sengkang, setiap pertemuan antara tulangan utama dan sengkang diikat oleh kawat dengan sistem silang.
5. Setelah tulangan selesai dirakit, untuk besi tulangan *prec*as*t* diangkut dengan menggunakan *Tower Crane* ke lokasi yang akan dipasang.
6. Setelah besi terpa*s*ang pada posisinya dan cukup kaku, lalu dipasang beton deking sesuai ketentuan. Beton deking ini berfungsi untuk memberikan ruang beton sebagai selimut beton.
7. Pemasangan Bekisting Kolom

Pemasangan bekisting kolom dilaksanakan apabila pelaksanaan pembesian tulangan telah selesai dilaksanakan. Berikut ini adalah uraian singkat mengenai proses pembuatan bekisting kolom.

1. Bersihkan area kolom dan *marking* posisi bekisting kolom.
2. Membuat garis pinjaman dengan menggunakan sipatan dari as kolom sebelumnya sampai dengan kolom berikutnya.
3. Setelah mendapat garis pinjaman, lalu buat tanda kolom pada lantai sesuai dengan dimensi kolom yang akan dibuat, tanda ini berfungsi sebagai acuan dalam penempatan bekisting kolom.
4. *Marking* sepatu kolom sebagai tempat bekisting
5. Pasang sepatu kolom pada tulangan utama atau tulangan sengkang.
6. Pasang sepatu kolom dengan *marking* yang ada.
7. Atur kelurusan bekisting kolom dengan memutar *push pull.*
8. Setelah tahapan diatas telah dikerjakan, maka kolom tersebut siap dicor.
9. Pengecoran kolom

Langkah kerja pekerjaan pengecoran kolom adalah sebagai berikut:

1. Persiapan pengecoran

Sebelum dilaksanakan pengecoran, kolom yang akan dicor harus benar-benar bersih dari kotoran agar tidak membahayakan konstruksi dan menghindari kerusakan beton.

1. Pelaksanaan pengecoran
2. Pengecoran dilakukan dengan menggunakan *bucket* cor yang dihubungkan dengan pipa tremi dengan kapasitas *bucket* sampai 1m3. *Bucket* tersebut diangkut dengan menggunakan *Tower crane* untuk memudahkan pengerjaan.
3. Penuangan beton dilakukan secara bertahap, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya *segreg*as*i* yaitu pemisahan agregat yang dapat mengurangi mutu beton. Selama proses pengecoran berlangsung, pemadatan beton menggunakan *vibrator*. Hal tersebut dilakukan untuk menghilangkan rongga-rongga udara serta untuk mencapai pemadatan yang maksimal.

1. Pembongkaran bekisting kolom

Setelah pengecoran selesai, maka dapat dilakukan pembongkaran bekisting. Proses pembongkarannya adalah sebagai berikut:

1. Setelah beton berumur 8 jam, maka bekisting kolom sudah dapat dibongkar.
2. Pertama-tama, *plywood* dipukul-pukul dengan menggunakan palu agar lekatan beton pada *plywood* dapat terlepas.
3. Kendorkan *push pull* (penyangga bekisting), lalu lepas *push pull.*
4. Kendorkan baut-baut yang ada pada bekisting kolom, sehingga rangkaian/panel bekisting terlepas.
5. Panel bekisting yang telah terlepas, atau setelah dibongkar segera diangkat dengan *tower crane* ke lokasi pabrikasi awal.
6. Perawatan Beton Kolom

Perawatan beton kolom setelah pengecoran adalah dengan sistem kompon, yaitu dengan disiram 3 kali sehari selama 3 hari.

## Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan *Shearwall*

 Pada pelaksanaan di lapangan ada beberapa tahap pekerjaan yang harus diperhatikan adalah :

1. Fabrikasi Besi dan Bekisting
2. Pemasangan Besi Tulangan
3. Pemasangan Bekisting
4. Pekerjaan Pengecoran
5. Pekerjaan *curing*

Kelima tahap di atas akan dibahas sesuai dengan pelaksanaannya di lapangan.

1. Fabrikasi

Besi dan bekisting dirangkai di tempat yang telah ditentukan, yang bertujuan agar mempercepat pada saat pembesian di lantai atas.

1. Pemasangan Besi Tulangan
2. Persiapan

Persiapan alat dan material besi tulangan dari fabrikasi ke area pekerjaan.

1. Pemasangan Tulangan

Setelah besi tulangan di fabrikasi kemudian hasil fabrikasi dibawa ke daerah yang akan di pasang *shearwall* dengan menggunakan bantuan *tower crane.*

1. Pemasangan beton decking untuk menjaga ketebalan selimut beton, supaya memiliki tebal selimut beton yang sama.
2. Pemasangan Bekisting
3. Setelah semua tulangan telah selesai dipasang dan diikat, serta telah di pasang beton *decking*. Selanjutnya dipasang bekisting dengan bantuan *tower crane* untuk membawa dari tempat fabrikasi ke area *shearwall* yang akan di cor.
4. Pemeriksaan *Verticality*

Pemeriksaan *verticality* ini bertujuan agar posisi *shearwall* tepat berada diatas *shearwall* dilantai sebelumnya, dan agar posisi *shearwall* tegak lurus terhadap lantai dan balok. *Verticality* dibantu dengan garis jagaan yang telah dibuat oleh *surveyor*

1. Pekerjaan Pengecoran
2. Persiapan

Persiapan alat dan material untuk pengecoran dengan *bucket* dan *tower crane.*

1. Perhitungan volume pengecoran dan pemesanan *readymix*.

Pada proyek ini menggunakan *readymix* dari Adhi Mix.

1. Test Slump

Setelah *readymix* sampai dilapangan, maka dilakukan test *slump* untuk memastikan beton sesuai dengan persyaratan beton dengan fc’= 35 Mpa dengan tinggi *slump* 14 ± 2 cm.

Setelah tinggi *slump* memenuhi persyaratan maka sampel diambil untuk dibuat silinder untuk pengujian di laboratorium.

1. Pelaksanaan pengecoran.

Pengecoran dilakukan dengan bantuan *tower crane* untuk membawa *bucket* beton ke daerah *shearwall*  yang akan di cor. Dan menggunakan vibrator supaya beton terisi merata.

1. Pekerjaan *curring.*

Sebelum pekerjaan *curring*, bekisting *shearwall* dilepas terlebih dahulu. Bekisting dilepas setelah umur beton 8-10 jam.

Setelah bekisting terlepas, dilaksanakan pekerjaan *curring* yang menggunakan rol untuk pelumasan cairan ke *shearwall* yang telah dicor.

## Tahapan Metode *Value Stream Mapping*

1. Tentukan *value* dari proses pekerjaan kolom dan *shear wall*
2. Membuat *analysis current-state map* (Peta kondisi aktual)
3. Identifikasi jenis pekerjaan pada kolom.
4. Menghitung waktu setiap jenis pekerjaan.
5. Menyiapkan dua *tools* yaitu : form observasi waktu dan *standart worksheets*. Form observasi waktu menghitung waktu yang telah dihitung dari satu tahap ke tahap berikutny. *Standart worksheet* itu menggambarkan alur kerja pekerjaan, menggambarkan pergerakan pekerja saat melakukan pekerjaan.
6. Mengidentifikasi *sequential operations*

Dalam proses pekerjaan tersebut. Dengan informasi yang diperoleh dari form observasi waktu dan *standart* *worksheets*, maka saatnya memulai membuat *current-state map*. Gambarkan seluruh proses dengan kotak (box) untuk merekam setiap operasional di dalam proses yang telah diobervasi.

1. Mengidefikasi *operational metrics*

Untuk setiap operasional yang diidentifikasi di dalam proses, gambarkan sebuah *box* data untuk merekam    informasi   yang perlu. *statistic* minimum dalam *box* data mencakup : *Cycle Time*  (CT), *Value-Added time* (VA), dan *Non Value Added  time* (NVA). *Cycle time* adalah waktu normal yang diperlukan oleh pekerja untuk menyelesaikan setiap langkah pekerjaan  sebelum mengulang kegiatan pekerjaan yang lain (waktu untuk menyelesaikan satu tahap kegiatan). NVA  adalah waktu yang dirasakan bernilai dan layak untuk dibayar, waktu normal untuk menyelesaikan langkah pekerjaan. Perbedaan waktu antara *cycle time* dengan *value added time* disebut  dengan *Non Value Added time (waste)*.

1. Mengidentifikasi *Waits/menunggu*

Gunakan *icon* tanda segitiga untuk mengidentifikasi dimana pekerjaan yang menunggu material atau pekerjaan yang tidak bernilai didalam proses. Dibawah segitiga tersebut, tuliskan hasil observasi waktu menunggu. Waktu tunggu umumnya adalah waktu yang tertunda berulang-ulang saat menyelesaikan salah satu siklus pekerjaan dan awal dari   suatu   siklus lain dari suatu  pekerjaan.

1. Dokumen Prioritas pekerjaan

Gunakan *icon* prioritas pekerjaan yang sesuai untuk mengidentifikasi metode dari proses yang dilakukan  manajemen atau keputusan pengawas terhadap kelanjutan proses pekerjaan langkah pelaksanaan lainnya. Ada dua metode dasar dan *coressponding icons* yaitu “*Push*” and “*Pull*”.

Metode pertama dari prioritas pekerjaan adalah metode “*Push*”. *Icon* untuk “*Push*” ini adalah *a cross- hatched arrow* (tanda panah antar kegiatan). Gunakan juga *icon* tanda panah untuk indikasi pergerakan alur material.

Sedangkan metode kedua disebut “*Pull*”. Agar pengawas memprioritaskan pekerjaan juga menggambarkan dari satu tindakan ke tindakan berikutnya. *Icon* “Pull” ini disebut “*Withdrawal icon*” (penarikan).

1. Identifikasi manual dan elektronik alur informasi

Selanjutnya kita mesti mengidentifikasi alur informasi yang terjadi saat pekerjaan material. Gunakan icon tanda panah garis kecil untuk informasi verbal/dengan manual, dan gunakan *icon “lightning  bolt”*   untuk instruksi yang menunjukan di komunikasikan melalui telepon, email, fax atau jaringan elektronik  lainnya.

1. Identifikasi alur material dari luar

Kedatangan material dari luar biasanya icon transport yaitu tanda panah dan mobil atau  *public transport*  untuk menunjukan.

1. Buat sebuah proses *time line* dan kalkulasi jumlah angka

Gambarkan *time line* atau “*castle wall*” di bawah *value stream map*. Untuk garis *castle wall* bagian atas adalah   waktu menunggu antar proses (*Non* *value added*), dan bagian bawah *castle wall* adalah waktu dalam proses (*value added*).

1. Diskusikan dan membuat *future-state map* (Peta kondisi ideal)

Untuk mendesain *Future-state Mapping* (peta kondisi ideal) dilakukan dengan beberapa langkah yaitu : Menghilangkan, mengkombinasikan, menyederhanakan dan mengurutkan. menghilangkan langkah-langkah yang tidak bernilai tambah bagi pekerjaan atau menggabungkan beberapa langkah-langkah dalam suatu proses.

1. Laksanakan dan sempurnakan dengan perbaikan

Selanjutnya adalah melaksanakan upaya perbaikan untuk mengurangi atau menghilangkan waste. terus-menerus melakukan upaya perbaikan untuk mencapai yang terbaik atau kesempurnaan.

## *Icons* Metode *Value Stream Mapping*

Table 3.5 *Icons* Metode *Value Stream Mapping*

|  |
| --- |
| *Icons* Metode *Value Stream Mapping* |
| *Timeline* | D:\Busdev\StratWeb\WEB7\vsm3.h31.gif | Simbol ini melambangkan *timeline* yang menunjukkan *value added times* dan *non value added times. Timeline* digunakan untuk menghitung *leadtime.* |
| *Operator* |  | Simbol ini menunjukkan yang dibutuhkan pada suatu stasiun pekerjaan  |
| *External Shipment* |  | Simbol ini menggambarkan pengiriman dari *supplier* ke proyek dengan menggunakan pihak eksternal. |
| *Kaizen Burst* | D:\Busdev\StratWeb\WEB7\vsm3.h20.gif | Simbol ini digunakan untuk menyorot perbaikan yang dilakukan mencapai *future state map* dari sebuah *value stream mapping.* |
| *Customer/Supplier* |  | Simbol ini melambangkan *supplier* jika diletakkan pada awal *mapping* dan melambangkan *customer* pada akhir *mapping.* |
| *Dedcated Process* | D:\Busdev\StratWeb\WEB7\vsm3.h21.gif | Simbol ini melambangkan suatu proses, operasi, mesin atau departemen yang dilalui oleh material |
| *Inventory* |  | Simbol ini melambangkan *inventory* yang terjadi |
| *Electronic Info* |  | Simbol ini melambangkan informasi secara elektronik |
| *Shipments*  | D:\Busdev\StratWeb\WEB7\vsm3.h5.gif | Simbol ini melambangkan perpindahan raw material *supplier* ke tempat penerimaan dan juga dapat menggambarkan pergerakan produk jadi dari gudang ke konsumen. |
| *Push*  |  | Simbol ini melambangkan material yang didorong dari proses sebelumnya ke proses sesudahnya. |
| *Other information* | D:\Busdev\StratWeb\WEB7\vsm3.h30.gif | Simbol ini melambangkan tambahan informasi lain. |

# Teknik Analisis

Berikut langkah-langkah untuk menganalisis *waste time* pekerjaan kolom dan *shearwall* dengan metode *value stream mapping :*

1. Menggambar *icons* yang mempresentasikan konsumen, *supplier* dan *production controll.*
2. Menggambar kotak di bawah *icon* konsumen dan masukkan kebutuhan konsumen didalamnya termasuk jumlahnya dalam hitungan perdetik.
3. Masukkan data pengiriman dan penerimaan, gambarkan media pengiriman beserta dengan frekuensinya, gambarkan *icon* pengiriman dan arahnya dibawah media pengiriman. Terakhir gambarkan media pengiriman dibawah *supplier* beserta frekuensi dan arahnya.
4. Gambarkan operasi yang berlangsung dari *supplier* sampai ke konsumen.
5. Masukkan data proses seperti waktu siklus, *uptime.*
6. Gambarkan aliran informasi baik secara elektronik maupun manual.
7. Gambarkan persediaan diantara proses termasuk barang dalam proses. Hitung waktu untuk persediaan tersebut.
8. Gambarkan aliran *push and pull* atau bagiannya.

Data-data yang diperoleh dari hasil pekerjaan kolom dan *shear wall* setiap stasiun pekerjaan, dihitung waktu total perstasiun pekerjaan dengan menggunakan stopwatch kemudian ditentuka VA, NVA, NVA-N setiap pekerjaan. Hasil dari perhitungan waktu tersebut kemudian dibuatkan *mapping* pekerjaan untuk mengetahui siklus kegiatan disertai penjelasan pada gambar berupa keterangan VA, NVA, NVA-N. Dari data tersebut dapat diketahui persentase *waste* pada masing-masing kegiatan, kemudian membuat *future stream mapping* untuk mencari solusi dalam menanggulangi masalah *waste* pekerjaan. Setelah pekerjaan kolom selesai, baru bisa ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

Kemudian sampel data VA yang telah diperoleh kemudian dirata-ratakan dan diuji keseragaman datanya kemudian dicari waktu normal dan waktu baku yang didapat untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Setelah itu, ditentukan waktu %*allowance* yang dapat menimbulkan *waste time* pada pekerjaan.