

BAB III

SISTEM PRODUKSI

3.1 Bahan Baku

Spun pile adalah merupakan tiang pancang bulat atau yang biasa disebut *Spun pile* merupakan tiang pancang yang modern dan paling sering digunakan sebagai tiang pondasi (paku bumi). *Spun pile* merupakan salah satu konstruksi overpass/pondasi dengan posisi berada di bawah sehingga berhubungan langsung dengan tanah. Hal ini dilakukan agar beban yang ditanggung *overpass* secara menyeluruh dapat didistribusikan melewati pondasi sebelum mencapai tanah.

Hal di atas dapat menyebabkan bangunan yang terbebani dapat mengalami penurunan. Meskipun demikian, tidak diperbolehkan mengalami penurunan hingga melebihi batas yang sudah ditetapkan. Penurunan diharuskan merata atau tidak terjadi penurunan sama sekali (Anaca, 2021).

Hal ini dilakukan agar tidak merubah bentuk maupun struktur bangunan yang sudah ada. Pada umumnya, pondasi *spun pile/spun pile* adalah bangunan jembatan dengan posisinya berada di bagian bawah dan memiliki fungsi untuk menerima beban serta mendistribusikannya menuju lapisan tanah keras. Tentunya, lapisan tanah cukup kuat menahannya berdasarkan perhitungan. Adapun bahan utama yang digunakan untuk membuat *Spun pile* ada bahan untuk membuat kerangka *spun pile* dan bahan untuk mengisi kerangka *spun pile* (Anonim, 2021). Bahan untuk membuat kerangka *spun pile* terdiri dari *iron wire*, PC bar, besi beton, *joint plate*, *Tip plate*, dan kawat bendrat. Sedangkan bahan

utama untuk mengisi kerangka *spun pile* terdiri dari pasir, *Split*, semen, dan *admixture*. Berikut penjelasan setiap bahan baku yang digunakan:

- Kerangka *Spun pile*

- a. *Iron Wire*

Iron Wire adalah sejenis kabel besi yang digunakan sebagai pelilit dalam pembuatan *spun pile*. Ukuran yang digunakan adalah yang berdiameter 3,2 mm.

- b. PC Bar

PC bar adalah kawat baja karbon tinggi berpenampang bulat dengan permukaan polos, bersirip, beralur atau berlekuk, dilakukan proses perlakuan panas, didinginkan dengan cepat (*quench*) untuk menghasilkan struktur martensitic kemudian dihilangkan sisa tegangannya dengan proses perlakuan panas (*tempering*) secara kontinyu untuk mencapai sifat mekanis sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, digunakan untuk konstruksi beton pratekan. Disebut juga dengan nama Kawat Baja Quens (*Quench*) Temper untuk Konstruksi Beton Pratekan. PC Bar yang digunakan yakni yang berdiameter 7.1 mm (Hadi, 2019).

- c. Besi Beton

Besi beton atau baja tulangan (bahasa Inggris: *reinforcing bar* disingkat rebar), dikenal ketika dipadatkan sebagai baja tulangan adalah batang baja yang berbentuk menyerupai jala baja yang digunakan sebagai alat penekan pada beton bertulang dan struktur batu bertulang untuk memperkuat dan membantu beton di bawah tekanan. Beton menjadi kuat di bawah kompresi, tetapi memiliki kekuatan tarik yang lemah. Besi beton secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik struktur. Permukaan besi beton sering berubah bentuk untuk memposisikan ikatan

yang lebih baik dengan beton. Untuk produk ini digunakan besi beton berdiameter 8 mm (Wikipedia, 2020).

d. *Joint Plate*

Joint plate atau biasa disebut sebagai plat sambung adalah bagian yang berada di kedua ujung atau salah satu ujung produk dari *spun pile*. Diameter yang dipakai adalah yang berukuran 300, 350, 400, 450, 500, 600 sampai 1, 200mm.

e. *Tip plate*

Tip plate merupakan bagian ujung dari *spun pile* yang harus kuat dan cukup kaku untuk menahan distorsi. *Tip plate* ini harus memiliki ketebalan pelat yang cukup untuk menahan distorsi local. Sambungan antar pelat ujung dan selubung harus memadai untuk menahan benturan berulang. Ujung tersebut harus diisi dengan campuran beton untuk menambah kekuatan *Tip plate* sendiri. Ujung datar mendorong lebih lurus dan lebih tepat dari pada ujung yang runcing. Ujung runcing maupun datar tetap memiliki fungsi yang sama yakni membantu *spun pile* dalam menembus tanah. Penggunaan *Tip plate* ini apabila *spun pile* yang diproduksi adalah yang bagian bawah atau disebut *bottom*.

f. Kawat Bendrat

Kawat bendrat memiliki nama lain seperti kawat beton atau kawat ikat. Kawat bendrat berfungsi untuk melindungi konstruksi beton atau memperkuat suatu rangkaian konstruksi yang kaku dan keras. Pemasangan kawat bendrat dilakukan dengan cara mengikat rangkaian tulangan sebuah besi dengan tulangan lainnya. Kawat bendrat adalah kawat yang memiliki diameter kecil dan sangat panjang. Kawat ini biasanya terbuat dari baja ataupun besi sehingga memiliki kekuatan dan tidak kaku. Kawat yang satu ini menjadi salah satu material wajib

pada konstruksi bangunan. Meskipun kecil, kawat ini memiliki fungsi dan manfaat yang sangat vital. Ukuran kawat bendrat memang tidaklah besar. Kawat ini memiliki diameter sekitar 1mm. cukup kecil tetapi memiliki kekuatan yang bagus.

- Campuran Isi Kerangka *Spun pile*

- a. Pasir

Pasir adalah material butiran yang terdiri dari partikel batuan dan mineral yang terpecah halus. Ukuran pasir pasir lebih halus dari kerikil dan lebih kasar dari lanau. Pasir juga bisa mengacu pada suatu kelas tekstur dari tanah atau jenis tanah; yaitu, tanah yang mengandung lebih dari 85 persen partikel berukuran pasir berdasarkan massa. Pasir merupakan agregat dengan butiran berukuran mulai dari 0,062 hingga 2 milimeter. Batuan pasir bisa berupa mineral tunggal, fragmen batuan atau biogenik. Pada umumnya pasir terdiri dari mineral silikat atau fragmen batuan silikat. Sejauh ini mineral yang paling ditemukan sebagai penyusun pasir adalah mineral kuarsa. Namun, pasir adalah material campuran yang terjadi secara alami, yang berarti bahwa pasir tidak hanya mengandung satu komponen tunggal. Pasir yang telah terkonsolidasi adalah jenis batuan yang dikenal sebagai batupasir. Pasir terbuat dari kandungan silikon dioksida serta berasal dari batuan kapur. Fungsi pasir adalah bahan yang digunakan untuk merekatkan semen (Lausmansah, 2017).

- b. *Split*

Split adalah jenis batuan atau bisa disebut sebagai batu *Split* yang merupakan salah satu jenis batu material bangunan yang diperoleh dengan cara membelah atau memecah batu yang berukuran besar menjadi ukuran kecil-kecil.

Batu *Split* juga sering disebut dengan nama batu belah, karena disesuaikan dengan proses mendapatkannya yaitu dengan cara membelah batu. Secara umum fungsi utama batu *Split* adalah sebagai bahan campuran utama untuk pembuatan beton cor. Selaian batu *Split*, bahan pembuatan beton cor adalah pasir dan semen. Proses pembuatan beton cor ini adalah dengan mencampur batu *Split*, pasir dan semen dengan menggunakan media air. Setelah tercampur maka adonan ini dicetak sesuai dengan peruntukannya. Namun demikian setelah melihat jenis ukuran batu *Split*, ternyata fungsinya tidak hanya sebagai bahan campuran beton cor saja tetapi juga berfungsi untuk keperluan yang lain.

Untuk mendapatkan batu *Split*, bongkahan batu yang diperoleh dari hasil penambangan akan dibelah dengan mesin penghancur (*crusher machine*). Bongkahan batu yang dihancurkan tersebut akan menghasilkan batu *Split* berbagai macam ukuran. Batu yang sudah dihancurkan (*crushed*) tersebut kemudian akan dikelompokkan dan disortir berdasarkan ukurannya.

c. Semen

Semen adalah serbuk atau tepung yang terbuat dari kapur dan material lainnya yang dipakai untuk membuat beton, merekatkan batu bata ataupun membuat tembok. Istilah semen berasal dari bahasa Latin, yaitu *caementum* yang artinya bahan perekat. Semen sudah dikenal pada zaman Mesir kuno pada abad ke 5. Pada saat itu semen dibuat dari kalsinasi atau pembakaran batu kapur yang digunakan untuk membangun piramida dan bangunan besar lainnya. Sedangkan bangsa Romawi dan Yunani kuno membuat semen menggunakan slag vulkanik yang berasal dari gunung berapi. Slag vulkanik dicampur dengan kapur gamping (*Quicklime*) serta gypsum yang kemudian disebut sebagai *Pozzolan Cement*.

Semen merupakan bahan yang bersifat hidrolis, yaitu bahan yang akan mengalami proses pengerasan pada pencampurannya dengan air ataupun larutan asam. Bahan dasar semen terdiri dari tiga macam, yaitu clinker/terak semen sebanyak 70% sd 95% (hasil olahan pembakaran batu kapur, pasir silika, pasir besi dan tanah liat), gypsum 5% dan material tambahan lain (batu kapur, pozzolan, abu terbang dan lain-lain). Pembuatan *Spun pile* digunakan semen type 1 yakni *Ordinary Portland Cement* yang merupakan jenis semen yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang dipersyaratkan pada tipe-tipe lain. (Riadi, 2018).

d. *Admixture*

Admixture adalah material tambahan alami maupun buatan berupa cairan maupun serbuk yang dicampurkan ke dalam adukan beton, diolah sebelum atau selama proses mixing beton berjalan untuk memodifikasi karakteristik beton. Secara umum admixture terdiri dari dua jenis bahan tambah, yaitu bahan tambah yang berupa mineral (*additive*) dan bahan tambah kimiawi (*chimical admixture*).

Bahan tambah admixture ditambahkan pada saat pengadukan atau pada saat pengecoran. Sedangkan bahan tambah *additive* ditambahkan pada saat pengadukan. Bahan tambah *admixture* biasanya dimaksudkan untuk mengubah perilaku beton pada saat pelaksanaan atau untuk meningkatkan kinerja beton pada saat pelaksanaan. Untuk bahan tambah *additive* lebih banyak bersifat penyemenan sehingga digunakan dengan tujuan perbaikan kinerja kekuatannya (Mitra, 2021).

3.2 Permesinan

Mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi *Spun pile* di PT. Waskita Beton Precast Plant Prambon adalah sebagai berikut:

a. *Wire cutting*



Gambar 3.1 Mesin *Wire cutting*

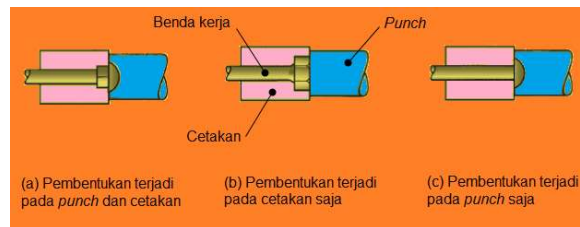
Mesin *Wire cutting* ini merupakan mesin yang memiliki fungsi untuk memotong suatu benda serta dapat mengatur seberapa panjang benda tersebut ingin dipotong. Misalnya seperti benda seperti PC bar atau benda lain yang memiliki diameter mulai dari 7,1 mm, 9,0 mm, 10,7 mm, 12,6 mm atau ukuran yang dapat disesuaikan. Mesin ini memiliki tegangan listrik sekitar 380 V 50 Hz dan dengan berat 3500 kg. Mesin ini disebut juga sebagai mesin pemotong baja atau bisa juga disebut *steel bar/PC bar cutting machine* untuk pisa berkonsentrat. Mesin ini dapat memotong dari panjang mulai 0 sampai 17 meter atau bisa juga di sesuaikan seperti yang diinginkan (Ali, 2020).

b. *Mesin Heading*

Heading atau dapat juga disebut upset forging merupakan proses penempaan yang dilakukan untuk memperbesar luas penampang sebuah batang silinder atau kawat (pembesaran luas penampang dikenal dengan sebutan upsetting). Pembesaran luas penampang biasanya dilakukan pada bagian ujung benda kerja. Produk-produk yang dihasilkan dengan proses ini antara lain seperti: paku, baut, sekrup, rivet, dan macam-macam pengikat lainnya.

Kecenderungan terjadi lengkungan atau tekukan pada batang merupakan sebuah pertimbangan penting pada proses heading. Lengkungan dapat terjadi

apabila perbandingan panjang dengan diameter sebuah batang terlalu besar. Biasanya perbandingan tersebut dibatasi sebesar kurang dari 3:1. Pada beberapa jenis cetakan (i) tertentu, perbandingan panjang dengan diameter benda kerja dapat lebih besar lagi. Sebagai contoh, perbandingan yang tinggi dapat dikerjakan bila diameter rongga cetakan tidak lebih dari 1,5 kali diameter benda kerja.



Gambar 3.2 *Heading*

Berdasarkan suhu pengerjaannya, *heading* dapat dilakukan pada tiga jenis kondisi. *Heading* dapat dilakukan pada kondisi dingin, hangat, maupun panas. *Heading* dilakukan pada mesin yang disebut sebagai *header*. *Header* biasanya bekerja otomatis dan dapat menghasilkan ratusan benda kerja berukuran kecil dalam waktu satu menit. Proses *hot heading* pada benda kerja berukuran besar biasanya dilakukan dengan *upsetter* horizontal (*upsetter*: mesin pembesar luas penampang atau mesin untuk melakukan *upsetting*). Pengerjaan *heading* juga dapat dikombinasikan dengan proses ekstrusi dingin untuk membuat beberapa jenis komponen (Younggi, 2016).

c. *Wire Cage Welding*



Gambar 3.3 *Mesin Wire Cage Welding*

Mesin las sangkar seri VTA digunakan untuk membuat sangkar silinder dan jika diperlukan, sangkar oval atau persegi panjang. Mesin ini memiliki banyak opsi konfigurasi. Batang longitudinal dapat diumpankan secara manual atau otomatis dari tulangan. Sebagai alternatif, pemrosesan dari kumparan dalam hubungannya dengan mesin pelurus rotor progres dimungkinkan. Unit pengelasan inverter, pemotong kawat berliku otomatis, dan pelepasan sangkar otomatis memastikan proses produksi yang efisien dan akurat serta kemudahan pengoperasian.

Mesin ini mewakili mesin yang optimal, terutama yang kuat dan tangguh untuk kondisi yang sulit. Mesin ini telah dilengkapi dengan unit las tugas berat dan rangka kokoh. Mesin ini terdiri dari drum design bar infeed, master disc untuk mengatur ukuran sangkar, *disc slave* otomatis yang dapat dipindahkan untuk menarik bar longitudinal, satu *wire pay-off* dan alat pelurus untuk membuat spiral bar dan penyangga sangkar otomatis. Mesin kandang tiang ini dikembangkan untuk produksi tulangan bulat dan poligonal terutama untuk tiang bor. Bahkan akhirnya untuk kolom dan balok. Prosedur pengelasan gas inert menunjukkan kekuatan titik pengelasan maksimum, bahkan dengan diameter kawat dan batang yang besar.

d. Mesin *Spinning*



Gambar 3.4 Mesin *Spinning*

Tiang pancang bulat diproduksi dengan mesin *spinning* agar bisa tiang pancang menjadi padat dan tidak ada gelembung udara di dalamnya. Selain itu agar campuran bahan yang digunakan dapat tercetak dengan benar di dalam rangka *spun pile* yang telah dibuat sebelumnya. Jadi campuran bahan tersebut diputar didalam *moulding* dan setelah proses pemutaran selesai, maka akan terbentuk *spun pile* dengan ciri khas lubang ditengahnya.

Karena produk yang dibuat adalah *spun pile* yang merupakan tiang berbentuk bulat dengan mutu beton relatif tinggi dan pembuatannya dibuat di pabrik karena memerlukan proses *spinning* dari mesin yang menghasilkan gaya sentrifugal. Proses pembuatannya sering memanfaatkan sistem pre-tension untuk mengendalikan dan menaikkan kualitas mutu betonnya. Pembuatan *spun pile* menggunakan metode *spinning*, sehingga kepadatan *spun pile* diakibatkan oleh gaya sentrifugal *spinning*. Banyak yang menganggap proses *spinning* ini hasilnya homogen dan kepadatan beton pada *spun pile* merata. Tetapi, metode ini mengakibatkan distribusi kekuatan beton pada *spun pile* menjadi kurang merata karena kepadatan beton tergantung pada kecepatan dari gaya sentrifugal *spinning*, diameter *spun pile* dan waktu *spinning*-nya. Gaya sentrifugal yang dimanfaatkan dalam proses pembuatan *spun pile* mengakibatkan benda coran terlempar menuju sisi dinding cetakan hingga padat.

e. *Hopper chute*



Gambar 3.5 *Hopper chute*

Transfer *Chute* (atau biasa disebut *hopper*) Merupakan corong yang terletak diujung depan dan belakang *conveyor* belt untuk memuat dan mencurahkan material. *Hopper* merupakan salah satu bagian dari instalasi untuk mencampur bahan pembuatan *spun pile*. *Hopper* berfungsi sebagai tempat penyimpanan atau tempat penampungan sementara dari suatu material. *Hopper* ini terbuat dari beton yang dilapisi oleh lebaa baja pada dinding-dindingnya dengan tujuan agar terhindar dari keausa akibat gesekan dan benturan pada dindingnya.

f. *Chain Conveyor*



Gambar 3.6 Mesin *Chain Conveyor*

Chain conveyor adalah salah satu jenis *conveyor* yang didalamnya terdapat susunan rantai terhubung yang digunakan untuk mentransportasikan barang. Dalam industri apa pun transportasi berbagai bahan atau produk jadi adalah tugas penting, meskipun itu tidak mudah. Itu sebabnya industri beralih ke *chain conveyor* efisien yang memungkinkan mereka untuk memindahkan berbagai barang dan bahan dengan mudah. Pada dasarnya, sistem *chain conveyor* adalah mesin sederhana yang membantu dalam pergerakan barang melalui lini produk. Mereka memiliki susunan rantai yang berkelanjutan dan mampu membawa beberapa produk sekaligus dalam satu rangkaian. Menurut wikipedia, *Chain Conveyor* atau Rantai konveyor bisa diartikan sebagai rantai berjalan, karena terdiri dari rangkaian rantai yang dirancang bergerak secara memutar. Bisa

bergerak – berputar naik lalu turun atau menyamping kanan dan kiri. Rantai *conveyor* terdiri dari blok bantalan pendukung yang menjaga kesatuan mata rantai saat berputar. Rantai yang terhubung ke *conveyor* berfungsi dengan bantuan motor, memungkinkan produk untuk bergerak naik dan turun di sepanjang jalur *conveyor*. Sistem ini terutama digunakan untuk mengangkut bahan-bahan berat seperti kontainer industri, palet dan kotak kisi yang sulit dibawa.

Conveyor dapat memiliki untai rantai ganda atau tunggal tergantung pada persyaratan industri. Apa pun jenis sistem yang digunakan, mekanismenya selalu tetap sama. Mekanisme bekerja dengan cara ketika beban diposisikan pada rantai kemudian karena gesekan rantai mulai bergerak maju, dan secara bersamaan menarik beban ke depan juga dengan metode yang sama (Essy, 2021).

g. *Trolley Tockyard*



Gambar 3.7 *Trolley Tockyard*

Alat ini ditenagai oleh listrik bertegangan rendah dari kereta api, jenis kereta api bogie adalah salah satu yang paling nyaman dan sering dapat digunakan secara luas di bidang industri dan sebagainya. Tentu saja, dibandingkan gerobak datar lainnya, itu fitur utama sebagai berikut, relnya diisolasi dengan tanah, dan roda diisolasi dengan tanah, jadi tidak yang lain. Itu adalah keuntungan yang dimiliki gerobak datar, dan pengoperasian yang sederhana. Memiliki sumber daya sekitar AC380v diubah menjadi AC36v dua fase dan masing-masing terhubung ke

dua rel. Kemudian roda gerobak datar melakukan AC36v pada rel ke dalam kotak alat listrik di bagian bawah gerobak, dan kemudian AC36v diubah menjadi DC36v dan kemudian mengendalikan motor DC melalui sistem kontrol DC untuk membuat kereta dorong datar mulai, berhenti, maju dan mundur kereta. Alat ini memiliki fungsi sebagai alat transportasi guna mengangkut barang atau produk dengan ukuran yang sangat besar serta sangat berat. Dengan adanya alat ini maka proses pemindahan barang menjadi lebih mudah dilakukan.

h. *Monojack Stressing*



Gambar 3.8 *Monojack Stressing*

Adalah alat pengencangan pra-tekanan multi guna, mudah dioperasikan. Terutama digunakan untuk tensioning lubang tunggal. Tetapi juga untuk preload berpori, tegangan dan pemecahan masalah, dan dapat diterapkan pada berbagai ukuran kawat baja dan untai berkekuatan tinggi. Terbuat dari baja berkekuatan tinggi, dapat disesuaikan dengan tegangan 20-30 ton. Dan memiliki struktur kompak, ringan, ukuran kecil. Banyak digunakan pada bangunan berskala besar, struktur, jembatan beton pratekan, jangkar batu, struktur hidrolik, pondasi jangkar dan proyek-proyek besar. Penggunaan internal penggunaan berulang alat jangkar, dalam pekerjaan dapat secara otomatis menjepit dan melepaskan klip jangkar alat,

terutama untuk BM15, BM13 semua jenis lengket. dan tendon yang tidak terikat (Zanzi, 2020).

i. *Air Compressor*



Gambar 3.9 *Air Compressor*

Kompresor udara atau *Air Compressor* adalah perangkat yang mengubah listrik (biasanya dari motor listrik, mesin diesel atau mesin bensin) menjadi energi kinetik dengan mengompresi dan melakukan menekan udara, yang menurut perintah, dapat disemburkan kilat. Kompresor udara adalah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan udara. Kompresor udara biasanya menggunakan motor listrik, mesin diesel atau mesin bensin sebagai tenaga penggeraknya. Udara bertekanan hasil dari kompresor udara, biasanya pada bisnis cuci mobil digunakan sebagai penggerak hidrolis, penghasil busa snow wash (dari penggunaan tabung *snow wash*), proses pengeringan menggunakan *air duster*, dan digunakan untuk mengisi udara pada ban kendaraan. Penggerak kompresor yang sering digunakan biasanya berupa motor listrik dan motor berbahan bakar. Penggunaan mesin bensin atau diesel biasanya digunakan bilamana lokasi di sekitarnya tidak terdapat aliran listrik atau cenderung *non stasioner*. Kompresor yang digunakan di pabrik-pabrik kebanyakan digerakkan oleh motor listrik karena biasanya terdapat instalasi listrik dan cenderung *stasioner* (tidak berpindah-pindah) (Ikame, 2020).

j. *Batching Plant*



Gambar 3.10 *Batching Plant*

Batching plant adalah lokasi khusus untuk pembuatan beton *readymix*, memiliki beberapa komponen untuk mencampur material-material beton, Istilah lain sering pula disebut dengan pabrik beton dimana terjadi pencampuran dan pengadukan beton yang akan digunakan untuk kepentingan konstruksi berbagai proyek, baik itu landasan bandara, jalan raya, maupun perumahan. Pada umumnya, kapasitas dari pabrik beton tersebut sangat tinggi, sehingga memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan beton dalam jumlah besar. Sedangkan produk pengolahan beton ini disebut dengan *ready mix* beton yang kemudian di angkut dengan armada proyek berupa truk mixer. Dengan cara pengangkutan ini, maka beton akan bisa dipakai di situs konstruksi meskipun harus melalui perjalanan dengan truk terlebih dahulu tanpa merusak karakter beton. Pabrik beton *batching plant* memiliki berbagai elemen dan peralatan kerja yang tidak sederhana. Belum lagi tenaga teknik yang harus mumpuni sehingga mampu menghasilkan kualitas beton terbaik.

Di sinilah tersedia jenis peralatan konstruksi khusus, yang dikembangkan untuk pembangunan dan perbaikan darurat landasan pacu bandara, jalan, jembatan dan pekerjaan beton lainnya. Di dalam *batching plant* dicampurkan beberapa

bahan untuk membentuk beton. Beberapa masukan bahan ini termasuk air, udara, aditif, pasir, agregat (batu, kerikil, dll), fly ash, silica fume, slag, dan semen. Sebuah pabrik beton dapat pula memiliki berbagai bagian dan elemen lain yang mendukung kinerja pembentukan beton, berikut ini adalah komponen yang ada di sekitar batching plant beton

Uniknya dari batching plant ialah bisa fleksibel dan dipindahkan menurut lokasi konstruksi. Pabrik pengolahan batch untuk beton biasanya adalah satu unit, yang terdiri dari silo semen, wadah agregat, konveyor agregat dan semen dan agregat dosers. Akan tetapi pada kapasitas produksi yang lebih tinggi per jamnya dengan tuntutan produksi beton yang lebih besar, maka batching plant memerlukan kapasitas tempat yang lebih besar. Umumnya, pabrik pemrosesan batch beton ini dapat dibongkar dan disusun kembali. Dengan demikian, batch ini dapat digunakan di berbagai lokasi konstruksi untuk mengurangi biaya transportasi dan memungkinkan produksi beton tetap stabil sesuai kebutuhan.

Karena kelebihan di ataslah, maka pabrik batching beton juga dikenal sebagai pabrik beton *portable*. Teknologi ini adalah peralatan yang sangat produktif, handal, dan hemat biaya untuk menghasilkan beton dalam jumlah besar (Anonim, 2021).

k. *Boiler Set*



Gambar 3.11 *Boiler Set*

Pada dasarnya *boiler* adalah alat yang berfungsi untuk memanaskan air dengan menggunakan panas dari hasil pembakaran bahan bakar, panas hasil pembakaran selanjutnya panas hasil pembakaran dialirkan ke air sehingga menghasilkan steam (uap air yang memiliki temperatur tinggi). Dari pengertian tersebut berarti dapat disimpulkan bahwa boiler berfungsi untuk memproduksi steam (uap) yang dapat digunakan untuk proses/kebutuhan selanjutnya. Seperti yang diketahui bahwa steam dapat digunakan untuk menjaga suhu dalam kolom destilasi minyak bumi dan proses evaporasi pada evaporator. Umumnya bakar yang digunakan untuk memanaskan boiler yaitu batu bara, gas, dan bahan bakar minyak. Mesin uap ini difungsikan untuk mempercepat proses pematangan pada produk *spun pile*. Karena dengan adanya udara panas maka campuran beton yang digunakan untuk membentuk *spun pile* dapat cepat mengeras tanpa harus menunggu selama beberapa hari (Reni, 2021).

1. *Overhead Crane*



Gambar 3.12 *Over Headcrane*

Overhead crane adalah rangkaian *hoist crane* yang terpasang di bagian atap bangunan untuk mengangkat dan memindahkan beban. *Overhead crane* juga sering disebut *Bridge Crane* atau Jembatan Crane. Kebanyakan pemakaian *overhead crane* dipakai di dalam gedung atau *indoor*. Namun tidak menutup

kemungkinan *hoist crane* jenis *overhead crane* dapat digunakan di luar ruangan atau outdoor. enis overhead ini berfungsi sebagai alat angkat maupun alat memindahkan barang pada lingkungan yang terbatas atau di dalam ruangan. Meskipun hanya bisa memindahkan barang dalam lingkungan tidak terlalu luas, *Overhead Traveling Crane* bekerja efektif karena gerakannya dapat ke kanan – ke kiri dan maju – mundur.

Selain itu, *Overhead Traveling Crane* juga dapat dibuat *single girder* maupun *double girder* sesuai dengan kebutuhan pada industri Anda. Pemakaian *Over Traveling Crane* yang banyak digunakan pada dunia industri adalah girder dengan bentuk beam atau kotak. Hal ini karena dinilai lebih praktis dari segi konstruksi. Meskipun dalam perencanaan dan pembuatan *Over Traveling Crane* tidak memerlukan teknologi yang terlalu tinggi, pada alat pengangkat jenis ini tetap harus diperhatikan faktor keamanan dan keselamatan kerja operator yang menjalankannya (Vivian, 2020).

m. *Spreader Beam Vacuum*



Gambar 3.13 *Spreader Beam Vacuum*

Vacuum Traverse VT adalah bar penyebar vakum. Ini dirancang khusus untuk penanganan dan peletakan berbagai jenis pipa yang efisien. Vakum ini bisa menangani pipa PVC seberat 300 kg, atau pipa baja berlapis beton seberat 10.000

kg. Ini ditandai dengan teknologi vakum Probst untuk pengangkatan yang lebih cepat dan lebih aman. Pelat hisapnya yang melengkung pas dengan permukaan pipa. Itu dilengkapi dengan tangki penyimpanan volume besar, diintegrasikan ke dalam bilah penyebar.

n. *Spreader Beam*



Gambar 3.14 *Spreader Beam*

Spreader adalah alat bantu untuk mengangkat equipment atau obyek/material lain. *Spreader* berfungsi untuk “menyebarkan” beban dari 1 *lifting point* dari crane atau *lifting equipment* lainnya menjadi beberapa titik. Selain itu *Spreader* juga diperlukan ketika yang akan diangkat mempunyai batasan-batasan tertentu, misalnya: ukuran cukup besar, dan tapi sling (*wire rope*) tidak boleh menyentuh obyek yang diangkat. Atau kadang juga ada obyek yang diangkat tidak boleh miring atau bergerak terlalu banyak. *Spreader* berfungsi untuk menstabilkan obyek yang diangkat. *The Lifting Beam* lain dengan *Lifting Beam* (balok angkat), terdiri dari balok panjang yang mengubah beban angkat menjadi momen lentur melalui balok. Ini adalah penggunaan jauh lebih efisien dari segi bahan, dan sebagai hasilnya, mengangkat balok yang pada umumnya lebih berat dan lebih mahal daripada *bar spreader*. Manfaat utama dari mengangkat balok adalah *headroom* (Rongga atas) yang berkurang secara substansial untuk

melakukan pengangkatan. Hal ini membuat balok angkat cocok untuk pengangkatan ringan, pengangkatan dengan rentang pendek dan memiliki kebutuhan ruang kepala kecil (Elhifa, 2020).

o. *Wheel Loader*

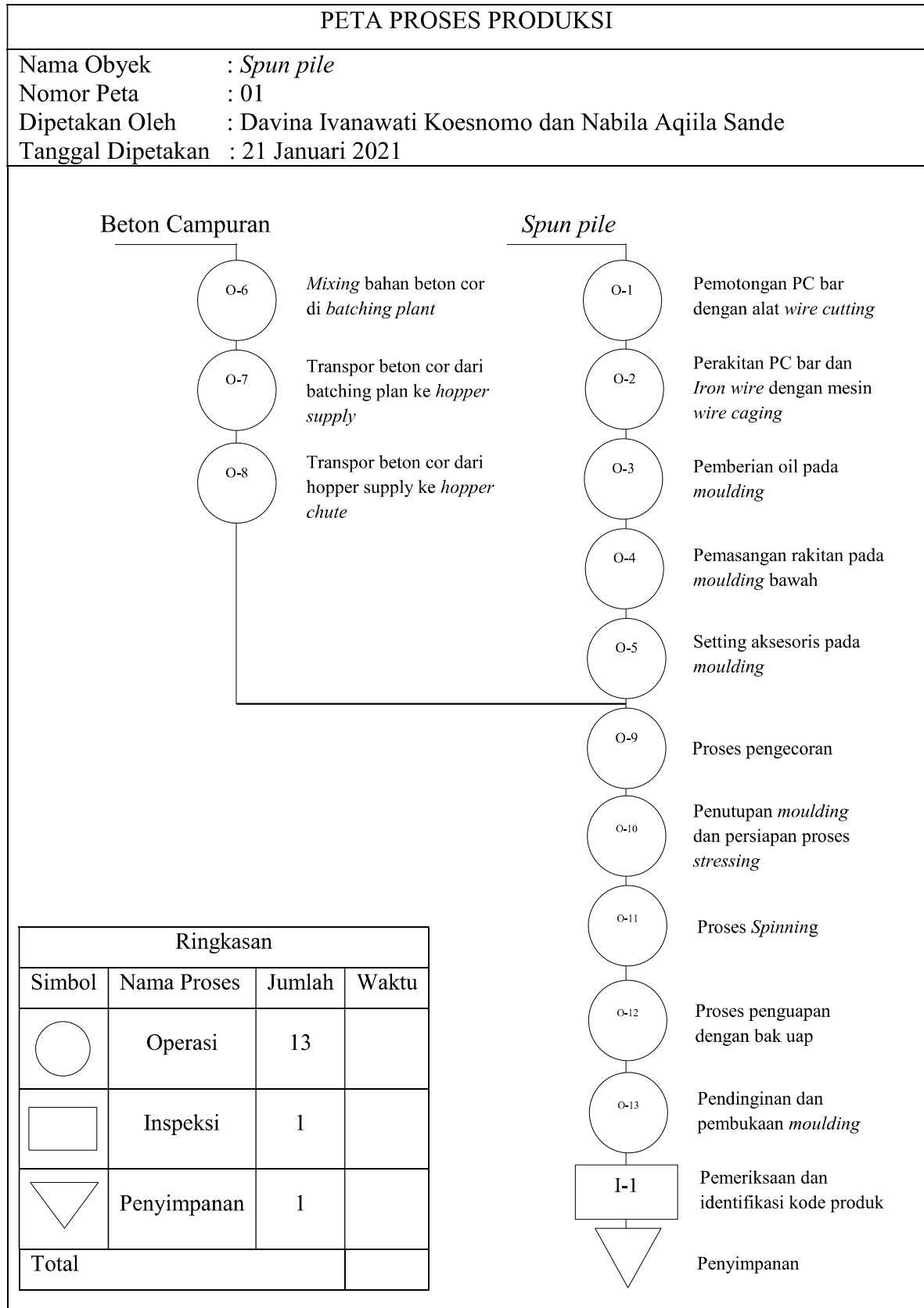


Gambar 3.15 *Wheel Loader*

Secara fisik *Wheel Loader* mirip *Shovel Dozer*, bedanya alat berat ini menggunakan roda dari karet. Perbedaan inilah yang mempengaruhi kemampuan maupun fungsinya meski tidak terlalu signifikan. *Wheel Loader* mempunyai kemampuan beroperasi di area rata, kering, dan keras. Pengoperasiannya harus dibantu *Bulldozer* karena tidak memiliki kemampuan mengambil material sendiri.

Secara umum fungsi *Wheel Loader* adalah mengangkat material untuk dipindahkan ke tempat lain atau dimasukkan ke dalam *Dump Truck*. Ketika *loader* melakukan penggalian maka bucket di dorong ke material. Apabila bucket sudah penuh traktor akan mundur kemudian bucket terangkat ke atas untuk dipindahkan muatannya (Azizi, 2021).

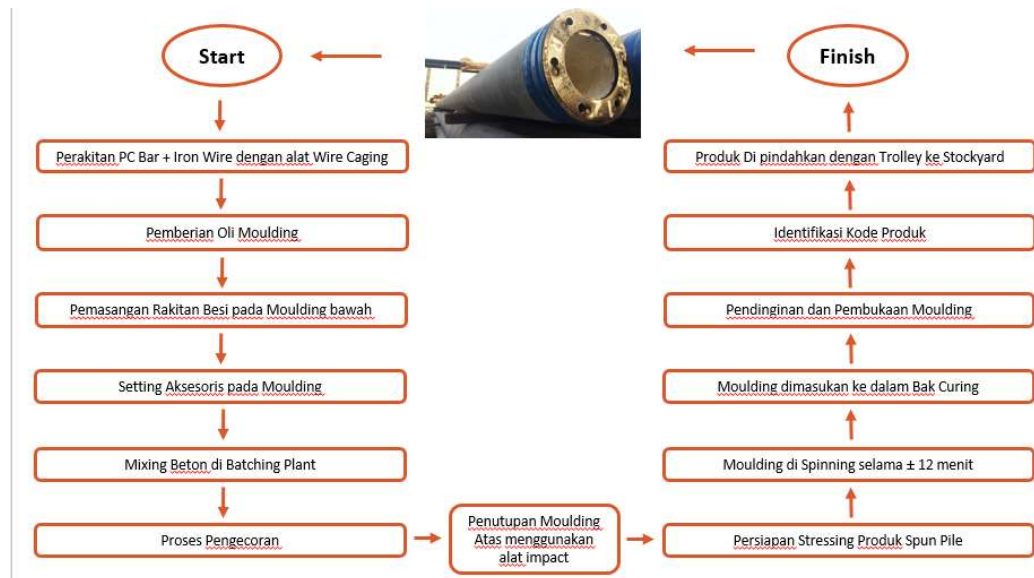
3.3 OPC (Operation Process Chart)



Gambar 3.16 Peta Proses Operasi Produk *Spun Pile*

3.4 Proses Produksi

Proses produksi produk *Spun pile* yang terjadi di PT Waskita Beton Precast, Tbk Plant Prambon adalah sebagai berikut:



Gambar 3.17 Flowchart Proses Produksi *Spun pile*

(Sumber: PT Waskita Beton Precast)

Gambar diatas adalah bentuk *flowchart* untuk proses produksi *spun pile* yang merupakan salah satu produk yang diproduksi di PT Waskita Beton Precast, Tbk Plant Prambon ini dimulai dari perakitan kerangka, kemudian pembuatan campuran beton, pencetakan, proses *spinning*, proses penguapan hingga pendinginan dan produk telah jadi.

Pembuatan *spun pile* ini diawali dengan pembuatan kerangkanya terlebih dahulu, yang mana kerangka ini terdiri dari bahan PC bar dengan diameter 7,1 & 9 mm, *iron wire* dengan diameter 3,2 dan 4 mm, *joint plate* dengan diameter 300-600 mm (ukuran ini tergantung dari permintaan *customer*), kawat bendrat, dan juga tip plate (ini digunakan untuk *spun pile* yang bagian bottom). Sebelum dirangkai menjadi kerangka, material PC bar yang berbentuk gulungan kemudian

dimasukkan ke mesin *wire cutting* yang mana mesin ini akan memotong PC bar dengan panjang *spun pile* yang akan dibuat sesuai dengan permintaan *customer*. Kemudian PC bar yang telah dipotong akan dimasukkan ke dalam mesin *heading*. Di dalam mesin *heading* ini PC bar yang telah terpotong tadi kemudian dipanaskan sehingga membentuk luas penampang PC bar yang lebih besar.

Proses perakitan diawali dengan penempatan batang PC bar yang telah terpotong dengan panjang yang telah ditentukan ke dalam mesin *wire caging*, pada mesin ini pula *iron ware* akan melilit di sekitar kerangka PC bar yang mana proses pengelasan otomatis terjadi dan akan menggabungkan dua material tersebut yakni PC bar dengan *iron wire* yang akan membentuk kerangka *spun pile*. Setelah kerangka *spun pile* jadi, selanjutnya kerangka tersebut akan dimasukkan kedalam *moulding* yang sebelumnya telah diolesi dengan minyak *moulding*. Minyak *moulding* ini digunakan agar saat pelepasan *spun pile* dari *moulding* tidak mengalami kesulitan serta membuat lapisan luar *spun pile* tetap halus.

Rakitan kerangka tersebut dipasang pada sisi bawah *moulding*, dan proses *setting* dimulai. Proses ini adalah merakit kerangka PC bar dan *iron wire* terhadap aksesoris. Fungsi aksesoris ini adalah untuk menahan kerangka agar tidak bergeser saat melalui proses produksi selanjutnya dan tetap berada di posisi yang tepat. Apabila *spun pile* yang dibuat adalah bagian *bottom*, maka akan ditambahkan kepala *spun pile* yang sebelumnya telah dicetak secara manual. Materi pembentuk kerangka kepala *spun pile* terdiri dari PC bar, *iron wire*, kawat bendrat, serta *tip plate*. Untuk bahan beton cornya sama dengan material beton cetak yang digunakan untuk bagian cor *spun pile*. Setelah proses *setting* selesai, *moulding* beserta kerangka didalamnya akan dipindahkan ke area pengisian beton

cetak dengan menggunakan *overheadcrane*. Pada *batching plant* beton cetak di buat, untuk material beton cetak ini terdiri dari semen, *split*, pasir, dan *admixture*. Hasil campuran tersebut akan dialirkan ke *hopper supply* yang merupakan alat transportasi dari *batching plant* ke *hopper chute*. Baru dengan menggunakan *hopper chute* ini campuran beton cetak akan didistribusikan ke *moulding*.

Setelah *moulding* terisi dengan beton cetak, selanjutnya *moulding* akan ditutup dan digunakan alat bernama *impact* yang berfungsi untuk mengencangkan baut disekitar *moulding*. Proses selanjutnya adalah *stressing* produk *spun pile*, proses ini digunakan agar produk *spun pile* mencapai titik kekuatan dimana produk akan memiliki daya lebih kuat serta tidak gampang patah. Kemudian *moulding* akan mengalami proses *spinning* selama kurang lebih 12 menit. Proses ini bertujuan agar beton segar menempel pada permukaan *moulding* secara merata dan membuat bagian tengah *spun pile* berlubang.

Setelah kurang lebih 12 menit, maka proses *spinning* selesai dan kemudian *moulding* akan dipindahkan ke bak uap (*steam curing*). Proses penguapan ini akan berlangsung selama 5 jam. Yang mana *steam curing* ini terdiri dari beberapa tahap, tahap pertama adalah *initial setting time* beton selama 1 jam setelah proses *spinning*. Selanjutnya pemberian uap akan dilakukan mulai dari suhu udara sampai dengan suhu 70°C secara bertahap selama 30 menit. Proses *steam curing* akan berlangsung di suhu antara 70°C sampai maksimal 100°C selama 3 jam. Selanjutnya dilakukan penurunan suhu dari suhu 70°C sampai dengan suhu udara selama 30 menit.

Setelah proses *steam curing* ini maka *moulding* harus didinginkan terlebih dahulu dengan waktu sekitar 1 jam. Jika *moulding* dipastikan sudah dingin, maka

moulding siap dilepas. Dan produk akan diangkut dengan *spreader beam vacuum* yang selanjutnya akan diidentifikasi kode produknya. Setelah proses tersebut *spun pile* telah jadi dan produk dipindahkan menggunakan *trolley* dan akan disimpan di *stockyard*.

3.5 Tenaga Kerja

Tenaga kerja adalah setiap orang yang sedang dalam dan/atau akan melakukan pekerjaan baik didalam maupun diluar hubungan kerja guna menghasilkan barang atau jasa untuk memenuhi kebutuhan masyarakat (*customer*). Tenaga kerja PT Waskita Beton Precast, Tbk Plant Prambon terdiri dari tenaga kerja tetap, tenaga kerja kontrak, dan tenaga kerja harian lepas. Karyawan tetap adalah karyawan yang diikat oleh perjanjian kerja untuk waktu tidak tertentu. Karyawan kontrak adalah karyawan yang diikat oleh perjanjian kerja untuk waktu tertentu. Tenaga kerja harian lepas adalah pekerja yang menerima upah harian (Anonim, 2013). Jumlah tenaga kerja yang ditetapkan oleh PT Waskita Beton Precast, Tbk Plant Prambon dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jumlah Tenaga Kerja

Tenaga Kerja	Jumlah (orang)
Tenaga Tetap	11
Tenaga Kontrak	122
Tenaga Harian Lepas	33
Total	166

Sumber: PT Waskita Beton Precast, Tbk Plant Prambon

Jam kerja di PT Wakita Beton Precast Plant Prambon yaitu hari Senin sampai Sabtu. Untuk hari Senin, Selasa, Kamis, dan Jumat jam kerja dimulai pada pukul 08.00 sampai pukul 16.00, dengan jam istirahat selama 1 jam mulai pukul 12.00 sampai 13.00, untuk hari jumat jam istirahat dimulai pukul 11.00 sampai

pukul 13.00. Sedangkan untuk hari Rabu, karena adanya *Safety Briefing* jam kerja dimulai pukul 07.45 sampai 16.00 dengan jam istirahat yang sama yaitu pukul 12.00 sampai 13.00. Untuk hari Sabtu jam kerja dimulai pukul 08.00 sampai pukul 14.00. selain itu juga ada pembagian shift menjadi 2 shift, jam kerja untuk shift 1 mulai pukul 08.00 sampai 17.00 dan shift 2 mulai pukul 20.00 sampai 05.00.

3.6 Metode Kerja

Metode kerja yang diterapkan pada PT Waskita Beton Precast, Tbk Plant Prambon yakni menggunakan sistem *Made by Order* (MBO) adalah sistem produksi yang menjalankan proses produksinya dengan *customer* memesan dan membayar diawal (Damar, 2016). Proses produksi dilaksanakan mulai dari pengolahan bahan baku hingga menjadi produk jadi menunggu diterimanya pesanan permintaan dari konsumen. Hasil produksinya segera dikirimkan sebelum batas waktu (*due date*) yang disepakati. Persediaan bahan baku dikendalikan agar selalu siap segera berproduksi saat datangnya pesanan. Perusahaan dengan strategi *Made-by-Order* (MBO) memiliki keunggulan berupa fleksibilitas *customer* dalam menentukan *demand* yang didasarkan kepada permintaan dan order secara langsung. Jenis order atau pemesanan dari *customer* memiliki variasi dan jenis yang beragam serta jumlah yang berfluktuatif. Pola permintaan dari *customer* yang sering kali mengalami ketidakpastian mengakibatkan diantaranya dalam perencanaan persediaan bahan baku yang menjadi lebih sulit, sebab dengan adanya fenomena probabilistik mengakibatkan persediaan digudang ada kalanya kelebihan persediaan yang menimbulkan ongkos-ongkos persediaan dan juga ada

kalanya kekurangan persediaan yang akan menimbulkan kerugian diantaranya keuntungan yang tidak dapat diraih, menganggurnya mesin dan peralatan (*tangible cost*) maupun berupa citra yang tidak baik, bahkan pindahanya konsumen ke tempat lain (*intangibile cost*). Oleh sebab itu, keberadaan persediaan perlu dikelola sedemikian rupa sehingga diperoleh kebijakan persediaan yang optimal. Jadi pada PT Waskita Beton Precast, Tbk Plant Prambon ini akan mulai memproduksi jikalau ada pesanan dari *customer*.

3.7 Produk

Ada berbagai jenis produk yang di produksi di PT Waskita Beton Precast, Tbk Plant Prambon. Di bawah ini merupakan produk- produk yang dihasilkan oleh PT Waskita Beton Precast, Tbk Plant Prambon, antara lain:

a. *Spun Pile*



Gambar 3.18 *Spun Pile*

Tiang pancang yang mampu menopang gaya aksial, dan lentur saat. Produk ini memiliki keunggulan dalam pembengkokan kapasitas momen. Produk ini cocok digunakan di struktur dengan gaya lateral yang dominan seperti jembatan dan dermaga. Untuk *Spun Pile* dengan Koneksi C-T, ini Produk dapat digunakan sebagai penahan dinding *strucutre*. Ini produk juga dapat digunakan pada struktur lain.

b. *Square Pile*



Gambar 3.19 *Square Pile*

Tiang pancang yang mampu menopang gaya aksial, dan lentur momen. Tiang yang memiliki gaya aksial dominan kapasitas. Umumnya digunakan untuk pondasi bangunan, dan juga struktur lain dengan gaya aksial dominan.

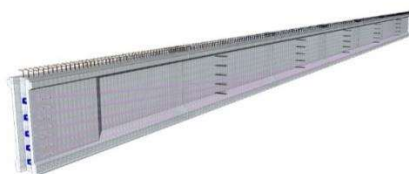
c. CCSP



Gambar 3.20 CCSP

Sheet pile yang geometri bergelombang menyebabkan *sheet pile* memiliki kapasitas momen lentur yang besar. Tumpukan lembaran cocok untuk digunakan sebagai dinding penahan dengan kedalaman embedment yang dalam. Berkendara secara efisien karena sheet pile ini memiliki 1 m lebar.

d. PC-I Girder



Gambar 3.21 PC-I Girder

Balok balok pracetak yang menggunakan bagian bentuk "I", bentuk "I" penampang menyebabkan balok memiliki yang lebih besar I_x (Inersia x Axis) aktif luas penampang yang sama, sehingga balok gelagar menjadi lebih efisien secara ekonomis. PC I Girder ini dapat digunakan di bridge untuk jalan raya atau kereta api.

e. U-Ditch & Cover U-Ditch



Gambar 3.22 U-Ditch & Cover U-Ditch

Saluran pracetak yang memiliki penampang persegi panjang adalah umumnya digunakan sebagai saluran drainase di pinggir jalan. Produk mampu memuat beban vertikal tetapi tidak untuk beban yang sangat berat (Seperti truk, atau kereta api).

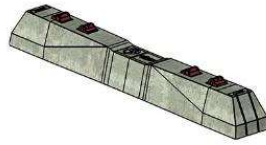
f. *Full Slab*



Gambar 3.23 *Full Slab*

Produk pracetak yang digunakan di pile slab struktur sebagai jalan utama atau tanjakan. Slab penuh mudah dipasang. Produk ini merupakan solusi untuk pembangunan jalan di atas tanah yang tidak subur kondisi.

g. Bantalan Jalan rel Kereta



Gambar 3.24 Bantalan Jalan Rel Kereta Api

Bantalan rel adalah landasan tempat rel bertumpu dan diikat dengan penambat rel, oleh karena itu harus cukup kuat untuk menahan beban kereta api yang berjalan di atas rel. Bantalan dipasang melintang rel pada jarak antara bantalan yang satu dengan lainnya sepanjang 0,6 meter.

h. Tiang Listrik



Gambar 3.25 Tiang Listrik

Tiang Beton Prategang untuk Jalur Distribusi Listrik dengan kekuatan beton 28 hari: 500 kg / cm².