

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KANBAN

Kanban adalah suatu istilah dalam bahasa Jepang yang artinya serupa dengan *visible record or signal* (catatan yang kelihatan atau tanda). Pada umumnya alat kanban yang dipergunakan adalah kartu, sehingga sering disebut sebagai kartu kanban. Apabila stasiun kerja pengguna (*using work station*) membutuhkan material dari stasiun kerja pemasok (*supplying work station*), stasiun kerja pengguna mengirimkan suatu kartu kanban kepada stasiun kerja pemasok. Tidak boleh ada material yang dipindahkan atau dikirim ke stasiun kerja berikutnya, tanpa ada kartu kanban ini. Dengan demikian kanban ini digunakan sebagai tanda (*signal*) kepada stasiun pemasok bahwa stasiun pengguna sedang membutuhkan material, sehingga stasiun pemasok harus segera mengirim material itu sesuai dengan kebutuhan yang tertera dalam kartu kanban tersebut (Gaspersz, 2004).

Kanban adalah suatu alat untuk mencapai produksi JIT (*Just In Time*). Kanban berupa suatu kartu yang biasanya ditaruh dalam amplop vinil berbentuk empat persegi panjang. Dua jenis kanban yang sering digunakan ialah kanban perintah produksi atau biasa disebut kanban produksi dan kanban pengambilan. Kanban pengambilan menspesifikasikan jenis dan jumlah produk yang harus diambil dari proses terdahulu ke proses berikutnya, sementara kanban produksi menspesifikasikan jenis dan jumlah produk yang harus dihasilkan oleh proses terdahulu (Monden, 1995).

Kanban adalah kata dalam Bahasa Jepang yang secara literal berarti “papan penanda” atau “*signboard*”. Dalam konteks Lean Manufacturing dan Just-In-Time, Kanban merupakan salah satu *tool* yang digunakan untuk menyusun jadwal. Taiichi Ohno, sang pengagas, menyatakan bahwa Kanban adalah prasyarat tercapainya JIT. Adanya kebutuhan untuk terus menjaga kualitas dan melakukan improvement membuat Toyota terdorong untuk merancang sistem Kanban. *Tool* ini sangat efektif untuk mendukung kelancaran jalannya produksi secara keseluruhan.

Kanban adalah sebuah sistem komunikasi yang mengontrol aliran aktivitas di area produksi, dan berfungsi untuk menselaraskan level produksi agar sesuai dengan permintaan pelanggan. Kanban hadir dalam bentuk sistem visual yang memungkinkan semua orang melihat aliran aktivitas dan menyesuaikan level aktivitas tersebut sesuai kebutuhan.

Para pekerja dan operator akan mengetahui kapan harus memulai aktivitas berikutnya dengan mengacu kepada penanda yang diberikan sistem Kanban, yang dapat berupa kartu, kontainer, email, atau pesan elektronik lainnya.

Para praktisi di masa sekarang ini seringkali menyebut Kanban dengan istilah “*visual card*”, karena kartu-kartu berwarna-lah yang sering digunakan sebagai sistem penanda visual dan fisik dalam rantai logistik pada aktivitas produksi. Toyota menggunakan Kanban sebagai bagian tak terpisahkan dari Lean Production System.

2.1.1 Fungsi Sistem Kanban

Terdapat beberapa fungsi mengapa perlu diterapkannya sistem kanban pada suatu perusahaan. Fungsi diterapkannya sistem kanban dalam suatu perusahaan beserta penjelasan dari setiap fungsinya adalah sebagai berikut (Monden, 2000):

1. Sebagai Perintah

Kanban berlaku sebagai alat perintah antara produksi dan pengiriman. Bila komponen perlu diambil, atau perintah pengangkutan dikeluarkan, suatu alamat dituliskan pada kanban. Alamat itu menginformasikan proses sebelum tempat penyimpanan komponen yang telah diolah, dan menginformasikan proses sesudah tempat komponen yang dibutuhkan.

2. Mencegah Produksi Berlebihan

Setiap proses harus dikendalikan secara otonom, untuk memastikan bahwa tiap proses hanya memproduksi produk yang dapat dijual, dalam jumlah yang dapat dijual, pada waktu yang dapat dijual sesuai dengan waktu siklusnya. Pengendalian otonom ini menjamin bahwa produksi tidak berlangsung dalam kecepatan produksi yang berlebihan. Sistem kanban juga merupakan mekanisme pengendalian diri

sehingga memungkinkan tiap proses melakukan penyesuaian kecil terhadap pasokan untuk jadwal produksi bulannya karena adanya fluktuasi permintaan bulanan.

3. Pengendalian Visual

Sistem kanban berlaku sebagai alat untuk pengendalian visual karena bukan saja memberikan informasi numerik, tetapi juga informasi fisik dalam bentuk kartu kanban.

4. Memperbaiki Proses dan Operasi Manual

Penggunaan sistem kanban untuk membantu perbaikan operasi sangat dibutuhkan karena peningkatan produktivitas memberikan perbaikan keuangan, sehingga memperbaiki perusahaan secara keseluruhan.

5. Pengurangan Biaya Pengelolaan

Sistem kanban berfungsi mengurangi biaya manajemen dengan membantu mengurangi jumlah ahli peramalan. Sifat sistem tarik kanban yang dirangkaikan dengan aliran informasi penjualan, berlaku sebagai petunjuk kapan dan berapa banyak bahan yang diperlukan.

2.1.2 Electronic Kanban

Belakangan ini perusahaan otomotif Toyota semakin banyak menggunakan sistem komputer untuk penjadwalan. Contoh, ketika memesan komponen dari pemasok, Toyota sekarang memakai kanban elektronik dari pada hanya menyortir dan mengirimkan kembali kartu kanban. Dalam hal ini, tidak perlu memilih sistem tertentu, sistem terkomputerisasi atau sistem manual. Toyota akan sering menggunakan sistem komputer untuk menjadwalkan beberapa operasi (Liker, 2006).

Selain meningkatkan jumlah informasi yang tersedia kepada pemasok, sistem baru akan memangkas lead time. Dengan proses kartu kanban, dilaporkan bahwa dibutuhkan tujuh sampai delapan jam jika menggunakan kartu kanban untuk mencapai titik produksi. Di bawah sistem baru, pemasok akan menerima instruksi

pemesanan secara online, mencetaknya, dan melampirkan e-kanban ke bagian yang memerintah, kemudian dikirim ke Toyota. Menurut salah satu perkiraan, jika Toyota mengirimkan semua transaksi dengan pemasok tertentu secara elektronik, supplier akan menghemat 2.000 sampai 3.000 jam per bulan. (Mazel dan Dubin, 2002).

2.2 5S

Popularitas 5S ini tak lepas dari kesuksesan industri Jepang yang selama ini memusatkan perhatiannya terhadap pengurangan segala pemborosan (*waste*). 5S adalah landasan untuk membentuk perilaku manusia agar memiliki kebiasaan (*habit*) mengurangi pemborosan di tempat kerjanya.

Nama lain 5S dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Nama lain 5S dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris

Jepang		Indonesia	Inggris
5S		5R	5S
1S	Seiri	Ringkas	Sort
2S	Seiton	Rapi	Set in Order
3S	Seiso	Resik	Shine
4S	Seiketsu	Rawat	Standardize
5S	Shitsuke	Rajin	Sustain

2.2.1 Pengertian 5S Secara Umum

Sebagaimana setiap kata memiliki arti yang luas, demikian pula dengan aktivitas 5S yang bahkan kadang-kadang memiliki arti yang kurang jelas. Secara umum tidak ada penjabaran definisi yang baku mengenai tiap tahap dalam 5S, yang ada adalah prinsip-prinsip dalam tiap tahap 5S. Prinsip-prinsip tersebut mengacu kepada

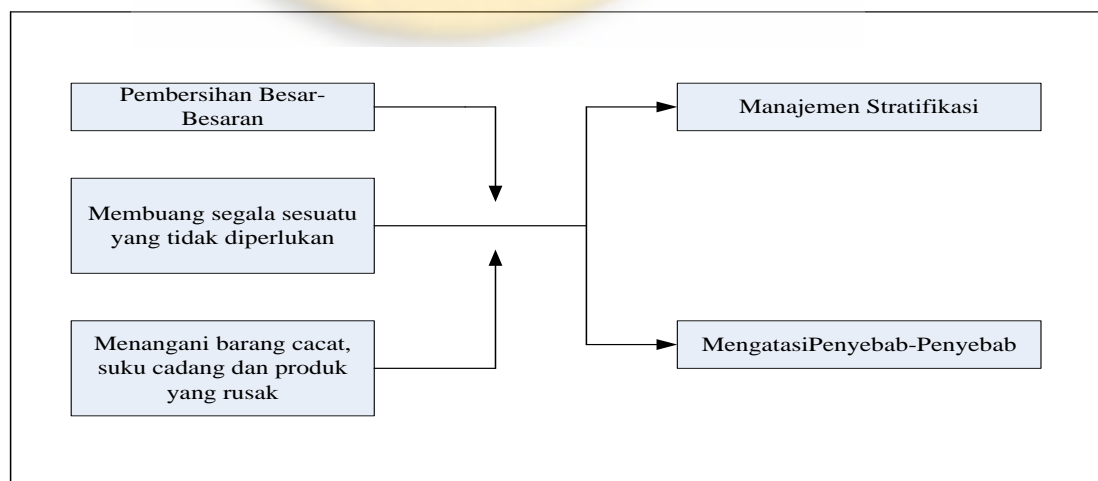
aktivitas yang dilakukan dan sikap mental yang diperlukan dalam melaksanakan setiap tahapan 5S. Penjabaran 5S dan 5R sebagai padanannya adalah sebagai berikut (Osada, 2002) :

1. Seiri (Ringkas)

Umumnya istilah ini berarti mengatur segala sesuatu, memilah sesuai dengan aturan atau prinsip-prinsip yang spesifik. Sesuai dengan terminologi 5S, *Seiri* berarti membedakan atau memisahkan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan, mengambil keputusan yang tegas, dan menerapkan manajemen stratifikasi untuk membuang hal-hal yang tidak diperlukan. Pada tahap ini, titik beratnya adalah manajemen stratifikasi dan mencari faktor-faktor penyebab sebelum hal-hal yang tidak diperlukan tersebut menjadi sebuah masalah.

Dalam manajemen stratifikasi, hal pertama yang dilakukan adalah menggunakan diagram pareto, kemudian melakukan stratifikasi terhadap hasil metode pareto sebagai dasar penentuan prioritas pemecahan masalah.

Selanjutnya adalah mengatasi faktor-faktor penyebab. Merupakan hal yang sangat penting untuk melakukan pembersihan sampah-sampah apapun bentuknya, sehingga dengan demikian akan diketahui mengapa suatu hal menjadi buruk dan dapat menemukan akar dari penyebab masalah. Dengan demikian, kita akan dapat menangani penyebabnya, dan ini merupakan hal yang sangat penting. Dari pengertian *Seiri* di atas, maka dapat digambarkan proses *Seiri* sebagai berikut :



Gambar 2.1 Proses dalam Seiri
Sumber : Takashi Osada (2002)

2. Seiton (Rapi)

Umumnya, dalam penerapan 5S, *Seiton* berarti menyimpan barang-barang di tempat yang tepat atau dalam tata letak yang benar sehingga dapat dipergunakan dalam keadaan mendadak. Pada tahap ini, titik beratnya adalah pada manajemen fungsional dan mengeliminasi aktivitas mencari. Jika segala sesuatu disimpan pada tempatnya sehingga menjaga mutu dan keamanan, maka akan tercipta tempat kerja yang rapi.

Prinsip penataan berlaku di seluruh lapisan masyarakat dan disegala aspek kehidupan. Semua penataan ini memerlukan keterampilan. Segala sesuatunya dirancang untuk memudahkan dalam mengambil barang saat dibutuhkan tanpa adanya kegiatan mencari.

Untuk merancang suatu tata letak fungsional, langkah awal dilakukan dengan menentukan seberapa sering menggunakan suatu barang atau material :

- a. Barang-barang yang tidak dipergunakan : singkirkan
- b. Barang-barang yang tidak digunakan tetap jika ingin digunakan dalam keadaan tertentu : simpan sebagai barang-barang untuk keadaan yang tidak terduga.
- c. Barang-barang yang hanya dipergunakan sewaktu-waktu saja : simpan sejauh mungkin.
- d. Barang-barang yang kadang-kadang dipergunakan : simpan di tempat kerja.
- e. Barang-barang yang sering dipergunakan : simpan di tempat kerja atau disimpan oleh pegawai yang bersangkutan.

Karena penataan dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi, maka perlu dilakukan studi waktu, penyempurnaan , dan penerapan selama perbaikan dilakukan. Kunci untuk melakukan hal ini adalah dengan mempertanyakan 5W 1H (*what, when, where, why, who, dan how*) untuk setiap item.

3. Seiso (Resik)

Secara umum *Seiso* berarti melakukan pembersihan sehingga segala sesuatunya bersih. Pada terminologi 5S, *Seiso* berarti menyingkirkan sampah, kotoran, dan lain-lain sehingga segala sesuatunya bersih. Membersihkan merupakan salah satu

bentuk pemeriksaan. Titik beratnya adalah membersihkan sebagai pemeriksaan dan menciptakan tempat kerja yang sempurna.

Sangat penting untuk mengetahui dengan tepat tempat melakukan pemeriksaan, terutama pada mesin-mesin dan fasilitas yang harus bebas kotoran. Semangat “Membersihkan adalah Memeriksa”, yaitu membersihkan lebih dari sekedar membuat tempat dan fasilitas bersih, melainkan juga memberikan kesempatan untuk melakukan pemeriksaan. Meskipun tempat kerja tidak kotor, tetap saja harus diperiksa.

Mencapai keadaan tanpa kotoran dengan pertimbangan bahwa aktivitas membersihkan memberikan dampak terhadap *downtime*, kualitas, keselamatan, moral dan aspek operasional lainnya. 5S berusaha mencapai keadaan tanpa kotoran dan mengeliminasi kerusakan-kerusakan dan kesalahan-kesalahan kecil pada titik-titik kunci pemeriksaan.

4. Seiketsu (Rawat)

Pada terminologi 5S, standarisasi berarti perawatan ringkas, kerapian, dan kebersihan secara terus menerus. Hal tersebut meliputi kebersihan personil dan kebersihan secara terus menerus. Hal tersebut meliputi kebersihan personil dan kebersihan lingkungan. Titik beratnya adalah manajemen visual dan standarisasi 5S. Inovasi dan manajemen visual dilakukan untuk mencapai dan memelihara kondisi terstandarisasi sehingga tindakan dapat diambil dengan cepat. Manajemen visual menjadi salah satu alat yang merupakan penerapan *kaizen* yang efektif. Dewasa ini digunakan untuk produksi, kualitas, keselamatan, dan lain-lain.

Manajemen warna, atau disebut juga manajemen kode-warna digunakan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih kondusif. Sebagai contoh adalah pengguna baju berwarna putih oleh karyawan sebagai indikator seberapa cepat baju itu kotor. Semakin cepat kotor berarti perlu diambil tindakan untuk menciptakan lingkungan kerja yang bersih. Demikian halnya dengan petunjuk-petunjuk atau instruksi kerja harus dapat disampaikan secara visual kepada seluruh pegawai dengan baik, dalam arti baik secara visual dan dipersepsikan secara benar.

5. Shitsuke (Rajin)

Secara umum *Shitsuke* berarti pelatihan yang diberikan dan kemampuan untuk melakukan sesuatu yang diinginkan walaupun sulit. Pada terminologi 5S, *Shitsuke* berarti memiliki kemampuan untuk melakukan pekerjaan sebagaimana seharusnya dikerjakan. Titik beratnya adalah melakukan pekerjaan sebagaimana seharusnya dilakukan. Titik beratnya adalah lingkungan kerja dengan kebiasaan dan disiplin yang baik. Sengan mendidik dan melatih manusia, kebiasaan buruk dihilangkan, kebiasaan baik ditumbuhkan. Manusia akan terlatih dalam membuat dan mematuhi aturan. Disiplin adalah 5S yang pertama. Disiplin merupakan hal yang yang seringkali sulit diterapkan oleh orang-orang muda karena adanya anggapan suatu paksaan untuk mengubah kebiasaan dan perilakunya. Namun, disiplin menjadi dasar dan syarat minimum bagi berfungsinya suatu peran, baik masyarakat dan lingkungan kerja. Demikian juga dalam 5S, disiplin tidak mungkin untuk diletakan pada bagian terakhir, apalagi dihilangkan.

Disiplin dapat mengubah bentuk perilaku. Disiplin merupakan proses pengulangan dan praktek. Banyak kecelakaan ditempat kerja terjadi karena pegawai lupa atau sengaja mengabaikan prosedur kerja dan keselamatan. Disiplin dimulai dari hal-hal yang sederhana dan secara bertahap menjadi suatu kebiasaan yang baik dalam melakukan pekerjaan sehingga pekerjaan dapat dilakukan dengan baik dan aman.

2.2.2 Langkah-langkah 5S

Teori-teori selanjutnya tidak begitu sulit, tetapi teori tidak ada artinya bila tidak diikuti dengan penerapan. Untuk memulainya, ada langkah-langkah (Osada, 2002) yang harus diperhatikan, sebagai berikut :

- a. Memulai tindakan.
- b. Penemuan hal baru dan keadaan yang dapat mengubah persepsi.
- c. Mengubah tempat kerja dan fasilitas.
- d. Mengubah manusia

Suksesnya 5S terletak pada sejauh mana orang melakukan 5S sebagai suatu kebiasaan (*habit*) bukan paksaan sehingga inisiatif perbaikan akan muncul dengan sendirinya.

2.3 ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) merupakan salah satu metode untuk membantu menyusun suatu prioritas dari berbagai pilihan dengan menggunakan beberapa kriteria (*multi criteria*). Karena sifatnya yang multi kriteria, AHP cukup banyak digunakan dalam penyusunan prioritas. Sebagai contoh, untuk menyusun prioritas penelitian, pihak manajemen lembaga penelitian sering menggunakan beberapa kriteria seperti dampak penelitian, biaya, kemampuan SDM, dan juga mungkin waktu pelaksanaan.

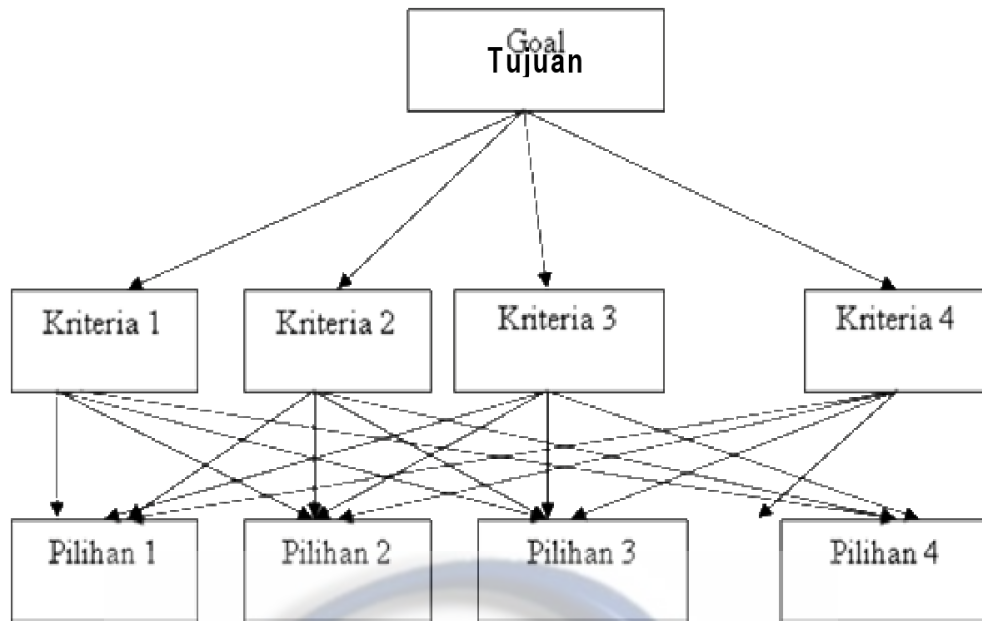
Di samping bersifat multi kriteria, AHP juga didasarkan pada suatu proses yang terstruktur dan logis. Pemilihan atau penyusunan prioritas dilakukan dengan suatu prosedur yang logis dan terstruktur. Kegiatan tersebut dilakukan oleh ahli-ahli yang representatif berkaitan dengan alternatif-alternatif yang akan disusun prioritasnya (Bourgeois, 2005).

Secara garis besar, ada tiga tahapan AHP dalam penyusunan prioritas, yaitu :

1. Dekomposisi dari masalah;
2. Penilaian untuk membandingkan elemen-elemen hasil dekomposisi; dan
3. Sintesis dari prioritas.

Dekomposisi Masalah

Dalam menyusun prioritas, maka masalah penyusunan prioritas harus mampu didekomposisi menjadi tujuan (*goal*) dari suatu kegiatan, identifikasi pilihan-pilihan (*options*), dan perumusan kriteria (*criteria*) untuk memilih prioritas (Gambar 1). Langkah pertama adalah merumuskan tujuan dari suatu kegiatan penyusunan prioritas.



Gambar 2.2 Dekomposisi masalah

Setelah tujuan ditetapkan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kriteria dari tujuan tersebut. Berdasarkan tujuan dan kriteria, beberapa pilihan perlu diidentifikasi. Pilihan-pilihan tersebut hendaknya merupakan pilihan-pilihan yang potensial, sehingga jumlah pilihan tidak terlalu banyak.

Penilaian atau Perbandingan Elemen

Setelah masalah terdekomposisi, maka ada dua tahap penilaian atau membandingkan antar elemen yaitu perbandingan antar kriteria dan perbandingan antar pilihan untuk setiap kriteria. Perbandingan antar kriteria dimaksudkan untuk menentukan bobot untuk masing-masing kriteria. Di sisi lain, perbandingan antar pilihan untuk setiap kriteria dimaksudkan untuk melihat bobot suatu pilihan untuk suatu kriteria. Dengan perkataan lain, penilaian ini dimaksudkan untuk melihat seberapa penting suatu pilihan dilihat dari kriteria tertentu.

Dalam melakukan penilaian atau perbandingan, ahli yang mengembangkan AHP menggunakan skala dari 1/9 sampai dengan 9. Jika pilihan A dan B dianggap sama (*indifferent*), maka A dan B masing-masing diberi nilai 1. Jika misalnya A lebih baik atau lebih disukai dari B, maka A diberi nilai 3 dan B diberi nilai 1/3. Jika A jauh lebih disukai dengan B, maka A misalnya diberi nilai 7 dan B diberi nilai 1/7. Penilaian ini tidak akan digunakan dalam tulisan ini karena cara tersebut kurang

logis. Sebagaimana contoh, jika A nilainya 7 dan B adalah 1/7, maka perbedaan antara A dengan B hampir mendekati 700%.

Suatu alternatif penilaian yang digunakan oleh Bourgeois (2005) yang memakai skala antara 0.1 sampai dengan 1.9 dinilai lebih logis seperti disajikan pada Tabel 2.2. Jika A sedikit lebih baik atau disukai dari B, maka A diberi nilai 1.3 dan B dinilai 0.7, mengindikasikan jarak sekitar 30% dari nilai 1. Jika A jauh lebih disukai oleh B, maka nilai A menjadi 1.6 dan B menjadi 0.4. Cara penilaian seperti ini akan digunakan dalam tulisan ini.

Tabel 2.2 Skala Penilaian

Hasil Penilaian	Nilai A	Nilai B
A sangat jauh lebih disukai dari B	1.9	0.1
A jauh lebih disukai dari B	1.6	0.4
A sedikit lebih disukai dari B	1.3	0.7
A sama dengan B	1.0	1.0
A sedikit kurang disukai dari B	0.7	1.3
A jauh kurang disukai dari B	0.4	1.6
A sangat jauh kurang disukai dari B	0.1	1.9

Sumber: Bourgeois (2005)

Menggunakan data penilaian seperti yang ada pada Tabel 2.2 untuk perbandingan kriteria sehingga perbandingan antar kriteria akan menghasilkan seperti pada Tabel 2.3 berikut. Untuk memudahkan dalam perbandingannya, dalam tabel diasumsikan hanya ada empat kriteria yang digunakan. Rangkuman dari tabel tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. c_{ij} merupakan hasil penilaian atau perbandingan antara kriteria i dengan j .
2. c_i merupakan penjumlahan nilai yang dimiliki kriteria ke i
3. $\sum c_i$ merupakan penjumlahan semua nilai c_i .
4. Bobot kriteria ke i diperoleh dengan membagi nilai c_i dengan c .

Tabel 2.3 Perbandingan antar Kriteria

Kriteria	CR ₁	CR ₂	CR ₃	CR ₄	Jumlah	Bobot
CR ₁	-	c ₁₂	c ₁₃	c ₁₄	c _{1.}	bc ₁ =c _{1./c}
CR ₂	c ₂₁	-	c ₂₃	c ₂₄	c _{2.}	bc ₂ =c _{2./c}
CR ₃	c ₃₁	c ₃₂	-	c ₃₄	c _{3.}	bc ₃ =c _{3./c}
CR ₄	c ₄₁	c ₄₂	c ₄₃	-	c _{4.}	bc ₄ =c _{4./c}
Jumlah					C	

Dengan menggunakan prosedur yang sama, maka dilakukan perbandingan antar pilihan (OP) untuk masing-masing kriteria. Tabel 2.4 berikut mengilustrasikan perbandingan antar pilihan (4 pilihan) untuk kriteria 1 (C₁) dengan penjelasan sebagai berikut :

1. o_{ij} merupakan hasil penilaian atau perbandingan antara pilihan i dengan k untuk kriteria ke j .
2. o_i merupakan penjumlahan nilai yang dimiliki pilihan ke i $\frac{3}{4}$ o merupakan penjumlahan semua nilai o_i .
3. bo_{ij} merupakan nilai pilihan ke i untuk kriteria ke j .

Proses penilaian antar pilihan ini terus dilakukan untuk semua kriteria. Sebagai catatan, penilaian sebaiknya dilakukan oleh ahlinya dan stakeholder utama. Biasanya, jumlah ahli bervariasi, bergantung pada ketersediaan sumberdaya. Penilaian dapat dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada masing-masing ahli ataupun dengan melakukan suatu pertemuan para ahli untuk melakukan penilaian tersebut. Untuk studi kasus ini, penilaian dilakukan dengan mengumpulkan para tenaga ahli.

Tabel 2.4 Perbandingan antar Pilihan untuk Kriteria C₁

C ₁	OP ₁	OP ₂	OP ₃	OP ₄	Jumlah	Bobot
OP ₁	-	o ₁₂	o ₁₃	o ₁₄	o _{1.}	bo ₁₁ =o _{1./o}
OP ₂	o ₂₁	-	o ₂₃	o ₂₄	o _{2.}	bo ₂₁ =o _{2./o}
OP ₃	o ₃₁	o ₃₂	-	o ₃₄	o _{3.}	bo ₃₁ =o _{3./o}

OP ₄	o ₄₁	o ₄₂	o ₄₃	-	o _{4.}	bo ₄₁ =o _{4./o}
Jumlah					O	

Sintesis Penilaian

Sintesis hasil penilaian merupakan tahap akhir dari AHP. Pada dasarnya, sintesis ini merupakan penjumlahan dari bobot yang diperoleh setiap pilihan pada masing-masing kriteria setelah diberi bobot dari kriteria tersebut. Secara umum, nilai suatu pilihan adalah sebagai berikut :

$$bop_i = \sum_{j=1}^n bo_{ij} * bc_j \dots\dots\dots (1)$$

i=1

bop_i = nilai atau bobot untuk pilihan ke *i*

Formula tersebut juga dapat disajikan dalam bentuk tabel. Untuk memudahkan, diasumsikan ada empat kriteria dengan empat pilihan seperti Tabel 2.5 berikut. Sebagai contoh nilai prioritas atau bobot pilihan 1 (OP1) diperoleh dengan mengalikan nilai bobot pada kriteria dengan nilai yang terkait dengan kriteria tersebut untuk pilihan 1 sebagai berikut:

$$bop_1 = bo_{11} * bc_1 + bo_{12} * bc_2 + bo_{13} * bc_3 + bo_{14} * bc_4 \dots\dots\dots (2)$$

Hal yang identik dilakukan untuk pilihan 2, 3 dan 4. Dengan membandingkan nilai yang diperoleh masing-masing pilihan, prioritas dapat disusun berdasarkan besarnya nilai tersebut. Semakin tinggi nilai suatu pilihan, semakin tinggi prioritasnya, dan sebaliknya.

Tabel 2.5 Sintesa Penilaian

	CR1	CR2	CR3	CR4	Prioritas
	bc ₁	bc ₂	bc ₃	bc ₄	bop _i
OP ₁	bo ₁₁	bo ₁₂	bo ₁₃	bo ₁₄	bop ₁
OP ₂	bo ₂₁	bo ₂₂	bo ₂₃	bo ₂₃	bop ₂
OP ₃	bo ₃₁	bo ₃₂	bo ₃₃	bo ₃₄	bop ₃
OP ₄	bo ₄₁	bo ₄₂	bo ₄₃	bo ₄₄	bop ₄

2.4 METODE ANALISIS ABC

Klasifikasi ABC diperkenalkan oleh HF Dickie pada tahun 1950-an (Herjanto:2007). Analisis ABC merupakan metode persediaan yang menggunakan prinsip Pareto, yaitu *The critical few and the trivial many*. Idanya untuk memfokuskan pengendalian persediaan kepada jenis persediaan yang bernilai tinggi atau critical daripada yang bernilai rendah atau trivial.

Sebuah restoran sebaiknya memperhatikan jenis bahan baku yang perlu disediakan. Penyediaan bahan baku tersebut perlu mempertimbangkan jarak geografis supplier, tempat penyimpanan, serta kategori jenis persediaan berdasarkan tingkat perputarannya. Salah satu cara untuk mengetahuinya adalah dengan klasifikasi ABC.

Klasifikasi ini berguna untuk memfokuskan perhatian manajemen terhadap penentuan jenis barang yang paling penting. Pada umumnya persediaan terdiri dari banyak jenis barang. Masing-masing jenis barang membutuhkan analisis tersendiri untuk mengetahui besarnya order size dan order point. Namun berbagai macam jenis barang yang ada dalam persediaan tersebut tidak seluruhnya memiliki tingkat prioritas yang sama. Dengan demikian, untuk mengetahui jenis-jenis barang yang perlu mendapat prioritas kita dapat menggunakan analisis ABC. Analisis ABC ini dapat mengklasifikasi seluruh jenis barang berdasarkan tingkat kepentingannya.

Klasifikasi ABC digunakan untuk mengelompokkan persediaan menjadi tiga kategori berdasarkan kaidah Pareto pada besaran volume tahunan. Adapun yang dimaksud dengan nilai dalam klasifikasi ABC bukan harga persediaan per unit, melainkan volume persediaan yang dibutuhkan dalam satu periode (biasanya satu tahun) dikalikan dengan harga per unit. Analisis pareto direpresentasikan sebagai sebuah diagram.

Pengertian lainnya tentang ABC Analisis dari berbagai pendapat para ahli diantaranya:

1. Hansen dan Mowen (2000) mendefinisikan ABC sebagai berikut: “Activity-Based Costing (ABC) adalah sistem yang pertama kali menelusuri biaya pada kegiatan atau aktivitas kemudian pada produk.”
2. Sedangkan Garrison, Noreen dan Brewer (2006) menjelaskan bahwa : “Activity Based Costing (ABC) adalah metode perhitungan biaya (costing) yang dirancang untuk menyediakan informasi biaya bagi manajer untuk keputusan strategis dan keputusan lainnya yang mungkin akan mempengaruhi kapasitas dan juga biaya tetap.” Garrison menambahkan ABC biasanya digunakan sebagai pelengkap bukan sebagai pengganti sistem biaya yang biasa dipakai perusahaan. kebanyakan perusahaan yang menggunakan ABC memiliki dua sistem biaya, sistem biaya resmi yang disiapkan untuk laporan keuangan eksternal dan ABC yang digunakan untuk pengambilan keputusan internal dan untuk menjalankan aktivitas.
3. Horngren (2008) mendefinisikan ABC sebagai berikut : “ABC (Activity Based Costing) sebagai suatu sistem pendekatan perhitungan biaya yang dilakukan berdasarkan aktivitas-aktivitas yang ada di perusahaan.”

2.5 PENGUKURAN WAKTU JAM HENTI

“Pengukuran kerja adalah suatu aktifitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal” (Wignjosuebrot, 2003). Berdasarkan pendapat tersebut maka pengukuran waktu kerja akan berhubungan dengan kegiatan-kegiatan dalam menentukan waktu baku (*standard time*) untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Tujuan dari pengukuran tidak semata-mata hanya untuk mengetahui waktu kerja, melainkan digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam menentukan beberapa hal yang lebih kompleks, salah satunya digunakan dalam memilih alternatif metode kerja terbaik diantara beberapa opsi metode kerja yaitu dengan membandingkan waktu kerja antar metode pada jenis pekerjaan yang sama.

2.5.1 Jenis Pengukuran Waktu Kerja

Pada dasarnya terdapat dua jenis pengukuran waktu kerja bila ditinjau dari posisi pengamat, yaitu pengukuran waktu kerja dengan cara langsung dan pengukuran waktu kerja dengan cara tidak langsung. Pengukuran waktu kerja langsung adalah pengukuran dimana pengamat/peneliti berada langsung ditempat pengamatan untuk mengamati waktu dan metode kerja operator dalam melakukan pekerjaannya, sedangkan pengukuran tidak langsung yaitu mengamati tidak berada di tempat kegiatan melainkan melakukan pengukuran memanfaatkan data-data atau tabel dari kegiatan sejenis yang didapat dari referensi pekerjaan lain.

2.5.2 Pengukuran Waktu Kerja dengan Jam Henti (*Direct Stop-Watch Time Study*)

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti adalah salah satu metode pengukuran yang termasuk dalam jenis pengukuran langsung. Wignjosoebroto (1995) berpendapat bahwa pengukuran waktu kerja dengan jam henti terutama diaplikasikan untuk pekerjaan yang berlangsung dengan singkat dan dilakukan secara berulang-ulang (*repetitive*). Teknisnya adalah pengamat melakukan pengukuran waktu kerja secara langsung menggunakan *stop-watch* pada salah satu operator yang sedang bekerja. Hasil yang didapat kemudian diolah kembali dengan mempertimbangkan berbagai faktor agar didapatkan waktu kerja standar untuk sebuah pekerjaan. Beberapa petunjuk penting dalam melakukan pengukuran dengan jam henti adalah:

- a. Bagi operasi kerja menjadi beberapa elemen kerja yang prosesnya berbeda.
- b. Amati, ukur, dan catat waktu yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan elemen kerja.
- c. Tetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur.
- d. Tetapkan *rate of performance* berdasarkan pengamatan terhadap cara operator bekerja.
- e. Tetapkan waktu longgar dan waktu baku.

Saat melakukan penelitian terhadap satu elemen terdapat beberapa faktor yang harus ditetapkan yaitu tingkat kepercayaan, derajat ketelitian, dan uji keseragaman

dari data yang didapat serta berapa jumlah pengamatan yang harus dilakukan. Untuk itu berikut adalah contoh dalam menentukan faktor-faktor tersebut :

- a. Pengukuran biasanya diambil 95% tingkat kepercayaan dan 5% derajat ketelitian, artinya adalah sekurang-kurangnya 95 dari 100 harga rata-rata waktu yang diukur akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%.
- b. Agar pengambilan data dapat lebih efisien dan juga mendapatkan hasil yang optimal perlu diketahui seberapa banyak data yang sebaiknya diambil (kecukupan data), oleh karena itu diperlukan perhitungan mengenai berapa jumlah penelitian/pengambilan data minimal yang diperlukan. Berikut adalah rumus untuk menentukan berapa jumlah penelitian minimal yang diperlukan (N') dengan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5%:

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X^2} \right)^2$$

N = Banyak pengamatan yang sudah dilakukan
 N' = Jumlah pengamatan yang diperlukan
 X = Nilai yang didapat dari pengamatan
 Note: Rumus tersebut hanya berlaku untuk 95% *degree of confidence* level dan 5% *degree of accuracy*.

- c. Wignjosoebroto (1995: 194) mengatakan bahwa setelah kecukupan data terpenuhi maka yang tidak kalah penting adalah data yang diperoleh haruslah seragam. Tes keseragaman perlu dilakukan sebelum menggunakan data yang diperoleh untuk menetapkan waktu standar. Salah satu cara tes keseragaman data adalah dengan menentukan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Bila diketahui ada data yang diluar dari batas kontrol maka data tersebut sebaiknya dikeluarkan/tidak digunakan. Berikut adalah rumus untuk BKA dan BKB:

$$BKA = \bar{x} + 3s^2$$

$$BKB = \bar{x} - s^2$$

Dengan,

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X^2) - \frac{\sum X^2}{n}}{n - 1}}$$

Keterangan :

s : Standar deviasi rata-rata sample

\bar{x} : Nilai rata-rata data

n : Banyak pengambilan data

x : Nilai masing-masing data

2.6 PENGUJIAN HIPOTESIS

Hipotesis adalah pernyataan tentang sesuatu yang perlu dibuktikan atau diuji kebenarannya (Kuswadi, 2004). Asumsi atau dugaan mengenai sesuatu hal yang dibuat untuk menjelaskan hal itu yang sering dituntut untuk melakukan penegcekkannya. Jika asumsi atau dugaan itu dikhususkan mengenai populasi, maka hipotesis tersebut merupakan hipotesis statistik. Setiap hipotesis bisa benar atau tidakbenar dan karenanya perlu diadakan penelitian sebelum hipotesis itu diterima atau ditolak. Langkah atau prosedur untuk menentukan apakah hipotesis tersebut diterima atau ditolak disebut dengan pengujian hipotesis. Telah kita ketahui bahwa suatu penduga pada umumnya tidaklah harus sama dengan nilai parameter yang sebenarnya.

H_0 merupakan hipotesis nol dan merupakan hipotesis yang akan diuji danyang nantinya akan diterima atau ditolak tergantung pada hasil eksperimen atau pemilihan sampelnya. H_1 merupakan hipotesis alternatif atau hipotesis tandingan. Pengujian diatas membutuhkan observasi atau hasil pemilihan sampel yang bersifat random tentang frekuensi kerusakan X/n hasil penstensilan itu sendiri. Observasi pemilihan sampel sedemikian itu dapat dilakukan secara berulang-ulang kali atau sekali saja. atas dasar nilai statistik sampel, keputusan diambil untuk menentukan apakah H_0 tersebut sebaiknya diterima atau ditolak. Jika H_0 diterima, maka sama artinya dengan H_1 ditolak dan sebaliknya jika H_0 ditolak maka H_1 diterima.

Dalam melakukan pengujian hipotesis, ada dua macam kekeliruan yang dapat terjadi, dikenal dengan nama-nama :

- a. Kekeliruan tipe I : adalah kekeliruan karena menolak hipotesis (H_0) padahal hipotesis tersebut benar. Kekeliruan ini disebut kekeliruan α .
- b. Kekeliruan tipe II : adalah kekeliruan menerima hipotesis (H_0) padahal hipotesis tersebut salah. Kekeliruan ini disebut β .

Uji hipotesis atau peraturan pengambilan keputusan dilakukan dengan baik agar kesalahan pengambilan keputusan dapat diminimalisir. Cara untuk mengurangi kedua tipe kekeliruan tersebut adalah dengan memperbesar ukuran sampel, yang mungkin atau tidak mungkin dilakukan (Spiegel, 1992).

Pengujian hipotesis statistik memiliki prosedur yang harus diikuti tergantung pada hipotesisnya yang distribusi populasi. Prosedur umum yang harus diikuti tergantung pada hipotesisnya dan distribusi populasi. Prosedur umum yang harus diikuti dapat dibagi dalam beberapa langkah :

- a. Rumuskan dengan baik hipotesis penelitian agar dapat dihitung statistik sampelnya. Pengujian hipotesis dapat dilakukan terhadap satu populasi untuk pengujian hipotesis rata-rata dua populasi.

$$H_0 : X_1 = X_2$$

$$H_1 : X_1 \neq X_2$$

- b. Tentukan derajat kemaknaan α atau kesalahan tipe 1 yang akan digunakan. Penentuan ini harus dilakukan pada saat perencanaan. Tentukan kesalahan tipe 2 atau β . Biasanya penentuan ini dilakukan pada saat menghitung besarnya sampel.
- c. Tentukan distribusi yang akan digunakan dalam perhitungan. Tentukan metode statistik yang akan digunakan untuk menghitung statistik sampel.
- d. Tentukan kriteria menerima atau menolak hipotesis nol pada derajat kemaknaan yang telah ditentukan.
- e. Buatlah kesimpulan yang tepat pada populasi yang bersangkutan.

2.7 STATISTIK UJI U

Uji Mann-Whitney, atau *U test* merupakan bagian dari statistik nonparametrik yang digunakan pada analisis komparatif untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang saling independen yang tidak mengasumsikan distribusi normal. Adapun cara menentukan nilai uji statistik Mann-Whitney (nilai *U*) adalah sebagai berikut (Siegel, 1997 dan Wijaya, 2010):

- 1 Menentukan hipotesis.

H_0 : tidak terdapat perbedaan data satu dengan yang lainnya.

H_1 : terdapat perbedaan data satu dengan yang lainnya.

- 2 Menentukan taraf nyata (α) dan *U* tabel.

Taraf nyata yang biasa digunakan biasanya 5% atau 1%. Nilai *U* dilihat dari tabel harga-harga kritis dalam uji Mann Whitney.

- 3 Menentukan kriteria uji.

Tolak H_0 jika $U_{hit} < U_{teb}$. Terima dalam hal lainnya.

- 4 Menentukan nilai uji statistik (nilai *U*).

Penentuan nilai uji statistik melalui tahap-tahap sebagai berikut:

- a. Nilai pengamatan (skor) kedua sampel yang berukuran n_1 dan n_2 digabungkan, kemudian diranking (nilai pengamatan yang sama, rankingnya adalah rata-ratanya).
- b. Tentukan R_1 dan R_2 , yaitu jumlah ranking gabungan n_1 dan n_2 .
- c. Tentukan nilai *U*:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - \sum R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - \sum R_2$$

Dimana :

U_1 : Jumlah peringkat 1

U_2 : Jumlah peringkat 2

n_1 : Jumlah sampel 1

n_2 : Jumlah sampel 2

R_1 : Ranking pada sampel n_1

R_2 : Ranking pada sampel n_2

Nilai U yang diambil adalah nilai U terkecil dan untuk memeriksa ketelitian perhitungan digunakan rumus:

$$U_{\text{terkecil}} = n_1 n_2 - U_{\text{terbesar}}$$

Bandingkan statistik dengan nilai pada Tabel U Mann-Whitney pada taraf nyata 0,05. Kriteria uji: Tolak H_0 jika $p(U) \leq \alpha$ untuk uji satu pihak, atau $p(U) \leq \alpha/2$ untuk uji dua pihak.

Untuk $n > 20$, digunakan pendekatan ke normal z dimana:

$$z = \frac{U - \frac{1}{2} n_1 n_2}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

Kriteria: Tolak H_0 jika $p(Z) \leq 0.05$.

2.8 STANDAR DEVIASI

Standar Deviasi dan Varians Salah satu teknik statistik yang digunakan untuk menjelaskan homogenitas kelompok. Varians merupakan jumlah kuadrat semua deviasi nilai-nilai individual terhadap rata-rata kelompok. Sedangkan akar dari varians disebut dengan standar deviasi atau simpangan baku.

Standar Deviasi dan Varians Simpangan baku merupakan variasi sebaran data. Semakin kecil nilai sebarannya berarti variasi nilai data makin sama. Jika sebarannya bernilai 0, maka nilai semua datanya adalah sama. Semakin besar nilai sebarannya berarti data semakin bervariasi.

Perhitungan standar deviasi secara manual menggunakan rumus berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Dimana:

X_i = data ke n

\bar{X} = nilai rata-rata sampel

n = banyaknya data

variansi merupakan salah satu ukuran sebaran yang paling sering digunakan dalam berbagai analisis statistika. Standar deviasi merupakan akar kuadrat positif dari variansi. Jika kita memiliki n observasi yaitu X_1, X_2, \dots, X_n , dan diketahui \bar{X} adalah rata-rata sampel yang dimiliki, maka variansi dapat dihitung sebagai :

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

2.9 KANBOARD

Kanboard merupakan salah satu kanban elektronik open source yang dapat digunakan untuk mengelola proyek. Kanboard didistribusikan dibawah lisensi MIT yang permisif. Frederic Guillot merupakan pengembang utama perangkat lunak sejak 16 Februari 2014. Kanboard bukan untuk semua orang, itu dibuat untuk orang-orang yang ingin mengelola proyek mereka secara efisien dan sederhana.

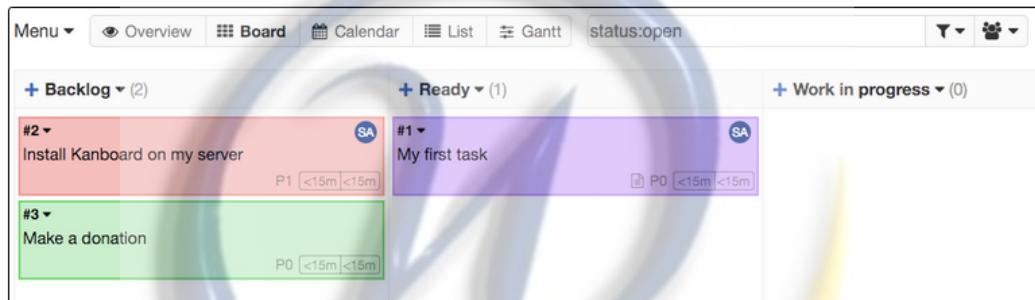
Kelebihan dari Kanboard diantaranya:

1. Visualisasikan pekerjaan Anda
2. Batasi pekerjaan Anda yang sedang berjalan agar lebih efisien
3. Sesuaikan papan Anda sesuai dengan aktivitas bisnis Anda
4. Beberapa proyek dengan kemampuan *drag* dan *drop* tugas
5. Laporan dan analisis
6. Cepat dan mudah digunakan
7. Akses dari manapun dengan *browser modern*
8. Plugin dan integrasi dengan layanan eksternal
9. Gratis, *open source* dan *self-hosted*

10. Instalasi super sederhana
11. Didistribusikan dibawah MIT *License*
12. Daftar fitur lengkap di situs web
13. Terdapat banyak bahasa

Untuk setiap proyek, tugas dapat divisualisasikan dengan beberapa pandangan: Papan, Kalender, Daftar dan Gantt. Setiap tampilan menunjukkan hasil dari kotak yang berada di bagian atas setiap identitas proyek. Alat pencarian menggunakan sintaks lanjutan. Penjelasan lanjutan mengenai *tools* yang ada pada Kanboard ini sebagai berikut:

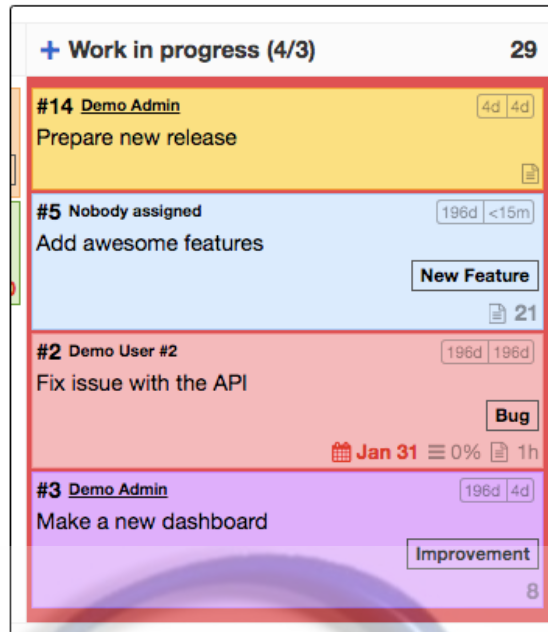
Board View



Gambar 2.3 Tampilan board proyek Kanboard
Sumber : Kanboard.net

Keunggulan *board view* ini diantaranya:

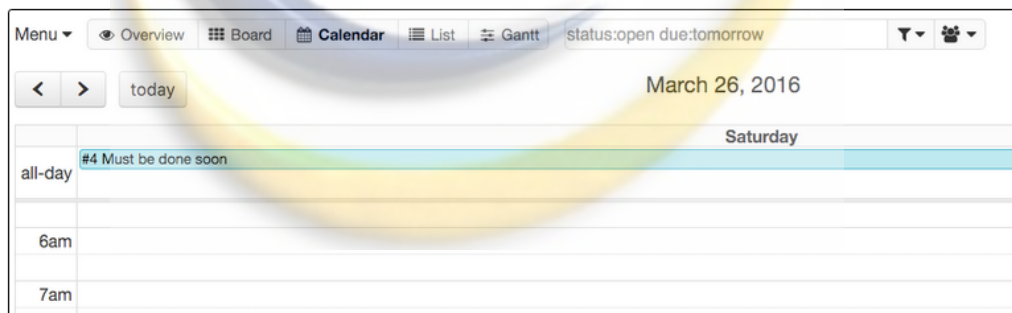
1. Dengan tampilan ini, Anda dapat menarik dan melepaskan tugas antar kolom dengan mudah.
2. Anda juga bisa menggunakan shortcut keyboard "v b" untuk beralih ke tampilan board.
3. Tugas dengan bayangan baru saja dimodifikasi.



Gambar 2.4 Tampilan jika mencapai batas maksimum tugas
Sumber : Kanboard.net

Bila batas maksimum tugas telah tercapai untuk jumlah kolomnya, latar belakang kolom akan menjadi merah. Itu berarti ada banyak tugas yang sedang berjalan pada saat bersamaan.

Calendar View

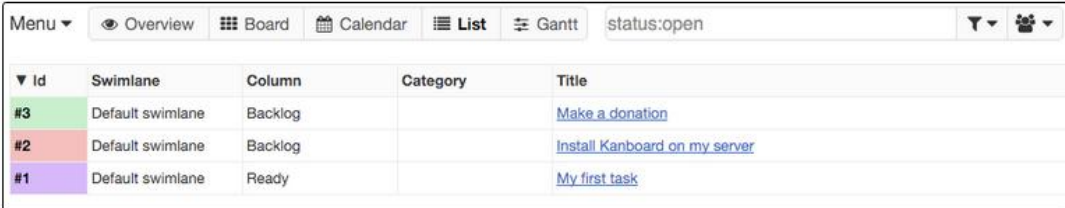


Gambar 2.5 Tampilan Kalender Proyek
Sumber : Kanboard.net

Keunggulan *Calendar view* ini diantaranya:

1. Dengan tampilan ini, Anda dapat memvisualisasikan tugas dengan tanggal jatuh tempo.
2. Bergantung pada pengaturan, Anda juga dapat melihat tugas yang sedang berlangsung.
3. Anda juga bisa menggunakan shortcut keyboard "v c" untuk beralih ke tampilan kalender.

List View



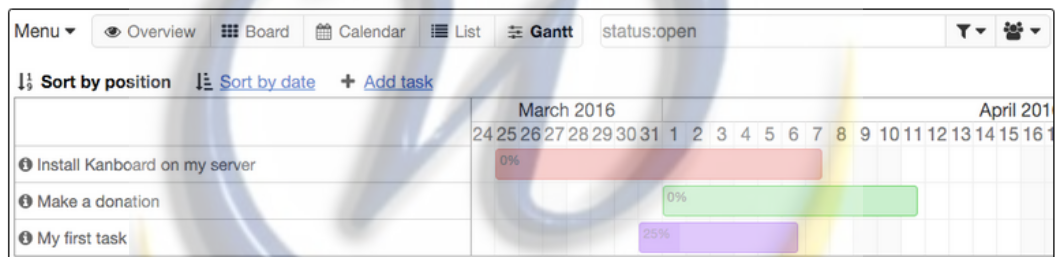
Id	Swimlane	Column	Category	Title
#3	Default swimlane	Backlog		Make a donation
#2	Default swimlane	Backlog		Install Kanboard on my server
#1	Default swimlane	Ready		My first task

Gambar 2.6 Tampilan Daftar tugas
Sumber : Kanboard.net

Keunggulan *List view* ini diantaranya:

1. Dengan tampilan ini, semua hasil pencarian Anda ditampilkan dalam sebuah tabel.
2. Anda juga bisa menggunakan shortcut keyboard "v l" untuk beralih ke tampilan daftar.

Gantt View



Gambar 2.7 Tampilan Gantt Proyek
Sumber : Kanboard.net

Keunggulan *Gantt view* ini diantaranya:

1. Tampilan Gantt menampilkan tugas pada garis waktu horizontal.
2. Tanggal mulai dan tanggal jatuh tempo digunakan untuk menampilkan bagan.
3. Untuk akses cepat, gunakan pintasan keyboard: v g.

Overview Project

Keunggulan *Overview project* ini diantaranya:

1. Lihat deskripsi proyek.
2. Lampirkan dan unggah dokumen ke proyek.
3. Lihat daftar anggota proyek.
4. Lihat kegiatan terakhir proyek.

The screenshot displays the 'Overview' view of a Kanboard project. At the top, there is a navigation menu with options: Overview (selected), Board, Calendar, List, and Gantt. A search bar contains the text 'status:open'. Below the menu, four summary boxes show task counts: '2 Backlog', '1 Ready', '1 Work in progress', and '0 Done'. The main content area is divided into sections: 'Description', 'Attachments', 'Information', and 'Last activity'. The 'Information' section lists 'Project owner: Super Admin' and 'Project Manager: Super Admin'. The 'Last activity' section shows a recent action: 'Super Admin created the task #4' on '25/03/2016 22:46' with the note 'Must be done soon'. A large, stylized watermark logo is overlaid on the bottom half of the page.

Gambar 2.8 Tampilan Ulasan Proyek
Sumber : Kanboard.net